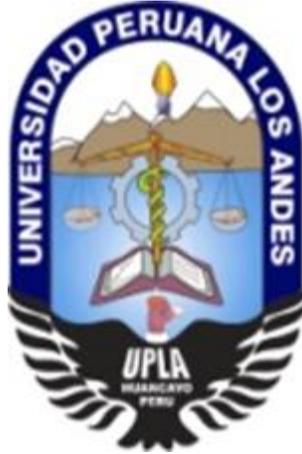


**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL**



**TESIS**

**REINGENIERIA DE PROCESOS PARA INCREMENTAR LA  
PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA METALMECANICA**

PRESENTADO POR:

Bach. RAFAEL EUGENIO FLORES ROJAS

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: NUEVAS TECNOLOGIAS Y PROCESOS

SUB LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: SISTEMAS DE PRODUCCION

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

HUANCAYO - PERU

2020

## **ASESOR**

**Ing. Gonzalo Catalino Trejo Molina**  
Asesor Metodológico

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a mi madre, quien me enseñó que el mejor conocimiento que se puede tener es el que se aprende por sí mismo. También está dedicado a mi padre desde el cielo, quien me enseñó que incluso la tarea más grande se puede lograr si se hace un paso a la vez.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, a mis padres por sus palabras de aliento y su apoyo incondicional. A mis hermanos por su ayuda y comprensión, a todas las personas que estuvieron ahí en los momentos difíciles cuando necesite apoyo.

## HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

---

DR. RUBÉN DARÍO TAPIA SILGUERA  
PRESIDENTE

---

MG. ANTHONY CHRISTIAN MONTERO ESTRELLA  
JURADO

---

ING. PEDRO ELVIS ELIAS PORRAS  
JURADO

---

ING. GUILLERMO ENRIQUE PAREDES GUTARRA  
JURADO

---

MG. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA  
SECRETARIO DOCENTE

## ÍNDICE

1. FALSA PORTADA.....	i
2. ASESOR.....	ii
3. DEDICATORIA.....	iii
4. AGRADECIMIENTO.....	iv
5. HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS.....	v
6. INDICE.....	vi
7. RESUMEN.....	xi
8. INTRODUCCION.....	xiii
<b>CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACION.....</b>	<b>1</b>
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Formulación y sistematización del problema.....	5
1.2.1. Problema General.....	5
1.2.2. Problemas Especificos.....	5
1.3. Justificación.....	5
1.4. Delimitaciones.....	7
1.5. Limitaciones.....	7
1.6. Objetivos.....	7
1.6.1. Objetivo General.....	7
1.6.2. Objetivos Específicos.....	7
<b>CAPITULO II: MARCO TEORICO.....</b>	<b>8</b>
2.1. Antecedentes.....	8
2.2. Marco Conceptual.....	12
2.3. Definición de términos.....	20
2.4. Hipótesis.....	21
2.4.1. Hipótesis General.....	21
2.4.2. Hipótesis Específicas.....	21

2.5. Variables.....	21
2.5.1. Definición conceptual de la variable.....	21
2.5.2. Definición operacional de la variable.....	22
2.5.3. Operacionalización de la variable.....	23
<b>CAPITULO III: METODOLOGIA.....</b>	<b>24</b>
3.1. Método de Investigación.....	24
3.2. Tipo de Investigación.....	24
3.3. Nivel de Investigación.....	24
3.4. Diseño de Investigación.....	24
3.5. Población y muestra.....	25
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	25
3.7. Procesamiento de la información.....	26
3.8. Técnicas y análisis de datos.....	26
3.9. Desarrollo de la propuesta.....	27
<b>CAPITULO IV: RESULTADOS.....</b>	<b>52</b>
4.1. Análisis Descriptivo.....	52
4.2. Análisis Inferencial.....	56
<b>CAPITULO V: DISCUSION DE RESULTADOS.....</b>	<b>64</b>
CONCLUSIONES.....	66
RECOMENDACIONES.....	67
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	68

<b>ANEXOS</b> .....	70
Anexo N° 01 - Matriz de consistencia.....	71
Anexo N° 02 - Matriz de operacionalización de las variables.....	72
Anexo N° 03 - Matriz de operacionalización de instrumento.....	73
Anexo N° 04 - Ficha de Diagrama de Actividades del Proceso.....	76
Anexo N° 05 - Ficha de determinación del Tiempo Estándar.....	77
Anexo N° 06 - Levantamiento de información para Estudio de tiempos.....	78
Anexo N° 07 - Levantamiento de datos de Productividad.....	79
Anexo N° 08 - Diagrama de Circulación: Planta Falumsa (Antes).....	80
Anexo N° 09 - Diagrama de Circulación: Planta Falumsa (Después).....	81
Anexo N° 10 - Costo de Insumos de Fabricación de Bandejas Adicionales..	82
Anexo N° 11 - Diagrama de flujo de fabricación.....	83
Anexo N° 12 - Materia prima.....	84
Anexo N° 13 - Cortado de plancha.....	84
Anexo N° 14 - Programación de máquina Punzonadora.....	85
Anexo N° 15 - Perforado y estampado.....	86
Anexo N° 16 - Plegado de material.....	87
Anexo N° 17 - Especificación técnica del producto.....	88

## INDICE DE TABLAS

Tabla N° 01 - Productividad de la empresa.....	3
Tabla N° 02 - Matriz de Operacionalización.....	23
Tabla N° 03 - Brainstorming de la empresa.....	27
Tabla N° 04 - Matriz de Correlación.....	29
Tabla N° 05 - Análisis de Pareto.....	29
Tabla N° 06 - Matriz de Prioridades.....	31
Tabla N° 07 - Diagrama de Actividades del Proceso (Antes).....	34
Tabla N° 08 - Tiempo del proceso de fabricación (Antes).....	36
Tabla N° 09 - Tiempos y distancias de Transporte (Antes).....	37
Tabla N° 10 - Presupuesto de Inversión.....	40
Tabla N° 11 - Determinación del Tiempo estándar post mejora.....	43
Tabla N° 12 - Diagrama de Actividades del Proceso (Después).....	45
Tabla N° 13 - Comparación de Indicadores (IAAV).....	46
Tabla N° 14 - Productividad Fabricación de Bandejas Portacables (Después)...	47
Tabla N° 15 - Análisis Coste-Beneficio.....	51
Tabla N° 16 - Estimación de Eficiencia.....	52
Tabla N° 17 - Estimación de Eficacia.....	53
Tabla N° 18 - Estimación de Productividad.....	54
Tabla N° 19 - Productividad: Test de normalidad.....	57
Tabla N° 20 - Productividad: Estadística de muestra.....	57
Tabla N° 21 - Productividad: Prueba de muestras relacionadas.....	58
Tabla N° 22 - Eficiencia: Test de normalidad.....	59
Tabla N° 23 - Eficiencia: Prueba de medias.....	60
Tabla N° 24 - Eficiencia: Test de Wilcoxon.....	61
Tabla N° 25 - Eficacia: Test de normalidad.....	62
Tabla N° 26 - Eficacia: Prueba de medias.....	62
Tabla N° 27 - Eficacia: Test de Wilcoxon).....	63
Tabla N° 28 - Contrastación de resultados con otros autores.....	65

## INDICE DE FIGURAS

Figura N° 01 - Productividad de la empresa.....	4
Figura N° 02 - Ciclo de la Reingeniería.....	14
Figura N° 03 - Recursos de un proceso de producción.....	18
Figura N° 04 - Diagrama de Ishikawa.....	28
Figura N° 05 - Diagrama de Pareto.....	30
Figura N° 06 - Incidencia de problemas por áreas.....	32
Figura N° 07 - Comparación de Productividad pre y post test.....	48
Figura N° 08 - Interface de toma de datos.....	49
Figura N° 09 - Interface para explosionar los requerimientos.....	50
Figura N° 10 - Eficiencia pre y post mejora.....	55
Figura N° 11 - Eficacia pre y post mejora.....	55
Figura N° 12 - Productividad pre y post mejora.....	56

## RESUMEN

Esta tesis de investigación respondió al problema: ¿Por qué se debe efectuar una Reingeniería de procesos para incrementar la productividad en una empresa metalmecánica?, esta investigación tuvo como objetivo: Aplicar la Reingeniería de procesos para incrementar la productividad en una empresa metalmecánica; la hipótesis contrastada fue: La aplicación de la Reingeniería de procesos incrementa la productividad en una empresa metalmecánica. El método de investigación es científico, de tipo aplicada, el nivel es explicativo y el diseño es cuasi-experimental. La población estuvo constituida por la producción de bandejas portacables perforadas durante 6 meses de la empresa metalmecánica, la muestra de tipo no probabilístico o dirigido estuvo constituida por la producción de bandejas portacables perforadas durante 3 meses antes y 3 meses después de la mejora. La conclusión primordial es que, mediante la implementación de la Reingeniería de procesos en la compañía metalmecánica Falumsa, se incrementó la productividad en un 88.87%, pasando de 34.77% a 65.67%.

**PALABRAS CLAVES:** Reingeniería de procesos, producción, productividad, tiempos.

## **ABSTRACT**

This research thesis answered the problem: Why should a process re-engineering be carried out to increase productivity in a metalworking company?, the objective of this research was: To apply process re-engineering to increase productivity in a metalworking company; the hypothesis contrasted was: The application of process re-engineering increases productivity in a metallurgical company. The research method is scientific, of type: applied, the level is explanatory and the design is quasi-experimental. The population was constituted by the production of perforated cable trays during 6 months of the metallurgical company, the sample type non-probabilistic or directed was constituted by the production of perforated cable trays during 3 months before and 3 months after the improvement. The main conclusion is that, through the implementation of process re-engineering in the metallurgical company Falumsa, productivity increased by 88.87%, going from 34.77% to 65.67%.

**KEYWORDS:** Process reengineering, production, productivity, times.

## INTRODUCCION

La tesis plantea la implementación de la reingeniería en la compañía metalmecánica Falumsa a fin de incrementar la productividad, por medio de la optimización de la eficiencia y eficacia en el proceso productivo.

Con el objeto de describir detalladamente el trabajo efectuado, esta tesis ha sido estructurada como sigue:

Capítulo I: Se describe el planteamiento y formulación del problema y de los objetivos de la investigación, al igual que de la justificación del trabajo.

Capitulo II: Se investigan los antecedentes conformados por proyectos equivalentes nacionales e internacionales; igualmente se desarrolla el marco conceptual y la definición de términos concernientes a la investigación. Asimismo, se establece la hipótesis de trabajo y la operacionalización de la variable, previa definición conceptual y operacional de éstas.

Capitulo III: Se expuso la metodología, el tipo, nivel y diseño de la investigación. También se determinaron la población, el procedimiento muestral y las técnicas para recopilar y procesar datos. Al mismo tiempo, se investiga el estado actual con el objeto de proponer las mejoras a implementarse.

Capitulo IV: Se describieron los resultados y se contrastó la hipótesis, a través de la estadística descriptiva e inferencial.

Capitulo V: Se efectúa el análisis y discusión de resultados, comparando con trabajos similares estudiados en capítulos anteriores.

Para finalizar, se plantearon las conclusiones y recomendaciones a ser consideradas por la empresa metalmecánica, posteriormente se detallan las fuentes bibliográficas.

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

### 1.1. Planteamiento del problema

El ramo metalmeccánico es un mercado en crecimiento, debido principalmente al desarrollo de equipos de innovación tecnológica que fomentan la producción a gran escala y, por consiguiente, la disminución de costos orientados a la mejora de la productividad.

La industria metalmeccánica fluctúa el 16% del PIB industrial en Latinoamérica, ofreciendo empleo de forma directa a 4.1 millones de personas e indirecta a 19.7 millones. Además, la industria metalmeccánica tiene una considerable contribución en las exportaciones de los países latinoamericanos, solamente en México implica el 57% de todo lo exportado, según datos de la Asociación Latinoamericana del Acero.

Según esta agremiación, el aporte de la industria en el PBI de América Latina ha disminuido del 17.1% al 12.1% entre los años 2000 y 2012, llegando a ser importadores de manufacturas sobretodo procedentes de China. La situación es aún más crítica en el rubro metalmeccánico, el intercambio con China se encuentra en una relación de 30 a 1. En cuanto al comercio binacional con el país chino, el déficit de las principales naciones latinoamericanas (Argentina, Brasil, Colombia y México) se incrementó de US\$ 8,000 millones en el año 2003 a US\$ 71,000 millones en 2012.

En el Perú, la industria metalmeccánica ofrece empleo a 280 mil trabajadores según la Sociedad Nacional de Industrias, este sector es muy importante porque abastece a otros sectores como la minería, agronomía y pesquería; los cuales adquieren en gran medida productos metalmeccánicos (Agencia Peruana de Noticias, 2012).

La Asociación de Empresas Privadas Metal Mecánicas (AEPME), representado por su presidente Humberto Palma, aseveró que esta agrupación peruana se

originó de la necesidad de integrar empresas dedicadas al procesamiento de tuberías, perfiles, planchas y otros productos metalmecánicos que se emplean en el montaje de las obras; también indicó que su sector obtuvo volúmenes de producción de 200 mil toneladas y ventas de mil millones de dólares durante el año 2014. Además el líder gremial expresó que si se concretizan algunos proyectos mineros entonces la industria metalmecánica aumentará, debido a que el 70% de las ventas de la industria metal mecánica provienen del ámbito minero. En nuestro país, el sector industrial metal mecánico representa una pieza fundamental en la actividad productiva económica, constituyendo el 12% del Valor Agregado Bruto en el sector industrial manufacturero y un 16% del Producto Bruto Interno.

En el sector industrial metalmecánico existieron 37,953 empresas formales durante el año 2016, donde cerca del 50% operan en el departamento de Lima y alrededor del 99% está conformado por las micro y pequeñas empresas y el resto por las medianas y grandes empresas. Así también, la fuerza laboral que genera este sector industrial bordea los 354,282 trabajadores y constituye el 23% de la PEA-ocupada en el sector industrial manufacturero y el 2.2% de la PEA-ocupada a nivel país (Ministerio de la Producción, 2017).

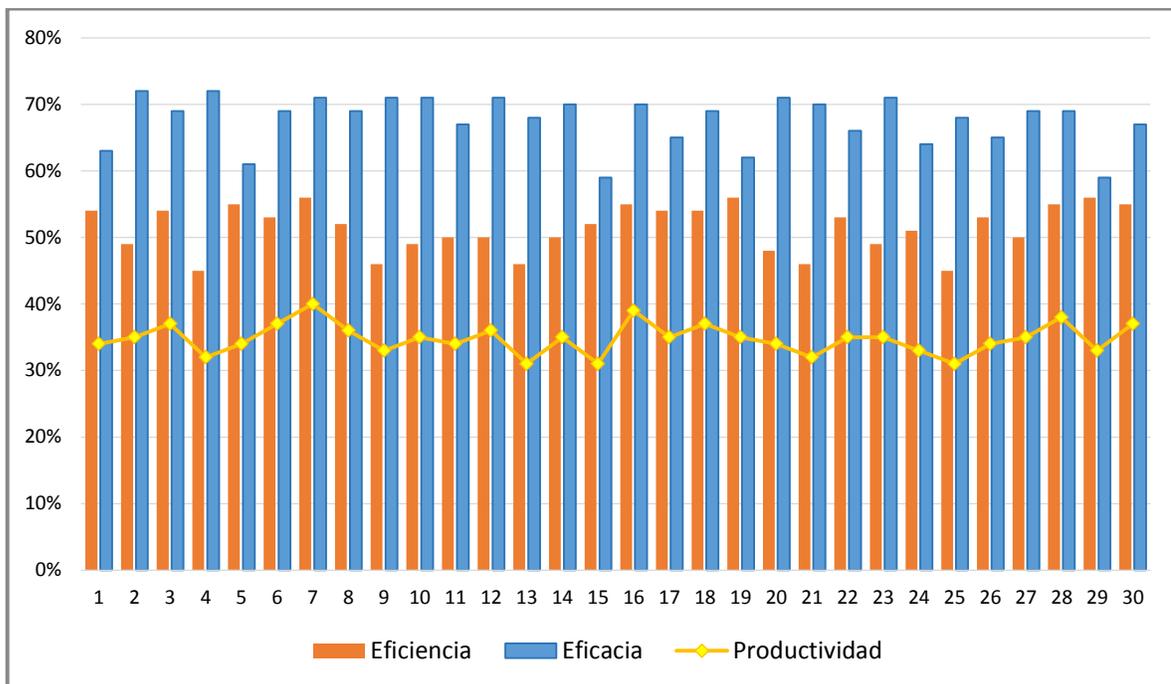
La empresa metalmecánica Falumsa planifica una producción diaria de 150 bandejas portacables perforadas como puede verse en la Tabla N° 01. Con el fin de comprender el estado situacional de las operaciones en la empresa se determinó la productividad multiplicando la eficiencia por la eficacia durante 30 días en el mes de setiembre del 2019; de igual manera se calculó la eficiencia como resultado de la división del tiempo útil entre el tiempo total y, finalmente, la eficacia que se obtuvo del cociente de la producción en tiempo real sobre la producción planificada.

**Tabla N° 01 - Productividad de la empresa**

Día	Tiempo Util (min)	Tiempo Total (min)	Producción Real (und)	Producción Planeada (und)	Eficiencia	Eficacia	Productividad
1	1285	2396	95	150	0.54	0.63	0.34
2	1285	2616	108	150	0.49	0.72	0.35
3	1285	2380	104	150	0.54	0.69	0.37
4	1285	2847	108	150	0.45	0.72	0.32
5	1285	2325	91	150	0.55	0.61	0.34
6	1285	2423	104	150	0.53	0.69	0.37
7	1285	2308	106	150	0.56	0.71	0.4
8	1285	2487	103	150	0.52	0.69	0.36
9	1285	2785	106	150	0.46	0.71	0.33
10	1285	2597	107	150	0.49	0.71	0.35
11	1285	2566	101	150	0.50	0.67	0.34
12	1285	2545	107	150	0.50	0.71	0.36
13	1285	2771	102	150	0.46	0.68	0.31
14	1285	2593	105	150	0.50	0.70	0.35
15	1285	2458	88	150	0.52	0.59	0.31
16	1285	2320	105	150	0.55	0.70	0.39
17	1285	2374	97	150	0.54	0.65	0.35
18	1285	2359	104	150	0.54	0.69	0.37
19	1285	2310	93	150	0.56	0.62	0.35
20	1285	2655	107	150	0.48	0.71	0.34
21	1285	2795	105	150	0.46	0.70	0.32
22	1285	2444	99	150	0.53	0.66	0.35
23	1285	2612	107	150	0.49	0.71	0.35
24	1285	2501	96	150	0.51	0.64	0.33
25	1285	2874	102	150	0.45	0.68	0.31
26	1285	2417	98	150	0.53	0.65	0.34
27	1285	2576	103	150	0.50	0.69	0.35
28	1285	2321	104	150	0.55	0.69	0.38
29	1285	2286	89	150	0.56	0.59	0.33
30	1285	2335	101	150	0.55	0.67	0.37
<b>Total</b>	<b>38550</b>	<b>75276</b>	<b>3045</b>	<b>4500</b>	<b>0.5137</b>	<b>0.6760</b>	<b>0.3477</b>

Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 01 - Productividad de la empresa**



De la Figura N° 01, se logra visualizar la variabilidad de la productividad durante el mes de setiembre del 2019 con un promedio de 34.77%, igualmente el promedio de la eficiencia alcanzó el 51.37% y el promedio de la eficacia el 67.60%.

En consecuencia, puede darse cuenta que la empresa metalmecánica Falumsa, tiene como problema principal la baja productividad en la línea de producción de bandejas portacables y, por consiguiente, los problemas específicos implican la pérdida de la eficiencia y de la eficacia. De tal forma, se compara que la productividad actual de la empresa en estudio que promedia el 34.77%, es baja con respecto a la productividad de la compañía metalmecánica AGP Perú S.A.C. que asciende a 87.70% como lo indica Neyra (2017).

Mediante un análisis del proceso se pudo comprobar que las causas de estos problemas lo constituyen un conjunto de deficiencias en la línea de producción de bandejas portacables, como por ejemplo: Procedimientos de trabajo inadecuados, Mucho tiempo de proceso y demora, excesivo recorrido del material y otras causales.

Toda esta problemática vino ocasionando un efecto perjudicial para la empresa reflejado en la baja capacidad de producción para abastecer los requerimientos de bandejas portacables, provocando la pérdida de nuevos clientes no atendidos, perjuicios ocasionados por demora en el despacho de pedidos y otros efectos adversos.

Todos estos problemas encontrados en la línea de producción se resolvieron durante el proceso de investigación en la parte temática.

## **1.2. Formulación y sistematización del problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿Por qué se debe efectuar una Reingeniería de procesos para incrementar la productividad en una empresa metalmeccánica?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

- a) ¿Cómo influye la implementación de la Reingeniería de procesos en el incremento de la eficiencia?
- b) ¿De qué modo la implementación de la Reingeniería de procesos repercute en el incremento de la eficacia?

## **1.3. Justificación**

### **1.3.1. Social**

Con el fin de que la aplicación de la reingeniería incida en el incremento de la productividad, debe concientizarse a los trabajadores para que ejecuten en forma adecuada los nuevos procesos de trabajo, evitando la manipulación inadecuada

del material y/o equipo que causa fatiga e inseguridad en los trabajadores, esto debe permitir la reducción del riesgo laboral generando un ambiente idóneo donde se eleva la moral y la satisfacción del personal y, en consecuencia, se logre una mejor compenetración de los actores interesados: ejecutivos, trabajadores operativos, distribuidores, vendedores y el consumidor final.

Asimismo, la empresa brinda soluciones de canalización garantizando la calidad, innovación y seguridad de sus productos a las principales empresas del país, quienes renuevan su confianza al seguir comprando sus bandejas portacables para incluirlos en sus respectivos proyectos, los cuales en su mayoría son de gran envergadura y alcance social, repercutiendo en la mejora de la calidad de vida de la ciudadanía.

### **1.3.2. Teórica**

La presente investigación plantea que se incrementa la productividad en una empresa del sector metalmeccánico, a través del conocimiento y la aplicación de conceptos básicos de la Reingeniería de procesos.

### **1.3.3. Metodológica**

Para llevar a cabo los objetivos del estudio, es preciso recopilar información para procesarla, analizarla y dar a conocer los resultados, respetando los fundamentos metodológicos de la investigación científica, para lo cual se utilizó las normas APA (6ª edición).

El presente trabajo se justifica metodológicamente ya que la forma de plantear esta investigación sirve de referencia para los empresarios, expertos y científicos que busquen determinar la relación existente del uso de la Reingeniería de Procesos frente al aumento de la productividad.

## **1.4. Delimitaciones**

### **1.4.1. Espacial**

El alcance del estudio está referido al área de producción de la compañía Falumsa, ubicada en la provincia constitucional del Callao.

### **1.4.2. Temporal**

El presente trabajo se desarrolló en un periodo de 6 meses, que abarca del 01 de Julio al 31 de Diciembre del año 2019.

### **1.4.3. Económica**

El trabajo actual no conlleva demasiados costos porque no se incurre en grandes montos de inversión; de tal forma que este proyecto lo financió la empresa en estudio debido a que posee los recursos económicos requeridos para su puesta en marcha. Adicionalmente, el proyecto fue implementado con un costo comparativamente bajo en referencia con las ganancias proyectadas.

## **1.5. Limitaciones**

En el trabajo de campo de la investigación se presentaron obstáculos por la escasa disposición de algunos operarios para proporcionar información, debido a su ocupación laboral y la poca importancia concedida a los resultados del estudio.

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo General**

Aplicar la Reingeniería de procesos para incrementar la productividad en una empresa metalmeccánica.

### **1.6.2. Objetivos Específicos**

- a) Describir cómo influye la implementación de la Reingeniería de procesos en el incremento de la eficiencia.
- b) Analizar de qué modo repercute la implementación de la Reingeniería de procesos en el incremento de la eficacia.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes**

##### **2.1.1. Antecedentes Nacionales**

Neyra (2017) indica: *“La presente investigación titulada Mejora de procesos para la mejora de la productividad (...), tuvo como objetivo determinar de qué manera la Mejora de procesos incrementa la productividad en el área de ensamble de la empresa AGP Perú SAC”* (p.14).

El estudio se orientó a establecer de qué modo la Mejora de procesos aumentó la productividad en una compañía automotriz. La investigación fue cuantitativa, aplicativa-descriptiva y de diseño pre-experimental. La población se compuso de la producción de parabrisas durante 3 meses antes y después de la mejora, el proyecto resultó favorable para la compañía ya que generó una productividad de 6.81%, una eficiencia de 7.26% y una eficacia de 6.14%.

Salas (2017) afirma: *“La Reingeniería de procesos permite tomar acciones de mejora como simplificar procesos, es decir encontrar formas, procedimientos y la contribución de la tecnología para poder evitar estos errores en el servicio de counter, eliminando tiempos de espera, fallas”* (p.29).

El objetivo del trabajo fue optimizar la venta de boletos de una compañía de transporte público, por ello se redujeron el tiempo, los recursos operativos y los errores en el desempeño del área de ventas. La investigación fue de corte aplicado, el nivel fue descriptivo explicativo y el diseño fue experimental. Se implementó un nuevo método para vender boletos con el fin de agilizar el procedimiento y ejecutar correctamente los documentos fiscalizados por entidades supervisoras, logrando reducir el tiempo estándar de 4.42 a 3.88 e incrementar la productividad de 0.34 a 0.67.

Farje (2017) indica: *“Con la implementación de la mejora de procesos se incrementó la productividad en un 24.93% en la empresa Sakmay Carpintería y Ebanistería, San Martín de Porres - 2017 mejorando los índices de productividad del 0.2042 al 0.2551”* (p.107).

El objetivo del trabajo fue determinar de qué modo la aplicación de una mejora de procesos aumenta la productividad de una compañía carpintera. La investigación fue de corte aplicado, de nivel explicatorio y diseño de enfoque cuasi experimental; la población comprendió la fabricación de puertas durante 12 semanas. Los datos fueron recopilados mediante la observación con el apoyo de instrumentos como el DAP, seguidamente fueron procesados en el software SPSS para obtener como conclusión que la productividad subió de 20.42% (pre mejora) a 25.51% (post mejora).

Orozco (2015) afirma: *“La presente investigación tuvo como objetivo diseñar un plan de mejora para aumentar la productividad en el área de producción de la empresa Confecciones deportivas Todo Sport. Chiclayo - 2015”* (p.5).

El objetivo del trabajo fue aumentar la productividad de una compañía de confección de ropa deportiva, empleando la metodología a través de la observación, realización de encuestas y entrevistas, determinando como principales problemas: el deficiente nivel de producción debido al desorden y suciedad, el retraso en los pedidos y la ausencia de capacitación y trabajo en equipo. Luego de la implementación de la mejora enfocada en las 5S, VSM y manufactura esbelta, se consiguió aumentar la productividad total en 15% y la productividad del recurso mano de obra en 6%.

Torres (2014) sostiene: *“La propuesta metodológica de reingeniería de procesos aplicada a una pequeña empresa cervecera artesanal tiene como objetivo incrementar la productividad de la empresa eliminando la rotura de stock y pérdidas monetarias ocasionadas por botellas defectuosas”* (p.2).

El objetivo de la tesis fue aumentar la productividad de una compañía de cerveza artesanal, empleando un modelo mixto basado en la combinación de metodologías de diversos escritores, aplicando técnicas de la ingeniería industrial. Como resultado de la propuesta se eliminaron actividades que no agregaban valor y se optimizaron aquellas que son indispensables en el proceso. Asimismo, se establecieron las causantes que influyen en la producción defectuosa y se implementó un plan de mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipo, entre otras medidas, que permitieron un incremento de la productividad.

### **2.1.2. Antecedentes Internacionales**

Ochoa (2015) indica: *“Reingeniería de procesos para la empresa mobiliaria Innova de la ciudad de Cuenca para el período 2013-2014, la que se basa en desarrollar herramientas y técnicas útiles y prácticas a la hora de poseer y ejecutar mejoras internas”* (p.3).

El objetivo del estudio fue demostrar que reinventarse internamente es la esencia para aumentar la competencia de la compañía. La metodología fue inductiva y deductiva, usando herramientas como la encuesta y observación. Se constató que el proceso crítico es el de comercialización, para los cuales se determinaron indicadores de mejora, por ejemplo: se establecieron capacitaciones e incentivos a los trabajadores de atención al cliente, se desarrollaron herramientas de factura como la orden de trabajo y se perfeccionaron las políticas de créditos y cobranza.

Cajas y Chiluisa (2015) sostienen: *“La empresa de embutidos La Madrileña de ciudad de Latacunga requiere de un rediseño en el departamento de producción en su organización estructural, funcional y de procesos en la elaboración de embutidos para mejorar la producción y productividad”* (p.128).

El objetivo del trabajo fue realizar una reingeniería en el área de producción para aumentar la productividad de una compañía de embutidos. Se hizo una investigación de fuentes documentales y un estudio de campo a través de la observación directa. Se encontraron deficiencias en el departamento de producción como: una organización estructural muy amplia y la falta de documentos de gestión, flujogramas y DAP. Con la propuesta se garantizó la gestión organizacional y funcional del personal, el uso correcto de la materia prima y maquinaria, así como la satisfacción del cliente.

Mendoza (2016) afirma: *“El presente estudio tiene por objeto introducir mejoras al proceso de elaboración de cerveza en las instalaciones de la Compañía Cervecera de Coahuila, S. de R.L., propiedad de Constellation Brands y reducir sus mermas para incrementar su competitividad”* (p.3).

En esta tesis se analizó el área de producción de cerveza para evaluar su operatividad e identificar los problemas de mayor incidencia, con el objeto de plantear una mejora de procesos. Asimismo, se ensayaron nuevos insumos para optimizar la producción, se evaluaron las condiciones del personal operativo estableciendo sus metas y premiando sus logros. Finalmente, se planteó una solución para reducir costos con el fin de incrementar las utilidades de la empresa.

Yuqui (2016) indica: *“En la empresa no cuentan con un estudio de procesos, tiempos y movimientos detallado y minucioso para mejorar su productividad, por lo cual el propósito de la investigación fue realizar dicho estudio en la planta de ensamble”* (p.1).

El objetivo de la tesis fue efectuar un estudio del trabajo para aumentar la productividad en una fábrica ensambladora. La investigación es descriptiva aplicada y el diseño se enfoca en el trabajo de campo. Se efectuó un análisis de las tareas a fin de realizar el DOP, flujo de circulación y disposición de planta, así como el estudio del cronometraje; luego se procedió con el tratamiento y

evaluación de la información recopilada, concluyendo que existen tiempos muertos y reproceso que retrasan el ciclo de fabricación y disminuyen la productividad.

Cabezas (2014) sostiene: *“Plantear una solución factible a los tipos de problemas existentes proyectando con la ejecución e implementación de la gestión de procesos mejorar no solo la calidad de los productos que se fabrican en la empresa, sino además la productividad”* (p.21).

El trabajo se orientó en la gestión de procesos de producción y despacho, cuyo propósito fue identificar el estado situacional del departamento de producción gracias al uso de la entrevista, observación y estudio de tiempos para determinar la productividad y capacidad real productiva de la compañía. Por lo tanto, se presentaron soluciones como la compra de maquinaria y herramientas, capacitación y comunicación constante entre el personal y la creación de hojas de control de calidad. En conclusión, la empresa elevó su productividad de 74.24% a 90.59%.

## **2.2. Marco Conceptual**

### **2.2.1. Reingeniería de procesos**

La reingeniería es una comprensión fundamental de los procesos para conseguir un rediseño profundo a través de un cambio drástico en la estructura de la compañía, a fin de permitir el logro de mejoras sorprendentes en factores críticos que interaccionan recíprocamente.

*“Es el replanteamiento y el rediseño total de los procesos dentro de la empresa para obtener mejoras a base de medidas críticas de rendimiento, las cuales interactúan entre sí como el costo, la calidad, el servicio y la rapidez”* (Champy & Hammer, 1994, p.56).

Albizu (2004) señala que la reingeniería se aplica en toda clase de organizaciones, especialmente en tres circunstancias diferenciadas:

- Las empresas que pasan dificultades pueden mejorar eficazmente su rendimiento mediante la implementación de la reingeniería.
- Las empresas que no atraviesan por dificultades serias, no obstante la alta dirección prevé que próximamente pueden verse perjudicadas por las variaciones del entorno.
- Las compañías que están en una condición cómoda, sin embargo pretenden incrementar sus beneficios frente a los competidores.

Klein (1997) refiere que la reingeniería de procesos posee las siguientes ventajas y desventajas:

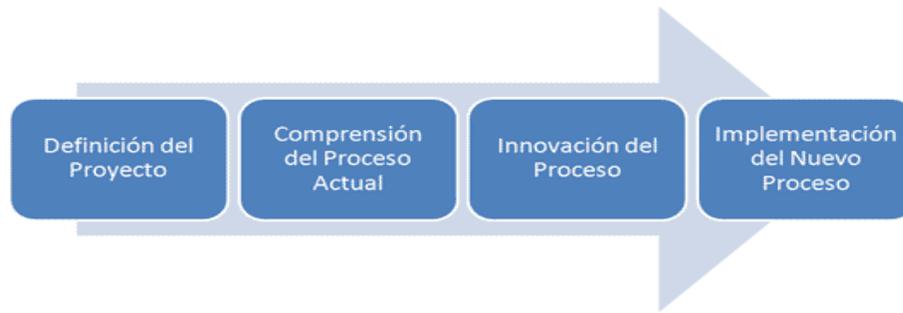
Ventajas:

- Una empresa con una forma de pensar innovadora, piensa más lejos de su frontera.
- La renovación empresarial mejora su rentabilidad.
- Diseño organizacional.
- La estructura organizacional favorece las necesidades de los clientes.

Desventajas:

- Explica como deben hacerse las cosas a las organizaciones, aunque limitando sus formas.
- Su aplicación en la empresa se da más a nivel operativo que estratégico.
- No reconoce en que mercados debería desenvolverse la organización, ni que productos debería desarrollar.

**Figura N° 02 - Ciclo de la Reingeniería**



Fuente: Klein (1997)

Lefcovich (2009) afirma que la reingeniería puede ser utilizada por la empresa de tres formas:

- Optimizar costos: La compañía requiere reducir sus precios debido a las empresas competidoras, por eso es necesario darle mayor valor a los procesos manteniendo los costos, por medio del uso óptimo del recurso (humano, monetario y físico).
- Ser líder en su sector: La empresa debe aplicar la reingeniería de procesos para sobrevivir sino saldrá poco a poco del mercado, que mejora continuamente gracias a la competitividad y las innovaciones tecnológicas.
- Para innovar radicalmente un enfoque de negocios: Se aplica a las compañías que necesitan alcanzar la cúspide mediante el empleo de tecnología, ya que dichas compañías requieren adquirir una posición en el mercado a través de la innovación tecnológica.

Champy & Hammer (1994) afirman que el sustento de la reingeniería radica en:

- Cliente: Todos los esfuerzos se dirigen hacia él para satisfacer sus necesidades de productos de calidad, por eso se aplican estrategias para ser atendido a placer.
- Competencia: Los cambios tecnológicos que vienen transformando a la humanidad exige mayor competitividad entre las empresas para conservar su segmentación de clientes.
- Cambio: Los sectores industriales requieren que las compañías adopten continuamente nuevos modos de proceder estratégicos.

## Enfoques de Reingeniería

- Champy & Hammer: Se fundamenta en el reconocimiento de requerimientos al interior de una compañía, expresando lo importante que representa gestionar cambios, no muestra el modo de aplicación de la reingeniería.
- Morris & Brandon: Se considera más completo, se promueve un modelo de negocios basado en las tecnologías de la información y la comunicación.
- Manganelli & Klein: Comprende un conjunto de técnicas que resume la reingeniería de procesos en 5 etapas: preparación y plan de acción, modelo de procesos y estudio del escenario, diseño de la dimensión técnica, diseño social y planes de interacción, transformación y puesta en marcha.

El modelo aplicado en la compañía metalmecánica en estudio es una combinación de los modelos descritos anteriormente, poniendo hincapié en el empleo de prácticas de Ingeniería Industrial especialmente el análisis de métodos y tiempos.

En tal sentido, en el presente trabajo la Reingeniería de procesos se mide a través del Estudio de métodos y Medición del trabajo debido a que el 80% de los problemas detectados están relacionados a métodos inadecuados, tiempos muertos, Mala distribución de planta, Mucho desplazamiento de materiales, entre otros, conforme se determinó en el planteamiento del problema.

La implementación de la reingeniería en la compañía metalmecánica comprende las siguientes 5 etapas: planeación, identificación del proceso actual a rediseñar, estudio del proceso actual, reingeniería de procesos y la puesta en marcha del nuevo proceso.

### **2.2.1.1. Estudio de métodos**

*“El estudio de métodos es el registro crítico y sistemático de las formas de realizar actividades, con el objetivo de realizar mejoras en los procesos”* (Kanawaty, 1996, p.77).

Examinar los métodos de como se desarrolla el trabajo y el proceso productivo con el propósito de optimizarlos, es una forma de lograr mejores resultados para aumentar la productividad de la compañía.

Kanawaty (1996) indica que consta de 8 etapas:

1. Seleccionar la tarea determinando las líneas divisorias.
2. Registrar las actividades que se interrelacionan por medio de la observación minuciosa.
3. Investigar dónde y de qué forma se lleva a cabo la actividad, la secuencia y el procedimiento empleado.
4. Determinar la metodología apropiada, accesible y efectiva, con la ayuda de los trabajadores implicados.
5. Analizar diversas alternativas de solución para establecer un nuevo método y contrastarlo con el estado situacional presente.
6. Definir con claridad la metodología establecida para explicar a todos los colaboradores de la organización.
7. Implementar la metodología expuesta de manera pragmática, enseñando a los trabajadores su adecuada utilización.
8. Monitorear la metodología implementada y plantear acciones que no permitan retornar al estado anterior.

### **2.2.1.2. Medición del trabajo**

*“La medición del trabajo busca determinar el tiempo que le toma a un trabajador realizar una labor determinada según lineamientos establecidos” (Silva, 2000, p.2).*

Principales técnicas:

1. Estimación: Es el cronometraje del tiempo mediante la observación de las actividades. Es de naturaleza subjetiva debido a que los analistas pueden cometer en errores en la medición a pesar de la experiencia que cuentan.
2. Datos históricos: Se utilizan medidas inscritas con anterioridad que se basan en cifras históricas.
3. Aparatos de medida: Se anotan mediciones por medio del cronómetro mecánico y electrónico.
4. Tablas normalizadas: Miden tiempos de las actividades con el empleo de tablas construidas por el negocio a circunstancias habituales.

### **2.2.2. Productividad**

*“La productividad se mide a partir de los recursos utilizados para alcanzar resultados favorables, los resultados alcanzados se pueden medir en unidades producidas y los recursos empleados en número de trabajadores, horas máquina, etcétera” (Gutiérrez, 2010, p.21).*

*“La productividad es la relación entre productos logrados y los insumos que intervienen en la producción” (García, 2011, p.17).*

*“La productividad es una actividad económica, de la organización, cuyo objetivo es obtener más productos o servicios, para alcanzar la satisfacción de las necesidades de los consumidores” (Cuatrecasas, 2012, p.13).*

**Figura N° 03 - Recursos de un proceso de producción**



Fuente: Cuatrecasas (2012)

Teniendo en cuenta las concepciones anteriores de diversos escritores se puede concluir que la productividad significa medir el resultado del empleo de los medios a fin de alcanzar las metas propuestas.

### **Factores que inciden en la productividad**

Materia prima, maquinaria y tecnología

Estos elementos juegan un rol estratégico para aumentar la productividad. Con el fin de lograr buenos resultados se requiere especialmente:

- Mantenimiento adecuado de máquinas a fin de que operen en modo óptimo y fiable, de tal forma que se eviten averías que puedan generar retrasos en la producción que afecten la productividad de los procesos siguientes.
- Mejorar la capacidad productiva tomando medidas preventivas para evitar la aparición de cuellos de botella.
- Optimizar los métodos de producción, almacenamiento y modos de traslado.
- Inspeccionar la calidad de la materia prima y producto terminado.

Materiales - Energía

Con el fin de alcanzar resultados beneficiosos se requiere:

- Adecuada selección de materiales tomando en cuenta la calidad y cantidad.
- Uso óptimo de la energía, poniendo en práctica técnicas de ahorro.

- Aplicar métodos con el fin de reciclar sub-productos y desperdicios.
- Tratamiento y control oportuno de desechos y mermas.

#### Mano de Obra

Es el factor máspreciado de la compañía. Los principales lineamientos de gestión de personal para mejorar la productividad en las organizaciones, son:

- Distinguir y apoyar la faena de los trabajadores.
- Incorporar colaboradores calificados con preparación actualizada.
- Salvaguardar la protección e higiene del personal a fin de que trabajen en ambientes adecuados y seguros.
- Favorecer el clima laboral centrado en el respeto y buen trato al personal.

#### **2.2.2.1. Eficiencia**

*“La eficiencia es la relación existente entre los resultados logrados y los recursos. Se aplica optimizando recursos y reduciendo tiempos no usados por paros de equipo, demoras, etcétera” (Gutiérrez y Vara, 2009, p.7).*

Es el uso racional de los recursos pertenecientes al proceso de producción, a fin de que el resultado propuesto sea favorable para la compañía.

#### **2.2.2.2. Eficacia**

*“La eficacia es el grado que se alcanzan los objetivos previstos, a través de acciones específicas” (Echevarría y Mendoza, 2005, p.235).*

Es la destreza de obtener los resultados propuestos por medio del empleo de actuaciones concretas bajo pautas específicas.

## **2.3. Definición de términos**

### **2.3.1. Producción**

La producción es una combinación de actividades desarrolladas dentro de la organización que emplea medios humanos, materiales, maquinarias, económicos y otros recursos a fin de fabricar productos con valor agregado.

### **2.3.2. Rediseño**

El rediseño de procesos analiza íntegramente la marcha del proceso a fin de volver a diseñarlo por medio de una transformación drástica; es primordial establecer claramente las modificaciones que se realizan a fin de mejorar el uso de los medios humanos, materiales y financieros, empleando las técnicas adecuadas para que el profesional en Ingeniería Industrial las aproveche ventajosamente en la evaluación de sus resultados (Muther, 1997).

### **2.3.3. Proceso**

Es un conjunto de pasos que se realizan bajo cierta secuenciación en una línea de producción a fin de elaborar bienes o servicios, donde el primer paso es la compra de insumos, luego el empleo del equipo que interviene en el proceso, seguidamente las fases del proceso de transformación y, por último, la obtención del producto con valor agregado (Tovar, 2007).

### **2.3.4. Productividad**

La productividad muestra el nivel de aprovechamiento de los medios empleados en el proceso productivo a fin de hacer productos terminados con valor añadido. También es, cuando se produce lo mismo usando menos recursos o cuando se produce más utilizando el mismo recurso, obteniendo un mejor beneficio para la organización (Schroeder, 2008).

### **2.3.5. Eficiencia**

La eficiencia hace uso del menor esfuerzo posible para lograr los fines trazados al menor costo y empleo de recursos (Editorial FCA, 2013).

### **2.3.6. Eficacia**

El grado de ejecución de las actividades en una línea de fabricación de bienes o prestación de servicios para cumplir con las metas propuestas, es medido por la eficacia (Pérez, 2010).

## **2.4. Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis General**

La aplicación de la Reingeniería de procesos incrementa la productividad en una empresa metalmeccánica.

### **2.4.2. Hipótesis Específicas**

- a) La implementación de la Reingeniería de procesos influye significativamente en el incremento de la eficiencia.
- b) La implementación de la Reingeniería de procesos repercute considerablemente en el incremento de la eficacia.

## **2.5. Variables**

### **2.5.1. Definición conceptual de la variable**

#### **Reingeniería de procesos**

*“Es una comprensión fundamental de los procesos para conseguir un rediseño profundo a través de un cambio radical en la estructura de la empresa, a fin de alcanzar mejoras espectaculares en medidas críticas de rendimiento que interactúan entre sí”* (Champy & Hammer, 1994, p.34).

#### **Productividad**

*“La productividad se mide a partir de los recursos utilizados para alcanzar resultados favorables, los resultados alcanzados se pueden medir en unidades producidas y los recursos empleados en número de trabajadores, horas máquina, etcétera”* (Gutiérrez, 2010, p.21).

## **2.5.2. Definición operacional de la variable**

### **Reingeniería de procesos**

La reingeniería de procesos en la empresa que consiga mejoras drásticas en dimensiones de valor añadido y haciendo uso óptimo de recursos como el tiempo, despilfarros, etc.

### **Productividad**

Se estima la productividad como resultado de la multiplicación de la eficiencia y la eficacia, por lo tanto, debe medirse el tiempo de las operaciones y el desempeño de los trabajadores mediante la ficha de observación.

### 2.5.3. Operacionalización de la variable

**Tabla N° 02 - Matriz de Operacionalización**

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Variable Independiente (X) REINGENIERÍA DE PROCESOS	“Es una comprensión fundamental de los procesos para conseguir un rediseño profundo a través de un cambio radical en la estructura de la empresa, a fin de alcanzar mejoras espectaculares en medidas críticas de rendimiento que interactúan entre sí” (Champy & Hammer, 1994, p.34).	La reingeniería de procesos en la empresa que consiga mejoras drásticas en dimensiones de valor añadido y haciendo uso óptimo de recursos como el tiempo, despilfarros, etc.	Estudio de métodos	<p>Índice de Actividades que Agregan Valor:</p> $IAAV = \frac{\text{Actividades AV}}{\text{Total de Actividades}} \times 100\%$ <p>IAAV = Índice de Actividades que Agregan Valor</p> <p>Actividades AV = Actividades que Agregan Valor del DAP</p> <p>Total de Actividades = Total de Actividades del DAP</p>	Razón
			Medición del trabajo	<p>Tiempo estándar:</p> $TE = TPO \times FV(1 + \text{Suplementos})$ <p>TE = Tiempo Estándar TPO = Tiempo Promedio Observado FV= Factor de Valoración</p>	Razón
Variable Dependiente (Y) PRODUCTIVIDAD	“La productividad se mide a partir de los recursos utilizados para alcanzar resultados favorables, los resultados alcanzados se pueden medir en unidades producidas y los recursos empleados en número de trabajadores, horas máquina, etcétera” (Gutiérrez, 2010, p.21).	Se estima la productividad como resultado de la multiplicación de la eficiencia y la eficacia, por lo tanto, debe medirse el tiempo de las operaciones y el desempeño de los trabajadores mediante la ficha de observación.	Eficiencia	<p>Eficiencia de la línea de producción</p> $\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo util}}{\text{Tiempo total}}$	Razón
			Eficacia	<p>Eficacia de la línea de producción</p> $\text{Eficacia} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Produccion programada}}$	Razón

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Método de Investigación**

En este estudio se usó el método científico aplicado, porque contiene una secuencia de actos que siguen un procedimiento a fin de lograr una investigación que sea aceptable y válida para la comunidad científica.

#### **3.2. Tipo de Investigación**

Las condiciones metodológicas del presente trabajo forman parte de una investigación aplicada, ya que estuvo orientada al entendimiento y resolución de los problemas que repercuten en la escasa productividad, o sea, cuyo propósito es evaluar de qué modo aumenta la productividad con la aplicación de herramientas de la reingeniería de procesos.

#### **3.3. Nivel de Investigación**

Esta investigación es de nivel explicativo, ya que se esclarecieron las causales y factores que influyen en la productividad, esto es, se expone cómo se incrementa la productividad por medio del rediseño de procesos de una compañía metalmeccánica.

#### **3.4. Diseño de Investigación**

El diseño es experimental de tipo cuasi-experimental, ya que se realizó el estudio con un muestreo predeterminado donde se practicó un pre test con un grupo experimental, seguidamente se le administró el tratamiento y, al final, se ejecutó un post test.

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

La población es de carácter finito y se compuso por la producción de bandejas portacables durante 6 meses en la compañía metalmecánica Falumsa.

#### **3.5.2. Muestra**

Se usó el muestreo no probabilístico, seleccionando 3 meses antes y 3 meses después de la puesta en funcionamiento del Rediseño de procesos.

#### **Criterios de selección**

Se plantearon algunos criterios de inclusión y exclusión de datos en el estudio:

- Criterios de inclusión: Abarca los días útiles de fabricación de bandejas portacables, programado de lunes a sábado.
- Criterios de exclusión: No comprende los días feriados y domingos, ya que son días en los que la empresa no produce nada.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.6.1. Técnica**

Se usó la observación de campo, por medio del cual se obtuvo información relevante de interés para el estudio sobre la realidad de la compañía.

#### **3.6.2. Instrumento de recolección de datos**

Se usaron registros de datos con el fin de identificar los problemas:

1. Registro de toma de tiempos
2. Registros del Diagrama de Actividades de Procesos
3. Fichas de Control de la producción.

El instrumento de recolección de datos fue el cronómetro, porque nos ayudó en la medición del tiempo de toda tarea que interactúa en el sistema productivo a fin de entender mejor cómo se desenvuelven los indicadores.

### **3.6.3. Validez del instrumento**

La validez del instrumento se logró por medio del Juicio de Expertos, contemplando a profesionales especializados en Ingeniería Industrial de la UPLA, quienes por su conocimiento y experticia en la materia emitieron sus opiniones y otorgaron validez al instrumento (Ver Anexo N° 03).

La confiabilidad se demostró en el trabajo de campo y ha sido aprobado por el Encargado de Producción.

### **3.7. Procesamiento de la información**

Para un mejor análisis y comprensión del presente trabajo, los datos recopilados se procesaron por medio del software Excel, SPSS y Project 2016, lo que permitió desarrollar tablas estadísticas, fórmulas, gráficos, etc.

### **3.8. Técnicas y análisis de datos**

#### **Análisis descriptivo**

Se emplearon las medidas de tendencia central y las de variabilidad, además se utilizaron medidas de asimetría y curtosis; de igual forma, para análisis cuantitativos se usaron histogramas, gráficos de barras y de frecuencia.

#### **Análisis inferencial**

Con el propósito de contrastar la hipótesis, se usaron las pruebas de comparación de medias, para lo cual se emplea la prueba “Shapiro Wilk” si la muestra es  $n \leq 50$  y “Kolmogorov Smirnov” si la muestra es  $n > 50$ . De acuerdo al resultado, se utilizó la prueba de T de Student si la variable es paramétrica, y la prueba Wilcoxon si la variable no es paramétrica.

Se usó el programa SPSS V.23 como soporte informático para realizar el análisis de datos.

## Aspectos éticos de la Investigación

El investigador se compromete al respeto por la veracidad de los resultados, por la propiedad intelectual, por la confiabilidad de los datos proporcionados por la compañía, por la identificación de las personas que colaboran en la investigación, por la presentación de textos veraces y auténticos, por la honestidad, entre otros.

### 3.9. Desarrollo de la propuesta

#### 3.9.1. Situación actual

En la descripción de la realidad problemática, se detectaron algunas deficiencias que causaron el problema principal de la empresa metalmecánica: la baja productividad en el área de producción. Esta problemática planteada se resuelve en el desarrollo de la presente propuesta.

Para tener un mejor entendimiento de las causas del problema, se utilizaron la herramienta “Lluvia de Ideas” y el Diagrama de Ishikawa, con la colaboración del personal operativo de la compañía.

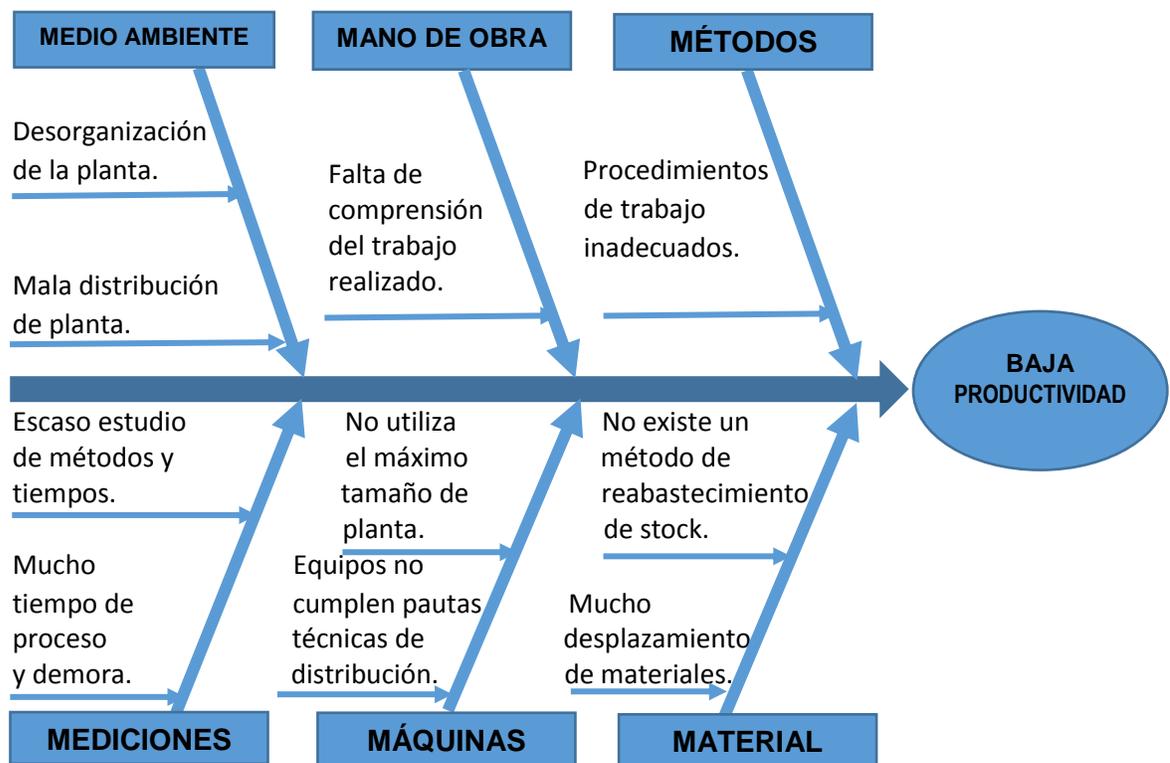
**Tabla N° 03 - Brainstorming de la empresa**

1	Falta de comprensión del trabajo realizado
2	Mucho tiempo de proceso y demora
3	No existe un método de reabastecimiento de stock
4	Mala distribución de planta
5	No utiliza el máximo tamaño de planta
6	Mucho desplazamiento de materiales
7	Procedimientos de trabajo inadecuados
8	Escaso estudio de métodos y tiempos
9	Desorganización de la planta
10	Equipos no cumplen pautas técnicas de distribución

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N° 04 se observa una distribución uniforme de las causas de la baja productividad entre los 6 componentes del Diagrama de Ishikawa (6M).

**Figura N° 04 - Diagrama de Ishikawa**



Fuente: Elaboración propia

Seguidamente, se elaboró una Matriz de Correlación para calcular el nivel de interacción que existe entre las posibles causas del problema, donde se obtuvo un valor en porcentaje para cada una.

**Tabla N° 04 - Matriz de Correlación**

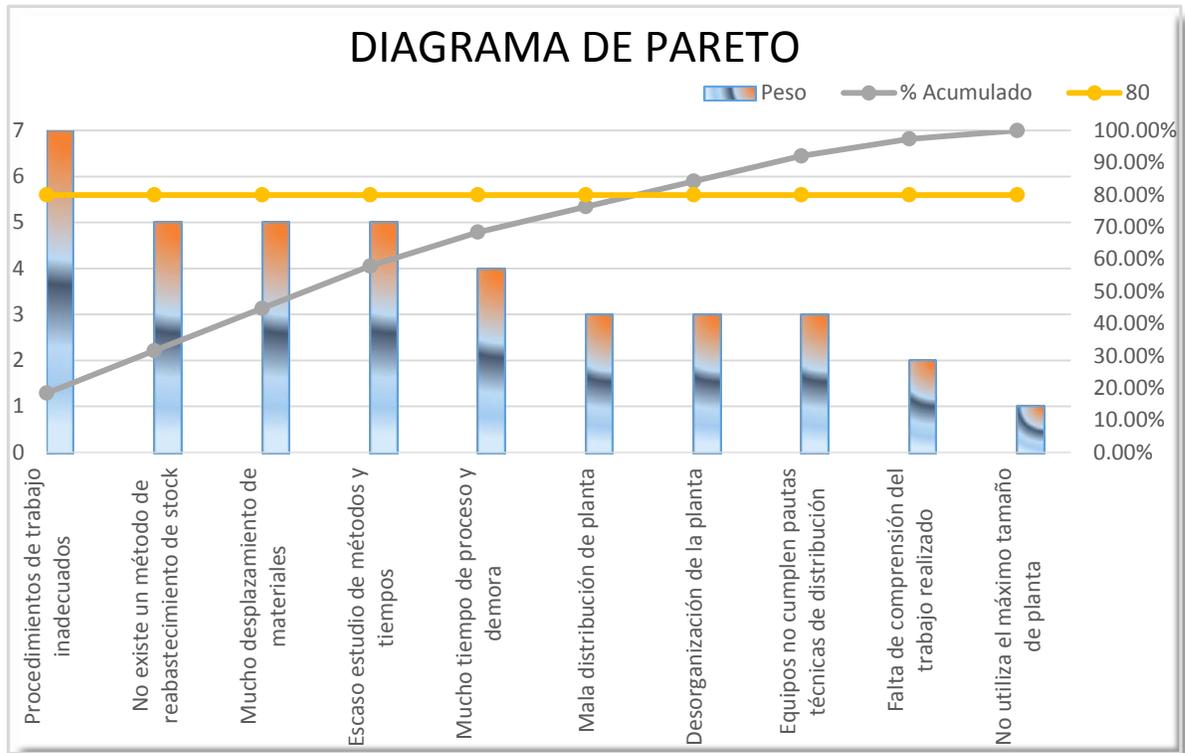
Problemas		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	Ptj.	%
<b>C1</b>	Falta de comprensión del trabajo realizado		1	0	0	0	0	1	0	0	0	2	5.26
<b>C2</b>	Mucho tiempo de proceso y demora	1		0	0	0	1	1	1	0	0	4	10.53
<b>C3</b>	No existe un método de reabastecimiento de stock	0	0		0	1	1	1	1	1	0	5	13.16
<b>C4</b>	Mala distribución de planta	0	0	0		0	0	1	0	1	1	3	7.90
<b>C5</b>	No utiliza el máximo tamaño de planta	0	0	1	0		0	0	0	0	0	1	2.63
<b>C6</b>	Mucho desplazamiento de materiales	0	1	1	0	0		1	1	0	1	5	13.16
<b>C7</b>	Procedimientos de trabajo inadecuados	1	1	1	1	0	1		1	0	1	7	18.42
<b>C8</b>	Escaso estudio de métodos y tiempos	0	1	1	0	0	1	1		1	0	5	13.16
<b>C9</b>	Desorganización de la planta	0	0	1	1	0	0	0	1		0	3	7.89
<b>C10</b>	Equipos no cumplen pautas técnicas de distribución	0	0	0	1	0	1	1	0	0		3	7.89
												38	100.00

Para tener una mejor precisión sobre las causas identificadas del problema, se realizó el Análisis de Pareto teniendo en cuenta los porcentajes de la Tabla N° 04.

**Tabla N° 05 - Análisis de Pareto**

Causas		Ptj.	Acum.	%	%Acum.	%
<b>C7</b>	Procedimientos de trabajo inadecuados	7	7	18.42	18.42	80%
<b>C3</b>	No existe un método de reabastecimiento de stock	5	12	13.16	31.58	
<b>C6</b>	Mucho desplazamiento de materiales	5	17	13.16	44.74	
<b>C8</b>	Escaso estudio de métodos y tiempos	5	22	13.16	57.90	
<b>C2</b>	Mucho tiempo de proceso y demora	4	26	10.53	68.43	
<b>C4</b>	Mala distribución de planta	3	29	7.90	76.33	
<b>C9</b>	Desorganización de la planta	3	32	7.89	84.22	20%
<b>C10</b>	Equipos no cumplen pautas técnicas de distribución	3	35	7.89	92.11	
<b>C1</b>	Falta de comprensión del trabajo realizado	2	37	5.26	97.37	
<b>C5</b>	No utiliza el máximo tamaño de planta	1	38	2.63	100.00	

**Figura N° 05 - Diagrama de Pareto**



Fuente: Elaboración propia

De la Figura N° 05, puede verse que el 80% de las causas que más afectan en la baja productividad de la compañía, está comprendido por: procedimientos de trabajo inadecuados (18.42%), no existe un método de reabastecimiento de stock (13.16%), mucho desplazamiento de materiales (13.16%), escaso estudio de métodos y tiempos (13.16%), mucho tiempo de proceso y demora (10.53%) y mala distribución de planta (7.90%).

Por último, se realizó la agrupación de las causas en cuatro áreas clave de la compañía metalmeccánica, con el propósito de efectuar un análisis para identificar las áreas de mayor incidencia mediante la Matriz de Prioridades.

**Tabla N° 06 - Matriz de Prioridades**

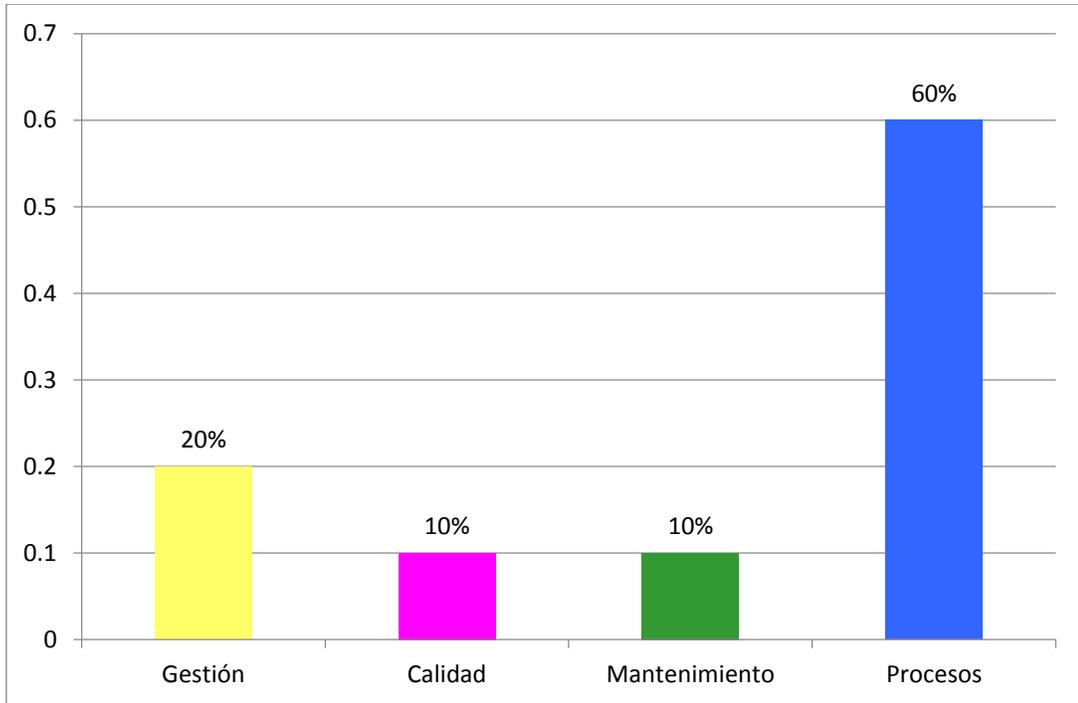
Problemas por área	Medio Ambiente	Mano de Obra	Método	Medición	Máquina	Material	Criticidad	Total	Porcentaje	Impacto	Calificación	Prioridad	Medidas a tomar
Gestión				1		1	Baja	2	20%	1	2	3	Gestión empresarial
Calidad		1					Media	1	10%	4	4	2	Diseño de puestos
Mantenimiento	1						Baja	1	10%	2	2	4	Gestión de mantenimiento
Procesos	1		1	1	2	1	Alta	6	60%	5	30	1	Reingeniería de procesos
Total	2	1	1	2	2	2		10	100%				

Criticidad	Impacto
Baja	1 al 2
Media	3 al 4
Alta	5

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N° 06, se demostró que el área de mayor alcance es Procesos (60%), debiendo priorizarse ya que obtuvo una alta criticidad e impacto de 5; para lo cual la mejor alternativa de solución es la Reingeniería de procesos enfocado en el Estudio de métodos y Medición del trabajo.

**Figura N° 06 - Incidencia de problemas por áreas**



En conclusión, el presente trabajo de investigación tiene como problema principal la baja productividad en el área de producción de la empresa metalmecánica en estudio y, por consiguiente, los problemas secundarios que se derivan implican la pérdida de eficiencia y eficacia en la línea de producción.

#### **3.9.1.1. Procedimientos de trabajo inadecuados**

No se ha efectuado un análisis exhaustivo y crítico de los métodos de trabajo existentes, por lo tanto no se cuentan con registros, formatos y procedimientos de trabajo adecuados, por consiguiente, no existe un conveniente control de cada actividad, ya que estos métodos ineficientes generan actividades que no agregan valor y tiempos improductivos, que se refleja en una baja productividad en la empresa.

En tal sentido, en primer lugar se efectuó el estudio de métodos con el propósito de aplicar métodos más sencillos y eficientes que minimicen el tiempo requerido para la ejecución de trabajos, posteriormente se realizó el estudio de tiempos a fin de fijar normas de rendimiento en los trabajadores.

#### **3.9.1.2. Mucho tiempo de proceso y demora**

Como se aprecia en la Tabla N° 07: Diagrama de Actividades del Proceso de Bandeja Portacable Perforada (Antes), existen diez (10) actividades que no agregan valor al proceso, de las cuales cinco (05) pertenecen al transporte de materiales que en conjunto vienen generando un tiempo improductivo de 674 segundos, y las restantes cinco (05) corresponden a las demoras durante el proceso de producción, cuyos tiempos de espera improductivos suman 1840 segundos.

Estos tiempos improductivos vienen ocasionando una baja productividad en la empresa, que se manifiesta en la deficiente capacidad productiva para cumplir con los pedidos de los clientes.

**Tabla N° 07 - Diagrama de Actividades del Proceso (Antes)**

Diagrama: 01			RESUMEN					
Producto: Bandeja Portacable Perforada			Actividad	Actual	Propues to	Econo mía		
Actividad: Fabricación de Bandeja Portacable			Operación ○	14				
			Transporte ⇨	5				
			Demora D	5				
			Inspección □	6				
			Almacenaje ▽	1				
Método: Actual			Recorrido (m)	421				
Lugar: Planta Procesadora			Tiempo (seg)	3028				
Operario:			Costo Personal					
Elaborado por: Fecha: 02/09/2019			Materiales					
Aprobado por: Fecha:			Totales					
Actividades	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Actividad					Observación
			○	□	D	⇨	▽	
Retiro de planchas galvanizadas de almacén		16	1					
Traslado de planchas galvanizadas al área de corte	126	114				1		
Abastecimiento de material a la máquina de corte		15	2					
Verificación de material y trazado de plancha		25		1				
Programación de cortadora según orden de fabricación		28	3					
Cortado de piezas de plancha a la medida		18	4					
Revisión del corte conforme a medidas		14		2				
Apilado de planchas cortadas		11	5					
Trasporte de planchas cortadas a la punzonadora	14	158				2		
Colocación de partes sobre banco de trabajo		23	6					
Medida del tamaño de piezas		17		3				

Programado de punzonadora según orden de fabricación		34	7					
Perforado de piezas		82	8					
Revisión del perforado de piezas		10		4				
Traslado de piezas perforadas al área estampado	110	130				3		
Material en espera de ser procesado		930			1			
Habilitación de estampadora		11	9					
Estampación de logo de empresa en las piezas		32	10					
Traslado de planchas estampadas al área plegado	56	72				4		
Material en espera de ser procesado		440			2			
Colocación de piezas sobre banco de trabajo		7	11					
Programado de plegadora según orden de fabricación		83	12					
Búsqueda de herramientas de medición		352			3			
Demora por falta de capacitación		100			4			
Programación nuevamente de máquina de plegado		18			5			
Plegado de pieza		56	13					
Verificación del plegado de la pieza		26		5				
Colocación de bandeja portacable en base de carrito		6	14					
Control de calidad del producto terminado				6				
Traslado de bandeja portacable al área almacén	115	200				5		
Almacenamiento de bandeja portacable							1	

Fuente: Elaboración propia

### 3.9.1.3. Escaso estudio de métodos y tiempos

Se observa que no se ha aplicado ninguna técnica de análisis de métodos y tiempos, solo se mantuvieron registros de tiempo estimados en función de la experiencia previa.

Antes de efectuar un estudio de tiempos, primero se realizó un análisis del trabajo a fin de eliminar tareas que no agregaban valor y por ende tiempos improductivos, de esta manera se calculó el tiempo estándar mediante el cronometraje de la situación post mejora.

Con los datos recolectados de la empresa, se estableció que el tiempo del proceso de fabricación de Bandejas Portacables es de 514 seg, equivalente a 8.57 min.

**Tabla N° 08** - Tiempo del proceso de fabricación de Bandejas Portacables (Antes)

Descripción de Actividad	Tiempo (seg)	
	○	□
Retiro de planchas galvanizadas de almacén	16	
Abastecimiento de material a la máquina de corte	15	
Verificación de material y trazado de plancha		25
Programación de cortadora según orden de fabricación	28	
Cortado de piezas de plancha a la medida	18	
Revisión del corte conforme a medidas		14
Apilado de planchas cortadas	11	
Colocación de partes sobre banco de trabajo	23	
Medida del tamaño de piezas		17
Programado de punzonadora según orden de fabricación	34	
Perforado de piezas	82	
Revisión del perforado de piezas		10
Habilitación de estampadora	11	
Estampación de logo de empresa en las piezas	32	
Colocación de piezas sobre banco de trabajo	7	
Programado de plegadora según orden de fabricación	83	
Plegado de pieza	56	
Verificación del plegado de la pieza		26
Colocación de bandeja portacable en base de carrito	6	
Control de calidad del producto terminado		
Sub-total	422	92
Total	514	

Asimismo, considerando que el tiempo de fabricación de una bandeja portacable es de 8.57 min, para una producción planeada de 150 bandejas al día se estimó el tiempo útil en 1285 min/día, estas cifras se cotejaron con los datos recopilados (tiempo total ejecutado y producción real) para calcular la eficiencia y eficacia y, por ende, la productividad antes de la mejora en la empresa metalmecánica en estudio, como puede verse en el planteamiento del problema (Tabla N° 01).

#### 3.9.1.4. Mucho desplazamiento de materiales

Como se observa en el Anexo N° 08: Diagrama de Recorrido o Circulación en la Planta (Antes), se han identificado cinco (05) actividades de transporte que no agregan valor al proceso productivo, lo que en suma asciende a 421 metros las distancias que recorre el material en forma innecesaria, en su mayoría.

**Tabla N° 09 - Tiempos y distancias de Transporte (Antes)**

	Procesos	Tiempo (seg)	Distancia (m)
1	Desde Almacén hasta Corte	114	126
2	Desde Corte hasta Perforado	158	14
3	Desde Perforado hasta Estampado	130	110
4	Desde Estampado hasta Plegado	72	56
5	Desde Plegado hasta Almacén	200	115
Total		674	421

Fuente: Elaboración propia

#### 3.9.1.5. No existe un método de reabastecimiento de stock

En la actualidad, la compañía metalmecánica en estudio no utiliza ningún método de reabastecimiento de stock a fin de estimar la cuantía y el momento en que se deben adquirir los materiales para el proceso de producción, lo que no contribuye a un mejor control de inventarios que garantice que no se detenga la producción por falta de stocks y, por ende, la entrega oportuna de los productos al cliente.

### **3.9.2. Propuesta de mejora**

Esta propuesta debe establecer los cambios que requiere la empresa a fin de eliminar las deficiencias que influyen desfavorablemente en la productividad, por eso es importante seleccionar la herramienta más adecuada que consiga tal fin, se recolectó datos de diversas técnicas con el objeto de seleccionar la herramienta más idónea.

#### Ciclo PHVA

“Esta metodología describe los cuatro pasos esenciales que se deben llevar a cabo de forma sistemática para lograr la mejora continua, entendiendo como tal el mejoramiento continuado de la calidad (disminución de fallos, aumento de la eficacia y eficiencia, solución de problemas, previsión y eliminación de riesgos potenciales...). El círculo de Deming lo componen 4 etapas cíclicas: Planificar, Hacer, Verificar y Actuar (una vez acabada la etapa final se debe volver a la primera y repetir el ciclo de nuevo) de forma que las actividades son reevaluadas periódicamente para incorporar nuevas mejoras”. (Edwards Deming, 1986).

#### Kaizen

“Kaizen significa: mejoramiento continuo, pero mejoramiento todos los días, a cada momento, realizado por todos los empleados de la organización, en cualquier lugar de la empresa. Y que va de pequeñas mejoras incrementales a innovaciones drásticas y radicales”. Masaaki Imai (2006; 2007).

#### 5 S's

“Es una metodología que, con la participación del personal de una empresa, permite la organización en las áreas de trabajo cuyo propósito es tenerlos funcionales, agradables, seguros, con orden y limpieza. El objetivo principal de esta metodología, cuyo origen es en Japón, es que para que exista calidad se requiere primero, el orden, la limpieza y la disciplina” (Gutierrez, 2014, p.110).

## Elección de la mejor alternativa de solución

Luego de realizar una comparación de las herramientas descritas, se seleccionó como la mejor alternativa de solución a la Reingeniería de procesos, ya que su implementación es más rápida efectuando cambios radicales para obtener soluciones óptimas, rediseñando los procesos deficientes para lograr una mejora asombrosa, que repercute en la productividad favorablemente.

Por ello, una vez identificado las principales causas que generaban un impacto desfavorable en la productividad, se presentaron algunas propuestas de mejora a fin de solucionar estos problemas:

- Redistribución de planta para eliminar los transportes innecesarios de material y, por lo tanto, reducir las distancias y tiempos excedentes.
- Programación de la máquina Punzonadora - TruPunch para aplicar la herramienta del estampado en el logo de la empresa.
- Reordenamiento de ambientes para eliminar la falta de orden y limpieza en las áreas productivas.
- Aplicación del MRP para acortar tiempos de estas operaciones en el área de planeamiento y control de la producción.

Cabe precisar, que la etapa de pre prueba comprendió los meses de julio, agosto y setiembre del 2019 realizando la evaluación de los procesos vigentes con el objeto de rediseñarlos. En cambio, la etapa de post prueba abarcó los meses de octubre, noviembre y diciembre del 2019 donde se implementó el nuevo proceso efectuando el seguimiento y control y, por tanto, la supervisión y monitoreo respectivos, de igual modo se evaluaron los resultados y beneficios económicos de la implantación.

Para llevar a cabo el proyecto de Rediseño de procesos en la empresa en estudio, se requiere un presupuesto de S/. 25,000.00; incluyendo el costo de análisis de procesos y propuesta de mejora, la programación de máquina Punzonadora-TruPunch, entre otros.

**Tabla N° 10 - Presupuesto de Inversión**

Ítem	Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1	Análisis de procesos y propuesta de mejora	1	8,500.00	8,500.00
2	Recopilación y procesamiento de información	2	1,200.00	2,400.00
3	Reprogramación de máquina Punzonadora-TruPunch	1	2,800.00	2,800.00
4	Programación de Sistema Renovación de Stocks-MRP	1	1,800.00	1,800.00
5	Redistribución de planta	1	2,400.00	2,400.00
6	Estudio de tiempos	1	1,200.00	1,200.00
7	Capacitación al personal	2	600.00	1,200.00
8	Seguimiento y control del proceso	1	2,000.00	2,000.00
9	Otros costos	1	2,700.00	2,700.00
			<b>S/.</b>	<b>25,000.00</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.9.3. Implementación de la propuesta

#### 3.9.3.1. Mejora de métodos de trabajo

Actualmente, esta máquina Punzonadora - TruPunch se está empleando únicamente para el proceso de perforado de las piezas de la plancha que fueron cortadas previamente en el proceso anterior; en tal sentido, los trabajadores no tenían conocimiento de que esta máquina se puede automatizar ampliamente programando diversas formas de actividades: punzón de cortado, punzón de estampación en varios diseños a procesarse.

De esta manera, al contar la máquina Punzonadora - TruPunch con un gran potencial para aplicarse en diversas herramientas como el estampado, se encargó al área de matricería para que diseñe y fabrique una matriz de estampado,

seguidamente se efectuó la programación del estampado en dicha máquina realizando las pruebas necesarias hasta perfeccionar (ver Anexo N° 14: Programación de máquina Punzonadora). En consecuencia, ya no tiene razón de ser utilizar la Prensa 5 (máquina de estampado) porque esta función fue reemplazada por la nueva herramienta de estampado creada en la máquina Punzonadora - TruPunch.

Por lo tanto, como se puede observar en el Anexo N° 09: Diagrama de Recorrido o Circulación en la Planta (Después), se eliminaron las siguientes actividades a fin de reducir el recorrido innecesario de material y el tiempo improductivo:

- Se suprimió el transporte N° 3 (de 110 metros) desde la máquina Punzonadora-TruPunch hasta la Prensa 5-máquina de estampado.
- Se eliminó el transporte N° 4 (de 56 metros) desde la Prensa 5-máquina de estampado hasta la máquina plegadora.

Por último, se efectuaron otras mejoras en el área de corte y plegado que contribuyeron a la disminución del tiempo improductivo, como la organización del espacio de trabajo, orden y limpieza en el área de trabajo, capacitaciones al personal sobre labores que realizan, señalización de ambientes, reubicación de materiales, entre otros.

### **3.9.3.2. Medición del trabajo**

Una vez culminado el análisis de métodos, es necesario complementarlo con la medición del trabajo a fin de fijar las normas de rendimiento y los tiempos estándar de los trabajadores, para lo cual se eligió la técnica del estudio de tiempos mediante cronometraje ya que posibilita comprender mejor el entorno del proceso de producción.

De esta forma, en la fase post mejora se efectuó el estudio de tiempos mediante cronometraje en el proceso productivo, lo que nos permitió calcular el tiempo estándar previa eliminación del tiempo no productivo.

En la Tabla N° 11, se estimó el tiempo estándar para la fabricación del producto durante la fase post mejora, que asciende a 471 seg equivalente a 7.85 min, considerando el factor de valoración del ritmo y el porcentaje de suplementos (15%).

**Tabla N° 11 - Determinación del Tiempo estándar post mejora**

Elemento	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TO	VR	TN	S	TE
Retiro de planchas galvanizadas de almacén	10	10	9	9	11	9	11	10	10	9	9.80	1.25	12.25	115%	14
Abastecimiento de material al área de corte	10	11	10	10	11	10	11	11	10	10	10.40	1.25	13.00	115%	15
Verificación de material y trazado de plancha	17	16	17	17	16	17	17	17	16	17	16.70	1.25	20.88	115%	24
Programación de máquina de corte	19	20	20	19	20	19	20	19	20	19	19.50	1.25	24.38	115%	28
Corte de piezas de plancha a la medida	13	12	13	12	12	13	12	13	12	13	12.50	1.25	15.63	115%	18
Verificación del corte a la medida	10	10	9	10	9	10	10	9	10	10	9.70	1.25	12.13	115%	14
Colocación de piezas en mesa de trabajo	16	15	16	16	16	17	16	16	16	16	16.00	1.25	20.00	115%	23
Medición de magnitud de la pieza	12	12	12	11	12	12	11	12	12	12	11.80	1.25	14.75	115%	17
Programación de máquina de punzonado	32	33	32	33	33	32	33	33	33	33	32.70	1.25	40.88	115%	47
Perforación de la pieza	64	64	63	64	64	64	65	64	64	64	64.00	1.25	80.00	115%	92
Verificación de la perforación de la pieza	11	11	12	11	11	12	11	11	11	11	11.20	1.25	14.00	115%	16
Colocación de piezas en mesa de trabajo	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4.80	1.25	6.00	115%	7
Programación de máquina de plegado	50	50	50	50	51	50	50	50	50	50	50.10	1.25	62.63	115%	72
Plegado de pieza	36	36	36	36	37	36	37	36	36	36	36.20	1.25	45.25	115%	52
Verificación del plegado de la pieza	18	18	18	18	19	18	18	18	18	18	18.10	1.25	22.63	115%	26
Colocación de bandeja en base de carrito	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4.20	1.25	5.25	115%	6
<b>TIEMPO ESTANDAR TOTAL (seg)</b>															<b>471</b>

TO = Tiempo Observado  
 VR = Valoración de Ritmo  
 TN = Tiempo Normal  
 S = Suplementos  
 TE = Tiempo Estándar

Fuente: Elaboración propia.

**Suplementos constantes:**

Necesidades personales: 5%  
 Básico por fatiga: 2.5%

**Suplementos variables:**

Trabajar de pie: 1%  
 Suplemento por posición incómoda: 1.5%  
 Atención requerida: 2%  
 Monotonía física: 3%

### **3.9.3.3. DAP con valor agregado**

De la Tabla N° 12, puede notarse que se ha eliminado 8 actividades que no añaden valor (3 operaciones, 1 transporte y 4 esperas); asimismo, el tiempo total del proceso productivo se ha disminuido en 1775 segundos respecto a la situación anterior (de 3028 a 1253 segundos) y, finalmente, se lograron reducir las distancias recorridas en 110 metros, de 421 a 311 metros.

Asimismo, se efectuó una comparación de las Actividades que Añaden Valor que se obtuvieron de las Tablas N° 07 y N° 12. Así pues, se observa que el Indicador Actividades que Añaden Valor asciende a 64.52% en la pre mejora, el cual se incrementó en la post mejora a 73.91% (Tabla N° 13). Este indicador favorable ha sido un factor significativo para el aumento de los índices de productividad de la empresa metalmecánica en estudio.

**Tabla N° 12 - Diagrama de Actividades del Proceso (Después)**

Diagrama N°: 02			RESUMEN					
Producto:			Actividad	Actual	Propue sto	Econo mía		
Bandeja Portacable Perforada			Operación ○	14	11	3		
			Transporte ⇨	5	4	1		
Actividad:			Demora D	5	1	4		
Fabricación de Bandeja Portacable			Inspección □	6	6	0		
			Almacenaje ▽	1	1	0		
Método:Propuesto			Recorrido (m)	421	311	110		
Lugar: Planta Procesadora			Tiempo (seg)	3028	1253	1775		
Operario:			Costo					
			Personal					
Elaborado por: Fecha: 06/11/2019			Materiales					
Aprobado por: Fecha:			Totales					
Actividades	Distanc ia (m)	Tiempo (seg)	Actividad					Observación
			○	□	D	⇨	▽	
Retiro de planchas galvanizadas de almacén		14	1					
Traslado de planchas galvanizadas al área de corte	126	114				1		
Abastecimiento de material a la máquina de corte		15	2					
Verificación de material y trazado de plancha		24		1				
Programación de cortadora según orden de fabricación		28	3					
Cortado de piezas de plancha a la medida		18	4					
Revisión del corte conforme a medidas		14		2				
Trasporte de planchas cortadas a la punzonadora	14	158				2		
Colocación de partes sobre banco de trabajo		23	5					
Medida del tamaño de piezas		17		3				
Programado de punzonadora según orden de fabricación		47	6					
Perforado de piezas		92	7					
Revisión del perforado de piezas		16		4				

Traslado de piezas perforadas al área plegado	56	40				3		
Material en espera de ser procesado		270			1			
Colocación de piezas sobre banco de trabajo		7	8					
Programado de plegadora según orden de fabricación		72	9					
Plegado de pieza		52	10					
Verificación del plegado de la pieza		26		5				
Colocación de bandeja portacable en base de carrito		6	11					
Control de calidad del producto terminado				6				
Traslado de bandeja portacable al área almacén	115	200				4		
Almacenamiento de bandeja portacable							1	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 13 - Comparación de Indicadores (IAAV)**

DESCRIPCIÓN	ANTES		DESPUÉS	
	SI	NO	SI	NO
Operación 	14		11	
Transporte 		5		4
Espera 		5		1
Inspección 	6		6	
Almacenamiento 		1		1
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>11</b>	<b>17</b>	<b>6</b>
Indicador Actividades que Añaden Valor (IAAV)	64.52%		73.91%	

### 3.9.3.4. Productividad después de mejora (Octubre a Diciembre)

Considerando el tiempo estándar de 7.85 min para la fabricación de una bandeja portacable y la producción planeada de 150 bandejas al día, se calculó el tiempo útil de 1178 min/día, estos resultados se compararon con los datos recolectados (tiempo total ejecutado y producción real) para determinar la eficiencia y eficacia y, por ende, la productividad post mejora de la empresa en estudio (Tabla N° 14).

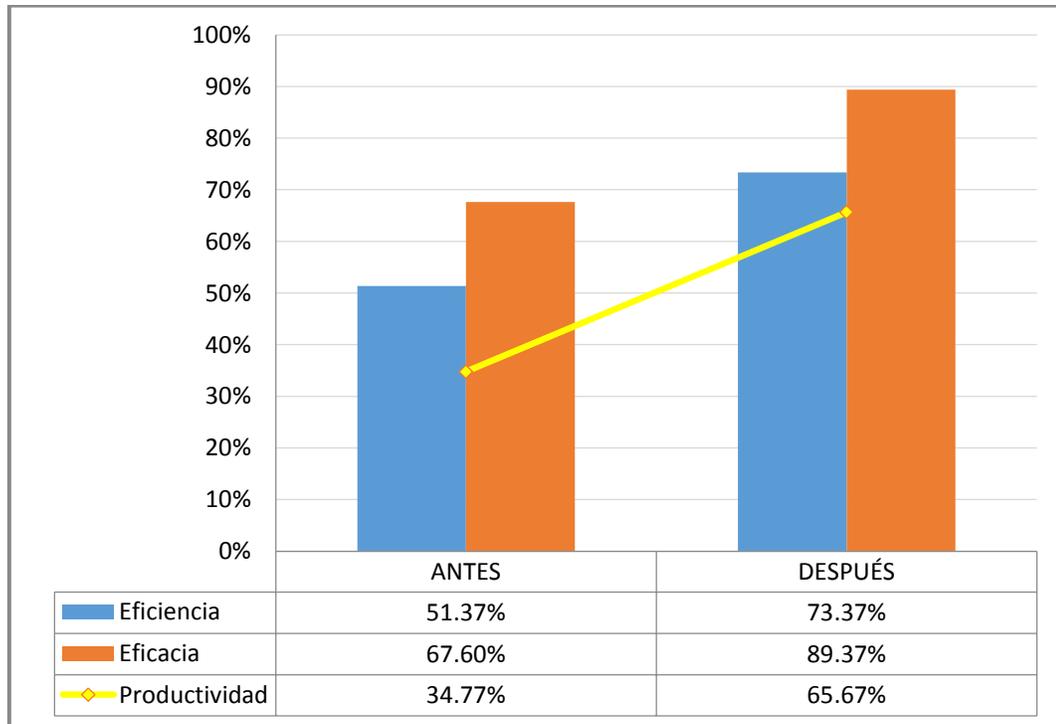
**Tabla N° 14 - Productividad Fabricación de Bandejas Portacables (Después)**

Día	Tiempo Útil (min)	Tiempo Total (min)	Producción Real (und)	Producción Planeada (und)	Eficiencia	Eficacia	Productividad
1	1178	1699	125	150	0.69	0.83	0.57
2	1178	1658	125	150	0.71	0.83	0.59
3	1178	1663	140	150	0.71	0.93	0.66
4	1178	1556	140	150	0.76	0.93	0.71
5	1178	1523	135	150	0.77	0.90	0.69
6	1178	1635	125	150	0.72	0.83	0.60
7	1178	1663	135	150	0.71	0.90	0.64
8	1178	1639	135	150	0.72	0.90	0.65
9	1178	1482	140	150	0.79	0.93	0.73
10	1178	1581	140	150	0.75	0.93	0.70
11	1178	1693	130	150	0.70	0.87	0.61
12	1178	1550	140	150	0.76	0.93	0.71
13	1178	1595	125	150	0.74	0.83	0.61
14	1178	1645	140	150	0.72	0.93	0.67
15	1178	1564	140	150	0.75	0.93	0.70
16	1178	1709	130	150	0.69	0.87	0.60
17	1178	1696	130	150	0.69	0.87	0.60
18	1178	1594	130	150	0.74	0.87	0.64
19	1178	1682	125	150	0.70	0.83	0.58
20	1178	1576	135	150	0.75	0.90	0.68
21	1178	1570	125	150	0.75	0.83	0.62
22	1178	1535	140	150	0.77	0.93	0.72
23	1178	1524	140	150	0.77	0.93	0.72
24	1178	1529	125	150	0.77	0.83	0.64
25	1178	1652	140	150	0.71	0.93	0.66
26	1178	1597	140	150	0.74	0.93	0.69
27	1178	1571	140	150	0.75	0.93	0.70
28	1178	1589	135	150	0.74	0.90	0.67
29	1178	1677	140	150	0.70	0.93	0.65
30	1178	1585	140	150	0.74	0.93	0.69
Total	35340	48232	4030	4500	<b>0.7337</b>	<b>0.8937</b>	<b>0.6567</b>

Fuente: Elaboración propia

De la Figura N° 07, puede notarse un aumento de la eficiencia y eficacia en la pre y post mejora, por lo tanto, también se elevó la productividad ya que depende del resultado de ambas.

**Figura N° 07 - Comparación de Productividad pre y post test**



### 3.9.3.5. Sistema MRP implementado

En el departamento de Planeamiento y Control de Producción (PCP) se propuso la implementación de un sistema MRP que reducirá el tiempo de operación de 2 días a 1 hora, con el propósito de estimar la cantidad y el momento en que deben comprarse los insumos para el proceso de producción a fin de entregar en tiempo oportuno al cliente.

Para el diseño y construcción del sistema MRP, se requieren ingresar los siguientes campos:

- La demanda que representa la cantidad de bandejas portacables a producir según el pedido del cliente.
- El plazo de entrega de los proveedores de insumos (planchas, pintura, etc.)
- El inventario de existencias de almacén
- El stock de seguridad (reserva)
- El árbol de materiales que representa la cantidad de insumos requerido por unidad producida.

La aplicación MS Excel se utilizó para construir el sistema MRP, para lo cual se diseñó la siguiente interface:

**Figura N° 08 - Interface de toma de datos**

LISTA DE MATERIALES				
 TOMA DE DATOS		 BORRAR DATOS		 AYUDA
<b>NIVEL 0</b>				
CODIGO	<b>BANDEJA PORTACABLE</b>			
DISPONIBILIDAD	2000			
STOCK SEGURIDAD	500			
LEAD TIME	1			
SEMANAS	8			
<b>NIVEL 1</b>				
CODIGO	<b>PLANCHA DE ACERO</b>	<b>PINTURA</b>	<b>EMPAQUE</b>	
CANTIDAD	5	1	150	
DISPONIBILIDAD	100	20	1800	
STOCK SEGURIDAD	25	5	600	
LEAD TIME	2	1		

**Figura N° 09 - Interface para explosionar los requerimientos**

EXPLOSION - PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIALES										
 <b>NECESIDADES BRUTAS</b>			 <b>EXPLOSION</b>				 <b>BORRAR DATOS</b>			
NIVEL 0										
Código	SEMANAS									
<b>BANDEJA PORTACABLE</b>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
Demanda										
Disponibilidad										
Stock Seguridad										
Requerimientos netos										
Emission Orden de Compra										

Fuente: Elaboración propia

### 3.9.4. Evaluación del proyecto

Por efecto de la reingeniería de procesos, se planea una producción de 985 bandejas portacables adicionales por mes.

En primer término, se estimó el costo del material que originó la producción extra, a razón de 2 productos por plancha (ver Anexo N° 10), seguidamente se calcularon los gastos anuales de mantenimiento y los demás costos de inversión de la implementación del Rediseño de procesos que suma S/. 25,000.00 (ver Tabla N° 10).

En segundo lugar, se estimaron los ingresos de ventas por año teniendo en cuenta un precio de S/.138 por bandeja portacables para el primer año (ver Tabla N° 15).

El coste de oportunidad (COK) esta dado por la tasa pasiva del Banco de Comercio por depósitos a plazos en soles (181 a 360 días), ascendiente a 4.54% (Fuente: SBS, 02 de setiembre del 2019).



## CAPITULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Análisis Descriptivo

A continuación, se presenta los resultados de la Eficiencia medidos 30 días antes como después de la mejora.

**Tabla N° 16 - Estimación de Eficiencia**

EFICIENCIA		
Nro.	PRE	POST
1	0.54	0.69
2	0.49	0.71
3	0.54	0.71
4	0.45	0.76
5	0.55	0.77
6	0.53	0.72
7	0.56	0.71
8	0.52	0.72
9	0.46	0.79
10	0.49	0.75
11	0.50	0.70
12	0.50	0.76
13	0.46	0.74
14	0.50	0.72
15	0.52	0.75
16	0.55	0.69
17	0.54	0.69
18	0.54	0.74
19	0.56	0.70
20	0.48	0.75
21	0.46	0.75
22	0.53	0.77
23	0.49	0.77
24	0.51	0.77
25	0.45	0.71
26	0.53	0.74
27	0.50	0.75
28	0.55	0.74
29	0.56	0.70
30	0.55	0.74
Mínimo	0.45	0.69
Máximo	0.56	0.79
Promedio	0.5137	0.7337

A continuación, se muestra los resultados de la Eficacia obtenidos 30 días antes y después de la mejora.

**Tabla N° 17 - Estimación de Eficacia**

<b>EFICACIA</b>		
<b>Nro.</b>	<b>PRE</b>	<b>POST</b>
1	0.63	0.83
2	0.72	0.83
3	0.69	0.93
4	0.72	0.93
5	0.61	0.90
6	0.69	0.83
7	0.71	0.90
8	0.69	0.90
9	0.71	0.93
10	0.71	0.93
11	0.67	0.87
12	0.71	0.93
13	0.68	0.83
14	0.70	0.93
15	0.59	0.93
16	0.70	0.87
17	0.65	0.87
18	0.69	0.87
19	0.62	0.83
20	0.71	0.90
21	0.70	0.83
22	0.66	0.93
23	0.71	0.93
24	0.64	0.83
25	0.68	0.93
26	0.65	0.93
27	0.69	0.93
28	0.69	0.90
29	0.59	0.93
30	0.67	0.93
Mínimo	0.59	0.83
Máximo	0.72	0.93
Promedio	0.6760	0.8937

Para finalizar, se presenta el resultado de la Productividad, fruto de la multiplicación de sus dimensiones, que fueron obtenidos 30 días antes y después de la mejora.

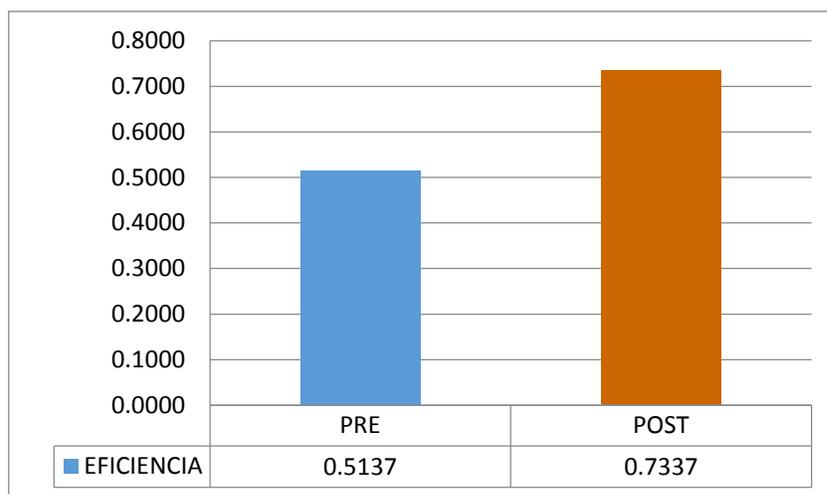
**Tabla N° 18 - Estimación de Productividad**

<b>PRODUCTIVIDAD</b>		
<b>Nro.</b>	<b>PRE</b>	<b>POST</b>
1	0.34	0.57
2	0.35	0.59
3	0.37	0.66
4	0.32	0.71
5	0.34	0.69
6	0.37	0.60
7	0.40	0.64
8	0.36	0.65
9	0.33	0.73
10	0.35	0.70
11	0.34	0.61
12	0.36	0.71
13	0.31	0.61
14	0.35	0.67
15	0.31	0.70
16	0.39	0.60
17	0.35	0.60
18	0.37	0.64
19	0.35	0.58
20	0.34	0.68
21	0.32	0.62
22	0.35	0.72
23	0.35	0.72
24	0.33	0.64
25	0.31	0.66
26	0.34	0.69
27	0.35	0.70
28	0.38	0.67
29	0.33	0.65
30	0.37	0.69
Mínimo	0.31	0.57
Máximo	0.40	0.73
Promedio	0.3477	0.6567

Además, se compararon las medias de la Eficiencia, Eficacia y Productividad para evaluar la tendencia durante la pre y post mejora de procesos.

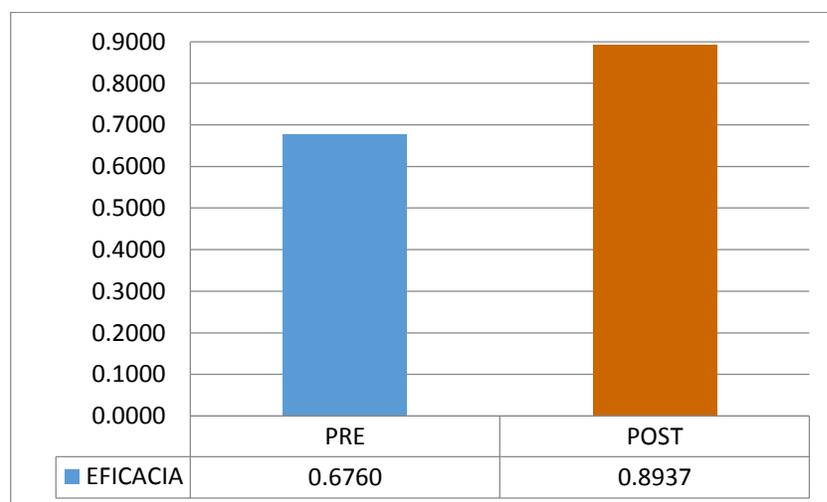
En la Figura N° 10, se observa que la Eficiencia se incrementó de 51.37% a 73.37%, es decir, aumentó en un 42.83%.

**Figura N° 10 - Eficiencia pre y post mejora**



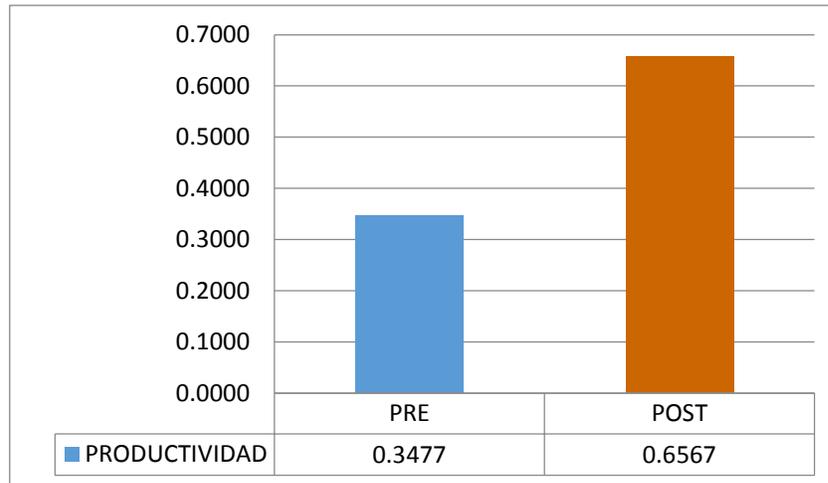
Del mismo modo, de la Figura N° 11 puede notarse que la Eficacia se elevó de 67.60% a 89.37%, incrementándose en 32.20%.

**Figura N° 11 - Eficacia pre y post mejora**



Para culminar, de la Figura N° 12 se desprende que la Productividad subió de 34.77% a 65.67%; incrementándose en 88.87%.

**Figura N° 12 - Productividad pre y post mejora**



## 4.2. Análisis Inferencial

### 4.2.1. Análisis de la hipótesis general

Ha: La aplicación de la reingeniería de procesos incrementa la productividad de una empresa metalmeccánica.

Con el fin de efectuar la contrastación de la hipótesis general, se estableció si los datos de la Productividad se comportan de forma paramétrica, por tal efecto se realizó la prueba de normalidad mediante Shapiro-Wilk, en vista que se obtuvieron menos de 50 datos en ambas series.

#### **Regla de decisión:**

Si  $p_{valor} \leq 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si  $p_{valor} > 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

**Tabla N° 19 - Productividad: Test de normalidad**

**Prueba de normalidad**

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Productividad PRE	,962	30	,353
Productividad POST	,950	30	,170

De la Tabla N° 19, puede notarse que el nivel de significación de la Productividad antes y después de la mejora es 0.353 y 0.170 de forma respectiva; por ello, de conformidad a la regla de decisión para  $p_{valor} > 0.05$ , ambas series de datos poseen un comportamiento paramétrico. Por lo tanto, con el propósito de conocer si la Productividad ha aumentado, se procedió a realizar la prueba de T-Student.

**Contrastación de la hipótesis general:**

H<sub>0</sub>: La aplicación de la reingeniería de procesos no incrementa la productividad de una empresa metalmeccánica.

H<sub>a</sub>: La aplicación de la reingeniería de procesos incrementa la productividad de una empresa metalmeccánica.

**Regla de decisión:**

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

**Tabla N° 20 - Productividad: Estadística de muestra**

**Estadísticas de muestras emparejadas**

	Media	N	Desviación estándar	Error estándar de la media
Productividad PRE	,3477	30	,02269	,00414
Productividad POST	,6567	30	,04663	,00851

En la Tabla N° 20, se demuestra que el promedio de la Productividad-Post (0.6567) es mayor que el promedio de la Productividad-Pre (0.3477), en consecuencia al no cumplirse que  $H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$  se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa. Con el propósito de comprobar el resultado obtenido, se evaluó el nivel de significación de la prueba de muestras relacionadas para la productividad antes y después de la mejora.

**Regla de decisión:**

Si  $p_{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Si  $p_{valor} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula

**Tabla N° 21 - Productividad: Prueba de muestras relacionadas**

	Prueba de muestras emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Diferencias emparejadas				95% de intervalo de confianza de la diferencia			
	Media	Desviación estándar	Error estándar de la media	Inferior				
Productividad ANTES - Productividad DESPUES	-,30900	,05448	,00995	-,32934	-,28866	-31,066	29	,000

De la Tabla N° 21 puede notarse que, el nivel de significación de la prueba de muestras relacionadas sobre la Productividad es 0.000; por consiguiente, conforme a la regla de decisión para  $p_{valor} \leq 0.05$ , la hipótesis nula es rechazada y la hipótesis alternativa es aceptada.

#### 4.2.2. Análisis de la hipótesis específica H<sub>1</sub>

H<sub>a1</sub>: La implementación de la Reingeniería de procesos influye significativamente en el incremento de la eficiencia.

Con el fin de efectuar la contrastación de la hipótesis primera, se estableció si los datos de la Eficiencia se comportan de forma paramétrica, por esa razón se realizó la prueba de normalidad mediante Shapiro-Wilk, en vista que se obtuvieron menos de 50 datos en ambas series.

#### Regla de decisión:

Si  $p_{valor} \leq 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si  $p_{valor} > 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

**Tabla N° 22 - Eficiencia: Test de normalidad**

	Prueba de normalidad		
	Estadístico	Shapiro-Wilk	
		gl	Sig.
Eficiencia PRE	,921	30	,029
Eficiencia POST	,943	30	,106

En la Tabla N° 22, puede notarse que el nivel de significación de la Eficiencia antes y después de la mejora es 0.029 y 0.106 de forma respectiva; por ello, de conformidad a la regla de decisión ambas series de datos poseen un comportamiento no paramétrico. Por lo tanto, con el propósito de conocer si la Eficiencia ha aumentado, se procedió a realizar la prueba de Wilcoxon.

### Contrastación de la hipótesis específica H<sub>1</sub>

H<sub>01</sub>: La implementación de la Reingeniería de procesos no influye significativamente en el incremento de la eficiencia.

H<sub>a1</sub>: La implementación de la Reingeniería de procesos influye significativamente en el incremento de la eficiencia.

#### Regla de decisión:

$$H_{01}: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_{a1}: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

**Tabla N° 23** - Eficiencia: Prueba de medias

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación estándar	Min	Max
Eficiencia PRE	30	,5137	,03508	,45	,56
Eficiencia POST	30	,7337	,02834	,69	,79

De la Tabla N° 23, se demuestra que el promedio de la Eficiencia-Post (0.7337) es mayor que el promedio de la Eficiencia-Pre (0.5137), en consecuencia al no cumplirse que  $H_{01}: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$  se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa. Con el propósito de comprobar el resultado obtenido, se evaluó el nivel de significación de la prueba de Wilcoxon para la eficiencia antes y después de la mejora.

#### Regla de decisión:

Si  $p_{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Si  $p_{valor} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula

**Tabla N° 24 - Eficiencia: Test de Wilcoxon**

**Estadísticos de prueba <sup>a</sup>**

	Eficiencia DESPUES - Eficiencia ANTES
Z	-4,786 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

De la Tabla N° 24 puede notarse que, el nivel de significación del test de Wilcoxon sobre la Eficiencia es 0.000; por ende, conforme a la regla de decisión para  $p_{valor} \leq 0.05$ , la hipótesis nula es rechazada y la hipótesis alternativa es aceptada.

#### **4.2.3. Análisis de la hipótesis específica H<sub>2</sub>**

H<sub>a2</sub>: La implementación de la Reingeniería de procesos repercute considerablemente en el incremento de la eficacia.

Con el fin de efectuar la contrastación de la hipótesis segunda, se estableció si los datos de la Eficacia se comportan de forma paramétrica, por esa razón se realizó la prueba de normalidad mediante Shapiro-Wilk, en vista que se obtuvieron menos de 50 datos en ambas series.

#### **Regla de decisión:**

Si  $p_{valor} \leq 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si  $p_{valor} > 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

**Tabla N° 25 - Eficacia: Test de normalidad**

**Prueba de normalidad**

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia PRE	,879	30	,003
Eficacia POST	,768	30	,000

En la Tabla N° 25, puede notarse que el nivel de significación de la Eficacia antes y después de la mejora es 0.003 y 0.000 de forma respectiva; por ello, de conformidad a la regla de decisión para  $p_{valor} \leq 0.05$  ambas series de datos poseen un comportamiento no paramétrico. Por lo tanto, con el propósito de conocer si la Eficacia ha aumentado, se procedió a realizar la prueba de Wilcoxon.

**Contrastación de la hipótesis específica H<sub>2</sub>**

H<sub>02</sub>: La implementación de la Reingeniería de procesos no repercute considerablemente en el incremento de la eficacia.

H<sub>a2</sub>: La implementación de la Reingeniería de procesos repercute considerablemente en el incremento de la eficacia.

**Regla de decisión:**

$$H_{02}: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_{a2}: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

**Tabla N° 26 - Eficacia: Prueba de medias**

	Estadísticos descriptivos				
	N	Media	Desviación estándar	Min	Max
Eficacia PRE	30	,6760	,03766	,59	,72
Eficacia POST	30	,8937	,04123	,83	,93

De la Tabla N° 26, se demuestra que el promedio de la Eficacia-Post (0.8937) es mayor que el promedio de la Eficacia-Pre (0.6760), en consecuencia al no cumplirse que  $H_{02}: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$  se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa. Con el propósito de comprobar el resultado obtenido, se evaluó el nivel de significación de la prueba de Wilcoxon para la eficacia antes y después de la mejora.

**Regla de decisión:**

Si  $p_{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Si  $p_{valor} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula

**Tabla N° 27 - Eficacia: Test de Wilcoxon**

<b>Estadísticos de prueba <sup>a</sup></b>	
	Eficacia DESPUES - Eficacia ANTES
Z	-4,787 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

De la Tabla N° 27 puede notarse que, el nivel de significación del test de Wilcoxon sobre la Eficacia es 0.000; por ende, conforme a la regla de decisión para  $p_{valor} \leq 0.05$ , la hipótesis nula es rechazada y la hipótesis alternativa es aceptada.

## **CAPITULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

La tesis titulada: “Reingeniería de procesos para incrementar la productividad en una empresa metalmecánica” se contrastó con las investigaciones vinculadas al tema desarrollado como Salas (2017), Neyra (2017) y Farje (2017).

Como se observa en la Tabla N° 18, la variable Productividad es de 34.77% antes de aplicar la reingeniería de procesos y de 65.67% después de la reingeniería de procesos, lo que representa un aumento de la productividad del 88.87% en la empresa materia del presente estudio. Esto tiene concordancia con la tesis de la autora Salas (2017) que mediante la aplicación de reingeniería de procesos en la empresa Turismo Mendivil S.R.L. se incrementó la productividad en un 97.08%. Champy (1994, p.34) indica que la reingeniería es la revisión esencial de los procesos para conseguir el rediseño en profundidad de éstos mediante un cambio radical en la estructura de la empresa, a fin de alcanzar mejoras espectaculares en medidores clave de desempeño que interaccionan entre sí.

Como se muestra en la Tabla N° 16, la eficiencia de la empresa en estudio ha aumentado en un 42.83%, ya que la eficiencia se ha elevado de un 51.37% a un 73.37% tras implementar la reingeniería de procesos, esto ocurrió primordialmente gracias al incremento del tiempo productivo en relación al tiempo disponible, de modo que se sustenta lo de Neyra (2017), que consiguió aumentar la eficiencia en 7.26% en la división de ensamble de la compañía metalmecánica AGP-Perú SAC. Como indica Prokopenko (1989, p.4), la eficiencia es la utilización del menor tiempo a fin de fabricar productos de excelencia que son necesarios.

Como se demuestra en la Tabla N° 17, la eficacia pasó de un 67.60% a un 89.37% fruto de la aplicación de la reingeniería de procesos; lo que representa un incremento de 32.20%, atribuido al aumento de la cantidad producida en relación a la cantidad programada en la compañía metalmecánica en estudio, encontrándose concordancias con el trabajo del investigador Farje (2017), que logró un incremento de la eficacia en 13.08% en la fabricación de puertas de la compañía Sakmay. Según Medianero (2016, p.38), la eficacia de un sistema de producción es la relación entre los resultados reales y planificados.

En resumen, se muestra un cuadro comparativo del resultado del trabajo con estudios semejantes de los investigadores citados anteriormente.

**Tabla N° 28** - Contrastación de resultados de la investigación con otros autores

	Antes	Después	Incremento	Incremento en otros trabajos	
Productividad	34.77%	65.67%	88.87%	Salas (2017)	97.08%
Eficiencia	51.37%	73.37%	42.83%	Neyra (2017)	7.26%
Eficacia	67.60%	89.37%	32.20%	Farje (2017)	13.08%

Fuente: Elaboración propia

## CONCLUSIONES

1. La aplicación de la reingeniería de procesos en la compañía metalmecánica Falumsa resultó ser exitosa, ya que la productividad se incrementó en 88.87%, aumentando de 34.77% a 65.67%.
2. Con la implementación de la reingeniería de procesos en la empresa metalmecánica, la eficiencia aumentó en 42.83%, subiendo de 51.37% a 73.37%.
3. Con la implementación de la reingeniería de procesos en la empresa metalmecánica, la eficacia se incrementó en 32.20%, ya que se elevó de 67.60% a 89.37%.

## RECOMENDACIONES

1. Impulsar la implementación de las herramientas de reingeniería, con el compromiso de la empresa para proseguir con el rediseño de procesos, debido a que los resultados continuarán mejorando especialmente en el mediano o largo plazo.
2. Concientizar al personal involucrado sobre las consecuencias en los resultados por no aplicar correctamente las nuevas herramientas de mejora, a fin de fomentar una cultura de calidad y mejora continua en la empresa, que constituya la base para futuras investigaciones.
3. En función a los resultados obtenidos en la producción de bandejas portacables, se debe continuar realizando estudios en otras líneas de producción con similar realidad problemática, con el objeto de mejorar progresivamente la productividad total de la empresa, por ejemplo un proyecto para la compra e instalación de maquinaria y equipo para todo el proceso de pintura y/o galvanizado de planchas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

### Bibliográficas

- CABEZAS, J. (2014). *Gestión de Procesos para mejorar la Productividad de la línea de productos para exhibición en la empresa Instruequipos Cía. Ltda.* Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- CAJAS, X. y Chiluisa, V. (2015). *Reingeniería de procesos en el área de producción para mejorar la productividad de la empresa de embutidos "La Madrileña" Sector Tiobamba, Cantón Latacunga.* Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial. Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi.
- CHAMPY, J. y Hammer, M. (1994). *Reingeniería.* Colombia: Norma.
- CUATRECASAS, L. (2012). *Gestión de mantenimiento de los equipos productivos.* Madrid: Editorial Diaz de Santos.
- FARJE, C. (2017). *Implementación de la Mejora de Procesos para incrementar la Productividad de la empresa Sakmay Carpintería y Ebanistería, San Martín de Porres - 2017.* Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial. Lima: Universidad Cesar Vallejo.
- GARCÍA, A. (2011). *Productividad y reducción de costos.* Mexico: Trillas.
- GUTIÉRREZ, H. (2010). *Calidad y Productividad.* México: Mc Graw-Hill.
- GUTIÉRREZ, H. y Vara, R. (2009). *Control Estadístico de Calidad.* México: Mc Graw Hill.
- KANAWATI, G. (1996). *Introducción al estudio del trabajo.* Ginebra: OIT.
- KLEIN, R. (1997). *Como hacer reingeniería.* Colombia: Norma.
- LEFCOVICH, M. (2009). *Seis Sigma "Hacia un nuevo paradigma en gestión".* Buenos Aires: El Cid.
- MENDOZA, J. (2016). *Mejoras al Proceso de elaboración de cerveza para incrementar la competitividad de la empresa.* México: Instituto Politécnico Nacional.
- MUTHER, R. (1997). *Distribución de Planta.* Hispano-Europea.
- NEYRA, R. (2017). *Aplicación de la metodología Kaizen para la mejora de la productividad en la línea de parabrisas laminado del área de ensamblaje de la empresa AGP Perú SAC.* Lima: Universidad César Vallejo.
- OCHOA, D. (2015). *Reingeniería de Procesos para la empresa mobiliaria Innova de la ciudad de Cuenca.* Ecuador: Universidad Técnica Particular de Loja.
- OROZCO, E. (2015). *Plan de Mejora para Aumentar la Productividad en el Área de Producción de la Empresa Confecciones Deportivas Todo Sport.* Universidad Señor de Sipán Pimentel - Perú.

- PROKOPENKO, J. (1989). *La gestión de la productividad*. Ginebra: OIT.
- SALAS, K. (2017). *Aplicación de Reingeniería de procesos para incrementar la Productividad en el servicio de counter en la empresa Turismo Mendivil SRL*. Lima: Universidad Cesar Vallejo.
- SCHROEDER, R. (2008). *Administración de Operaciones*. México: Mc Graw-Hill.
- TORRES M. (2014). *Reingeniería de los Procesos de producción artesanal de una pequeña empresa cervecera a fin de maximizar su Productividad*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- YUQUI, J. (2016). *Estudio de Procesos, tiempos y movimientos para mejorar la Productividad en la planta de ensamble del modelo Golden en Carrocerías Megabuss*. Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ingeniería.

### **Páginas Web**

- BECERRA, O. (2012). *Elaboración de instrumentos de investigación*. Venezuela. [fecha de consulta: 24 de noviembre de 2019]. Disponible en: <https://nticsaplicadaalainvestigacion.wikispaces.com/file/view/guia+para+elaboracion+de+instrumentos.pdf>

## **ANEXOS**

## Anexo N° 01 - Matriz de consistencia

### “REINGENIERIA DE PROCESOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA METALMECANICA”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	MARCO TEORICO	HIPOTESIS	VARIABLES, DIMENSIONES, INDICADORES	METODOLOGIA
<p><b>Problema general:</b></p> <p>¿Por qué se debe efectuar una Reingeniería de procesos para incrementar la productividad en una empresa metalmeccánica?</p>	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Aplicar la Reingeniería de procesos para incrementar la productividad en una empresa metalmeccánica.</p>	<p><b>1. Antecedentes A Nivel Nacional</b></p> <p>-UCV.- Lima (2017): Salas "Aplicación de Reingeniería de procesos para incrementar la Productividad en el servicio de counter en la empresa Turismo Mendivil S.R.L., Arequipa".</p> <p>-UCV.- Lima (2017): Neyra "Mejora de procesos para la mejora de la productividad en la línea de parabrisas laminado del área de ensamble de la empresa AGP Perú S.A.C. - Cercado de Lima-2017".</p>	<p><b>Hipótesis general:</b></p> <p>La aplicación de la Reingeniería de procesos incrementa la productividad en una empresa metalmeccánica.</p>	<p><b>Variable independiente:</b></p> <p>X. Reingeniería de procesos</p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <p>X.1. Estudio de métodos. X.2. Medición del trabajo</p>	<p><b>Método de investigación:</b> En esta investigación se utilizó el método científico.</p> <p><b>Tipo de investigación:</b> Es aplicada porque tiene como objetivo evaluar en qué medida aumenta la productividad con la aplicación de conocimientos y técnicas de la reingeniería de procesos.</p> <p><b>Nivel de investigación:</b> Es explicativo porque se esclarecieron las causas y acontecimientos que influyen en la productividad, esto es, se expone cómo se incrementa la productividad por medio de la reingeniería de procesos.</p> <p><b>Diseño de Investigación:</b> Es experimental de tipo cuasi experimental, ya que se realizó el trabajo con un muestreo predeterminado donde no se practicó con un grupo de control sino solamente con un grupo experimental a quienes se le aplicó una pre prueba, seguidamente se le administró el tratamiento y, al final, se le aplicó una post prueba posterior al tratamiento.</p>
<p><b>Problemas específicos:</b></p> <p>1. ¿Cómo influye la implementación de la Reingeniería de procesos en el incremento de la eficiencia?</p> <p>2. ¿De qué modo la implementación de la Reingeniería de procesos repercute en el incremento de la eficacia?</p>	<p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>1. Describir cómo influye la implementación de la Reingeniería de procesos en el incremento de la eficiencia.</p> <p>2. Analizar de qué modo repercute la implementación de la Reingeniería de procesos en el incremento de la eficacia.</p>	<p><b>A Nivel Internacional</b></p> <p>-UTPL.- Ecuador (2015): Ochoa "Reingeniería de Procesos para la empresa mobiliaria Innova de la ciudad de Cuenca, en el periodo 2013-2014".</p> <p>-UTA.- Ecuador (2014): Cabezas "Gestión de Procesos para mejorar la Productividad de la línea de productos para exhibición en la empresa Instruequipos Cía. Ltda."</p> <p><b>2. Marco Teórico:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rediseño de procesos</li> <li>• Producción</li> <li>• Productividad</li> <li>• Eficiencia</li> <li>• Eficacia</li> </ul>	<p><b>Hipótesis específicas:</b></p> <p>1. La implementación de la Reingeniería de procesos influye significativamente en el incremento de la eficiencia.</p> <p>2. La implementación de la Reingeniería de procesos repercute considerablemente en el incremento de la eficacia.</p>	<p><b>Variable dependiente:</b></p> <p>Y. Productividad</p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <p>Y.1. Eficiencia Y.2. Eficacia</p>	<p><b>Población y Muestra</b></p> <p><b>Población:</b> La poblaciones finita y está conformada por la producción de bandejas portacables durante 6 meses en la empresa metalmeccánica Falumsa.</p> <p><b>Muestra:</b> Se usó el muestreo no probabilístico o dirigido, donde se seleccionaron 3 meses antes y 3 meses después de la aplicación de la Reingeniería de procesos como muestreo.</p> <p><b>Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos</b></p> <p><b>Técnica:</b> Se usó la técnica de observación de campo, por medio del cual se obtuvo información sobre la empresa de interés para la investigación. El instrumento de recolección de datos viene a ser el cronómetro, el cual nos ayudó para medir los tiempos de cada tarea que interactúa en el proceso productivo con el fin de entender mejor el desenvolvimiento de los indicadores, utilizando los siguientes registros: Registro de toma de tiempos, Registros del Diagrama de Actividades de Procesos y Fichas de Control de la producción.</p> <p><b>Técnicas Estadísticas de Análisis y Procesamiento de Datos</b></p> <p>Se aplicaron las siguientes técnicas de procesamiento de datos: Ordenamiento y clasificación; Registro manual; Proceso computarizado con Excel; Proceso computarizado con SPSS V.23 y el MS Project 2016.</p> <p>Se aplicaron las siguientes técnicas de análisis: observación, estudio de métodos y tiempos, análisis de procesos, tabulación de cuadros con cantidades y porcentajes; comprensión de diagramas y flujogramas.</p>

**Anexo N° 02 - Matriz de operacionalización de las variables**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Variable Independiente (X)  REINGENIERÍA DE PROCESOS	Es una comprensión fundamental de los procesos para conseguir un rediseño profundo a través de un cambio radical en la estructura de la empresa, a fin de alcanzar mejoras espectaculares en medidas críticas del rendimiento que interactúan entre sí como el costo, calidad, servicio, productividad y rapidez.	La reingeniería de procesos en la empresa que consiga mejoras drásticas en dimensiones de valor añadido y haciendo uso óptimo de recursos como el tiempo, despilfarros, etc.	Estudio de métodos	Índice de Actividades que Agregan Valor: $IAAV = \frac{\text{Actividades AV}}{\text{Total de Actividades}} \times 100\%$ IAAV = Índice de Actividades que Agregan Valor Actividades AV = Actividades que Agregan Valor del DAP Total de Actividades = Total de Actividades del DAP	Razón
			Medición del trabajo	Tiempo estándar: TE = TPO x FV (1 + Suplementos) TE = Tiempo Estándar TPO = Tiempo Promedio Observado FV= Factor de Valoración	Razón
Variable Dependiente (Y)  PRODUCTIVIDAD	Se mide a partir de los recursos utilizados para alcanzar resultados favorables, los resultados alcanzados se pueden medir en unidades producidas y los recursos empleados en número de trabajadores, horas máquina, etc.	Se estima la productividad como producto entre la eficiencia y la eficacia, por lo tanto, debe medirse el tiempo de las operaciones y el desempeño de los trabajadores mediante registros de observaciones.	Eficiencia	Eficiencia de la línea de producción $\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo util}}{\text{Tiempo total}}$	Razón
			Eficacia	Eficacia de la línea de producción $\text{Eficacia} = \frac{\text{Produccion real}}{\text{Produccion programada}}$	Razón

## Anexo N° 03 - Matriz de operacionalización de instrumento



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

### INSTRUMENTO DE OPINION DE EXPERTOS

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE EL  
INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD EN LA PRODUCCION DE BANDEJAS PORTACABLES

APELLIDOS Y NOMBRES DEL INFORMANTE	GRADO ACADÉMICO	AUTOR DEL INSTRUMENTO
RIVADENEYRA RIVAS CESAR AUGUSTO	INGENIERIA INDUSTRIAL	Rafael Eugenio Flores Rojas

N°	VARIABLES/DIMENSIONES/INDICADORES	Pertinencia,		Relevancia,		Claridad,	
		Si	No	Si	No	Si	No
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b>						
	<b>REINGENIERÍA DE PROCESOS</b>						
	DIMENSION 1: Estudio de métodos	Si	No	Si	No	Si	No
1	$IAAV = \frac{AAV}{TA} \times 100\%$ IAAV = Índice de Actividades que Agregan Valor AAV = Actividades que Agregan Valor del DAP TA = Total de Actividades del DAP	✓		✓		✓	
	DIMENSION 2: Medición del trabajo	Si	No	Si	No	Si	No
2	$TE = TPS \times FC (1 + S)$ TE = Tiempo Estándar TPS = Tiempo Promedio Seleccionado FC = Factor de Calificación S = Suplementos	✓		✓		✓	
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b>	Si	No	Si	No	Si	No
	<b>PRODUCTIVIDAD</b>						
	DIMENSION 1: Eficiencia del proceso	Si	No	Si	No	Si	No
3	$Eficiencia = \frac{TU}{TT}$ TU = Tiempo Útil TT = Tiempo Total	✓		✓		✓	
	DIMENSION 2: Eficacia del proceso	Si	No	Si	No	Si	No
4	$Eficacia = \frac{PR}{PP}$ PR = Producción Real PP = Producción Programada	✓		✓		✓	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

LUGAR Y FECHA	DNI N°	FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE	TELÉFONO N°
LIMA, 14 DICIEMBRE 2019	15400140	 CESAR AUGUSTO RIVADENEYRA RIVAS INGENIERO INDUSTRIAL Reg. CIP N° 180989	983674215

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es Conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.



**INSTRUMENTO DE OPINION DE EXPERTOS**

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE EL INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD EN LA PRODUCCION DE BANDEJAS PORTACABLES

APELLIDOS Y NOMBRES DEL INFORMANTE	GRADO ACADÉMICO	AUTOR DEL INSTRUMENTO
UCHUYPOMA MONTES, Aulo V. Felis	INGENIERIA INDUSTRIAL	Rafael Eugenio Flores Rojas

N°	VARIABLES/DIMENSIONES/INDICADORES	Pertinencia,		Relevancia,		Claridad,	
		Si	No	Si	No	Si	No
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b>						
	<b>REINGENIERÍA DE PROCESOS</b>						
	DIMENSION 1: Estudio de métodos	Si	No	Si	No	Si	No
1	$IAAV = \frac{AAV}{TA} \times 100\%$ IAAV = Índice de Actividades que Agregan Valor AAV = Actividades que Agregan Valor del DAP TA = Total de Actividades del DAP	✓		✓		✓	
	DIMENSION 2: Medición del trabajo	Si	No	Si	No	Si	No
2	$TE = TPS \times FC (1 + S)$ TE = Tiempo Estándar TPS = Tiempo Promedio Seleccionado FC = Factor de Calificación S = Suplementos	✓		✓		✓	
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b>	Si	No	Si	No	Si	No
	<b>PRODUCTIVIDAD</b>						
	DIMENSION 1: Eficiencia del proceso	Si	No	Si	No	Si	No
3	$Eficiencia = \frac{TU}{TT}$ TU = Tiempo Útil TT = Tiempo Total	✓		✓		✓	
	DIMENSION 2: Eficacia del proceso	Si	No	Si	No	Si	No
4	$Eficacia = \frac{PR}{PP}$ PR = Producción Real PP = Producción Programada	✓		✓		✓	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

LUGAR Y FECHA	DNI N°	FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE	TELÉFONO N°
Lima, 12 de Diciembre 2019	10452349	 CIP: 55869	987543690

1. Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
 2. Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.  
 3. Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es Conciso, exacto y directo.  
 Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.



**INSTRUMENTO DE OPINION DE EXPERTOS**

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE EL INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD EN LA PRODUCCION DE BANDEJAS PORTACABLES

APellidos y Nombres del Informante	Grado Académico	Autor del Instrumento
CANO SUAREZ VLADIMIR RICARDO	INGENIERIA INDUSTRIAL	Rafael Eugenio Flores Rojas

N°	VARIABLES/DIMENSIONES/INDICADORES	Pertinencia		Relevancia		Claridad	
		Si	No	Si	No	Si	No
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b>							
<b>REINGENIERIA DE PROCESOS</b>							
DIMENSION 1: Estudio de métodos							
1	$IAAV = \frac{AAV}{TA} \times 100\%$ IAAV = Índice de Actividades que Agregan Valor AAV = Actividades que Agregan Valor del DAP TA = Total de Actividades del DAP	✓		✓		✓	
DIMENSION 2: Medición del trabajo							
2	$TE = TPS \times FC (1 + S)$ TE = Tiempo Estándar TPS = Tiempo Promedio Seleccionado FC = Factor de Calificación S = Suplementos	✓		✓		✓	
<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b>							
<b>PRODUCTIVIDAD</b>							
DIMENSION 1: Eficiencia del proceso							
3	$Eficiencia = \frac{TU}{TT}$ TU = Tiempo Útil TT = Tiempo Total	✓		✓		✓	
DIMENSION 2: Eficacia del proceso							
4	$Eficacia = \frac{PR}{PP}$ PR = Producción Real PP = Producción Programada	✓		✓		✓	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [ X ] Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]

LUGAR Y FECHA	DNI N°	FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE	TELÉFONO N°
Lima, 20 de Diciembre del 2019	09824010	 Cano Suárez, Vladimir Ricardo ING. INDUSTRIAL CIP: 187963	926780995

•Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
 •Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.  
 •Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es Conciso, exacto y directo.  
 Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.





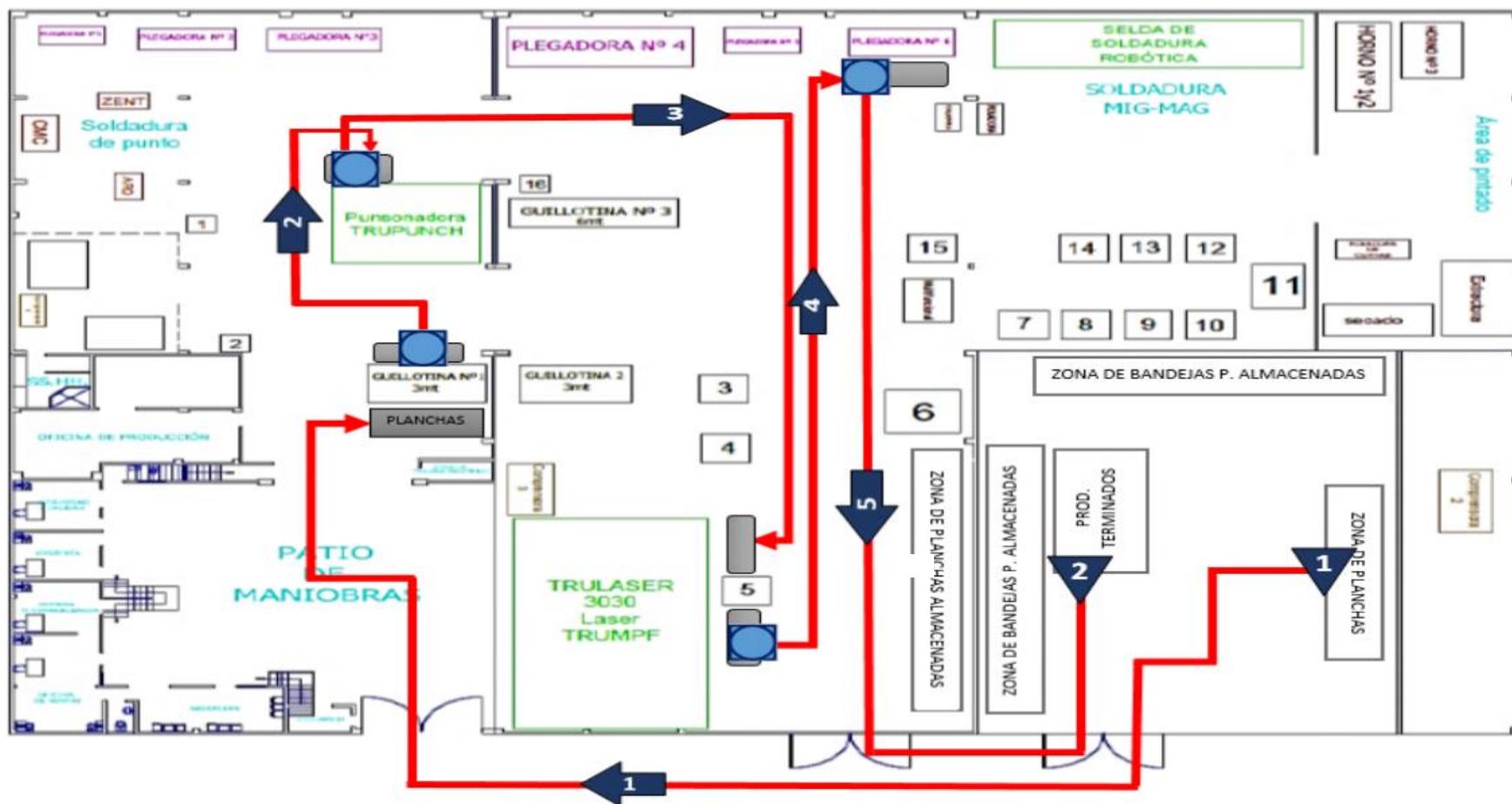
### Anexo N° 06 - Levantamiento de información para Estudio de tiempos

Estudio N°: 01	Hoja N°: 01	Actividad: Fabricación de bandeja Portacable										Fecha de estudio: 20-12-2019		
Método: Propuesto		Observado por: Rafael Flores Rojas										Aprobado por: Jefe de Producción		
Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Tiempo Observado	Valoración de Ritmo	Tiempo Normal	
Retiro de Plancha Galvanizada de almacén	10	10	9	9	11	9	11	10	10	9	9.80	1.25	12.25	
Abastecimiento de material a área de corte	10	11	10	10	11	10	11	11	10	10	10.40	1.25	13.00	
Verificación de material y Trozado de plancha	17	16	17	17	16	17	17	17	16	17	16.70	1.25	20.88	
Programa de máquina de corte	19	20	20	19	20	19	20	19	20	19	19.50	1.25	24.38	
Corte de Pieza de plancha a la medida	13	12	13	12	12	13	12	13	12	13	12.50	1.25	15.63	
Verificación del corte a la medida	10	10	9	10	9	10	10	9	10	10	9.70	1.25	12.13	
Colocación de Pieza en mesa de Trabajo	16	15	16	16	16	17	16	16	16	16	16.00	1.25	20.00	
Medición de magnitud de la Pieza	12	12	12	11	12	12	11	12	12	12	11.80	1.25	14.75	
Programación de máquina de Punzonado	32	33	32	33	33	32	33	33	33	33	32.70	1.25	40.88	
Perforación de la pieza.	64	64	63	64	64	64	65	64	64	64	64.00	1.25	80.00	
Verificación de la perforación de la pieza	11	11	12	11	11	12	11	11	11	11	11.20	1.25	14.00	
Colocación de pieza en mesa de Trabajo	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4.80	1.25	6.00	
Programación de máquina de pliegado	50	50	50	50	51	50	50	50	50	50	50.10	1.25	62.63	
Pliegado de pieza	36	36	36	36	37	36	37	36	36	36	36.20	1.25	45.25	
Verificación del pliegado de la pieza	18	18	18	18	19	18	18	18	18	18	18.10	1.25	22.63	
Colocación de bandeja en base de carrito	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4.20	1.25	5.25	

Anexo N° 07 - Levantamiento de datos de Productividad

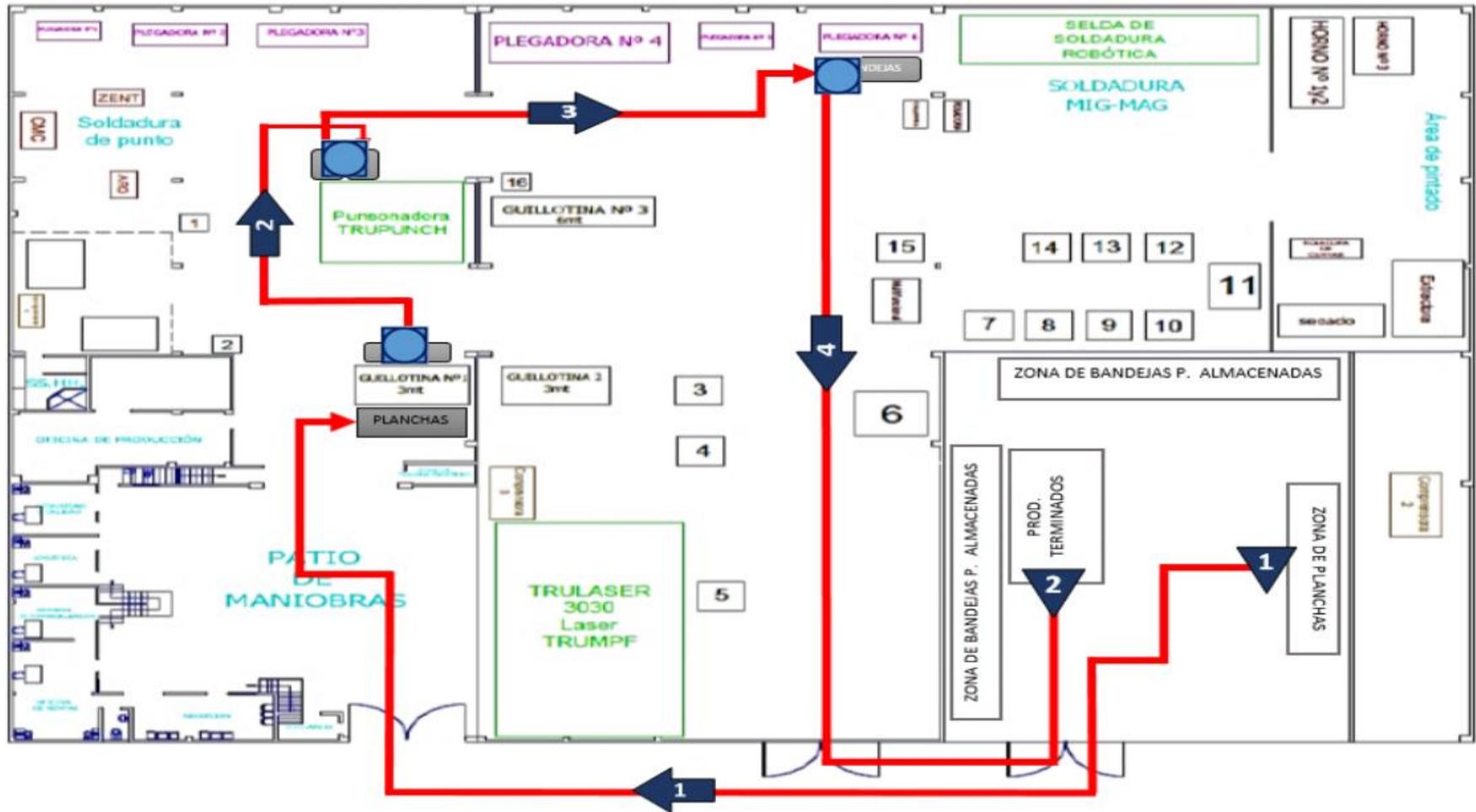
FICHA DE PRODUCTIVIDAD			
PROCESO:	Producción de bandejas Portacable	Observado por: Rafael Flores Rojas	
FORMULA:	PRODUCTIVIDAD = EFICACIA x EFICIENCIA	Fecha: 23-12-2019	Método: Propuesto
N°	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
1	0.69	0.83	0.57
2	0.71	0.83	0.59
3	0.71	0.93	0.66
4	0.76	0.93	0.71
5	0.77	0.90	0.69
6	0.72	0.83	0.60
7	0.71	0.90	0.64
8	0.72	0.90	0.65
9	0.79	0.93	0.73
10	0.75	0.93	0.70
11	0.70	0.87	0.61
12	0.76	0.93	0.71
13	0.74	0.83	0.61
14	0.72	0.93	0.67
15	0.75	0.93	0.70
16	0.69	0.87	0.60
17	0.69	0.87	0.60
18	0.74	0.87	0.64
19	0.70	0.83	0.58
20	0.75	0.90	0.68
21	0.75	0.83	0.62
22	0.77	0.93	0.72
23	0.77	0.93	0.72
24	0.77	0.83	0.64
25	0.71	0.93	0.66
26	0.74	0.93	0.69
27	0.75	0.93	0.70
28	0.74	0.90	0.67
29	0.70	0.93	0.65
30	0.74	0.93	0.69

Anexo N° 08 - Diagrama de Circulación: Planta Falumsa (Antes)



Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 09 - Diagrama de Circulación: Planta Falumsa (Después)



Fuente: Elaboración propia

**Anexo N° 10 - Costo de Insumos de Fabricación de Bandejas Portacables Adicionales (985 und/mes)**

**Proyección de Demanda relacionada a la Producción Extra**

		<b>2220</b>	<b>2021</b>	<b>2222</b>
Demanda Bandejas Portacables	Unidad/año	11,820	11,820	11,820

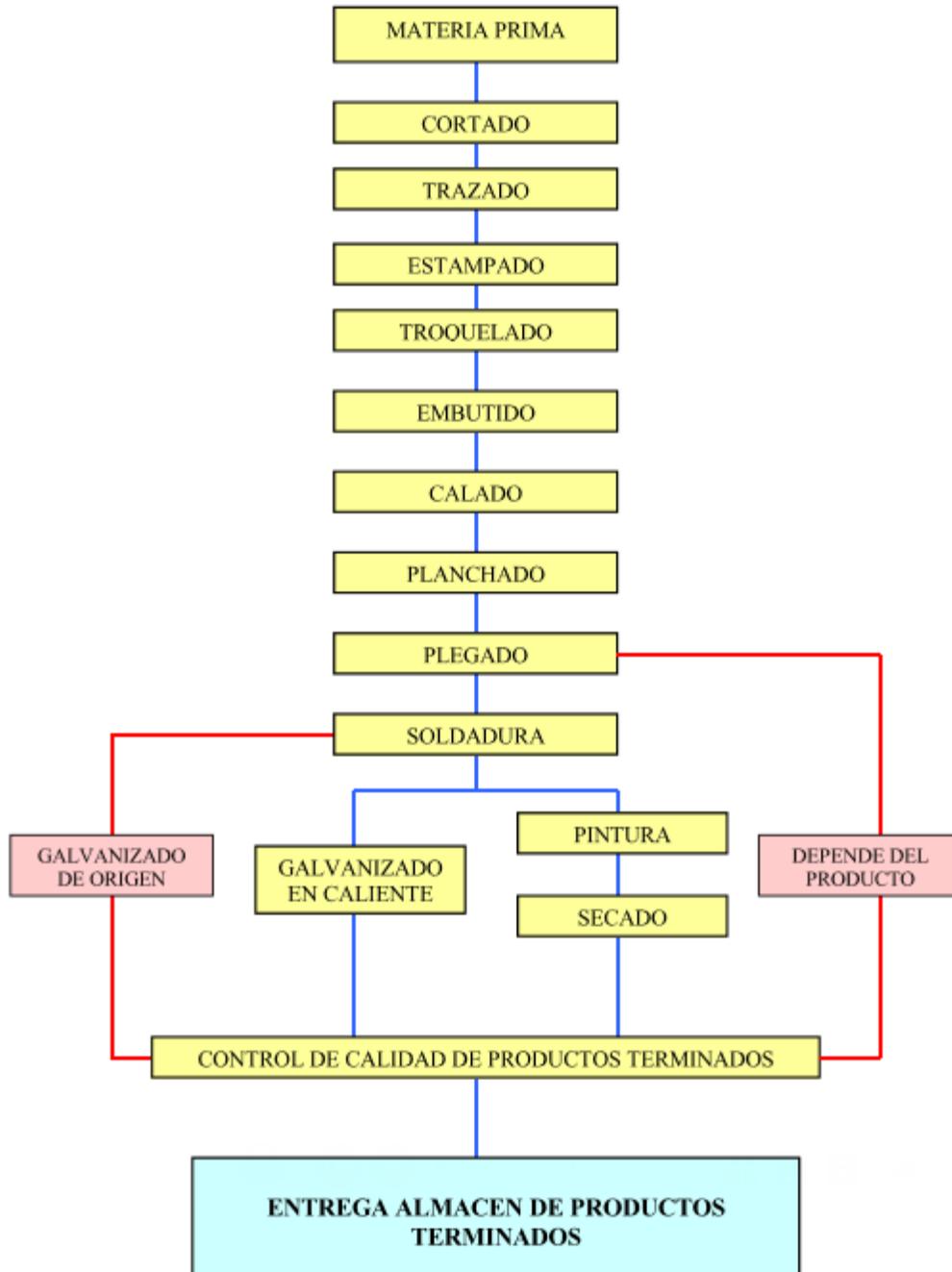
**Materia prima requerida cada año**

<b>Insumos</b>	<b>Unidad</b>	<b>2220</b>	<b>2021</b>	<b>2222</b>
Plancha de Acero	Unidad	5,910	5,910	5,910
Pernería	Unidad	11,820	11,820	11,820
Embalado	Unidad	11,820	11,820	11,820

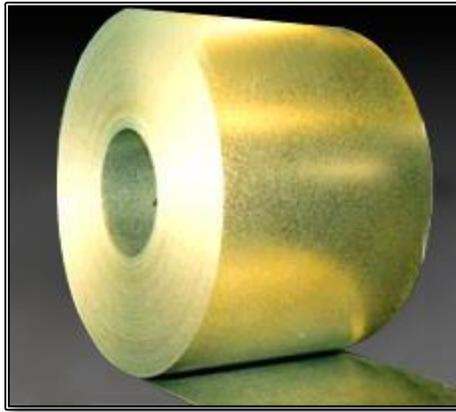
**Costo de Materia Prima (Soles/año)**

<b>Precio Unitario</b>	<b>2220</b>	<b>2021</b>	<b>2222</b>
80	472,800.00	520,080.00	572,088.00
0.70	8,274.00	9,101.40	10,047.00
0.30	3,546.00	3,900.60	4,255.20
<b>S/.</b>	<b>484,620.00</b>	<b>533,082.00</b>	<b>586,390.20</b>

**Anexo N° 11 - Diagrama de flujo de fabricación**



**Anexo N° 12 - Materia prima**  
(Plancha galvanizada de origen)



**Anexo N° 13 - Cortado de plancha**





## Anexo N° 15 - Perforado y estampado



Pieza perforada y estampada



## Anexo N° 16 - Plegado de material



## Piezas antes y después del Plegado



## Anexo N° 17 - Especificación técnica del producto

# ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

## **BANDEJA PORTACABLE LISO** **PERFORADO BPLP - PG**

(Bandeja Portacable Liso Perforado de Plancha Galvanizada)

### DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:

Plancha Laminada en Frío recubierta con una capa de Zinc en ambas caras, mediante un Proceso de Inmersión en caliente. La capa de Zinc proporciona protección contra la corrosión ambiental.



### PROPIEDADES MECÁNICAS:

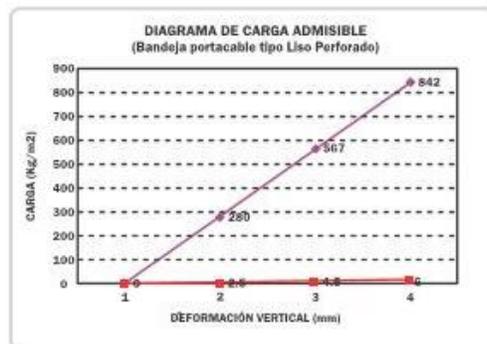
NORMA TECNICA	F	R	A	NORMA EQUIVALENTE
	Kg / mm <sup>2</sup>	Kg / mm <sup>2</sup>	Kg / mm <sup>2</sup>	
ASTM A-653	.....	28 min.	30 min.	EN - 10142

Generalmente con recubrimiento G-60 (180 gr/m<sup>2</sup>). También G-40 y G-90

**A : Alargamiento F : Límite de Fluencia R : Resistencia a la Tracción**

### DESCRIPCIÓN DE LA FABRICACIÓN:

Las Bandejas Portacables tipo Lisos perforados, son fabricadas según **NORMA NEMA VE-01** y tomando las recomendaciones (**NEC**) **NFPA-70**. El Proceso de Fabricación comprende el trazo, corte, troquelado de laterales unido en la parte interna a una lamina perforada de acero galvanizado. Los laterales terminan con doblés en C,V y Z. Para su fabricación se utilizan planchas Pre Galvanizadas (Galv. de Origen).



### CARGA DE FLEXIÓN

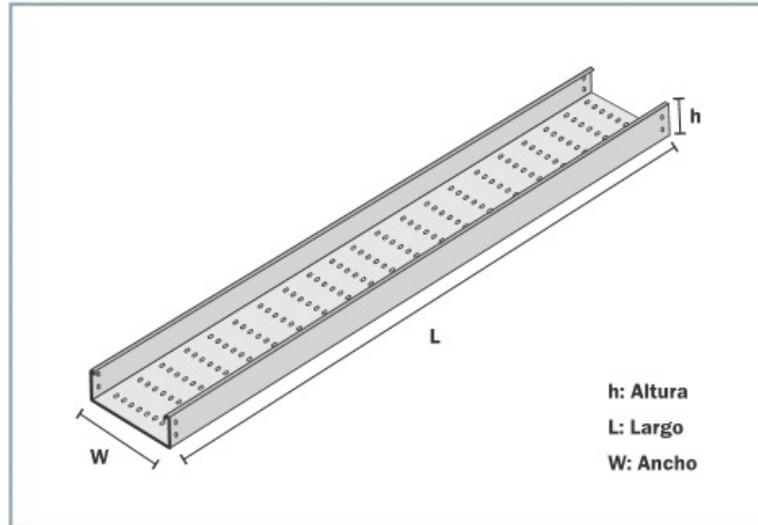
CARGA DE PRUEBA (Kg)	ALTURA INICIAL (mm.)	DEFLEXIÓN (mm.)
0	320,0	10
182	315,5	
364	313,0	
546	310,0	

### CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

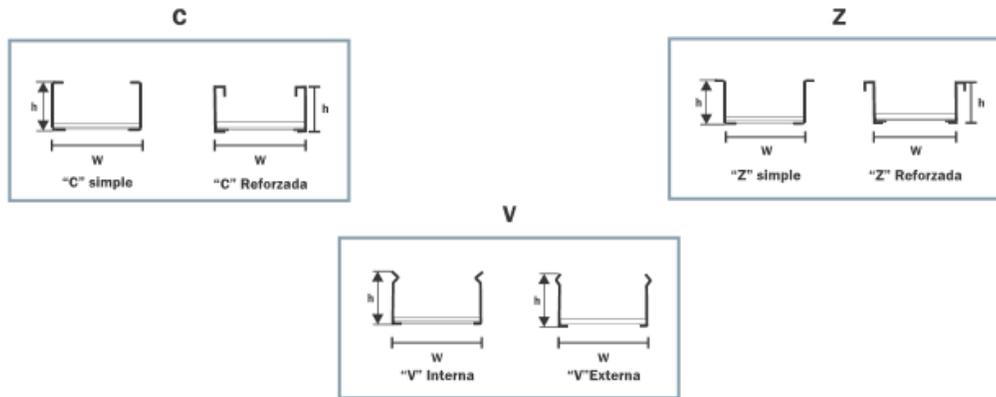
LECTURAS	RESISTENCIA (mΩ)	RESISTENCIA PROMEDIO (Ω)
10 A	0,680	0,683
15 A	0,686	
20 A	0,685	

# HOJA TÉCNICA

## ■ BANDEJA PORTACABLE LISO PERFORADO - BPLP - PG



### TIPO DE DOBLEZ



Codigo	h	L	W	medidas mm.
				Espesor
BPLP - PG	50 - 200	2400 - 6000	100 - 1200	1.5 - 3.00mm.