

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING
PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE
EXTRUSIÓN EN UNA EMPRESA DEL SECTOR METALÚRGICO**

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTADA POR

Bach. CRUZ VILLEGAS DENIS ELOY
Bach. FLORES GÁLVEZ MARTÍN ANDRÉS

ASESOR: Mg. MATEO LÓPEZ HUGO JULIO

LIMA - PERÚ

2017

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mis Padres: Eloy Cruz y María Villegas por su apoyo incondicional y a mis hermanos; Lister, Luis, Alexis y Ángel por que han sido mi motivación e inspiración de superación profesional.

Denis Eloy

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a Dios por darnos la fuerza necesaria, a mis padres Victoria y Ernesto, por ser mi inspiración y apoyo en cada meta propuesta y en especial motivación de cada día a mi esposa Analy, mi hijos Andrea y Sebastian, es una dicha tenerlos a mi lado y a todos quienes confiaron en mí en este largo recorrido para alcanzar el objetivo.

Martín Andrés

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis Padres: Eloy Cruz y María Villegas por su apoyo incondicional y a mis hermanos; Lister, Luis, Alexis y Ángel por que han sido mi motivación e inspiración de superación profesional.

Denis Eloy

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi madre Victoria por la confianza y el apoyo incondicional para poder lograr mis metas, a mi esposa e hijos por la comprensión y la estima que me demuestran.

Martín Andrés

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1 Descripción y Formulación del Problema Principal y Secundario	3
1.1.1 Problema Principal	4
1.1.2 Problemas Secundarios.....	4
1.2 Objetivo Principal y Secundarios	5
1.3 Delimitación de la Investigación Espacial y Temporal	6
1.3.1 Investigación Espacial	6
1.3.2 Investigación Temporal.....	6
1.4 Justificación e Importancia	6
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 Antecedentes del estudio de investigación.....	7
2.2 Bases Teóricas Vinculado a la Variable de Estudio	11
2.2.1 Herramientas Lean Manufacturing.....	11
Fuente: Manual de Lean Manufacturing Guía Básica.....	13
2.3 Definición de Términos Básicos	22
CAPITULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS.....	25
3.1 Hipótesis	25
3.1.1 Hipótesis Principal	25
3.1.2 Hipótesis Secundarias	25
3.2 Variables.....	25

3.2.1 Definición Conceptual de las Variables.....	25
3.2.2 Operacionalización de las Variables	26
CAPITULO IV: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN	27
4.1 Tipo y Nivel	27
4.2 Diseño de Investigación	27
4.3 Enfoque	27
4.4 Población y Muestra.....	27
4.4.1 Población.....	27
4.4.2 Muestra	27
4.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.	28
4.6 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Información.....	28
CAPITULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	29
5.1 Antecedentes de la Empresa	29
5.2 Diagnostico Situacional	32
5.2.1 Especificaciones Técnicas.....	32
5.2.2 Diagrama de Bloques del Área de Extrusión	34
5.2.3 Layout Actual.....	36
5.2.3.1 Diagrama de Hilo - Actual	36
5.2.4 Diagrama de Análisis de Procesos (DAP) – Elaboración de Varillas de Latón Ø 14.20 mm.	38
5.2.5 Descripción del Proceso Actual.	39
5.2.6 Costo de Producción	50
5.3 Propuesta de Mejora.....	53
5.3.1 Diseño del Flujo Continuo.....	53
5.3.1.1 Diseño de Kanban.....	54
5.3.1.2 Aplicación del método Kanban	55

5.3.1.3 Interpretación de la hoja de Cálculo de Corte para los Tochos	57
5.3.2 Rediseño de Layout.....	66
5.3.2.1 Diagrama de Hilos – Propuesto	66
5.3.3 Estandarización del Proceso de Extrusión.....	68
5.4 Presentación de Resultados	71
5.4.1 Tiempo de Producción.....	71
5.4.2 Producción por Tonelada.....	73
5.4.3 Reducción de Costos.....	74
5.5 Análisis de Resultado.....	75
5.5.1 Análisis del Flujo Continuo.....	75
5.5.2 Análisis de Estandarizar los Lotes Producción	75
5.5.3 Análisis del Costo de Producción.....	76
CONCLUSIONES	77
REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS	79
ANEXOS.....	81
ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	81
Anexo 2: Matriz de Extrusión	82
Anexo 3: Acero w 320 especificaciones técnicas	83
Anexo 4: Especificaciones de Barras de Latón C - 38500.....	84
Anexo 5: Formulas para Determinación de Pesos y Áreas de Sección	85
Anexo 6: Peso de Tochos	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Rendimiento Año 2014	4
Tabla 2: Rendimiento Año 2015	5
Tabla 3: Matriz de Operacionalización	26
Tabla 4: Resumen DAP	39
Tabla 5: Resumen del DOP - Tocho Pre Calentado	41
Tabla 6: Resumen del DOP - Varillas de Ø14.20 mm.	44
Tabla 7: Resumen del DAP - Varillas Cortadas.....	46
Tabla 8: Resumen del DAP - Varillas con PUNTA	49
Tabla 9: Costo del Tocho de 147 mm de Diámetro y 440 mm de Largo.....	51
Tabla 10: Costo de Hora - Hombre	52
Tabla 11: Costos Indirectos de Fabricación Mayo del 2017	52
Tabla 12: Presentación de Resultados.....	70
Tabla 13: Resumen del DAP - Propuesto.....	73
Tabla 14: Producción Propuesta	74
Tabla 15: Producción de Varillas.....	76
Tabla 16: Costo por Tonelada Producida en Soles	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Flujo Continuo "Mover uno, Hacer uno"	13
Figura 2: Sistema de Producción de Empujar vs Jalar - Push vs Pull.....	14
Figura 3: Grafica de los Tipos de Kanban	16
Figura 4: Señal Kanban	17
Figura 5: Kanban de Retiro	17
Figura 6: Kanban Proveedor	18
Figura 7: Componentes de una Prensa de Extrusión	22
Figura 8: Proceso de Extrusión	23
Figura 9: Defecto Central	24
Figura 10: Organigrama de Metales Industriales Copper S.A.....	30
Figura 11: Tocho de Latón C-38500.....	33
Figura 12: Porta Matriz.....	34
Figura 13: Diagrama de Bloques.....	35
Figura 14: Diagrama de Hilos.....	37
Figura 15: DAP - Proceso de Extrusión de Varillas de Latón.....	38
Figura 16: Proceso de Pre-Calentamiento	40
Figura 17: Proceso de Empuje	40
Figura 18: Diagrama de Operaciones - Tocho Pre Calentado	41
Figura 19: Proceso de Extrusión	42
Figura 20: Proceso de Jalar Varilla	43
Figura 21: Diagrama de Operaciones - Varillas de 14.20 mm.	44
Figura 22: Acopio de Varillas en la mesa 3	45
Figura 23: Diagrama de Análisis de Procesos - Varillas Cortadas.....	46
Figura 24: Proceso de Punteado.....	47
Figura 25: Varilla después de la Operación de Punteado.....	48
Figura 26: Diagrama de Análisis de Procesos - Varillas con Punta	48
Figura 27: Proceso de Decapado.....	50
Figura 28: Cálculo de Corte para los Tochos	56
Figura 29: Código de Material	57
Figura 30: Diámetro de la Varilla Semiterminada	57
Figura 31: Peso de la Varilla (kg/m ²)	58

Figura 32: Longitud (m)	58
Figura 33: Peso Pieza Semiterminada (Kg)	59
Figura 34: Salida (unidades)	59
Figura 35: Piezas Terminadas por Operación de Prensado (Unidades)	59
Figura 36: Culote (kg)	60
Figura 37: Defecto Central y Viruta (kg)	60
Figura 38: Longitud de Tocho (mm)	61
Figura 39: Peso Neto (kg)	61
Figura 40: Peso Bruto (kg)	61
Figura 41: PPM (kg/cm)	62
Figura 42: Longitud de Tocho (cm)	62
Figura 43: Rendimiento (%)	63
Figura 44: Pedido en (kg).....	63
Figura 45: Número de Tochos.....	63
Figura 46: Modelo Propuesto de Tablero Kanban	64
Figura 47: Modelo de Hoja de Ruta.....	65
Figura 48: Diagrama de Hilos Propuesto.....	67
Figura 49: Tocho Propuesto.....	69
Figura 50: Porta Matriz - Propuesto	70
Figura 51: DAP - Propuesto	72

RESUMEN

Metales Industriales Copper S.A. es una empresa peruana fabricante de productos semi elaborados del cobre y sus aleaciones que se distingue entre su competencia por elaborar diversos productos en sus líneas de producción.

La investigación se abocó a estudiar el área de extrusión, los objetivos del estudio fueron reducir los tiempos de producción, aumentar la producción de varillas de latón y reducir los costos de producción, para lograrlo se utilizó una investigación de tipo y nivel aplicado explicativo con diseño experimental prospectivo con un enfoque cuantitativo para lo cual la población es el área de producción que comprende la fabricación de varillas, perfiles, alambres, flejes de Latón y la muestra Fabricación de varillas semiterminada de Latón de \varnothing 14.20 mm en el área de extrusión.

Las técnicas que se utilizó para el desarrollo de nuestra Tesis fueron herramientas de la Ingeniería Industrial como DOP, DAP, Diagrama de Hilos, Diagrama de Bloques que se elaboran mediante la problemática en el punto de estudio.

Mediante la obtención de los datos y resultados fueron procesados en hojas de Excel de Microsoft Office.

La investigación como tal alcanzó los resultados siguientes:

- a) Se redujeron los tiempos de producción esta se disminuyó en un 53.15% conforme a la prueba de la hipótesis.
- b) Se incrementó la producción de varilla de latón por turno de 6 piezas por prensada a 8 piezas por prensada, incrementando rendimiento en 33.33%.
- c) Se redujeron los costos de producción en un 34.71% conforme a la prueba de la hipótesis.

Palabras Clave: Producción, Costos, Prensado, Rendimiento, Piezas, Extrusión, Tiempos, Fabricación.

ABSTRACT

Metales Industriales Copper is a Peruvian company that manufactures semi-finished products of copper and its alloys, it distinguishes from its competence by producing various products in its production lines.

This research was focused on studying the area of extrusion, the objectives of the study are to reduce production times, increase the production of brass rods and reduce production costs, to achieve the objectives we used a research of type and applied level explanatory with experimental design prospective with a quantitative approach for which the population Production Area comprises the manufacture of rods, profiles, wires, brass strapping and the sample Manufacture of semi-finished brass rods \varnothing 14.20 mm in the extrusion area.

The techniques that will be used for the development of our Thesis will be Industrial Engineering tools such as DOP, DAP, Threads Diagram, Blocks Diagram that are elaborated through the problematic at the point of study.

By obtaining the data and results will be processed in Excel sheets of Microsoft Office.

Research as such achieved the following results:

Production times de creased by 53.15% according yo the hypothesis of the test.

The production of brass rod per shift of 6 pieces per press was increased to 8 pieces per press, increasing yield by 33.33%.

Production costs reduced by 34.71% according to the test´s hypothesis.

Key Words: Production, Costs, Pressing, Yield, Parts, Extrusion, Time, Manufacturing.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad muchas empresas no son conscientes de que pueden alcanzar una capacidad de producción mayor, las metodologías tradicionales no cumplen adecuadamente la exigencia de las empresas competitivas por esto se las considera muy lejos de la excelencia.

Implementando metodologías de Lean Manufacturing, de bajo costo permiten dar mejoras en muchos de los procesos de las industrias manufactureras. En especial las metalmecánicas se ha convertido en uno de los ejes de la economía peruana, esto se debe a las altas tasas de crecimiento y a la importante contribución al PBI. Este sector productivo, no solo genera valor agregado, empleo y condiciones para el desarrollo económico, sino que además, impulsa a otros sectores en la cadena de suministro.

Hoy en el Perú la trayectoria de este sector es positiva, con la devastación que dejó el Fenómeno del niño costero se ha abierto una oportunidad de demanda de productos manufacturados. Como se menciona en el párrafo siguiente, el escenario hoy exige a las empresas a ser competitivas, el país presenta un despegue en los diferentes sectores económicos, mejorando de esta manera la economía, el nivel de empleo y el ingreso.

Hay que tener presente que la manufactura es el sector que más contribuye (16.52%) en el cálculo del índice mensual de la producción nacional, de allí la importancia de tener un enfoque distinto al que se ha venido trabajando en los últimos años para lograr su recuperación. (Diario Gestión, 2017, pág. 4)

Dada la importancia de estas industrias manufactureras en el país, el presente estudio se plantea como objetivo analizar la situación actual de la empresa Metales Industriales Copper S.A, dando a conocer los principales problemas para mejorar la productividad en el área de extrusión. Para el desarrollo de este análisis se hará uso de las herramientas de ingeniería industrial disponibles

que nos permitirán definir de un modo cuantitativo las principales causas relacionadas al problema.

Mediante esta visión nos vemos en la necesidad en plantear propuestas de solución que le brinden a la empresa un desarrollo óptimo en el proceso de extrusión, detallando las actividades con la finalidad que la Empresa Metales Industriales Copper S.A, logre cumplir con la producción programada.

En el capítulo I se detallará los aspectos generales del problema de investigación mediante tablas y valores obtenidos en el área de extrusión.

En el capítulo II se presenta un marco teórico referente a los modelos existentes de productividad y gestión que las organizaciones vienen adoptando.

En el capítulo III veremos las hipótesis y variables relacionadas con los problemas y objetivos formulados de esta investigación.

En el capítulo IV se desarrollara los pasos y procedimientos que se llevaran a cabo en la investigación.

Y por último en el capítulo V se presentaran los resultados guiados por los objetivos de la investigación y explicados con absoluta imparcialidad con apoyo de la información contenida en el marco teórico.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción y Formulación del Problema Principal y Secundario

Hoy en día existen pequeñas empresas, con capital nacional, que tienen problemas de rendimiento de producción y baja productividad, los cuales generan a su vez tiempo de retraso para la fabricación de varillas de latón de Ø14.20 mm.

Un ejemplo real de estos problemas, yace en una empresa pequeña del sector metalúrgico llamada Metales Industriales Copper S.A., cuyos síntomas por no tener implementado una metodología Lean manufacturing son:

- a) Una baja productividad del 78% Y 80 % que se refleja en los años 2014 y 2015. Ver tabla 1 y 2
- b) El tiempo de producción de una tonelada de varilla de latón es de 6 horas y 26 minutos.
- c) El flujo continuo de trabajo que se adapte a los requerimientos del cliente o de la organización funcionando de manera continua, se han registrado demoras en la producción de varillas de latón, que incurre en sobre tiempo de trabajo que a su vez implica más costo de producción.
- d) Al no contar con una estandarización de proceso, no se ha aprovecha la capacidad instalada de la prensa, que se tiene como referencia 3 varillas por extrusión.

Si continua esta situación, la empresa tendrá un escenario yermo, la cual perjudicara a los clientes y la empresa perdería su imagen, credibilidad y calidad que ha ganado con esfuerzo durante estos 20 años de experiencia, afectando mucho la rentabilidad de la empresa, por ello se formula las siguiente pregunta:

1.1.1 Problema Principal

¿De qué manera la aplicación de las herramientas lean mejorará la productividad en el área de extrusión en la Empresa del sector Metalúrgico?

1.1.2 Problemas Secundarios

- a) ¿De qué manera la aplicación del flujo continuo reducirá los tiempos de producción en el área de extrusión en una empresa del sector Metalúrgico?
- b) ¿De qué manera la estandarización del proceso aumentará la cantidad de producción de varillas en el área de extrusión en una empresa del sector Metalúrgico?
- c) ¿De qué manera el rediseño de Layout del área de extrusión reducirá los costos de producción en una empresa del sector Metalúrgico?

Tabla 1:

Rendimiento Año 2014

2014	PRODUCCION EJECUTADA	PRODUCCION NETA	RENDIMIENTO
Meses	Peso Bruto (T.M.)	Peso Neto (T.M.)	%
Enero	110.80	78.18	71%
Febrero	86.70	76.50	88%
Marzo	83.48	58.36	70%
Abril	110.57	83.23	75%
Mayo	139.02	107.99	78%
Junio	119.76	112.14	94%
Julio	153.77	109.74	71%
Agosto	135.55	112.06	83%
Septiembre	116.86	73.83	63%
Octubre	106.11	89.35	84%
Noviembre	84.86	70.89	84%
Diciembre	96.60	78.36	81%
Total	1,344.09	1,050.63	78%

Nota. El promedio de productividad del año 2014 fue del 78%. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2:

Rendimiento Año 2015

2015	PRODUCCION EJECUTADA	PRODUCCION NETA	RENDIMIENTO
Meses	Peso Bruto (T.M.)	Peso Neto (T.M.)	%
Enero	88.03	68.80	78%
Febrero	101.25	86.91	86%
Marzo	99.24	96.50	97%
Abril	80.67	70.60	88%
Mayo	107.38	87.29	81%
Junio	116.13	93.06	80%
Julio	106.37	74.41	70%
Agosto	113.34	90.25	80%
Septiembre	100.55	71.69	71%
Octubre	103.74	69.39	67%
Noviembre	85.66	68.02	79%
Diciembre	77.19	66.51	86%
Total	1,180	943.43	80%

Nota. El promedio de productividad del año 2015 fue del 80%. Fuente: Elaboración propia.

1.2 Objetivo Principal y Secundarios

1.2.1 Objetivo Principal

Mejorar la productividad aplicando las herramientas Lean en el área de extrusión en la Empresa del sector Metalúrgico.

1.2.2 Objetivos Secundarios

- a) Reducir los tiempos de producción aplicando el flujo continuo en el área de extrusión en una empresa del sector Metalúrgico.
- b) Aumentar la cantidad de producción de varillas estandarizando el proceso de producción en el área de extrusión en una empresa del sector Metalúrgico.
- c) Reducir los costos de producción aplicando un rediseño de Layout en el área de extrusión en una empresa del sector Metalúrgico.

1.3 Delimitación de la Investigación Espacial y Temporal

1.3.1 Investigación Espacial

La investigación se ha realizado en la Empresa Metales Industriales Copper S.A ubicada en la Av. Alfonso Ugarte N° 1950 Santa Clara Ate.

1.3.2 Investigación Temporal

La investigación ha reunido los datos en el periodo de los años 2014 y 2015.

1.4 Justificación e Importancia

La presente investigación se desarrolla con el fin de establecer mejoras en una empresa del sector Metalúrgico generando un mejor flujo de materiales, reducción de sobre costos e incremento en la producción. Así mismo los resultados de la investigación tratarán:

- a) La investigación trata de clarificar cómo aplicando herramientas de Lean Manufacturing mejorará la productividad en las pequeñas empresa del sector metalúrgico con el fin que estas puedan administrar convenientemente la empresa a un nivel competitivo.
- b) El mejoramiento del flujo del proceso es herramienta fundamental para el desarrollo de los procesos subsiguientes logrando incrementar la productividad con eficiencia y eficacia.
- c) Como beneficio para la empresa mediante este estudio, se obtendrá un aumento en la producción y reducción de los tiempos de demora.
- d) Este estudio también nos permitirá identificar nuevos métodos y nuevos sistemas de manufactura que aporten un valor agregado en los métodos de trabajos.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio de investigación

Aranibar, M. (2016). Menciona en su tesis que La aplicación del Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta en forma correcta y completa conduce al éxito. Se aplica a empresas de diferentes sectores con realidades distintas. El Lean Manufacturing abarca un conjunto de técnicas que buscan la mejora de los procesos productivos a través de la reducción de todo tipo de desperdicio. De la misma forma en sus conclusiones menciona: que el Lean Manufacturing mejora la productividad en la empresa manufactura en un 100%, ya que se consigue duplicar el flujo de producción en la fase inicial. (Pág, 4).

Su finalidad principal fue demostrar que la aplicación del Lean Manufacturing o Manufactura esbelta en forma correcta y completa conduce a tener una empresa competitiva y con éxito. Al realizar esta investigación obtuvo un incremento del 100% de la productividad, también demostró que estas técnicas se pueden aplicar a diferentes sectores de la industria con realidades distintas.

Córdova, R. (2012). Menciona en su tesis, como objetivo mejorar la cadena de producción de un producto metalmecánica muy usado en gasoductos, pesquerías, mineras, entre otros, llamado spool, a través de la aplicación de las herramientas de la manufactura esbelta. Para la realización del presente estudio se utilizó el proyecto spool AKER de la empresa metalmecánica en estudio, dicho proyecto contempla la producción de spools, para una empresa minera, por un año y medio aproximadamente. De la misma forma en sus conclusiones menciona: Considerando de que un modelo viene a ser una reproducción a escala de alguna realidad, el desarrollo del presente trabajo hace posible la obtención de un modelo estructurado con pasos a seguir para una implementación exitosa de las herramientas de manufactura esbelta. Pero este modelo no solo podrá ser utilizado para la línea de

fabricación de spools, sino también para otros productos que la empresa considere importante. (Pág, 8).

Su finalidad principal fue detectar en los puestos de trabajo puntuales, analizar el desarrollo de cada uno, determinando los tiempos de parada y puntos críticos dentro del proceso de elaboración. En su estudio menciona los antecedentes, la metodología, los instrumentos de la Ingeniería Industrial como DOP – DAP y Diagrama de Hilos en la zona de influencia del proyecto y su réplica en la empresa, también pudo demostrar la relación de las variables de estudio con las Herramientas Lean Manufacturing.

Ospina, D. (2016). Justifica en su tesis que la presente investigación se desarrolla con el fin de establecer las mejoras que se van a proponer para la empresa generando un mejor flujo de materiales, recorridos de los operarios, reducción de sobre costos, incremento en la producción, reducción de accidentes y una óptima utilización de espacio después de implementar una correcta distribución de planta. De la misma forma en sus conclusiones menciona: Se determinó que implementando una distribución por procesos o función la empresa podría resolver los principales problemas expuestos anteriormente, la nueva propuesta genera un flujo de producción más dinámico puesto que el recorrido de los materiales, productos, operarios y herramientas entre las áreas es lineal reduciendo los tiempos muertos. (Pág, 14).

Su finalidad principal fue demostrar que las herramientas implementadas en el trabajo de campo permitieron hacer un análisis detallado e identificar los principales problemas para atacarlos de raíz y así implementar mejoras, aumentando la capacidad de producción, mejora en la seguridad de los trabajadores y principalmente proponiendo nuevos métodos de trabajo para controlar los problemas que afrontan la empresa. En el estudio presentado se mostró los antecedentes, la metodología y los instrumentos de investigación y el impacto que tenían estas al ser implementadas en los puestos de trabajo críticos.

Jara, M. (2012). En su tesis justifica el beneficio para la empresa mediante el estudio, se obtendrá una sincronización de la llegada de los materiales, la reducción de inventarios; pues se producirá lo estrictamente necesario. Al reducir el inventario, se reduce el capital de trabajo, además se suma un control visual de la producción. De la misma forma en sus conclusiones menciona: Todos los problemas encontrados al momento de analizar el flujo, deben ser neutralizados mediante las herramientas y procedimientos que contienen los nuevos sistemas de manufactura en línea, teoría de restricciones y Lean Manufacturing. (Pág, 11).

Su finalidad fue demostrar la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing a través de métodos como el flujo continuo, que permitió definir los problemas que afectan directamente al proceso productivo, identificando las fuentes y orígenes del desperdicio, y así proponiendo mejoras.

Las mejoras encontradas influyeron en la calidad de los productos e incrementando la eficiencia de las distintas áreas de la empresa Metalmecánica, y por lo tanto la empresa gana un valor competitivo dentro del sector.

Baluis, C. (2013). Menciona en su tesis que: Para controlar el tipo de desperdicio de sobreproducción se realiza un balance de línea, de esta manera se creará un flujo continuo de proceso entre las áreas de línea de tanque, habilitado, soldado y probado. Para balancear el número de operarios de los procesos se sumará el tiempo ciclo total actual para cada proceso. Los tiempos de ciclo de los procesos de cortado, discado, troquelado, bombeado y rolado están muy distantes del tiempo Takt, sin embargo, los tiempos de ciclo de habilitado, soldado y probado están por encima del tiempo Takt. De la misma forma menciona en sus conclusiones: Para la implementación de las propuestas de mejora planteadas en el trabajo de investigación, es necesario la participación de toda la organización desde la gerencia

hasta los operarios. Cabe resaltar, que es importante la cooperación de los operarios, ya que gracias a la experiencia que ellos transmiten se pudo realizar el levantamiento de información acompañado de entrevista cortas, entre otras. De esta manera, su aporte ayuda a reconocer en vista preliminar los principales problemas y atacar las posibilidades. (Pág, 8).

Su finalidad fue demostrar que aplicando las herramientas Lean Manufacturing se puede detectar los principales desperdicios en el proceso de fabricación, para luego reducirlos mediante la implementación del balance de línea, a través del sistema Kanban y sistema SMED propuesto, identificando aquellas operaciones internas y externas con la finalidad de reducir los tiempos dentro del proceso de fabricación, también se demostró la reducción de los costos en un 29% aplicando este sistema.

Bautista, A., Bautista C. & Rosas C, (2010), menciona en su tesis que: Aunque los antecedentes de Manufactura esbelta, fueron en las áreas de producción de las empresas; a través de los años, se ha probado y extendido su influencia más allá de una fábrica a todos los departamentos operativos de las compañías (centro de distribución, almacenes, transportes, etc.) siendo una filosofía empresarial que da posibilidad a las empresas mejorar su posición competitiva en un entorno de mercado voraz y exigente que en mayor o menor medida; dependiendo de la región del mundo y del sector industrial donde se encuentra, exige a las empresas de manufactura mediante sus clientes y/o consumidores finales mayores requerimientos de calidad, variedad de productos, cero defectos , mayor confiabilidad, funcionalidad garantizada, rapidez en tiempos de entrega, desarrollo e innovación de nuevos productos, entregas en lotes pequeños con mayor frecuencia, precio más bajos y fabricación de productos a la medida. De la misma forma menciona en sus conclusiones que: Manufactura esbelta (Lean Manufacturing) surge de la calidad y productividad aceptable a un nivel más alto, que la producción en masa o lotes no puede igualar; con una variedad de herramientas y

métodos, pero con un enfoque centrado en las personas, ofrece expansión en diversidad de productos y rápida respuesta a las preferencias de los clientes. Este sistema de manufactura y herramientas es una solución para mejorar la satisfacción del cliente, la calidad, la productividad, ahorrar costos, disminuir el tiempo que un cliente debe esperar para recibir un producto, todo esto para lograr más beneficio y generar más utilidades. (Pág, 8).

Su finalidad fue demostrar cómo identificar los 7 tipos de desperdicios (Defectos y re trabajos, Procesamiento Incorrecto, Sobreproducción, Inventario, Movimiento Innecesario, Espera y Transporte Innecesario). Simplificar los procesos y cambiar el flujo para maximizar el tiempo de producción de acuerdo al tipo de producto solicitado por el cliente, generando valor, hacerlos más delgado y que tienen impacto en la fabricación del producto, generando así un sistema de producción dinámico, fomentando la innovación de tecnologías y métodos.

2.2 Bases Teóricas Vinculado a la Variable de Estudio

2.2.1 Herramientas Lean Manufacturing

Villaseñor, A. & Galindo, E. (2008), menciona en su libro que los orígenes de Lean Manufacturing inicia con Sakichi Toyoda, visionario e inventor, parecido a Henry Ford. En 1984, Toyoda inicia la fabricación de telares manuales, el precio de estos era más cómodo, pero se requería demasiado trabajo. Es cuando comienza a trabajar en la creación de una máquina de tejer. Al realizar este trabajo, de prueba y error, género del Toyota Way, el genchi genbutsu (ir/observar/entender). Luego, él fue quien fundó la compañía Toyota Automatic Loom Works, empresa que todavía forma parte de la corporación Toyota. Uno de sus primeros inventos fue un mecanismo especial que detenía de manera automática el telar cuando un hilo se rompía, este invento se convirtió en uno de los pilares del Sistema de producción Toyota, llamado Jidoka (automatización con toque

humano). Posteriormente, en 1894 Sakichi Toyoda tuvo su hijo (Kiichiro Toyoda) con el que posteriormente empezaría la construcción de Toyota Motor Company, Sakichi, hizo estudiar a su hijo Kiichiro en la prestigiosa Universidad Imperial de Tokio la carrera de ingeniería mecánica. Así pues, Kiichiro construyó Toyota con la filosofía de su padre, donde él agregó sus propias innovaciones como el sistema Poka yoke (aprueba de errores) y Just in time. Finalmente, fue Eiji Toyoda, quien también en la Universidad Imperial de Tokio, sobrino de Sakichi y primo de Kiichiro, quien terminó de construir la compañía desarrollando el Just in time. Del sistema Toyota lo más resaltante fue sin duda el “sistema jalar”, el cual fue retomado de los supermercados en Norteamérica, lo que significa no se debe hacer nada (abastecer), hasta que el próximo proceso utilice lo que originalmente había surtido, esto es conocido como el Kanban. Sin este sistema jalar, no sería posible el JIT, uno de los pilares del Sistema de producción Toyota. Para los años sesenta, el sistema de producción Toyota era una filosofía muy poderosa que todo negocio debería aprender. Toyota dio los primeros pasos para esparcir sus principios a sus proveedores clave. (Pág, 13).

Villaseñor, A. & Galindo, E. (2008), no fue sino hasta 1990 cuando el término de “producción esbelta” fue inventado, dentro del libro *The Machine That Changed The World* (la máquina que cambió el mundo). (Pág, 13).

2.2.1.1 Flujo Continuo

Villaseñor, A. & Galindo, E. (2008), menciona en su libro que el flujo continuo se puede resumir en un simple enunciado: “mover uno, hacer uno” o (“mover un pequeño lote, hacer un pequeño lote”). Entender el flujo continuo es crítico para la manufactura esbelta y para asegurarse de que las operaciones nunca harán más de lo que se haya demandado. De esta forma, nunca se producirá más de lo que el cliente pida. Figura 1. (Pág, 93).

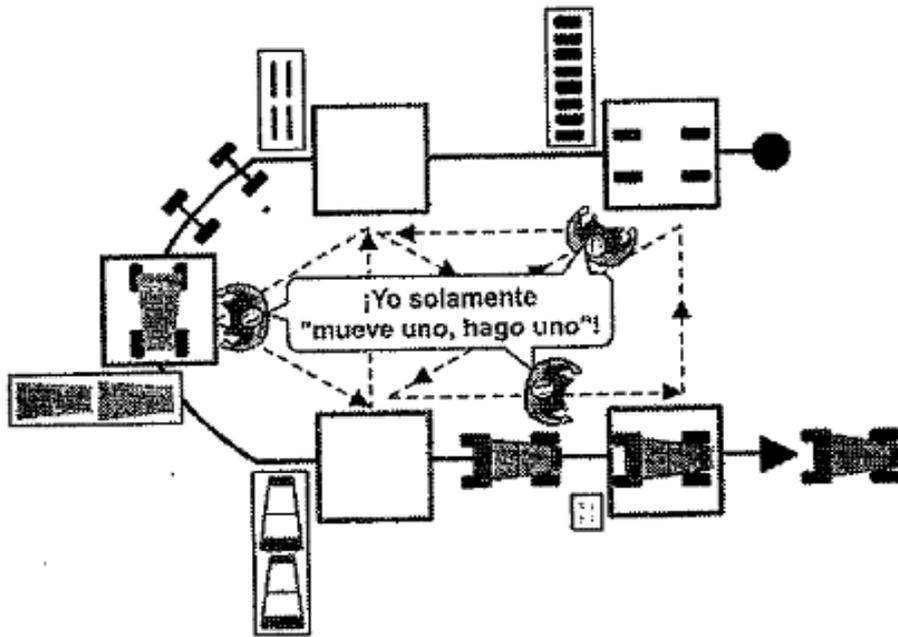


Figura 1: Flujo Continuo "Mover uno, Hacer uno"
 Fuente: Manual de Lean Manufacturing Guía Básica

El procesamiento con flujo continuo implica producir o transportar productos de acuerdo con tres principios clave:

- Solamente lo que se necesita
- Justo cuando se necesita
- En la cantidad exacta que se necesita

Se producirá una pieza o un pequeño lote por las operaciones solamente después de que sea movida o jalada una pieza o un pequeño lote. A esto también se le conoce como sistema de producción jalar. Jalar la producción es más rápido que los lotes o "empujar" la producción (Figura 2). Un sistema de jalar controla el flujo entre las operaciones y elimina la necesidad de programar la producción.

Ventajas del flujo continuo:

- Tiempos de entrega más cortos.
- Reducción drástica de los inventarios de trabajo en proceso (WIP).
- Habilidad para identificar los problemas y arreglarlos rápidamente.

- La programación de la producción tradicional queda obsoleta.

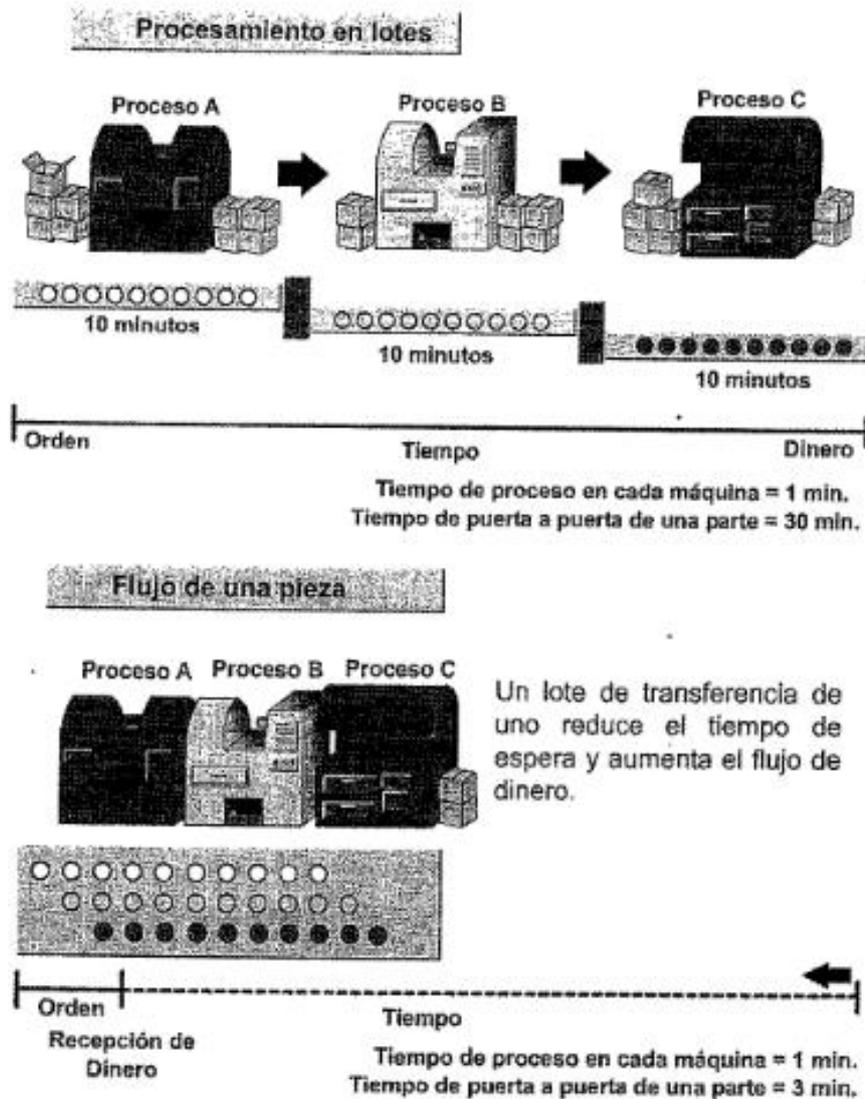


Figura 2: Sistema de Producción de Empujar vs Jalar - Push vs Pull
Fuente: Manual de Lean Manufacturing Guía Básica

2.2.1.2 Sistema Kanban

Villaseñor, A. & Galindo, E. (2008), menciona en su libro que la manufactura esbelta, kanban es la herramienta indicada para controlar la información y regular el transporte de materiales entre los procesos de producción. (Pág, 76).

Kanban es el corazón del sistema jalar. Kanban son tarjetas adheridas a los contenedores que almacenan lotes de tamaño estándar. Cuando se tiene un inventario, éste tiene una tarjeta que actúa como una señal para indicar qué cantidad se requiere de él. De esta manera, el inventario solamente cuenta con lo que se requiere, las cantidades exactas.

El kanban tiene cuatro propósitos:

- a) **Prevenir la sobreproducción** de materiales entre todos los procesos de producción
- b) **Proporcionar instrucciones** específicos entre los procesos, basados en los principios de surtido. Kanban logra esto mediante el control de tiempo del movimiento de materiales y la cantidad de material que se transporta.
- c) Servir como una **herramienta de control visual** para los supervisores de producción y para determinar cuando la producción va por debajo o por arriba de lo programado. Con una mirada rápida al dispositivo que tiene el kanban en el sistema, se puede ver si el material y la información están fluyendo acorde a lo planeado o existen anomalías.
- d) Establecer una herramienta para el mejoramiento continuo. Cada kanban representa un contenedor de inventario en el mapa proceso. Conforme el pase el tiempo, la reducción planeada de los kanbans en el sistema será directamente igual a la reducción de inventarios y proporcionar a la disminución del tiempo de entrega para los consumidores.

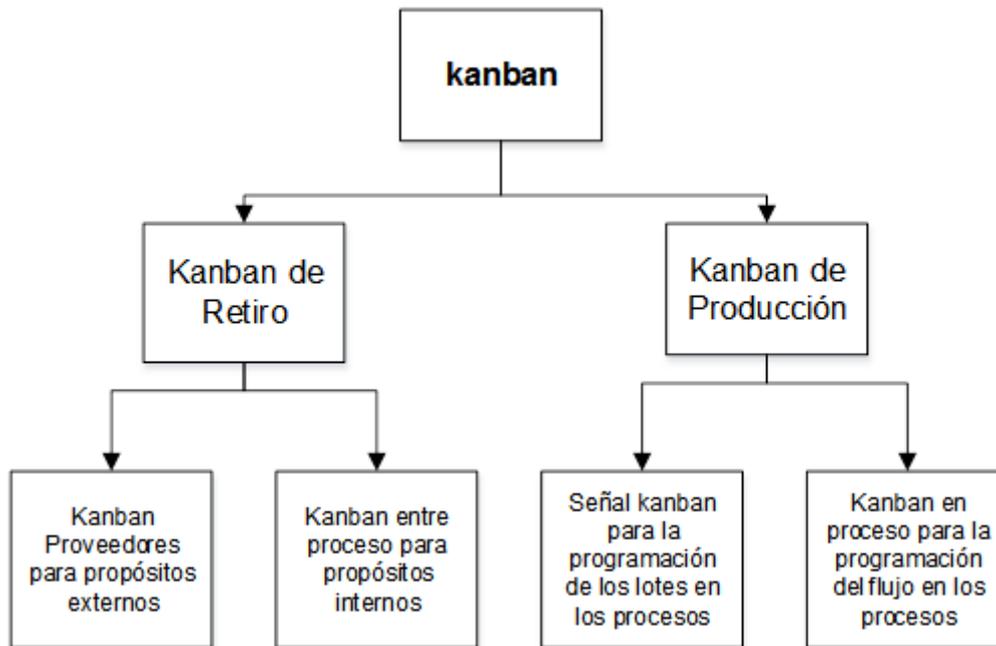


Figura 3: Grafica de los Tipos de Kanban
Fuente: Manual de Lean Manufacturing Guía Básica

Existen dos tipos de kanban: kanban de producción (también conocido como kanban para hacer) y kanban de retiro (también conocido como kanban para mover).

La principal distinción entre el kanban de producción y el kanban de retiro es que el primero es una señal para hacer algo se necesita retirar del inventario (entonces se provoca la señal para surtir) y transportar a los procesos anteriores. Cada tipo de kanban tiene dos subdivisiones (Figura 3).

A continuación se de una breve descripción de los tipos de kanbans.

Kanban en proceso; es usado para tener una instrucción de transporte de una pequeña cantidad (idealmente seria producción de una en una o, al menos, lo corresponde a un pitch) para los siguientes procesos (Figura 3)

Señal kanban: es usada para tener instrucciones de transporte de materiales para los siguientes procesos que manejan lotes tales como prensas de estampado y máquinas moldeadoras. Esta señal utiliza el tamaño de lote en conjunto con los supermercados para alimentar a los procesos siguientes;

mientras permite seguir con los cambios de materiales en los otros procesos (Figura 4)

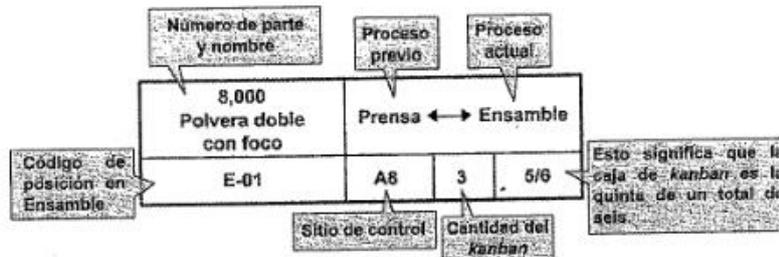


Figura 4: Señal Kanban
Fuente: Manual de Lean Manufacturing Guía Básica

Kanban de retiro o entre procesos para propósitos internos: es usado como señal cuando se necesita retirar (mover) partes de un área de almacenamiento y transportarlos a los siguientes procesos dentro de la planta. Este tipo de kanban normalmente se usa en conjunto con el flujo continuo en células de ensamble que trabajan con un gran número de componentes tanto de fuentes internas como externas (Figura 5)

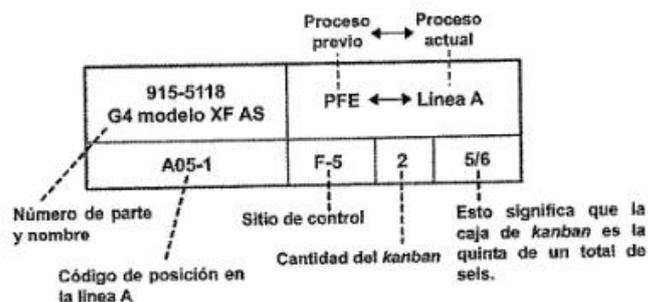


Figura 5: Kanban de Retiro
Fuente: Manual de Lean Manufacturing Guía Básica

Kanban proveedor: es usado como señal para identificar que se necesita retirar partes desde un proveedor externo y transportarlas a un supermercado de partes para los consumidores de los siguientes procesos. La diferencia con el kanban de entre procesos radica en que éste es usado con los proveedores externos (Figura 6)

Código de colores para un estante y localización del destino de entrega		
De: Aceros Michoacan	Área de almacén A 1-1	Para: Trucky
Tiempo de entrega: 9:30 Número del artículo: 5417	Identificación	Ensamble # 3
Nombre del artículo: Lamina 2510	Usado en: Trucky	Puerta de destino: 2
# de estante: A2 - Superior	Tipo de carro: Pick up	
	Tipo de caja: Normal	
	Capacidad caja: 8	
Localización del estante		

Figura 6: Kanban Proveedor
Fuente: Manual de Lean Manufacturing Guía Básica

Dentro del kanban se tiene un conjunto de reglas las cuales se enlistan a continuación:

- a) Las operaciones siguientes retiran artículos de las operaciones.
- b) Las operaciones anteriores producen y transportan solamente cuando una tarjeta de kanban es presentada y solamente se surtirá el número de parte indicada sobre el kanban
- c) Las tarjetas kanban se mueven con el material para proveer un control, y éste es forma visual.
- d) El número de tarjetas kanban determina la cantidad de inventario del trabajo en proceso.
- e) Hay que tratar de reducir el número de tarjetas de kanban en circulación, para forzar al mejoramiento.

2.2.1.3 Estandarización del Proceso

Villaseñor, A. & Galindo, E. (2008), menciona en su libro que para que el flujo ocurra dentro de los procesos que agregan valor, los trabajadores deben de ser capaces de producir dentro del tak time y mejorar consistentemente el tiempo de ciclo de los elementos de trabajo asignado. Lo que se pretende es muy sencillo, nadie desea que un operador mejore el tiempo de ciclo y logre llegar a 45 segundos en una operación a 60 segundos. Aquí se busca estandarizar el tiempo de ciclo a 45 segundos y observar que todos hagan el mismo trabajo de la misma manera. Esto se logra implementando el trabajo estandarizado. (Pág, 43).

El trabajo estandarizado es un conjunto de procedimientos de trabajo que establecen el mejor método y secuencia para cada proceso. La hoja de trabajo estandarizado ayuda a ilustrar la secuencia de operaciones dentro del proceso, incluyendo el tiempo de ciclo (figura 6). Esta debe colocarse en el área de trabajo.

Los pasos a seguir para llenar esta hoja son:

- a) Dibujar el layout de la celula sobre la hoja e identificar todos los articulos.
- b) Asignar la ubicación de los elementos de trabajo por número.
- c) Mostrar la trayectoria de los movimientos.
- d) Llenar la informacion requerida dentro de la hoja.
- e) Colocarla en el área de trabajo.

El trabajo estandarizado provee las bases para tener altos niveles de productividad, calidad y seguridad. Los trabajadores desarrollan ideas Kaizen

para que continuamente se mejoren estas tres áreas. Aquí se tienen unos pasos para implementar el trabajo estandarizado:

Trabajar junto con los operadores para determinar los métodos de trabajo más eficientes y asegurarse de que todos estén de acuerdo. Esto puede que incluya la revisión del sistema propuesto de los elementos de trabajo revisados, con el grupo entero que los utilizará. No le sorprenda que las personas unilateralmente impongan nuevos estándares y procedimientos. Villaseñor, A. & Galindo, E. (2008)

2.2.1.4 Rediseño de Layout

Fue desarrollado por Richard Muther (1961), en los años 60 como un procedimiento sistemático multicriterio, igualmente aplicable a distribuciones completamente nuevas como a distribuciones de plantas ya existentes. El método reúne las ventajas de las aproximaciones metodológicas de otros autores en estas temáticas e incorporar el flujo de los materiales en el estudio de la distribución, organizando el proceso de planificación total de manera racional y estableciendo una serie de fases y técnicas que, como el propio Muther describe, permiten identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implementación y las relaciones existentes entre ellos.

Las cuatro fases o niveles de la distribución en planta, que además pueden superponerse uno con el otro, son:

Fase I: Localización. Aquí debe decidirse la ubicación de la planta a distribuir. Al tratarse de una planta completamente nueva se buscará una posición geográfica competitiva basada en la satisfacción de ciertos factores relevantes para la misma. En caso de una redistribución el objetivo será determinar si la planta se mantendrá en el emplazamiento actual o si se trasladará hacia un edificio nuevo o bien hacia un área de similares características y potencialmente disponible.

Fase II: Plan de distribución General. Aquí se establece el patrón de flujo para el total de áreas que deben ser atendidas en la actividad a desarrollar, indicando también la superficie requerida, la relación entre las diferentes áreas y la configuración de cada actividad principal, departamento o área, sin atender aún las cuestiones referentes a la distribución en detalle. El resultado de esta fase nos llevará a obtener un bosquejo o diagrama a escala de la futura planta.

Fase III: Plan de Distribución Detallada. Aquí se debe estudiar y preparar en detalle el plan de distribución alcanzado en el punto anterior e incluye el análisis, definición y planificación de los lugares donde van a ser instalados/colocados los puestos de trabajo, así como la maquinaria o los equipos e instalaciones de la actividad.

Fase IV: Instalación. Aquí, última fase, se deberán realizar los movimientos físicos y ajustes necesarios, conforme se van instalando los equipos, máquinas e instalaciones, para lograr la materialización de la distribución en detalle que fue planeada.

Estas cuatro fases se producen en secuencia, y según el autor del método para obtener los mejores resultados debe solaparse unas con otras.

2.2.2 Productividad

2.2.2.1 Eficiencia

Chiavenato (2005), sugiere que la eficiencia significa la utilización correcta de los recursos (medios de producción) disponibles. Puede definirse mediante la ecuación $E=P/R$ donde P son los productos resultantes y R los recursos utilizados.

2.2.2.2 Eficacia

Scriven (1991), sugiere que si definimos la eficacia en términos del grado de cumplimiento de unos objetivos predefinidos, resulta ser un mero sinónimo de “éxito” y reconoce que se puede construir una medida que se refiera al logro de

algun resultado que puede o no haber sido parte de los objetivos iniciales de la iniciativa. Scriven, anglo-parlante, hace este comentario al término de “effectiveness” en inglés.

2.3 Definición de Términos Básicos

- a) **Contenedor;** Press (2007) en su revista detalla de como esta construido una prensa de extrusión en varios cuerpos concéntricos de gran espesor (camisa, manto y partes intermedias), normalmente con apriete para poder soportar juntos los grandes esfuerzos radiales y desgaste por uso en la camisa del contenedor. Ver Figura 7

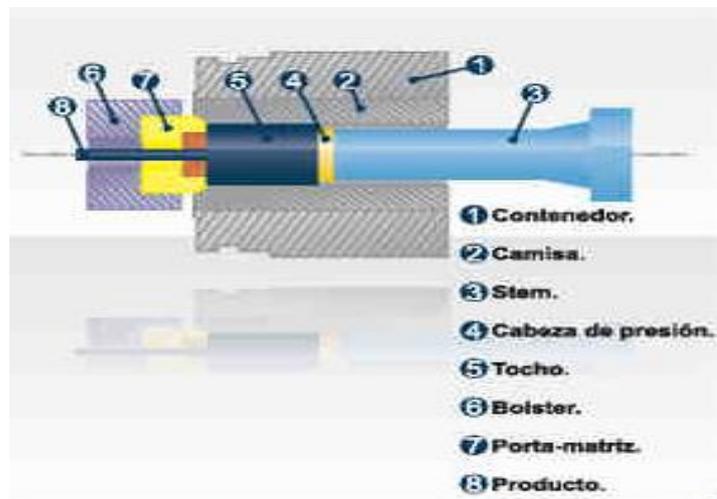


Figura 7: Componentes de una Prensa de Extrusión
Fuente: Gia Clecim Press

- b) **Tochos;** o billets se define como la materia prima que se produce en la colada continua con una composición de Plomo, Cobre, Fierro y Zinc, con dimensiones establecidas.
- c) **Extrusión;** Press, (2007), en su revista detalla que la extrusión es un proceso por compresión en el cual el metal de trabajo es forzado a fluir a través de la abertura de un dado para darle forma a su sección transversal. Ejemplos de este proceso son secciones huecas, como tubos, y una variedad de formas en la sección transversal. Los tipos de

extrusión dependen básicamente de la geometría y del material a procesar. Existe el proceso de extrusión directa, extrusión indirecta, y para ambos casos la extrusión en caliente para metales (a alta temperatura). En la extrusión directa, se deposita en un recipiente un lingote en bruto llamado tocho, que será comprimido por un pistón, tal cual como lo muestra la Figura 8. Al ser comprimido, el material se forzará a fluir por el otro extremo adoptando la forma que tenga la geometría del dado.

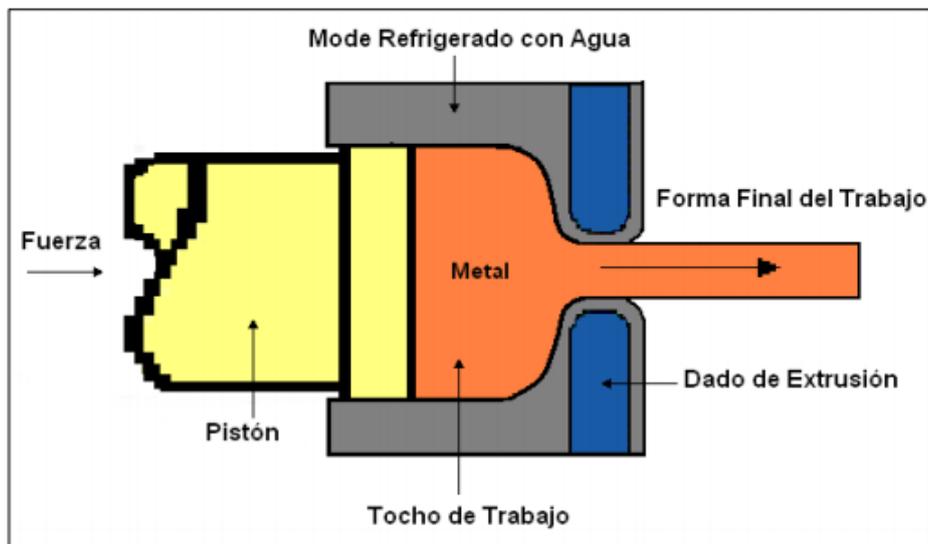


Figura 8: Proceso de Extrusión
Fuente: Gia Clecim Press

d) Defecto Central; Siegmann (2002), en su libro detalla este defecto es una grieta interna que se desarrolla como resultado de los esfuerzos de tensión pueden parecer improbables en un proceso de compresión como la extrusión, tienden a ocurrir bajo condiciones que ocasionan gran deformación en regiones de trabajo apartadas del eje central. El movimiento de material más grande en las regiones exteriores, estira el material a lo largo del centro de la pieza de trabajo.ver Figura 9. (Pág, 32).

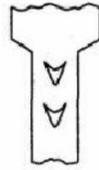


Figura 9: Defecto Central

Fuente: Tesis Desarrollo de un Prototipo Industrial para la Detección en línea de Producción de Defectos en Superficie de Hilos Metálicos Finos

- e) **Culote;** Se define como la merma que se obtiene después del proceso de extrusión.

- f) **Decapado;** Siegmann (2002) es un tratamiento que utiliza una solución denominada licor de pasivado, que contiene ácidos fuertes, para remover impurezas superficiales o eliminar impurezas, tales como manchas, contaminates inorgánicos, escoria, de aleaciones de metales ferrosos, cobre y aluminio.

- g) **Punteado;** es el proceso por el cual a la varilla se le va a reducir su diámetro original en 1 mm. Con una longitud de 20 cm.

- h) **Lote;** cantidad de varillas semiterminada requerida por el cliente.

- i) **Matriz;** según UDDHOLM (2004), Una matriz de extrusión está expuesta a altas temperaturas, derivadas no tan solo del lingote caliente sino también ocasionadas por el calor generado por la deformación y fricción. Además, la matriz está sujeta a altas presiones y, en la zona de apoyo de la matriz, fuerzas de fricción considerables.

CAPITULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis Principal

Si se aplica las herramientas Lean se mejorará la productividad en el área de extrusión en la Empresa del sector Metalúrgico.

3.1.2 Hipótesis Secundarias

- a) Si se aplica el flujo continuo se reducirá los tiempos de producción en el área de extrusión en una empresa del sector Metalúrgico.
- b) Si se estandariza el proceso de fabricación de varillas aumentará la cantidad de varillas en el área de extrusión en una empresa del sector Metalúrgico.
- c) Si se rediseña el Layout se reducirá los costos de producción en el área de extrusión en una empresa del sector Metalúrgico.

3.2 Variables

3.2.1 Definición Conceptual de las Variables

3.2.1.1 Productividad

Prokopenko (1989), Propone una definición general, la productividad es la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla. Así pues, la productividad se define como el uso eficiente de recursos trabajo, capital, tierra, materiales, energía, información en la producción de diversos bienes y servicios. Una productividad mayor significa la obtención de más con la misma cantidad de recursos, o el logro de una mayor producción en volumen y calidad con el mismo insumo. Esto se suele representar con la fórmula:

$$Productividad = \frac{Producto}{Insumo}$$

La productividad también puede definirse como la relación entre los resultados y el tiempo que lleva conseguirlos. El tiempo es a menudo un buen denominador, puesto que es una medida universal y está fuera del control humano. Cuanto menor tiempo lleve lograr el resultado deseado, más productivo es el sistema. Independientemente del tipo de sistema de producción, económico o político, la definición de productividad sigue siendo la misma.

3.2.2 Operacionalización de las Variables

Tabla 3:

Matriz de Operacionalización

Variable Dependiente	Indicador	Definición Conceptual	Definición Operacional
Productividad	$PRODUCTIVIDAD = \frac{\text{Producción Obtenida}}{\text{Recursos Utilizados}}$	La Productividad es la relación entre la cantidad de productos obtenidos por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción	Porcentaje de Rendimiento Mensual
Tiempos de Producción	Tiempo Producción = Tiempo Producido x Tonelada	El tiempo de Producción es la relación de tiempo producido por tonelada de varillas semiterminadas obtenidas	Diagrama de Análisis de Proceso
Producción de varillas	Producción de Varillas = Cantidad de Varillas x Turno	La Producción de varillas es la relación de Cantidad de varillas semiterminadas obtenidas por turno	Reporte producción por turno
Costo de Producción (CP)	Costo de Producción = Costo x Lote Producido	El costo de Producción es la relación de costo por lote producido	CP = Materia Prima + Mano de Obra + Costos Indirectos de Fabricación

Nota. La matriz de operacionalización veremos las variables dependientes.

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO IV: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Tipo y Nivel

El tipo de investigación que utilizaremos se realizará de forma aplicada explicativo, porque se va a proponer la aplicación de metodologías de Lean Manufacturing para mejorar los procesos en el área de extrusión en la empresa del sector Metalúrgico.

4.2 Diseño de Investigación

El Diseño de la investigación es experimental prospectivo esto es debido a que el trabajo será de campo y se analizarán cambios de un periodo a otro.

4.3 Enfoque

El enfoque que se utilizó en la tesis es cuantitativa porque a través de la aplicación de un modelo o tecnología obtendrá resultados para comprobar la hipótesis con base a la medición tecnológica o numérica y el análisis estadístico para determinar los resultados y probar teorías, modelos o herramientas tecnológicas.

4.4 Población y Muestra

4.4.1 Población

Área de Producción que comprende la fabricación de varillas, perfiles, alambres, flejes de Latón.

4.4.2 Muestra

Fabricación de varillas semiterminada de Latón de Ø 14.20 mm en el área de extrusión.

4.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.

Las técnicas que utilizaremos para el desarrollo de nuestra Tesis serán herramientas de la Ingeniería Industrial como DOP, DAP, Diagrama de Hilos, Diagrama de Bloques que se elaboran mediante la problemática en el punto de estudio.

4.6 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Información

Mediante la obtención de los datos y resultados serán procesados según el caso en hojas de Excel de Microsoft Office. A partir de las gráficas y tablas de los modelos aplicados se interpretará para comprobar la hipótesis de estudio.

CAPITULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 Antecedentes de la Empresa

Metales Industriales Copper S.A.

Es un complejo Industrial Metalúrgico de Metales No Ferrosos con participación activa en la producción y suministro de productos semi elaborados del Cobre y sus Aleaciones, ofreciendo la más alta calidad, tecnología con seguridad y confiabilidad probada para el mercado local y el extranjero.

Conformamos un grupo profesional de amplia experiencia, integrado en años de labor desempeñada con más de 20 años al servicio de las grandes Industrias de Electricidad, Minería, Agro Industria, Pesquería e Industria en general.

Este trabajo de investigación se realizará en el área de extrusión.

En la figura 10 se aprecia el organigrama de la empresa, se cuenta con un Gerente General, un Asistente y un grupo de Auditoria conformado por 3 personas, también se cuenta con 3 Gerentes: Gerente Comercial, Gerente de Operaciones y Gerente de Administración y Finanzas, para los niveles jerárquicos menores dentro de la empresa se tiene 5 Jefes y 4 Supervisores dentro del área de producción.

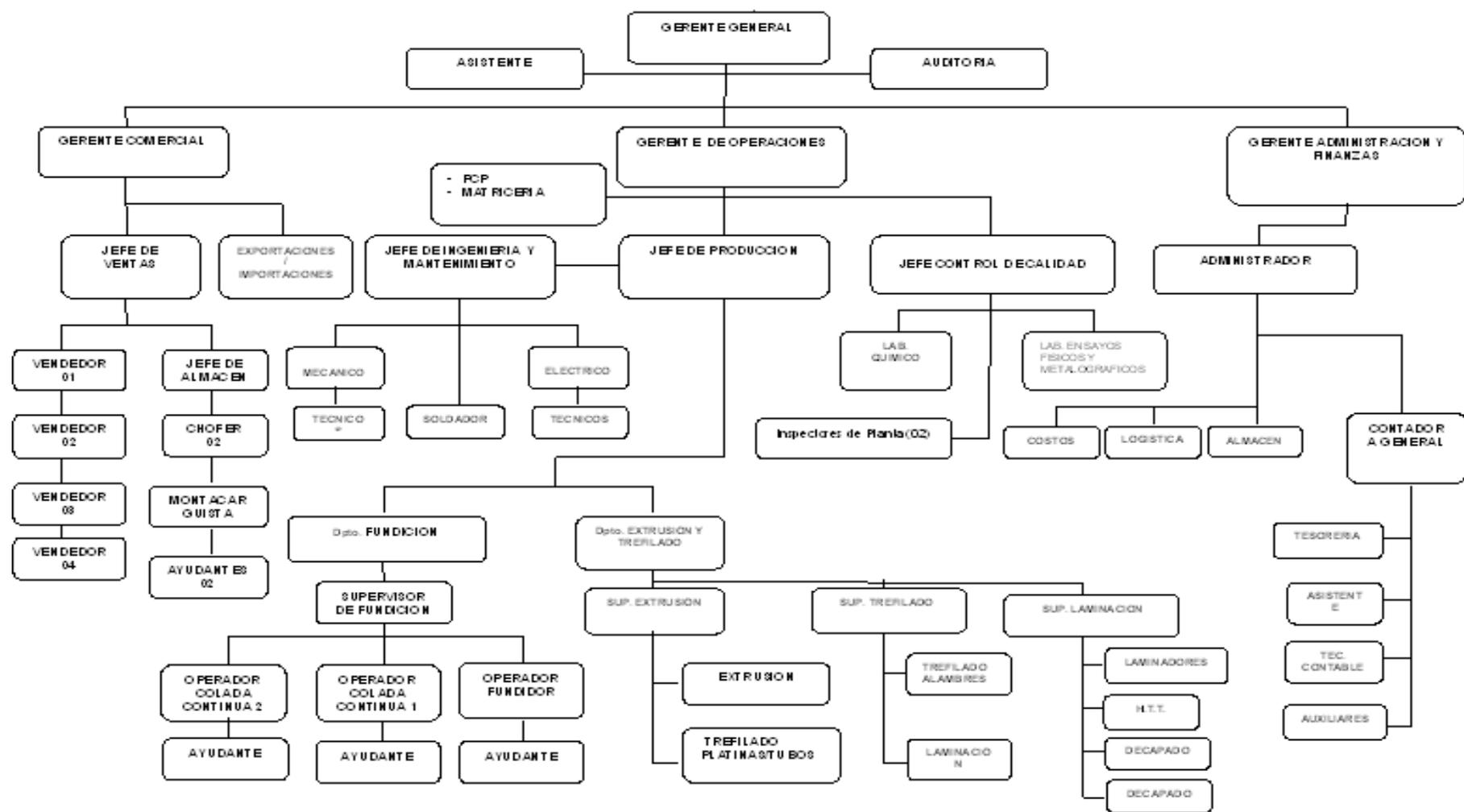


Figura 10: Organigrama de Metales Industriales Copper S.A.
Fuente Elaboración Propia

5.2 Diagnostico Situacional

En la actualidad el área de planeamiento y control de la producción, recibe las órdenes de pedidos del área de ventas y se procede a elaborar la programación de extrusión de las varillas de Ø 14.20mm. De forma manual, utilizando un cuaderno de apuntes, lapicero y calculadora.

Se verifica la cantidad de tochos existentes con las dimensiones de acuerdo al pedido, el programador decide asignar la orden de pedido al hornero mediante orden de trabajo indicando la cantidad que se debe producir.

Podemos decir que este método de producción posee desventajas notables como:

- Falta de un control de inventario.
- Poca capacidad de reacción para la producción de varillas.
- Exceso de tiempos de espera de las varillas extruidas.
- Tiempo improductivo del personal en transporte de la varillas.

5.2.1 Especificaciones Técnicas

5.2.1.1 Especificaciones Técnicas - Tochos

La materia prima utilizado es un tocho de Latón cuyas medidas son:

- Diámetro de 147mm
- Longitud: 440 mm

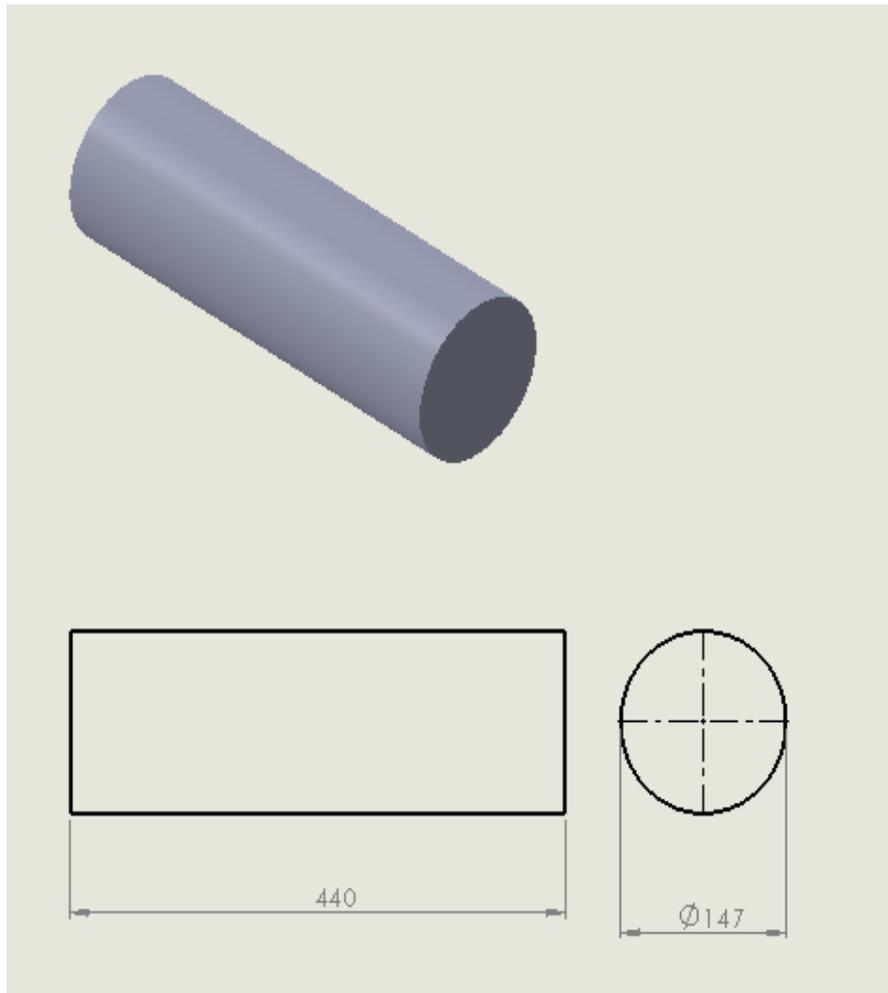


Figura 11: Tocho de Latón C-38500
Fuente Elaboración Propia

Para su fabricación se utilizan diferentes aleaciones que se aprecian en el anexo 4, “Barras de Latón C-38500”, que demuestra las tolerancias del producto y las diferentes operaciones. Ver Figura 11

5.2.1.2 Especificaciones Técnicas – Porta Matriz

Actualmente los tochos de Latón son extruidos en por la prensa Loewy con una potencia de 250 bar, el porta matriz tiene 3 salidas los cuales van insertarse 3 matrices con diámetro exterior 50 mm y diámetro interior 14.20 mm (ver Figura 12).

Realizando un estudio se pudo apreciar que el diámetro del container es de 191 mm, lo que indica al momento de prensar se genera el llamado “Defecto Central”, ocasionado por el ingreso de aire debido que nuestro tocho tiene un diámetro mucho menor, por cada tocho extruido se obtienen 6 varillas semiterminadas, que luego pasan al área de Trefilado.

En la matriz de extrusión se aprecia las especificaciones técnicas del acero W 320 (ver anexo 2)

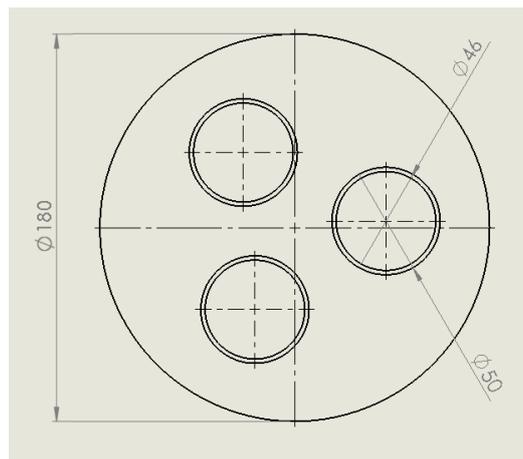


Figura 12: Porta Matriz
Fuente: Elaboración Propia

5.2.2 Diagrama de Bloques del Área de Extrusión

De forma general se puede visualizar en el diagrama de bloques del proceso de extrusión de varillas de Latón de \varnothing 14.20 mm.

En el diagrama de bloques (Figura 13) se puede apreciar los cuellos de botellas en el área de extrusión que son el proceso de corte y Punteado, que tienen un tiempo de 7 740 y 10 560 segundos respectivamente, realizando la conversión tenemos 2 horas y 9 minutos para el corte y 2 horas con 56 minutos para el área de punteado.

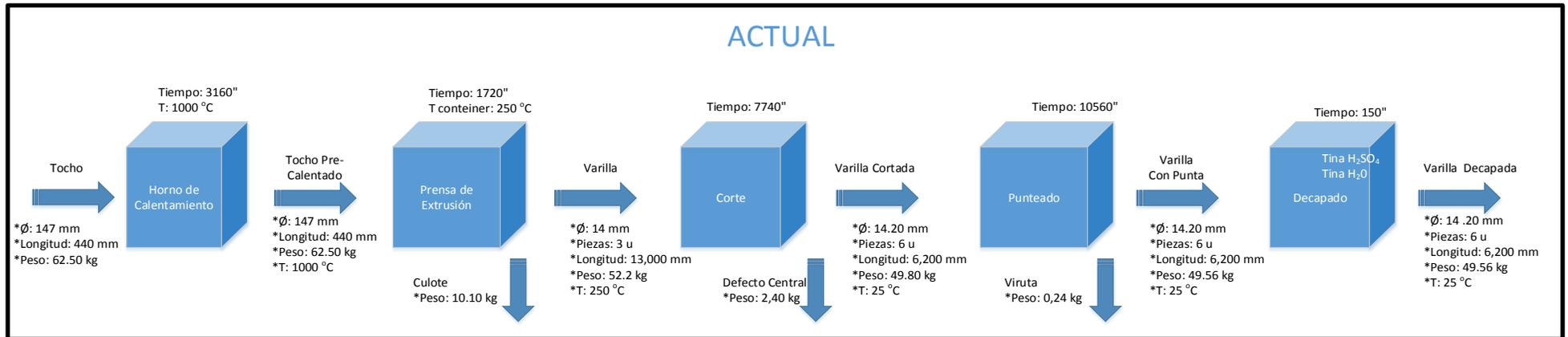


Figura 13: Diagrama de Bloques
 Fuente: Elaboración Propia

5.2.3 Layout Actual

5.2.3.1 Diagrama de Hilo - Actual

Para determinar el Layout actual en el área de extrusión se aplicó una metodología de la Ingeniería el diagrama de Hilos (Figura 14), se puede apreciar el recorrido que realiza la varilla de latón es de 65.84 m.

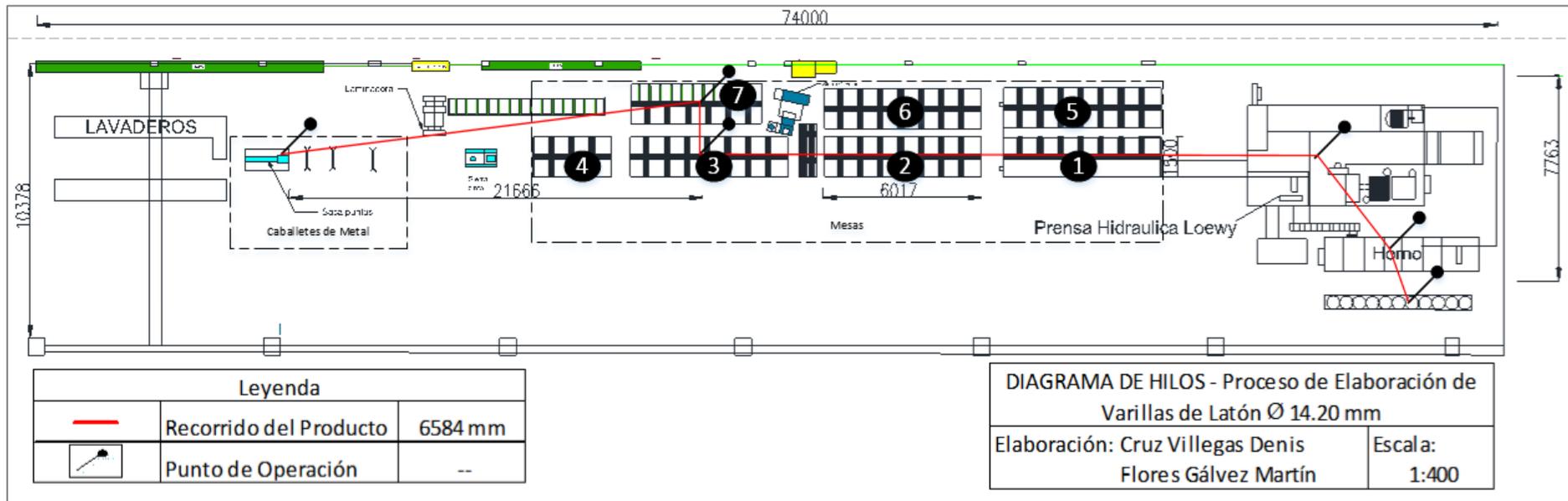


Figura 14: Diagrama de Hilos
 Fuente: Elaboración Propia.

5.2.4 Diagrama de Análisis de Procesos (DAP) – Elaboración de Varillas de Latón Ø 14.20 mm.

El Diagrama de Análisis de Proceso (DAP), Ver Figura 15, se denota que existe dos tiempos de demora en el proceso de corte y punteado que son 5740 y 6400 segundos respectivamente, realizando la conversión tenemos 1 hora y 36 minutos para el corte y 1 hora con 47 minutos para el área de punteado.

●	■	➔	D	▼	Descripción	Tiempo (segundos)
●					Cargar tocho al Horno	1000
●					Empujar tocho	400
●					Calentar tocho	1200
●					Inspeccionar tocho	200
●					Abrir ventana del horno	60
●					Jalar Tocho	80
●					Empujar tocho	80
●					Girar tocho	60
●					Empujar tocho	80
●					Caer tocho	40
●					Subir tocho	80
●					Colocar Pastilla atrás del tocho	100
●					Prensar	500
●					Retroceder container	40
●					Cortar con la sierra circular	220
●					Avanzar container	120
●					Retroceder container	260
●					Sacar culote de la prensa	360
●					Jalar 3 varillas de 13000 mm (20 veces)	280
●					Acomodar varillas (20 veces)	200
●					Acopio de varillas (20 veces)	5740
●					Cortar varillas con sierra (20 veces)	1520
●					Llevar al punteado (03 varillas)	80
●					Acopio de varillas (40 veces)	6400
●					Colocar a maquina (120 piezas)	1680
●					Punteado (120 piezas)	2400

Figura 15: DAP - Proceso de Extrusión de Varillas de Latón

NOTA: Como se aprecia en el DAP los tiempos de demora son en el momento de Acopio de varillas. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 4:
Resumen DAP

Figura	Descripción	Cantidad	Tiempo (segundos)
●	Operación	21	10480
■	Inspección	1	200
➔	Transporte	2	360
⌒	Demora	2	12140
▼	Almacén	0	0
Total	--		23180

Fuente: Elaboración Propia.

De la tabla 4, se puede concluir que el tiempo de producción de una tonelada de varilla de latón es de 23 180 segundos, realizando las conversiones tenemos 6 horas y 26 minutos.

5.2.5 Descripción del Proceso Actual.

5.2.5.1 Horno de Calentamiento

Los tochos se encuentran apilados uno encima de otro en el piso, con la ayuda de un tecele se cogen dos tochos y se llevan a la entrada del horno, el hornero con la ayuda de un gancho empuja los tochos hacia el quemador, aproximadamente el horno tiene una capacidad para 30 tochos. (Ver figura 16 y 17).

Los tochos se calientan en tiempo de 60 segundos, una vez que llegue a su temperatura de Pre-Calentamiento 1000 °C. Ver figura 18



Figura 16: Proceso de Pre-Calentamiento
Fuente: Metales Industriales Copper S.A.



Figura 17: Proceso de Empuje
Fuente: Metales Industriales Copper S.A.

Tocho Pre-Calentado

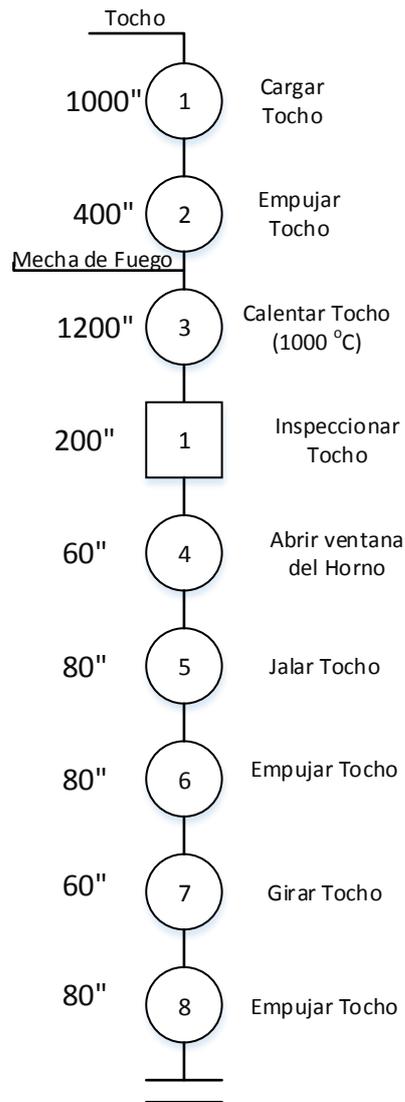


Figura 18: Diagrama de Operaciones - Tocho Pre Calentado
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5:

Resumen del DOP - Tocho Pre Calentado

Figura	Descripción	Cantidad	Tiempo (segundos)
●	Operación	8	2960
■	Inspección	1	200
Total	--		3160

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla 5 se puede concluir que el tiempo de pre calentado es de 3160 segundos para una tonelada (53 minutos).

5.2.5.2 Prensa de Extrusión

El tocho Pre-Calentado cuando ya está ubicado a la altura del container, se procede a prensar, cuando ya finaliza la operación de prensado el container retrocede para proceder a cortar el sobrante del tocho (culote), cae el culote y empieza de nuevo el proceso de prensado. Ver figura 19 y 20

Mientras sucede la operación de prensado, tres ayudantes jalan las varillas y extruidas a la mesa número 2 y 3.

Se tiene en la operación de prensado un porta matriz de tres salidas, obteniendo tres varillas de 13000 mm. Ver Figura 21.



Figura 19: Proceso de Extrusión
Fuente: Metales Industriales Copper S.A.



Figura 20: Proceso de Jalar Varilla
Fuente: Metales Industriales Copper S.A.

3 Varillas de Ø 14.20 mm

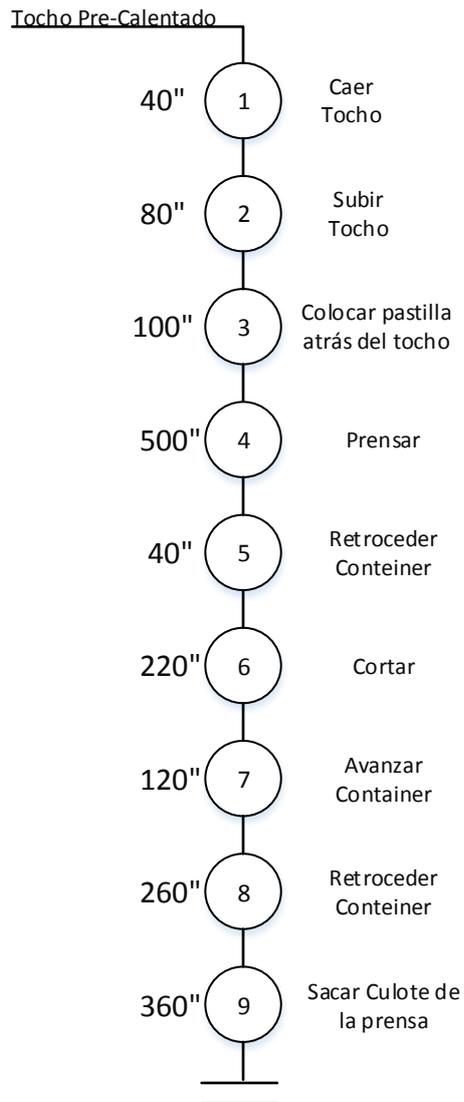


Figura 21: Diagrama de Operaciones - Varillas de 14.20 mm.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6:

Resumen del DOP – 3 Varillas de Ø14.20 mm.

Figura	Descripción	Cantidad	Tiempo (segundos)
●	Operación	9	1720
■	Inspección	0	
Total	--		1720

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla 6 se puede concluir que el tiempo de extrusión de varillas es de 1720 segundos (29 minutos).

5.2.5.3 Corte

Las varillas extruidas se agrupan en la mesa de extrusión número 2 y 3 hasta la prensada número 20. Ver figura 22

Tres trabajadores acomodan las varillas extruidas a la mesa 6 y 7 tiene un tiempo de espera 5740 segundos, para ser cortadas con una cierra circular a una longitud de 6200 mm. Ver Figura 23.



Figura 22: Acopio de Varillas en la mesa 3
Fuente: Metales Industriales Copper S.A.

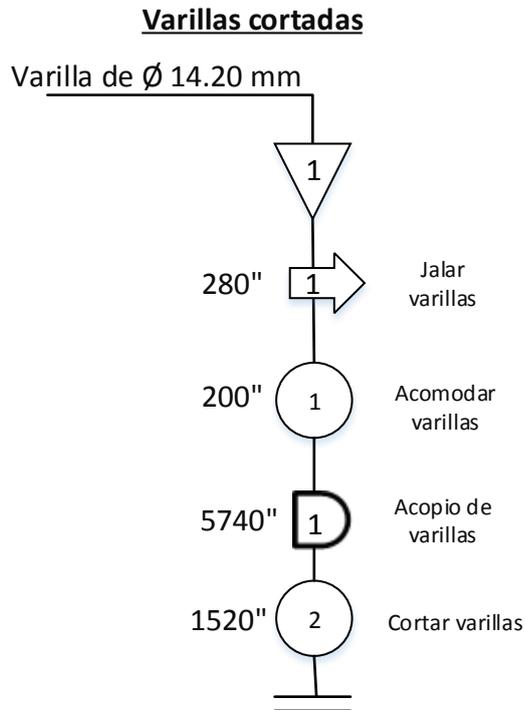


Figura 23: Diagrama de Análisis de Procesos - Varillas Cortadas
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7:

Resumen del DAP - Varillas Cortadas

Figura	Descripción	Cantidad	Tiempo (segundos)
●	Operación	2	1720
■	Inspección	0	0
➡	Transporte	1	280
◐	Demora	1	5740
▼	Almacén	1	0
Total	--		7740

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla 7 se puede concluir que el tiempo de cortar las varillas es de 7740 segundos (2 horas y 9 minutos).

5.2.5.4 Punteado

Las varillas ya cortadas con una longitud de 6.20 m. Se trasladan al área de punteado de forma manual con dos ayudantes, cada traslado se realiza agrupando tres varillas de 6.20 m.

Las tres varillas de 6.20m se colocan en los caballetes de metal frente a la maquina punteadora. Ver figura 24.

El operador del punteado regula la cuchilla, según medida a rebajar, de un diámetro de 14.20 mm a un diámetro de 13.00 mm. Con una longitud de 20 cm. Ver figura 25.

Ya regulado las cuchillas al operador procederá a sacarle punta a cada varilla de latón, todo la operación de punteado tiene un tiempo de 10 560 segundos por tonelada (2 horas y 56 minutos). Ver Figura 26.



Figura 24: Proceso de Punteado
Fuente: Metales Industriales Copper S.A.

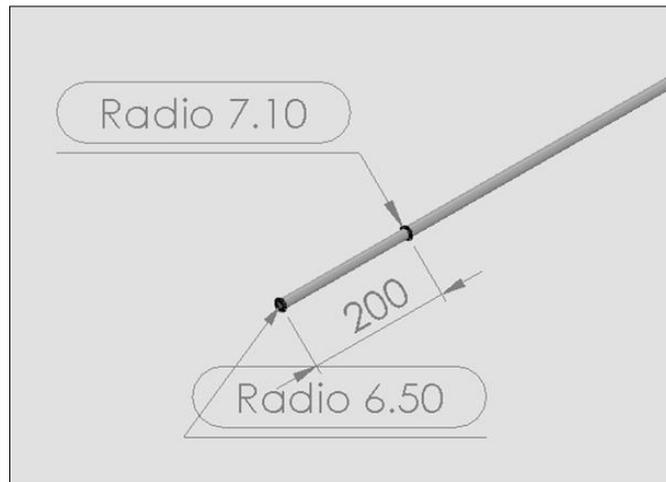


Figura 25: Varilla después de la Operación de Punteado
Fuente: Elaboración Propia

Varillas con Punta

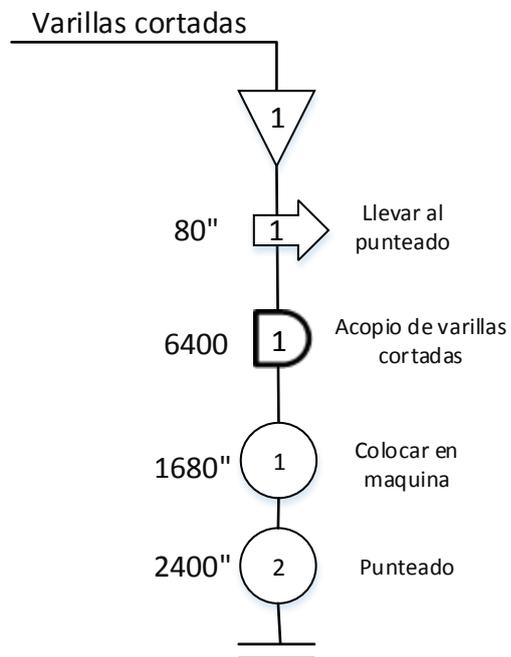


Figura 26: Diagrama de Análisis de Procesos - Varillas con Punta
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8:

Resumen del DAP - Varillas con Punta

Figura	Descripción	Cantidad	Tiempo (segundos)
●	Operación	2	4080
■	Inspección	0	0
➡	Transporte	1	80
Ⓚ	Demora	1	6400
▼	Almacén	1	0
Total	--		10560

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla 8 se puede concluir que el tiempo de sacar punta a la varilla es de 10 560 segundos (2 horas y 56 minutos).

5.2.5.5 Decapado

Las varillas que ya pasaron por la operación de punteado, se llevan al área de decapado, en donde se agrupan para luego ser levantado por un tecla, y ser sumergidos a la tina de decapado, esta contiene H_2SO_4 . Ver figura 27.



Figura 27: Proceso de Decapado
Fuente: Metales Industriales Copper S.A.

5.2.6 Costo de Producción

Para fines de nuestra investigación el costo de producción está dado en base a una producción de una tonelada de varillas semiterminadas Ø 14.20 mm; bajo la siguiente fórmula empleada por la empresa Metales Industriales Copper S.A.

$$CP = MOD + MP + CIF$$

- CP: Costo de Producción
- MOD: Mano de Obra Directa
- MP: Materia Prima
- CIF: Costos Indirectos de Fabricación

Si analizamos con atención el resumen del “DAP - PROCESO DE EXTRUSIÓN DE VARILLAS DE LATON” se concluye que el tiempo de elaboración de una tonelada de varilla es de 23 180 segundos (6 horas y 26 minutos).

El peso de cada varilla de 6.20 m. semiterminado es de 8.30 kg. En una producción de 1 tonelada equivale a 120 piezas semiterminadas.

El número de tochos utilizados actualmente para fabricar una tonelada es de 20 unidades, con el mismo número de prensadas.

Tabla 9:

Costo del Tocho de 147 mm de Diámetro y 440 mm de Largo

PESO kg	PRECIO POR KILO	DOLARES	COTIZACIÓN	PRECIO EN SOLES
62.5	\$ 0.42	\$ 26.52	S/. 3.27	S/. 86.72

Fuente: Metales Industriales Copper S.A.

De la tabla 9 se tiene el precio de un tocho, es de S/. 86.72 y en una producción de una tonelada (20 tochos) es de S/. 1734.40

Durante el desarrollo de la investigación en campo se pudo analizar que el traslado y el momento de acopio se realizaban por tres ayudantes de Extrusión, la prensa es operada por un prensador, un hornero encargado de verificar la temperatura de los tochos, un pastillero y un punteador, en total se tiene para el área de extrusión se tiene 7 puestos de trabajo. Ver tabla 10.

Tabla 10:**Costo de Hora - Hombre**

Puesto de Trabajo	Número de Operarios	Costo H-H	Costo Total
Prensador	1	7.81	7.81
Hornero	1	5.21	5.21
Ayudantes de Extrusión	3	4.43	13.29
Pastillero	1	4.43	4.43
Punteador	1	4.43	4.43
		TOTAL	35.17

Fuente: Elaboración Propia

El costo de Mano de Obra Directa por una tonelada producida es de:

$$MOD = 35.17 \frac{\text{soles}}{\text{horas}} \times 6 \text{ horas y } 26 \text{ minutos} = 228.60 \text{ soles}$$

Como referencia, para fines de nuestra investigación la empresa nos proporcionó los costos indirectos del mes de Marzo del presente año, de la tabla 11 se puede apreciar los costos indirectos de fabricación de las varillas de Latón.

Tabla 11:**Costos Indirectos de Fabricación Marzo del 2017**

Tipo de Costos Indirectos	Fijo	Variable	Total
Salario de Jefe de Producción	S/. 5,000.00		S/. 5,000.00
Mano de Obra indirecta	S/. 1,700.00		S/. 1,700.00
Supervisión	S/. 1,200.00		S/. 1,200.00
Combustible		S/. 1,720.00	S/. 1,720.00
Mantenimiento	S/. 1,500.00	S/. 1,500.00	S/. 3,000.00
Luz	S/. 600.00	S/. 500.00	S/. 1,100.00
Seguros	S/. 650.00		S/. 650.00
Impuestos	S/. 1,000.00		S/. 1,000.00
Depreciación	S/. 3,000.00		S/. 3,000.00
Varios		S/. 860.00	S/. 860.00
Total CIF	S/. 14,650.00	S/. 4,580.00	S/. 19,230.00

Fuente: Metales Industriales Copper S.A.

Los Costos Indirectos de Fabricación por hora es de S/. 100. 15, con una duración de 48 horas semanales, sin tiempo extras.

El costo de CIF por una tonelada producida es de:

$$CIF = 100.15 \frac{\text{soles}}{\text{horas}} \times 6 \text{ horas y } 26 \text{ minutos} = 650.98 \text{ soles}$$

Aplicando la formula presentada por la empresa en una demanda de una tonelada se tiene:

$$CP = 228.60 + 1734.40 + 650.98$$

$$CP = 2,613.98 \text{ Soles.}$$

5.2.6.1 Producción por Lote

La producción se basa en toneladas de varillas extruidas, teniendo como dato que el tiempo de producción de una tonelada de varillas semiterminadas es de 6 horas con 26 minutos (23180 segundos).

En una jornada de 8 horas de trabajo se tiene 1 tonelada con 242 kilos de varillas semiterminadas. La empresa labora en tres turnos de 8 horas cada una, todos los días de la semana, (se asume un mes 30 días) por lo tanto se tiene una producción mensual de 111 toneladas de varillas semiterminadas.

5.3 Propuesta de Mejora

5.3.1 Diseño del Flujo Continuo

Para el diseño de nuestro flujo continuo, se realizará mediante la aplicación del método Kanban.

5.3.1.1 Diseño de Kanban

Kanban: Estrategia que sirve para organizar de manera adecuada el flujo de producción, limitada a producir excesos de material ya que solo produce lo necesario.

Demanda: Cantidad de material requerida para cumplir con la producción de neumáticos.

TakTime: Ritmo de producción con la que trabaja la línea de producción para cumplir con la demanda.

Punto de reorden: Stock mínimo de inventario que se debe tener, cuando el inventario llega a este punto se genera la orden de producción inmediatamente.

Tarjeta Kanban: Indicadores o señales que indican el consumo y niveles de inventario del proceso.

Tamaño de Lote: Cantidad de producción óptima o máximo, este se produce cuando el nivel de inventario llega al punto de reorden.

Tablero Kanban: Tablero en el cual se almacena las tarjetas, dentro de él se especifica los tipos de materiales calandrados, tamaño de lote y el punto de reorden. Se identifican los niveles de inventario por colores verde, amarillo y rojo.

- El color verde indica que se posee el nivel de inventario considerable.
- El color amarillo nos indica preocupación, es decir a este nivel se debe preparar materiales para la producción.
- El color rojo nos indica que el nivel de inventario es bajo o que ha llegado al punto de reorden, a este nivel se genera la orden de producción.

5.3.1.2 Aplicación del método Kanban

En el inicio se propone la implementación de una hoja de Excel de Microsoft Office para determinar los cálculos de corte para los tochos, que nos permitirá obtener el número de prensadas, el peso del tocho, el número de piezas semiterminadas obtenidas, de acuerdo a los pedidos requeridos.

También se tendrá el rendimiento de producción obtenida por lote de producción. Ver figura 28.

Cálculo de Corte para los Tochos															
Diametro del Tocho (mm):			147		PPM (kg/cm):			1.435							
Código de material	mm	kg/m²	Longitud (m)	Peso /pza. (kg)	Salida de Extrusión (Unidades)	Piezas por Prensadas (Unidades)	Culote (kg)	Defecto Central y Viruta (kg)	Peso Neto (kg)	Peso Bruto (kg)	Longitud de Tocho (cm)	RENDIMIENTO. (%)	Pedido en kg	N de tochos	
C-38500	14.20	1.34	6.2	8.30	3	6	10.1	2.64	49.8	62.5	44 cm	79.63	1000.00	20	
C-38500	14.20	1.34	6.2	8.30	4	8	10	3.52	66.4	79.9	56 cm	83.08	1000.00	15	

Figura 28: Cálculo de Corte para los Tochos
Fuente: Elaboración Propia

5.3.1.3 Interpretación de la hoja de Cálculo de Corte para los Tochos

A continuación se detallará paso a paso como se determina el cálculo de un lote requerido, de la misma forma se explican las variables que intervienen en el cálculo.

A) Código de Material

Para la explicación se tomará como ejemplo la fabricación de varillas de Latón Ø 14.20 mm. Semiterminado se le asigna el código C-38500. Ver figura 29.



Figura 29: Código de Material
Fuente: Elaboración Propia

B) Diámetro del Producto Semiterminado

Se detalla el diámetro de la varilla semiterminada que se quiere obtener en milímetros (mm). Ver figura 30.



Figura 30: Diámetro de la Varilla Semiterminada
Fuente: Elaboración Propia

C) Varilla del Peso por Metro

Peso de la varilla en kilo por metro cuadrado esto se realiza de forma automática, esto se obtiene multiplicando el diámetro de la varilla al cuadrado por el valor de 6.64 y dividido entre 1000. Ver figura 31. Ver Anexo 5



Figura 31: Peso de la Varilla (kg/m²)
Fuente: Elaboración Propia

D) Longitud del Producto Semiterminado

Se digita la longitud de la varilla solicitada de acuerdo a pedido del cliente, en este ejemplo es de 6.20 m. Ver figura 32.



Figura 32: Longitud (m)
Fuente: Elaboración Propia

E) Peso de pieza Semiterminada

De manera secuencial la hoja de Excel de Microsoft Office calcula el peso de cada pieza semiterminada.

En la figura 31 se observa el valor 1.34 kg/m², a este valor se le multiplica por la longitud determinada en este caso 6.2 m. Por lo tanto se tiene un peso de 8.30 kg. por pieza semiterminada. Ver figura 33.

Peso /pza. (kg)
8.30

Figura 33: Peso Pieza Semiterminada (Kg)
Fuente: Elaboración Propia

F) Salida de productos

Se digita de manera manual el número de salidas del portamatriz a extruir, en este caso se obtendrán 3 varillas de 13000 mm de longitud y con diámetro de 14.20 mm. Ver figura 34.

Salida de Extrusión (Unidades)
3

Figura 34: Salida (unidades)
Fuente: Elaboración Propia

G) Piezas Terminadas por Operación de Prensado

Se digita el número de varillas semiterminadas obtenidas de acuerdo al número de salidas del porta matriz, en este caso las 3 varillas de 13000 mm se cortarán en 6 piezas de 6200 mm. Ver figura 35.

Piezas por Prensadas (Unidades)
6

Figura 35: Piezas Terminadas por Operación de Prensado (Unidades)
Fuente: Elaboración Propia

H) Peso del Culote (PC)

El peso aproximado del culote es de 10 kg. Esto se obtuvo en trabajo de campo pesando de cada 5 operaciones de prensado el culote. Ver anexo 6. Ver figura 36.

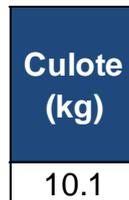


Figura 36: Culote (kg)
Fuente: Elaboración Propia

I) Defecto Central y Viruta (DCV)

El defecto central se determina mediante la siguiente fórmula:

$$DCV = (L \times SP) \times V + (0.0386 \times PP)$$

L: Longitud (m)

SP: Salida de Producto

V: Varilla del peso por metro

PP: Piezas Terminadas por Operación de Prensado

0.0386 kg/cm: constante del defecto central

Ver figura 37.



Figura 37: Defecto Central y Viruta (kg)
Fuente: Elaboración Propia

J) Diámetro del Tocho

Se digita el diámetro del tocho en mm. Ver figura 38.

Diámetro del tocho (mm):	188
---------------------------------	------------

Figura 38: Longitud de Tocho (mm)
Fuente: Elaboración Propia

K) Peso Neto (PN)

El peso neto se obtiene al multiplicar las Piezas Terminadas por Operación de Prensado por el Peso de pieza Semiterminada. Ver figura 39.

Peso Neto (kg)
49.8

Figura 39: Peso Neto (kg)
Fuente: Elaboración Propia

L) Peso Bruto (PB)

Se determina el peso del Tocho con la siguiente formula:

$$PB = PN + DCV + PC$$

PB: Peso Bruto

PN: Peso Neto

DCV: Defecto Central y Viruta

PC: Peso del Culote

Ver figura 40.

Peso Bruto (kg)
62.5

Figura 40: Peso Bruto (kg)
Fuente: Elaboración Propia

M) Peso por Centímetro

Se determina mediante la siguiente formula:

$$PPM = (D2 \times 6.64) / 100000$$

D: Diámetro

6.64: Constante de formula. Ver anexo 5

Ver figura 41.

PPM (Kg/cm):	2.347
---------------------	--------------

Figura 41: PPM (kg/cm)
Fuente: Elaboración Propia

N) Longitud del Tocho

Longitud del tocho se determina el Peso Bruto entre Peso por Centímetro. Ver figura 42.

Longitud de Tocho (cm)
27 cm

Figura 42: Longitud de Tocho (cm)
Fuente: Elaboración Propia

Ñ) Rendimiento (R)

El rendimiento se determina dividiendo el Peso Neto y el Peso Bruto multiplicado por 100

$$R = \frac{PN}{PB} \times 100$$

R: Rendimiento

PN: Peso Neto

PB: Peso Bruto

Ver figura 43.



Figura 43: Rendimiento (%)
Fuente: Elaboración Propia

O) Pedido

Se digita el pedido del cliente en kilos. Ver figura 44.



Figura 44: Pedido ven (kg)
Fuente: Elaboración Propia

P) Número de Tochos

El número de tochos se determina dividiendo el Pedido entre el Peso Neto. Ver figura 45.



Figura 45: Número de Tochos
Fuente: Elaboración Propia

5.3.1.4 Diseño del Tablero Kanban

El tablero consta de una columna la cual indica el número de tochos extruidos a producir, diariamente y por turno. Ver figura 46.

Los colores en el tablero indican lo siguiente:

Verde.

Indica el punto máximo de producción por turno.

Naranja.

Indica que el nivel de tochos por operación de extrusión está por debajo del punto máximo de producción.

Rojo.

Indica que el nivel tochos por operación de extrusión no es el adecuado.

Código del Producto:		C-38500													
Turnos	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado		Domingo		
	Toneladas	%													
1er turno	Verde	Verde	Rojo	Rojo	Naranja	Naranja	Verde	Verde	Rojo	Rojo	Naranja	Naranja	Naranja	Naranja	
2do turno	Verde	Verde	Naranja	Naranja	Naranja	Naranja	Verde	Verde	Rojo	Rojo	Naranja	Naranja	Naranja	Naranja	
3er turno	Naranja	Naranja	Naranja	Naranja	Verde	Verde	Naranja	Naranja	Naranja	Naranja	Naranja	Naranja	Naranja	Naranja	

Figura 46: Modelo Propuesto de Tablero Kanban
Fuente: Elaboración Propia

5.3.1.5 Diseño de Tarjetas Kanban

Las tarjetas Kanban constarán de parámetros principales que especifican, el tipo de material, el tipo de aleación del tocho, el número de tochos a extruir por pedido, longitud de los tochos. Estos datos serán proporcionados por la hoja de Excel de Microsoft Office, detallada en el punto 5.3.1.2 Aplicación del método Kanban.

La tarjeta servirá para cada vez que se produzca una orden de pedido. Ver figura 47.

La tarjeta del Kanban se realizará para cada tipo de material producido en el área de extrusión, las dimensiones de la tarjeta será de 15 x 22 cm y su diseño será el siguiente:

		HOJA DE RUTA:	
Producción			
Cliente			
Aleación			
Medidas			
Especificaciones	Tolerancia Según Norma:	Especificación del cliente	
Nº	Operación	Especificación	
		Tolerancia (% , mm)	
		MÍNIMO	MÁXIMO
1	EXTRUSIÓN		
2	DIMENSIONES		
3	TEMPERATURA DE EXTRUSIÓN °C		
4	DIAMETRO		
5	VARILLAS OBTENIDAS		
6	LONGITUD (m)		
7	PESO (kg)		

Figura 47: Modelo de Hoja de Ruta
Fuente: Elaboración Propia

Rediseño de Layout

5.3.2.1 Diagrama de Hilos – Propuesto

Para el rediseño del Layout en el área de extrusión hemos hecho uso de la metodología diagrama de Hilos,

En la figura 48 se muestra el recorrido propuesto mediante el diagrama de hilos, se tiene un desplazamiento de 44.18 m. esta propuesta se propone reducir los tiempos de traslado de las varillas, aprovechando la cuarta mesa, y con una guillotina se realizará el corte, colocando el sobrante en la misma mesa.

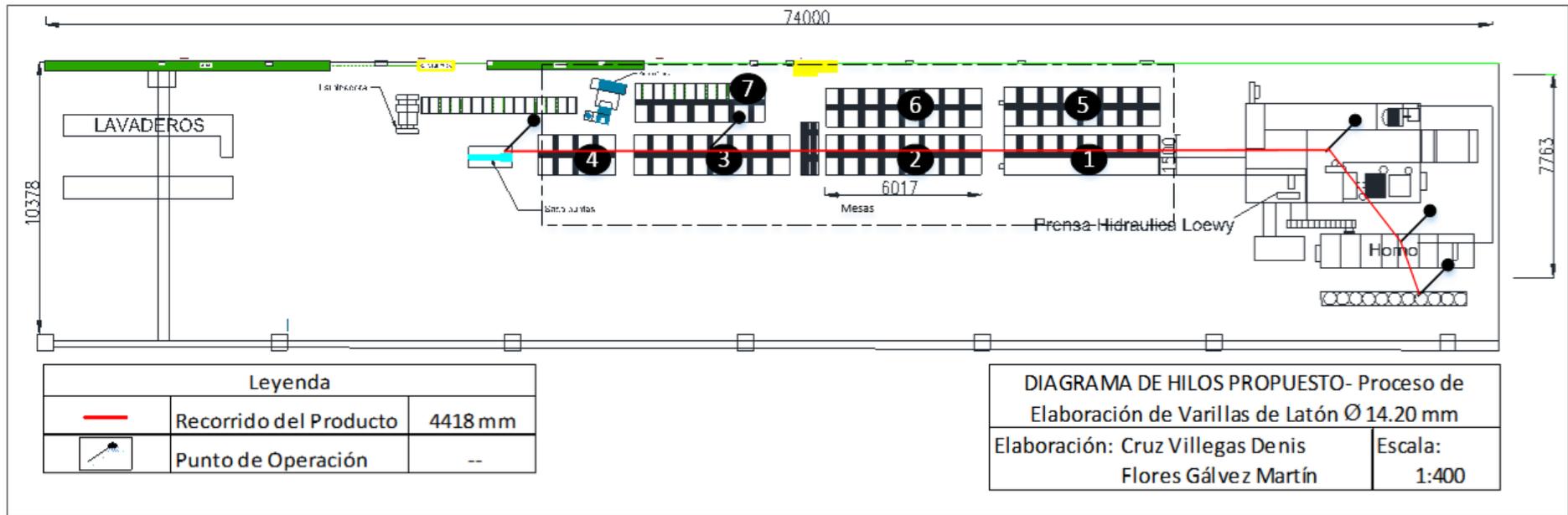


Figura 48: Diagrama de Hilos Propuesto
Fuente: Elaboración Propia

5.3.3 Estandarización del Proceso de Extrusión

El propósito fundamental del diseño de formularios, es suministrar medios estandarizados para el eficaz procesamiento de elaboración del producto, así como también, crear un instrumento de actividad humana para registrar y pasar la información a los mandos superiores para que tengan un mejor panorama del proceso que se realizó en cada turno.

5.3.3.1 Estandarización de Tochos

Por lo descrito en el diagnóstico, las dimensiones de los tochos no cuentan con medidas estandarizadas o con parámetros que maximicen la eficiencia de los tochos.

En la figura 49, se muestra las dimensiones propuestas, se tiene como dato el diámetro de la prensa donde ingresa los tochos pre-calentados es de diámetro 180 mm., esta propuesta reduce el denominado defecto central.

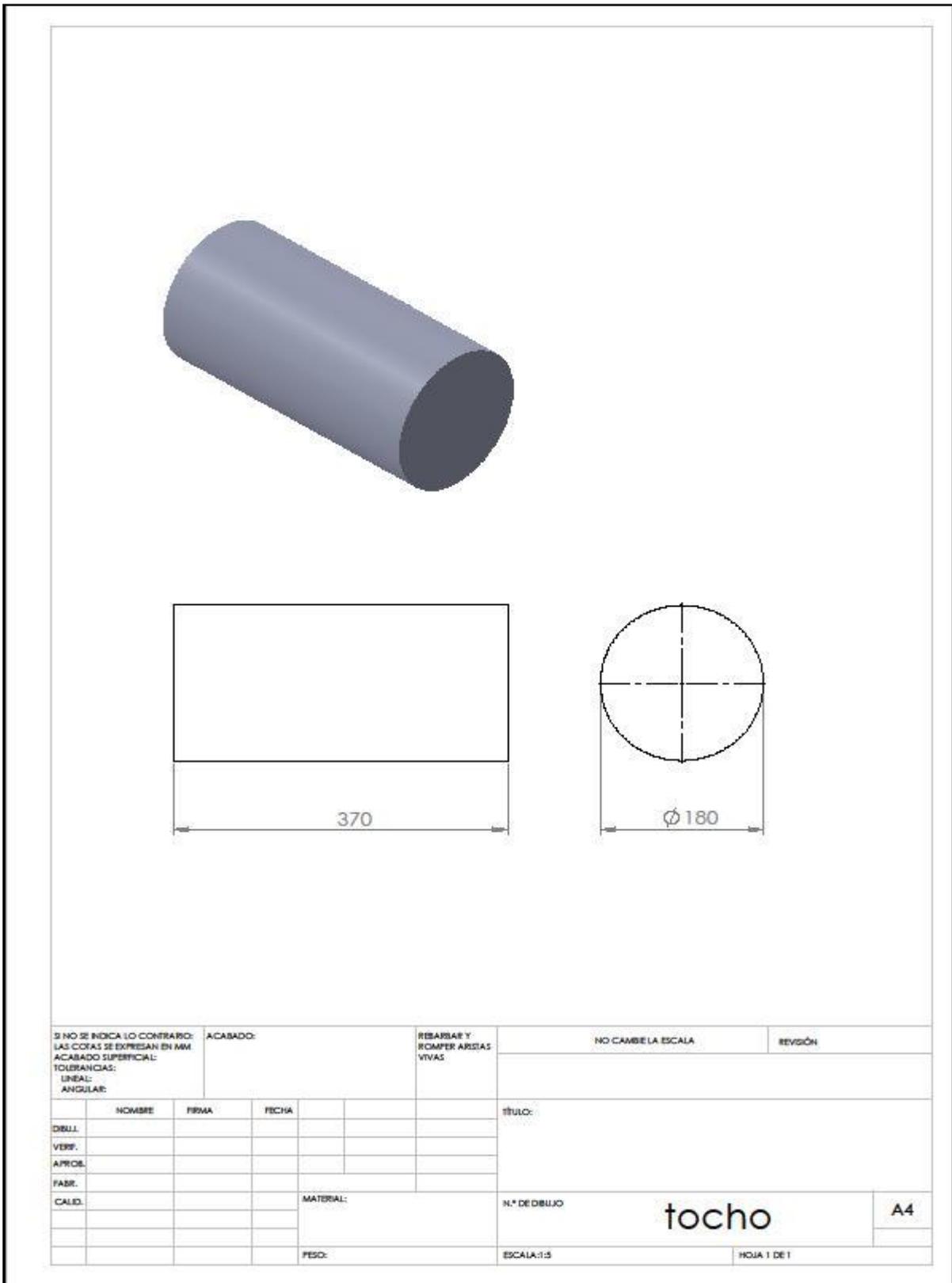


Figura 49: Tocho Propuesto
Fuente: Elaboración Propia

5.3.3.2 Estandarización de Porta Matriz

Como se definió anteriormente el porta matriz soporta una presión de 25 bar, con tres agujeros, examinando la propiedades del porta matriz (ver anexo 3) se propone agregar un agujero, maximizando el rendimiento de capacidad de producción de varillas, a 4 varillas por operación de extrusión. Ver figura 50.

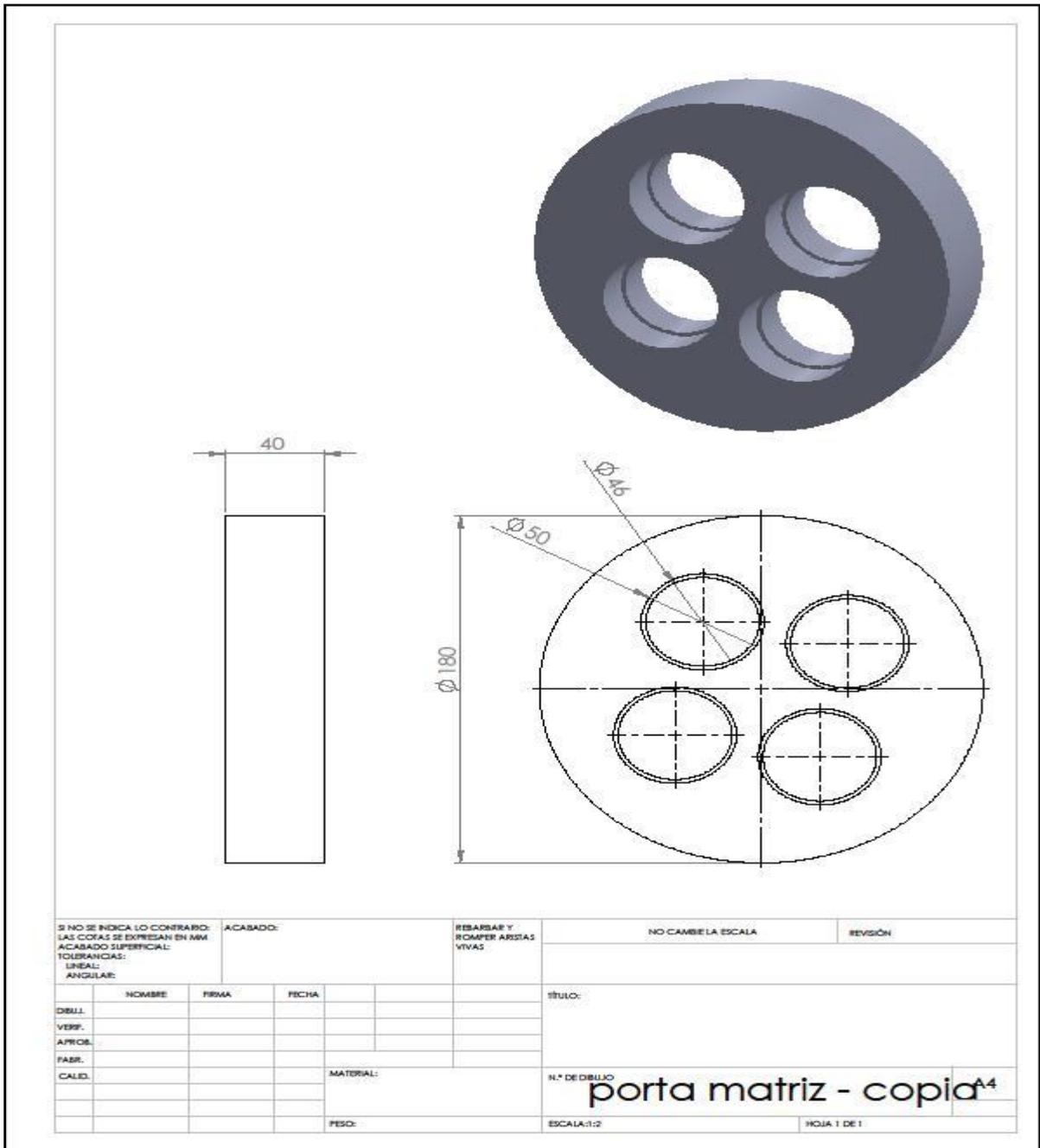


Figura 50: Porta Matriz - Propuesto
Fuente: Elaboración Propia

5.4 Presentación de Resultados

Tabla 12:

Presentación de Resultados

Presentación de Resultados			
Problemas	Actual	Propuesto	%
Tiempos de Producción	6 Horas/Tonelada	3 Horas/Tonelada	53.15
Cantidad de Varillas	6 Varillas/Operación de Extrusión	8 Varillas/Operación de Extrusión	33.33
Costos por Producción	2, 613.98 Soles/ Tonelada	1, 706.76 Soles/ Tonelada	34.71

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla 12; se puede apreciar los resultados obtenidos al aplicar las herramientas Lean Manufacturing.

5.4.1 Tiempo de Producción

Con la propuesta de mejora se reduce el tiempo de producción a 10 860 segundos esto se debe a que el diagrama de hilos propuesto permite reducir el tiempo de demora. Ver figura 51.

●	■	→	D	▼	Descripción	Tiempo (segundos)
●					Cargar tocho al Horno	750
●					Empujar tocho	300
●					Calentar tocho	900
●					Inspeccionar tocho	150
●					Abrir ventana del horno	45
●					Jalar Tocho	60
●					Empujar tocho	60
●					Girar tocho	45
●					Empujar tocho	60
●					Caer tocho	30
●					Subir tocho	60
●					Colocar Pastilla atrás del tocho	75
●					Prensar	660
●					Retroceder container	30
●					Cortar con la sierra circular	165
●					Avanzar container	90
●					Retroceder container	195
●					Sacar culote de la prensa	270
●					Jalar 4 varillas de 13000 mm	345
●					Acomodar varillas en mesa 4	150
●					Cortar varillas con sierra	1140
●					Jalar 4 varillas de 6200 mm	180
●					Acopio de varillas	1020
●					Colocar a maquina	1680
●					Punteado	2400

Figura 51: DAP - Propuesto
Fuente: Elaboración Propia

Como se aprecia en la figura 51 se reduce el tiempo de acopio dentro de los procesos.

Tabla 13:

Resumen del DAP - Propuesto

Figura	Descripción	Cantidad	Tiempo (segundos)
●	Operación	21	9165
■	Inspección	1	150
➔	Transporte	2	525
D	Demora	1	1020
▼	Almacén	0	0
Total	--		10860

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 13 se muestra el resumen del DAP- Propuesto, se concluye que tiene un tiempo de 10860 segundos (3 horas y 01 minuto), por extrusión obteniendo 8 varillas semiterminadas.

5.4.2 Producción por Tonelada

Se tiene como dato que el tiempo de extrusión por tonelada es de aproximado de 3 horas y 01 minutos obteniendo 8 varillas semiterminadas.

Con la propuesta del método Kanban se determinó que en una extrusión se obtendrá 8 varillas semiterminadas, utilizando 15 tochos, con la propuesta de las dimensiones de los tochos ya propuestas anteriormente.

Por lo tanto se tiene lo siguiente:

- **15 Tochos = 1 Tonelada**

Por lo tanto se tiene que en una tonelada toma un tiempo de (3 horas y 01 minutos)

En una jornada de trabajo de 8 horas se tiene una producción de:

$$X2 = \frac{8 \text{ horas} \times 1 \text{ tonelada}}{3 \text{ horas}}$$

$$X2 = 2.666 \text{ Toneladas}$$

Se tiene la siguiente tabla 14, que representa la producción por día y mes en toneladas.

Tabla 14:

Producción Propuesta

Jornada de 8 horas en toneladas		
Turno (8 horas)	Día	Mes
2.660	7.98	239.40

Fuente: Elaboración Propuesta

5.4.3 Reducción de Costos

Como se presentó en los puntos anteriores el tiempo de producción se ha reducido considerablemente. Esto también influye en los costos.

Teniendo como costos de producción por tonelada los siguientes datos:

- Tiempo de Producción: 10 860 segundos (3 hora con 01 minutos)
- Mano de Obra Directa: S/. 35.17 x 3 hora con 01 minutos

$$MOD = S/. 105.51$$

- Costo Indirecto de Fabricación por Hora: S/. 100.15 x 3 horas con 01 minutos.

$$CIF = S/. 300.45$$

- Materia Prima: S/. 86.72 x 15 Tochos

$$Materia Prima = S/. 1300.80$$

Por lo tanto se tiene como Costo de Producción:

$$CP = 105.51 + 300.45 + 1300.80$$

$$CP = 1706.76 \text{ soles}$$

5.5 Análisis de Resultado

5.5.1 Análisis del Flujo Continuo

En su estado actual se tiene una producción de 1 tonelada de varillas de Ø 14.20 mm. Semiterminado cada 23 180 segundos (6 horas y 26 minutos).

Con el flujo continuo propuesto el tiempo de producción por tonelada es 10 860 segundo (3 horas y 01 minutos), lo que significa un ahorro de 12 320 segundos (3 horas y 25 minutos).

Esto comprueba la primera hipótesis secundaria, La aplicación del flujo continuo se reduce el tiempo de producción en un 53.15%.

5.5.2 Análisis de Estandarizar los Lotes Producción

La producción actual para obtener una tonelada de varillas de Ø 14.20 mm. Semiterminado consume 20 tochos con una producción de 6 varillas por tocho.

Estandarizando los proceso en el área de extrusión se tiene que para obtener una tonelada de varillas semiterminada consume 15 tochos con una producción de 8 varillas semiterminadas. Ver tabla 15.

Tabla 15:

Producción de Varillas

Producción de Varillas por Operación de Extrusión			
	Actual	Propuesto	%
Operación de Extrusión	6	8	33.33

Fuente: Elaboración Propia

Esto comprueba la segunda hipótesis secundaria, que la estandarización del proceso de fabricación de varillas aumentará la cantidad de varillas en el área de extrusión.

Como resultado de la implementación del método Kanban se aumentó la producción en un 33.33 %

5.5.3 Análisis del Costo de Producción

Como resultado de la propuesta del Layout, se puede apreciar la reducción de tiempo de producción, a esto también hay que sumarle que la producción de varillas ha aumentado lo que significa una reducción considerable en los costos de producción. Ver tabla 16

Tabla 16:

Costo por Tonelada Producida en Soles

Costo por Tonelada Producida en soles			
	Actual	Propuesto	%
1 tonelada	S/. 2,613.98	S/. 1,706.76	34.71

Fuente: Elaboración Propia

Esto comprueba la tercera hipótesis secundaria, con la propuesta de un flujo continuo se puede reducir los costos de producción.

CONCLUSIONES

1. Con relación al primer objetivo específico que busca reducir los tiempos de producción esta se disminuyó en un 53.15 % conforme a la prueba de la hipótesis.
2. Con relación al segundo objetivo específico se incrementó la producción de varilla de latón por turno de 6 piezas por prensada a 8 piezas incrementando el rendimiento en 33.33% conforme a la prueba de la hipótesis.
3. Con relación al tercer objetivo específico se redujo los costos de producción en un 34.71% conforme a la prueba de la hipótesis

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda estandarizar las tareas, actividades, funciones de las diferentes etapas del proceso, tiempos de producción de tal modo que estableciendo indicadores de logros y resultado estandaricen el proceso a efectos en el futuro cercano tener una certificación ISO, lo cual se presenta como un manual de procedimientos.
2. Se recomienda diseñar un plan de educación y entrenamiento para la capacitación de los involucrados en el área en la operacionalización del flujo continuo.
3. El modelo puede ser aplicado a una empresa del sector metalúrgico tanto a nivel nacional como internacional.
4. Se recomienda que posteriores estudios de llevarse a cabo en la escuela de ingeniería industrial de la Universidad Ricardo Palma se resuelvan las investigaciones con los títulos siguientes:
 - a. Diseño de un modelo de planeamiento y control de la producción para mejorar la productividad en el área de extrusión en una empresa del sector metalúrgico.
 - b. Diseño de un modelo de un programa de mantenimiento de máquinas para el cumplimiento de la producción en el área de extrusión en una empresa del sector metalúrgico.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

- Aranibar Gamarra, M. (2016). *Aplicación de Lean Manufacturing, para la Mejora de la Productividad en una Empresa Manufactura. (Tesis Pregrado)*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marco.
- Baluis Flores, C. (2013). *Optimización de Procesos en la Fabricación de Terma Eléctricas Utilizando Herramientas de Lean Manufacturing. (Tesis Pregrado)*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Bautista Arroyo, J., Bautista Campillo, A., & Rosas Campillo, S. (2010). *Metología para la Implementación de la Manufactura Esbelta en los Procesos Productivos para la Mejora Continua*. México: México.
- Córdova Rojas, F. (2012). *Mejora en el Proceso de Fabricación de Spools en una empresa Metalmeccánica Usando la Manufactura Esbelta. (Tesis Pregrado)*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Diario Gestión. (4 de Mayo de 2017). *Gestión*. Obtenido de Gestión: <http://gestion.pe/economia/industria-peruana-caeria-17-primera-mitad-ano-efectos-nino-2187479>, 2017.
- Jara Verdugo, M. (2012). *Propuesta de Estudio para Mejorar los Procesos Productivos en la Sección Metal Mecánica, Fabrica INDUGLOB. (Tesis Pregrado)*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- Ospina Delgado, J. (2016). *Propuesta de Distribución de Planta, para Aumentar la Productividad en una Empresa Metalmeccánica en ATE, Lima. (Tesis Pregrado)*. Lima: San Ignacio de Loyola.
- Press, G. C. (2007). Gia Clecim Press. *Gia Clecim Press*, 39.
- Prokopenko, J. (1989). *La Gestión de la Productividad*. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo.
- Reyes, C. A., & De la Jara Gonzales, P. (2012). *Análisis y mejora de procesos en una empresa embotelladora de bebidas Rehidratantes. (Tesis Pregrado)*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Scriven, M. (1991). *Evaluation Thesaurus*. Londres: Sage Publication.
- Siegmann, P. (2002). *Desarrollo de un Prototipo Industrial para la Detección en línea de Producción de Defectos en Superficie de Hilos Metálicos Finos. (Tesis Pregrado)*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.

- UDDHOLM. (2004). Acero para Matrices y Componentes de Extrusión.
Aplicación de Acerp para Utillajes, 18.
- Villaseñor, A., & Galindo, E. (2008). *Conceptos y Reglas de Lean Manufacturing*. México D.F: Limusa.

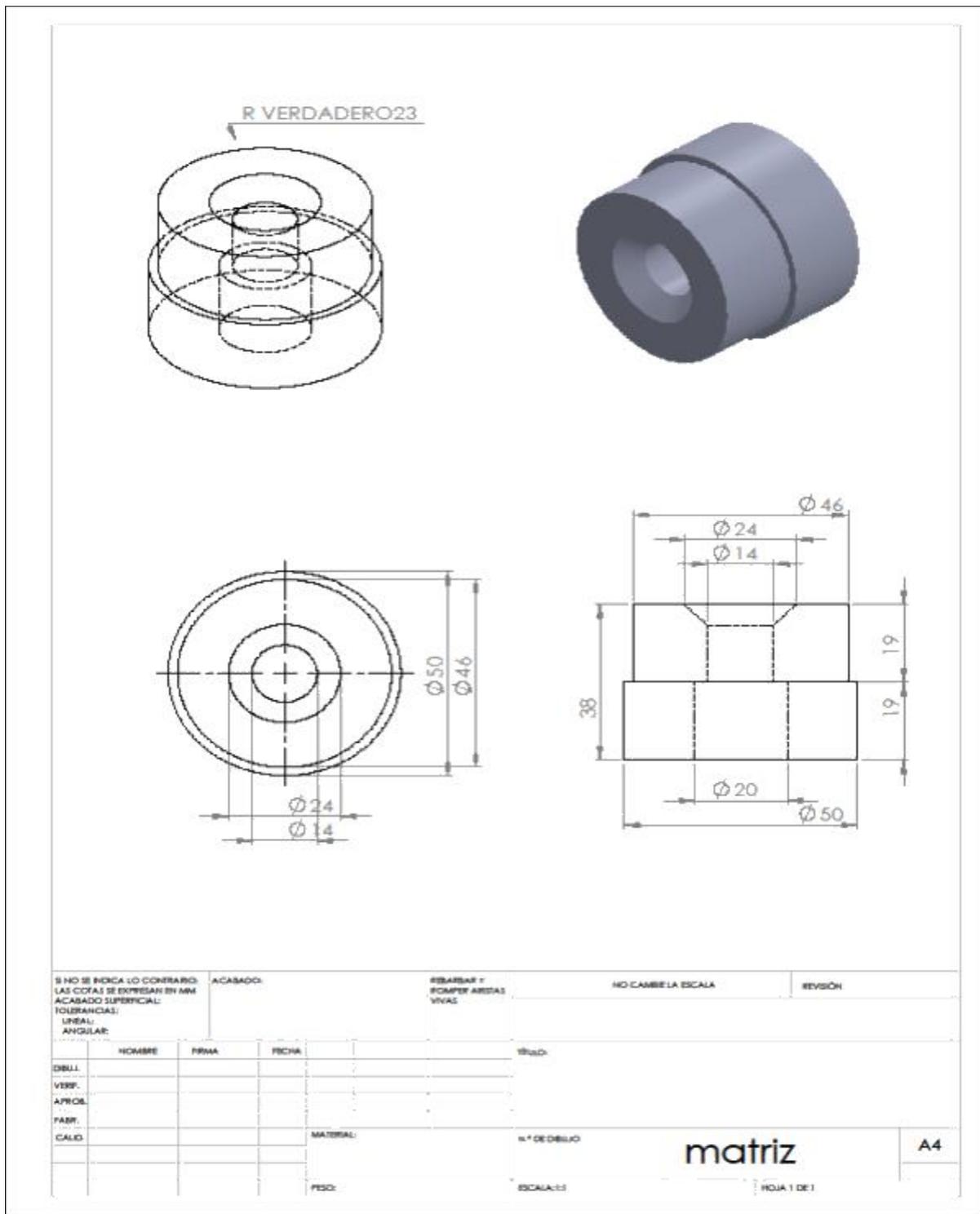
ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE EXTRUSIÓN EN UNA EMPRESA DEL SECTOR METALÚRGICO						
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO PRINCIPAL	HIPOTESIS PRINCIPAL	VARIABLES INDEPENDIENTES	INDICADORES VI	VARIABLES DEPENDIENTES	INDICADORES VD
¿De qué manera la aplicación de las herramientas lean mejorará la productividad en el área de extrusión en la Empresa del sector Metalúrgico?	Mejorar la productividad aplicando las herramientas Lean en el área de extrusión en la Empresa del sector Metalúrgico.	Si se aplica las herramientas Lean se mejorará la productividad en el área de extrusión en la Empresa del sector Metalúrgico.	Herramientas Lean	--	Productividad	--
PROBLEMA ESPECIFICO	OBJETIVO ESPECIFICO	HIPOTESIS ESPECIFICO	VARIABLES INDEPENDIENTES	INDICADORES VI	VARIABLES DEPENDIENTES	INDICADORES VD
¿De que manera la aplicación del flujo continuo reducirá los tiempos de producción en el área de extrusión en una empresa del sector Metalúrgico?	Reducir los tiempos de producción aplicando el flujo continuo en el área de extrusión en una empresa del sector Metalúrgico.	Si se aplica el flujo continuo se reducirá los tiempos de producción en el área de extrusión en una empresa del sector Metalúrgico.	Flujo Continuo	si/no	Tiempos de Producción	Tiempo Producción= Tiempo Producido x Tonelada
¿De qué manera la estandarización del proceso aumentará la cantidad de producción de varillas en el área de extrusión en una empresa del sector Metalúrgico?	Aumentar la cantidad de producción de varillas estandarizando el proceso de producción en el área de extrusión en una empresa del sector Metalúrgico.	Si se estandariza el proceso de fabricación de varillas aumentará la cantidad de varillas en el área de extrusión en una empresa del sector Metalúrgico	Estandarización de Proceso	si/no	Producción de varillas	Producción de Varillas = Cantidad de Varillas x Turno
¿De qué manera el rediseño de Layout del área de extrusión reducirá los costos de producción en una empresa del sector Metalúrgico?	Reducir los costos de producción aplicando un rediseño de Layout en el área de extrusión en una empresa del sector Metalúrgico.	Si se rediseña el Layout se reducirá los costos de producción en el área de extrusión en una empresa del sector Metalúrgico	Rdiseño de Layout	si/no	Costos de producción	CP=Costo por lote Producido
NOMBRE	Cruz Villegas Denis Eloy Flores Gálvez Martin Andrés					
METODOLOGO	Mg. Rubén De La Vega Vega					

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 2: Matriz de Extrusión



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 3: Acero w 320 especificaciones técnicas

W 320	AISI : ~ H10
WMD	DIN : X32 Cr Mo V 3-3
	W N° : 1.2365

Tipo de aleación : C 0,31 Cr 2,9 Mo 2,8 V 0,5 %
 Color de identificación : Naranja - Plateado
 Estado de suministro : Recocido 200 - 240 HB

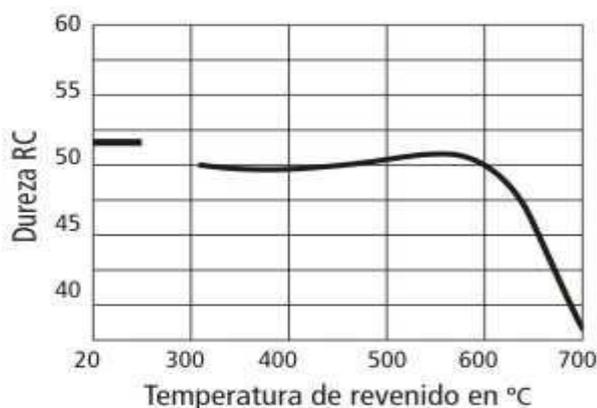
Acero especial para trabajar en caliente, que debido a las proporciones favorables de sus componentes, tiene varias aplicaciones.

Este acero tiene buena conductibilidad térmica y por consiguiente, alta resistencia a las fisuras por recalentamiento brusco. Admite refrigeración con agua.

APLICACIONES: Para herramientas de forjar y estampar pernos, remaches, tuercas, etc. Herramientas de extrusión de tubos y perfiles en metales no ferrosos, especialmente punzones, mandriles, espigas refrigeradas por agua, camisas de recipiente, discos de extrusión. Herramientas para la inyección de metales pesados. Herramientas para estampar latón y bronce en caliente.

INDICACIONES PARA EL TRATAMIENTO TÉRMICO

Forjado:	1100	-	900 °C
Recocido:	750	-	800 °C
Enfriamiento lento en el horno			
Templado:	1020	-	1060 °C
Enfriamiento: en aceite, baños de sal	500	-	550 °C
Dureza Obtenible:	52	-	56 HRC
Revenido:	550	-	660 °C
Nitruración: baños de sal			580 °C



Duración del revenido: 2 horas.
 Sección de la probeta: □ 50 mm.

Anexo 4: Especificaciones de Barras de Latón C - 38500



ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

BARRAS DE LATON C-38500

PLANTILLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS

SECCIÓN: Redondo 14mm

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	OFRECIDO
1	Calidad del Material	-	Latón al plomo con partida de material virgen
2	Composición	Cobre: 55 – 56	% 55.5
		Plomo: 2.0 – 2.5	% 2.3
		Fierro: 0.10 máx.	% <0.10
		Zn: Resto	% Resto
3	Dimensiones	Diámetro	mm 14.00
		Largo de Fábrica	mm 3000
4	Tolerancias Dimensionales Norma ASTM B – 249M	Diámetro	mm -0.05, +0.10
		Largo	mm ±10
		Rectitud	mm 3mm/3000m
5	Características Físicas	Densidad	g/cc 8.4
		Masa	Kg/m 1.29
6	Características Mecánicas	Dureza	HRB 80 máx.
7	Aspecto Superficial	-	Liso, con brillo
8	Estado de Entrega	-	Trefilado

Anexo 5: Formulas para Determinación de Pesos y Áreas de Sección

FORMULAS PARA DETERMINACION DE PESOS Y AREAS DE SECCION					
	PLETINAS		TUBOS	DISCOS	
D = Diametro					
E = Espesor	L		D	D	
L = Ancho en mm.	2000 x 1000	1200 x 600			
PESO	Aluminio en Kg.	5,40 x E	1,944 x E	(D-E) E x 8,48	
	Cobre en Kg.	17,80 x E	6,41 x E	1000	
	Latón en Kg.	16,84 x E	6,10 x E	(D-E) E x 28	
	Area en mm ²	L x E	L x E	1000	
				(D-E) E x 26,8	
				1000	
				0,7854 x D ² x Ex2,7	
				0,7854 x D ² x Ex8,9	
				0,7854 x D ² x Ex8,47	
				0,7854 x D ²	
BARRAS					
D = Diametro o Distancia entre caras paralelas	redondos	hexagonales	cuadradas	BARRAS rectangulares de angulos vivos.	
E = Espesor					
L = Ancho en mm.	D	D	L	L	
PESO	Aluminio en Kg/m.	$\frac{D^2 \times 2,12}{1000}$	$\frac{D^2 \times 2,34}{1000}$	$\frac{L^2 \times 2,70}{1000}$	
	Cobre en Kg/m.	$\frac{D^2 \times 6,98}{1000}$	$\frac{D^2 \times 7,70}{1000}$	$\frac{L^2 \times 8,90}{1000}$	
	Latón en Kg/m.	$\frac{D^2 \times 6,64}{1000}$	$\frac{D^2 \times 7,32}{1000}$	$\frac{L^2 \times 8,45}{1000}$	
	Area en mm ²	$0,7854 \times D^2$	$0,866 \times D^2$	L^2	$L \times E$
PERFILES					
	T	L	U		
PESO	Aluminio en Kg/m.	$\frac{(2LE-E^2)2,7}{1000}$	$\frac{(2LE-E^2)2,7}{1000}$	$\frac{(3LE-2E^2)2,7}{1000}$	
	Cobre en Kg/m.	$\frac{(2LE-E^2)8,9}{1000}$	$\frac{(2LE-E^2)8,9}{1000}$	$\frac{(3LE-2E^2)8,9}{1000}$	
	Latón en Kg/m.	$\frac{(2LE-E^2)8,9}{1000}$	$\frac{(2LE-E^2)8,9}{1000}$	$\frac{(3LE-2E^2)8,42}{1000}$	
	Area en mm ²	$2LE-E^2$	$2LE-E^2$	$3LE-2E^2$	

Las formulas al Latón han sido calculadas a partir de la aleación N° 337

Fuente: Metales Industriales Copper S.A.

