

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**MEJORA DEL PROCESO MEDIANTE HERRAMIENTAS DE
MANUFACTURA ESBELTA EN LA EMPRESA COMERCIAL DAMIÁN
E.I.R.L. PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

AUTOR

RICARDO ERICK SALES FERNANDEZ

ASESOR

MAXIMILIANO RODOLFO ARROYO ULLOA

<https://orcid.org/0000-0002-6066-6299>

Chiclayo, 2020

ÍNDICE

I. RESUMEN	3
II. ABSTRACT	3
III. INTRODUCCIÓN	4
IV. MARCO TEÓRICO.....	5
V. MATERIALES Y MÉTODOS	7
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
VII. CONCLUSIONES	11
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	12

I. RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo mejorar el proceso de la empresa metalmeccánica para incrementar la producción de los sujetadores metálicos. Es por ello que en primera instancia mediante la herramienta de Value Stream Mapping (VSM), se logra identificar que el proceso productivo de los sujetadores metálicos presenta elevados tiempos de no valor agregado siendo 1,16 días, por otro lado también se identificó que existe una excesiva distancia total de desplazamiento que son de 45 metros. Por esas razones, se planteó una mejora del proceso mediante el equilibrio de la línea de producción y utilizando celdas de trabajo, donde se obtuvo como principal resultado el incremento de la producción de 42 a 138 *und/día*, así mismo también se logró disminuir la distancia de desplazamiento a 27 metros.

Palabras claves: Mapeo de Flujo de Valor (VSM), balance de línea

II. ABSTRACT

This research work aims to improve the process of the metalworking company to increase the of metal fasteners . That is why in the first instance through the Value Stream Mapping (VSM) tool, it is possible to identify that the production process of metal fasteners presents high times of no added value being 1.16 days, on the other hand it was also identified that there is an excessive total displacement distance of 45 meters. For these reasons, an improvement of the process was proposed by balancing the production line and using work cells, where the main result was the increase in production from 42 to 138 *und/day*, and also managed to decrease the travel distance to 27 meters.

Keywords: Value Stream Mapping (VSM), line balance

III. INTRODUCCIÓN

La revista Foromarketing [1] sostiene que si una empresa busca ser sostenible y optimizar sus recursos, debe agenciarse de la metodología lean manufacturing, donde la finalidad de esta metodología es reducir los tiempos de fabricación, mejorar la calidad y eliminar los despilfarros, trayendo consigo mejoras en la empresa para lograr ser competitiva en el mercado. A toda esta realidad las industrias manufactureras no son ajenos en el Perú, dado que según el Boletín de Producción Manufacturera [2] sostiene que en el año 2019, exactamente en el mes de diciembre, la industria de productos metálicos cayó en un 13,7%, generando que el empleo en dichas industrias disminuya en un 1,5%, donde dicho sector aporta en 5,3% al Producto Bruto Interno. En tal sentido la revista ESIC Business&Marketing School [3] resalta que el gran reto que tienen las industrias de manufactura es la de pasar a una era que tiene que ir acorde a la competencia, donde este cambio viene empujado por un mercado cada vez más exigente con sus producto y que solicitan que el tiempo de entrega sea en lo menor posible; también menciona que para lograr dicho cambio se debe asumir retos como son los cambios en la línea de producción, hacer frente a los tiempos de entrega, gestionar la cadena de suministro y más que todo lograr la mejora constante de la intervención humana en los procesos.

En el departamento de Lambayeque, existen alrededor de 2 000 empresas manufactureras que producen productos con gran valor agregado, tal como es el caso de la empresa Comercial Damián E.I.R.L., la cual se dedica a fabricación de productos de metal, entre los más representativos y el que genera mayor ingreso es el sujetador metálico, donde dicha empresa labora 45 horas de lunes a viernes y 5 horas los sábados.

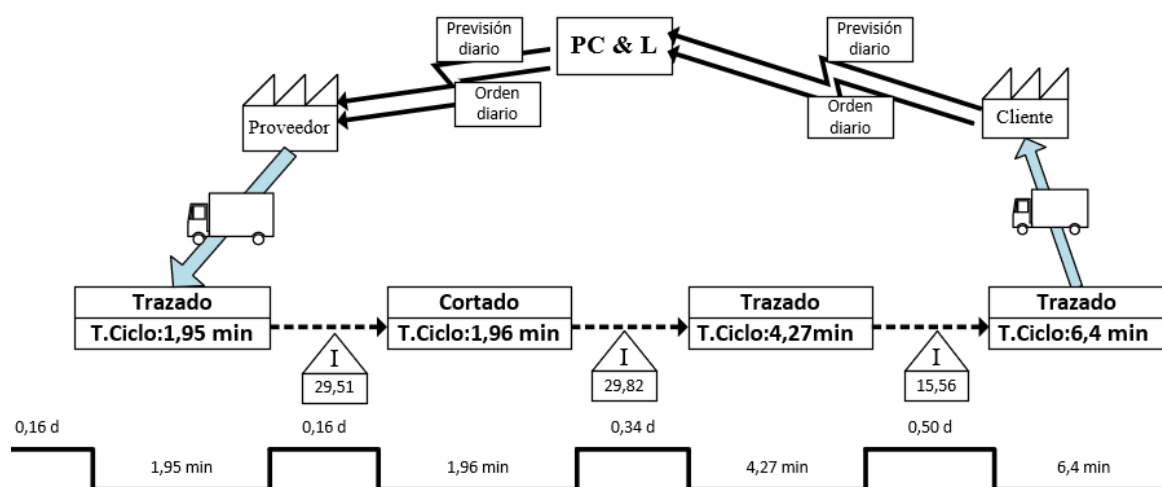
Dentro de sus procesos de fabricación para obtener un sujetador metálico tenemos a la operación de trazado, cortado, taladrado y doblado, donde el tiempo total de proceso es de 25,05 min y el tiempo ciclo es de 6,4 min. Dichas operaciones representa un 58,20% de actividades productivas, mientras que un 41,80% representa a las actividades improductivas. Cabe mencionar que un porcentaje de las actividades improductivas está representado por el tiempo de transporte donde se tuvo un desplazamiento de 45 metros y para ello se empleó un total de 8,4 min del tiempo total empleado en la fabricación de un sujetador metálico. (Ver Tabla 1),

En el año 2017 dicha empresa tuvo una demanda diaria de 42 *und/día* de sujetadores metálicos y partir de ello se generó un tiempo de no valor agregado (TNVA) de 1,16 (ver Figura 1), y como consecuencia de obtuvo un total de 897 unidades entregadas con retraso.

Tabla 1. Indicadores de producción del sujetador metálico

Productos entregados a tiempo	11194 <i>und</i> /año
Productos entregados con retraso	897 <i>und</i> /año
Tiempo de ciclo	6,4 min
Demanda diaria	42 <i>und</i> /día
Metros desplazados	45 m
Actividades productivas	58,20 %
Actividades improductivas	41,8 %
Tiempo total de proceso	25,05 min

Fuente: Elaboración propia. En base a Patazca 2018: pag.81 [4]

**Figura 1. Mapeo de Flujo de Valor del sujetador metálico**

Fuente: Elaboración propia. En base a Patazca 2018 [4]

Por esta razón, la presente investigación ante esta problemática surge la siguiente interrogante ¿De qué manera se puede mejorar el proceso para incrementar la producción en la empresa Comercial Damián E.I.R.L.?

La investigación tuvo como objetivo la mejora del proceso en la empresa Comercial Damián E.I.R.L. para incrementar la producción mediante herramientas de Manufactura Esbelta.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Bases Teóricas

4.1.1. Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta)

Es la mejora en un sistema de producción mediante la eliminación de las acciones o desperdicios que no genera valor para el producto, donde lo correcto es buscar optimizar el tiempo, los costes y el sistema de producción. [5]

4.1.2. Takt time

Termino hace referencia al tiempo por lo cual se debe producir una pieza, para así lograr satisfacer la demanda. [5]

4.1.2. Balance de línea

Proceso mediante el cual se logra distribuir los diversos elementos del trabajo dentro del proceso, para que así se logre satisfacer la demanda. Este proceso de balance de línea permite optimizar la carga de trabajo del personal, y así evita que uno trabaje más que otro. [6]

4.1.3. Tiempo de no valor agregado

Tiempo que actualmente no aporta a la transformación del producto, por lo cual el cliente no está dispuesto a pagar, por ello deben reducirse o eliminarse. [6]

4.1.4. Mapeo de flujo de valor

Es una representación esquemática que permite una fácil comprensión e identificación de las operaciones que van aportando valor con respecto a las operaciones que son consideradas como mudas, toda esta representación permite obtener oportunidades de mejora. [7]

4.1.5. Stock en proceso

Es un indicador que señala cuantas son las unidades que se acumularon después de una operación y por ende están en la espera para continuar con su transformación. [8]

4.1.6. Número de tarjetas Kanban

Se emplea para controlar y regular la información y el flujo de materiales por cada etapa del proceso de producción. [8]

4.2. Antecedentes

En 2019, Dias et al. [9] en su artículo científico titulado “*Improving the order fulfilment process at a metalwork company*” describió diversas medidas implementadas en una empresa metal-mecánica con el fin de mejorar el proceso de cumplimiento mediante el aumento de la producción. Para ello, su investigación primero consistió en una revisión de la literatura y luego se utilizó el mapeo de flujo de valor del proceso para tener una descripción detallada del panorama general del proceso de la empresa y así saber cuáles eran los diversos problemas. Dentro de los problemas encontrados se tuvo que existía elevado tiempo de transporte y un deficiente trabajo generando una baja producción. A partir de estos problemas se propuso acciones de mejora que consistía en reducir el transporte interno mediante la generación de una celdas compuestas por un operador y dos máquinas, con esta implementación se logró reducir en un 20% del desplazamiento total y aumentar en un 65% la producción en dicha empresa.

En 2019, Dias et al. [10] en su artículo científico titulado “*Analysis of an order fulfilment process at a metalwork company using different Lean Methodologies*” realizó un análisis de diversos enfoques para realizar un descripción detallada y multidimensional del proceso en una empresa metal-mecánica. Para ello se usó cuatros metodologías basado en las herramientas Lean para recopilar y analizar los datos relacionados al proceso y así cumplir con pedidos

solicitados. Las herramientas empleadas fueron el mapeo del proceso y análisis de sus componentes usando SIPOC y diagramas de flujo, el mapeo de la secuencia de valor de un pedido real (VSM), el análisis de la creación de valor para el proceso a través de un análisis de tiempos de producción y el examen de micro-ineficiencia a través del mapeo de residuos percibidos (PWM). Con resultado de dicha investigación se obtuvo que el VSM es un método de análisis de la información cuantitativa sobre el proceso, donde su enfoque es la identificación del valor y la mejora del tiempo de entrega. A partir de ello se obtuvo que en dicha empresa el 28% de sus actividades son las que generan valor agregado, mientras que las actividades que no generan valor está representado por el 72%. Cabe mencionar también que en dicha investigación sostiene que para hacer una descripción detallada se recomienda que se debe emplear VSM y PWM, dado que dichas herramientas permite tener una eficacia efectiva para lograr comprender el mapeo y análisis del rendimiento del proceso en el contexto de una estación de trabajo.

En 2015, Zupan H. y Herekovic N. [11] en su artículo científico titulado “*Production line balancing with discrete event simulation: A case study*” sostiene que uno de los principales problemas en las líneas de producción de una empresa metal-mecánica es lograr equilibrar su línea de producción, en lo cual al lograr este equilibrio se estaría optimizando la tarea y reduciendo el cuello de botella. Para ello dicha investigación resalta que para hacer posible el equilibrio de la línea de producción primero se debe determinar el tiempo de ciclo, el número de operaciones, porcentaje de operaciones de utilización del tiempo y ajuste del tiempo de duración de las operaciones con el tiempo de ciclo (ejecución de balanceo). Luego de haber balanceado las operaciones se debe realizar el diseño de las líneas de producción equilibrado, para finalmente hacer un análisis comparativo de los indicadores con la línea de producción equilibrado y no equilibrado. Como conclusión de dicha investigación se obtuvo que la producción aumento en casi 400%, pasando de 76 a 302 productos manufacturados, también se logró reducir el tiempo de ciclo a 22 minutos y 25 segundo, donde el tiempo de ciclo inicial era de 88 minutos y 30 segundos.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

La obtención de datos de la investigación se hizo mediante la revisión del trabajo de Patazca [4, p.3], donde se tomó el tiempo de ciclo, el tiempo requerido por cada proceso, el tiempo total y disponible, el número de operaciones, la producción diaria, el porcentaje de las actividades productivas e improductivas del proceso de fabricación de los sujetadores metálicos, y a partir

de ello se representó mediante un VSM actual el valor no agregado (NVA) y el trabajo en proceso (WIP).

Seguido de eso, se hizo una revisión bibliográfica de diversos antecedentes, donde los criterios para la selección de los antecedentes era que debían ser de una empresa metalmecánica, donde esas investigaciones también tengan por objetivo aumentar la producción. Luego de la revisión se logró obtener 3 antecedentes para dicha investigación y uno de ellos soluciona el mismo problema mediante un balanceo de línea y celdas compuestas por un operador y dos máquinas, y a partir de ello logra reducir el tiempo de transporte y aumentar la producción.

Para el desarrollo de la mejora del proceso en esta investigación se realizaron los siguientes pasos:

- Cálculo del tiempo de flujo equilibrado
- Cálculo del takt time
- Cálculo del número de trabajadores
- Cálculo de la producción diaria
- Cálculo del número de estaciones de trabajo
- Agrupación de procesos
- Cálculo del número de tarjetas Kanban
- Cálculo del lote de transferencia
- Representación de la mejora en un VSM

Todos los pasos mencionados anteriormente se realizaron mediante fórmulas [8] descritas a continuación:

a) Tiempo de no valor agregado

$$NVA = \frac{INV * C}{Tiempo\ de\ operación\ disponible}$$

Donde:

INV: inventario o lote en proceso

C: tiempo de ciclo de la siguiente operación

b) Stock en proceso

$$WIP = Q * \left[1 - \frac{1}{CM} \left(C1 - \frac{1}{n} * \sum_1^N Ci \right) \right]$$

Donde:

Q = demanda

CM = ciclo máximo de operación

C1 = ciclo de la primera operación

Ci = ciclo en operación

n = lote de transferencia

N = número de transferencia

c) Tiempo de flujo equilibrado

$$\text{Tiempo de flujo equilibrado} = \frac{\text{Tiempo de proceso}}{\text{Número de operaciones}}$$

d) Takt time

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Tiempo de operación disponible}}{\text{Demanda diaria}}$$

e) Número de operarios

$$\text{Número de operarios} = \frac{\text{Tiempo de producción total}}{\text{Tiempo de flujo equilibrado}}$$

f) Producción diaria

$$\text{Producción diaria} = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Tiempo de flujo equilibrado}}$$

g) Número de estaciones

$$\text{Número de estaciones} = \frac{\text{Tiempo de producción} * \text{Producción diaria}}{\text{Tiempo de operación disponible}}$$

h) Número de tarjetas Kanban

$$\text{Número de tarjetas Kanban} = \frac{\text{Producción diaria} * \text{T. de flujo equilibrado}}{\text{Tiempo disponible}}$$

i) Lote de transferencia

$$\text{Lote de transferencia} = \frac{\text{Producción diaria}}{\text{Número de tarjetas Kanban}}$$

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Luego de analizar y evaluar los indicadores de producción del sujetador metálico, y mediante el apoyo de las herramientas de Manufactura Esbelta para una propuesta de mejora del proceso, se procedió a presentar resultados, donde serán descritos mediante las siguientes figuras:

Propuesta de mejora del proceso

La propuesta de mejora del proceso obtenida luego hacer un balance de línea y determinar el número de estaciones requeridas, permite aumentar la producción en un 352%, pasando de 42 a 148 *unidades/día* y el tiempo de ciclo se reduce de 6,4 a 3,91 minutos. Contrastando con los resultados obtenido por Zupan H. y Herekovic N. [11, p.5], se puede afirmar que si es factible obtener un incremento de la producción y una disminución del tiempo de ciclo, dado que dicha investigación logró reducir el tiempo de ciclo de 88 minutos y 30 segundos a 22 minutos y 25 segundos y también logró incrementar la producción en un 400%, pasando de 76 a 302 productos manufacturados por días, todo ello mediante el balance de la línea y las celdas de trabajo.

Asimismo, también con la mejora del proceso se logra obtener un reducción del 40% del total de metros desplazados, donde la distancia inicial empleado en el transporte es de 45 metros y mediante esta mejora se logra reducir a 27 metros. Comparando con los resultados obtenido por Diás et al. [9, p.4], se puede afirmar que si es factible obtener una reducción de la distancia desplazada, dado que dicha investigación logró reducir en un 20% la distancia empleada en transporte dentro del proceso de producción.

Representación de la propuesta de mejora en un VSM

Mediante la mejora del proceso, se logró reducir el tiempo de no valor agregado de 1,134 días a 0,23 días, en lo cual solo existe dos celdas de trabajo compuestas, donde en la primera celda se encuentra la operación de trazado y cortado de pieza, con un tiempo de proceso de 3,91 min y está conformado por un operario, mientras que en la segunda celda de trabajo se encuentra la operación de taladrado y doblado, donde el tiempo de proceso es de 3,56 min y dicha celda de trabajo está conformado por tres operarios .

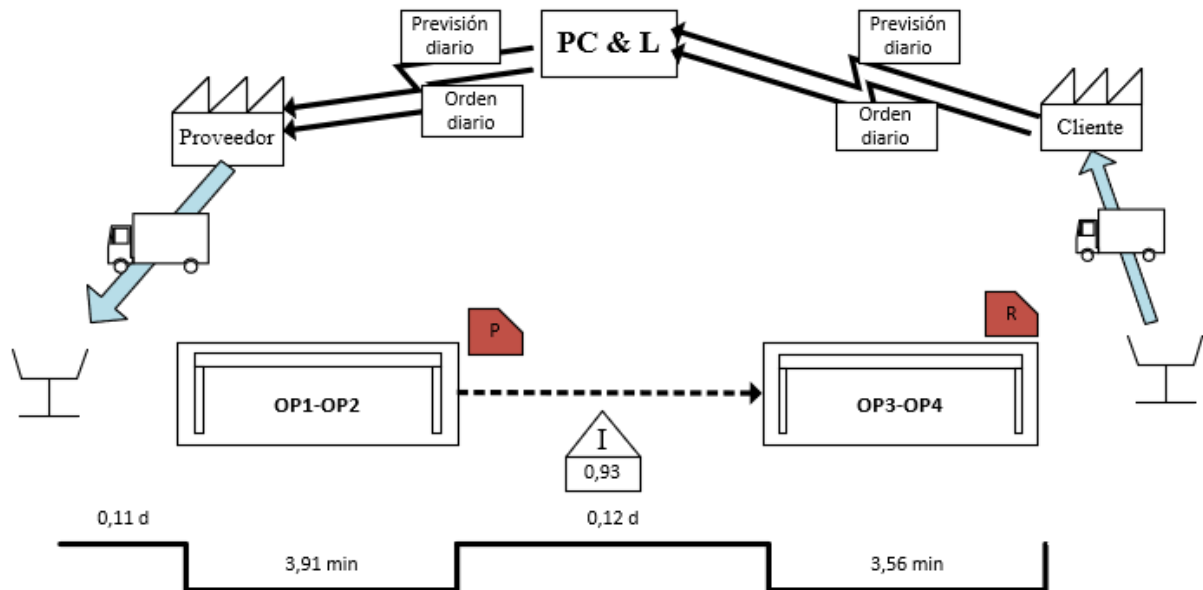


Figura 3. Mapeo de Flujo de Valor mejorado del sujetador metálico

VII. CONCLUSIONES

Para lograr incrementar la producción de los sujetadores metálicos en un 352%, en la presente investigación se ha expuesto que sería factible mediante una mejora del proceso, primero balanceando la línea de producción para luego determinar las celdas de trabajo. También para llegar a determinar un correcto balance de línea mediante celda de trabajo se debe tener en cuenta la serie de pasos descritos para llegar a la mejora.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] FOROMARKETING, *¿Qué es el Lean Manufacturing y por qué debe implementarlo?*, 2019.
- [2] Ministerio de la Producción, *Reporte de Producción Manufacturera*, 1era ed., Lima: Ministerio de la Producción, 2019, p. 3.
- [3] ESIC BUSINESS&MARKETING SCHOOL, *Lean Manufacturing en la era digital: qué es y cómo implementarlo*, 2018.
- [4] A. W. Patazca Zamora, *MEJORA DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE LA EMPRESA COMERCIAL DAMIÁN E.I.R.L. PARA REDUCIR RETRASOS EN LA ENTREGA DE PEDIDOS*, Chiclayo, 2018.
- [5] M. Rajadell Carreras y J. L. Sánchez García, *Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad*, Madrid: Díaz de Santos, 2010, p. 11.
- [6] A. Villaseñor Contreras y E. Galindo Cota, *Manual de Lean Manufacturing*, México: LIMUSA, S.A., 2007, p. 50.
- [7] L. Cuatrecasas, *Lean Management: La gestión competitiva por excelencia*, Barcelona: Profit Editorial, 2010.
- [8] L. Cuatrecasas Arbós, *Gestión de la producción: Modelos Lean Management*, Madrid: Diaz de Santos, 2012.
- [9] J. A. Dias, L. Pinto Ferreira, J. Sá, M. T. Ribeiro y F. Silva, *Improving The Order Fulfilment Process At A Metalwork Company*, Portugal, 2019.
- [10] J. A. Dias, L. Pinto Ferreira, M. A. Goncalves, F. Silva y E. Ares, *Analysis Of An Order Fulfilment Process At A Metalwork Company Using Different Lean Methodologies*, Portugal, 2019.
- [11] H. Zupan y N. Herakovic, *Production line balancing with discrete event simulation: A case study*, Slovenia, 2015.
- [12] M. Feldmeth y E. Muller, *Influences Between Design Characteristics of Lean Manufacturing Systems and Implications for the Design Process*, Chicago, 2019.