



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

“PROPUESTA DE MEJORA BASADA EN LA METODOLOGÍA DE REINGENIERÍA PARA EL AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA FABRICACIÓN DE PIEZAS PARA CERRADURAS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA GRUPO FORTE S.A.C. – LIMA, 2017”

Tesis para optar el título profesional de:  
**Ingeniero Industrial**

**Autor:**

Bach. Miguel Angel, Carlin Jimenez  
Bach. Jose Carlos, Sanchez Chauca

**Asesor:**

Mg. Ing. Sonia Isabel, Espinoza Farías

Lima – Perú

2017

## **APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

El (La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** el trabajo de suficiencia profesional desarrollado por el (la) Bachiller **Miguel Angel Carlin Jimenez y Sanchez Chauca Jose Carlos**, denominada:

**“PROPUESTA DE MEJORA BASADA EN LA METODOLOGÍA DE REINGENIERÍA PARA EL AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA FABRICACIÓN DE PIEZAS PARA CERRADURAS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA GRUPO FORTE S.A.C. – LIMA, 2017”**

---

Mg. Ing. Sonia Isabel Espinoza Farías

**ASESOR**

---

Mg, Ing. Juan Carlos Durand Porras

**JURADO**

**PRESIDENTE**

---

Mg. Ing. Luis Felipe Medina Aquino

**JURADO**

---

Ing. Paolo Carlos Macetas Porras

**JURADO**

## DEDICATORIA

Agradecemos a nuestros padres, familiares y amigos que confiaron en nosotros y nos apoyaron de diferentes maneras para poder culminar con esta etapa de concluir nuestra carrera universitaria a base de mucho esfuerzo y sacrificio.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer primeramente a Dios por darnos la fuerza, voluntad y sobre todo salud para poder culminar satisfactoriamente con nuestros estudios.

También agradecer a todos los profesores que en estos años de estudios nos brindaron su enseñanza y nos transmitieron sus conocimientos para poder ser buenos profesionales.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL .....</b>	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS .....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>x</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xii</b>
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>13</b>
1.1. Realidad Problemática.....	13
1.2. Formulación del Problema .....	15
1.2.1. <i>Problema General</i> .....	15
1.2.2. <i>Problemas Específicos</i> .....	15
1.2.2.1. <i>Problema Específico 01</i> .....	15
1.2.2.2. <i>Problema Específico 02</i> .....	15
1.2.2.3. <i>Problema Específico 03</i> .....	15
1.3. Justificación.....	15
1.3.1. <i>Justificación Teórica</i> .....	15
1.3.2. <i>Justificación Práctica</i> .....	15
1.3.3. <i>Justificación Cuantitativa</i> .....	16
1.4. Objetivos de la investigación.....	16
1.4.1. <i>Objetivo general</i> .....	16
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	16
1.4.2.1. <i>Objetivo específico 01</i> .....	16
1.4.2.2. <i>Objetivo específico 02</i> .....	16
1.4.2.3. <i>Objetivo específico 03</i> .....	16
1.5. Delimitación de la investigación .....	17
1.5.1. <i>Descripción de la empresa</i> .....	17
1.5.2. <i>Visión</i> .....	18
1.5.3. <i>Misión</i> .....	18

1.5.4.	Valores.....	19
1.5.5.	Objetivos estratégicos .....	19
1.5.6.	Líneas de producción .....	19
1.5.7.	Ubicación geográfica .....	20
<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO .....</b>		<b>21</b>
2.1.	Antecedentes de la investigación .....	21
2.1.1.	Antecedentes Internacionales .....	21
2.1.2.	Antecedentes Nacionales .....	23
2.2.	Bases Teóricas .....	24
2.2.1.	Reingeniería .....	24
2.2.1.1.	Concepto de reingeniería.....	24
2.2.1.2.	Fases de la reingeniería.....	25
2.2.2.	Productividad.....	26
2.2.3.	Medición de la productividad.....	27
2.2.4.	Metales no ferrosos .....	28
2.2.5.	Aleaciones de Zinc y Zinc – Aluminio.....	29
2.2.5.1.	Selección de Zinc y Aleaciones ZA.....	29
2.2.5.2.	Aleaciones de zinc .....	29
2.2.5.3.	Tipos de zamak .....	30
2.2.5.4.	Características de mecanizado del zamak .....	31
2.2.5.5.	Sistemas de tratamientos superficiales para el zamak.....	31
2.2.6.	Aleaciones Características de ingeniería que responden a las necesidades más críticas.....	32
2.2.6.1.	Precisión.....	32
2.2.6.2.	Maquinabilidad .....	32
2.2.6.3.	Capacidad de pared delgada .....	32
2.2.6.4.	Angulo de colabilidad mínimo o cero .....	33
2.2.6.5.	Unión .....	33
2.2.6.6.	Estabilidad dimensional .....	33
2.2.6.7.	Acabados superficiales de alta calidad .....	33
2.2.7.	Costes de procesamiento mínimos de la fundición a presión de cinc en cámara caliente.....	34

2.2.7.1.	<i>Ahorro de tiempos de producción</i> .....	34
2.2.7.2.	<i>Ahorro de energía</i> .....	34
2.2.7.3.	<i>Forma de moldes casi exactas y exactas</i> .....	34
2.2.7.4.	<i>Bajo desgaste de las herramientas</i> .....	34
2.2.8.	<i>Fundición a presión con troquel</i> .....	35
2.2.8.1.	<i>Fundición a presión con troquel en máquinas con cámara caliente</i> .....	35
2.2.8.2.	<i>Fundición a presión con troquel en máquinas con cámara fría</i> .....	36
2.2.9.	<i>Limpieza química</i> .....	37
2.2.10.	<i>Pintura electrostática</i> .....	38
2.3.	Definición de términos básicos .....	39
<b>CAPÍTULO 3. DESARROLLO</b> .....		<b>43</b>
3.1.	Desarrollo de objetivo específico 01 .....	48
3.1.1.	<i>Residuos</i> .....	48
3.1.1.1.	<i>Residuos de tiradores de latón MS-58</i> .....	48
3.1.2.	<i>Propuesta de mejora</i> .....	50
3.1.2.1.	<i>Propuesta de mejora para tiradores</i> .....	50
3.2.	Desarrollo de objetivo específico 02 .....	52
3.2.1.	<i>Costos</i> .....	52
3.2.1.1.	<i>Costos de fabricación de tiradores de latón MS-58</i> .....	52
3.2.2.	<i>Propuesta de mejora</i> .....	55
3.2.2.1.	<i>Propuesta de mejora para tiradores</i> .....	55
3.3.	Desarrollo de objetivo específico 03 .....	58
3.3.1.	<i>Tiempos</i> .....	58
3.3.1.1.	<i>Tiempos de fabricación de tiradores de latón MS-58</i> .....	58
3.3.2.	<i>Propuesta de mejora</i> .....	59
3.3.2.1.	<i>Propuesta de mejora para tiradores</i> .....	59
3.4.	Desarrollo de Objetivo General.....	61
3.4.1.	<i>Alternativas de propuesta de solución</i> .....	61

3.4.1.1.	<i>Opción 1: Proceso actual</i> .....	61
3.4.1.2.	<i>Opción 2: Toda la fabricación con terceros</i> .....	61
3.4.1.3.	<i>Opción 3: Adquisición de máquina de inyección de zamak</i> .....	62
3.4.2.	<i>Costos de máquina de inyección de zamak</i> .....	62
3.4.3.	<i>Tiempo de recuperación de inversión de máquina de inyección de zamak</i> .....	62
3.4.4.	<i>Diagrama de Gantt</i> .....	63
3.4.5.	<i>Máquina de inyección de zamak de cámara caliente</i> .....	64
3.4.6.	<i>Propiedades del Zamak 5 y Latón MS-58 (CuZn40Pb2)</i> .....	65
3.4.7.	<i>Diagrama de operación de procesos de tiradores de zamak 5 (DOP)</i> .....	66
3.4.8.	<i>Calculo de productividad en la fabricación de tiradores</i> .....	67
3.4.8.1.	<i>Calculo de productividad actual en la fabricación de tiradores (latón MS-58)</i> .....	67
3.4.8.2.	<i>Calculo de productividad con la propuesta de fabricación de tiradores (zamak 5)</i> .....	67
<b>CAPÍTULO 4. RESULTADOS</b> .....		<b>68</b>
4.1.	Resultado de objetivo específico 01 .....	68
4.2.	Resultado de objetivo específico 02 .....	69
4.3.	Resultado de objetivo específico 03 .....	69
4.4.	Resultado de objetivo general.....	70
CONCLUSIONES .....		71
RECOMENDACIONES .....		72
<b>REFERENCIAS</b> .....		<b>73</b>
<b>ANEXOS</b> .....		<b>74</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura n° 1.1.</b> Diagrama de Ishikawa para la producción de tiradores de latón MS-58.....	14
<b>Figura n° 1.2.</b> Cadena de valor grupo Forte S.A.C .....	17
<b>Figura n° 1.3.</b> Organigrama de producción grupo Forte S.A.C .....	18
<b>Figura n° 1.4.</b> Cerraduras de sobreponer y tranca de alta seguridad .....	20
<b>Figura n° 1.5.</b> Ubicación geográfica Grupo Forte S.A.C .....	20
<b>Figura n° 2.6.</b> El sistema económico añade valor transformando factores productivos (inputs) en productos (outputs).....	27
<b>Figura n° 2.7.</b> Productividad de un solo factor .....	28
<b>Figura n° 2.8.</b> Productividad de múltiples factores .....	28
<b>Figura n° 2.9.</b> Ciclo de la fundición con cámara caliente .....	36
<b>Figura n° 2.10.</b> Ciclo de la fundición con cámara fría.....	37
<b>Figura n° 2.11.</b> Configuración general de una máquina de fundición con troquel (cámara fría).....	37
<b>Figura n° 2.12.</b> <i>Equipo de recubrimiento en polvo EASY 1-F (electroestático)</i> .....	38
<b>Figura n° 3.13.</b> Tirador de cerradura (latón MS-58 “CuZn40Pb2”). .....	43
<b>Figura n° 3.14.</b> Barras de perfil de tiradores (latón MS-58 “CuZn40Pb2”).....	44
<b>Figura n° 3.15.</b> Corte de tiradores (latón MS-58 “CuZn40Pb2”). .....	45
<b>Figura n° 3.16.</b> Diagrama de operaciones de procesos de tiradores de latón MS-58 (CuZn40Pb2), proceso actual (DOP) .....	47
<b>Figura n° 3.17.</b> <i>Calculo de masa de residuo total de barra de latón MS-58 de 769mm de longitud (Autodesk inventor 2016).</i> .....	49
<b>Figura n° 3.18.</b> Calculo de masa de tirador de zamak 5 (Autodesk inventor 2016).....	50
<b>Figura n° 3.19.</b> Calculo de costos unitarios de tiradores de latón MS-58. ....	53
<b>Figura n° 3.20.</b> Grafica de costos de producción tiradores de latón MS-58 (Forte).....	54
<b>Figura n° 3.21.</b> Calculo de costos unitarios de tiradores de zamak 5 .....	55
<b>Figura n° 3.22.</b> Grafica de costos de producción tiradores de zamak 5 (Grupo Forte S.A.C). .....	56
<b>Figura n° 3.23.</b> Tiempo de recuperación de inversión de adquisición de máquina inyectora .....	63
<b>Figura n° 3.24.</b> Diagrama de Gantt para la adquisición e instalación de equipo de inyección de zamak .....	64
<b>Figura n° 3.25.</b> Máquina de inyección de cámara caliente J213E-38T .....	65
<b>Figura n° 3.26.</b> Diagrama de operaciones de proceso de tiradores en zamak 5 (DOP).....	66

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla n° 2.1.</b> <i>Sistemas de Nomenclatura para Aleaciones de Zinc y Zinc-Aluminio (ZA)</i> .....	31
<b>Tabla n° 2.2.</b> <i>Requisitos químicos para Aleaciones de Zinc y Zinc-Aluminio (ZA)</i> .....	31
<b>Tabla n° 3.3.</b> <i>Longitud y residuos de barra de latón para perfiles de tirador</i> .....	48
<b>Tabla n° 3.4.</b> <i>Residuos en el mecanizado de tiradores de latón MS-58 (CuZn40Pb2)</i> .....	49
<b>Tabla n° 3.5.</b> <i>Residuos en la inyección de tiradores de zamak 5</i> .....	51
<b>Tabla n° 3.6.</b> <i>Costos unitarios de tiradores de latón MS-58 (Forte)</i> .....	53
<b>Tabla n° 3.7.</b> <i>Costos de producción tiradores de latón MS-58 (Forte)</i> .....	54
<b>Tabla n° 3.8.</b> <i>Costos unitarios de tiradores de zamak 5 (Forte S.A.C.)</i> .....	56
<b>Tabla n° 3.9.</b> <i>Costos de fabricación de tiradores de zamak 5 (Forte S.A.C.)</i> .....	56
<b>Tabla n° 3.10.</b> <i>Cantidad de cortes de tiradores de latón MS-58</i> .....	58
<b>Tabla n° 3.11.</b> <i>Tiempos de Mecanizado de tiradores de latón MS-58 (Forte S.A.C.)</i> .....	59
<b>Tabla n° 3.12.</b> <i>Capacidad de producción de equipo de inyección de tiradores en zamak 5 (Forte S.A.C.)</i> .....	59
<b>Tabla n° 3.13.</b> <i>Horas empleadas en la producción de tiradores en zamak 5 (Forte S.A.C.)</i> .....	60
<b>Tabla n° 3.14.</b> <i>Costos unitarios de tiradores de latón MS-58 (Proveedor - Forte)</i> .....	61
<b>Tabla n° 3.15.</b> <i>Costos unitarios de tiradores de zamak 5 (proveedor)</i> .....	61
<b>Tabla n° 3.16.</b> <i>Costos unitarios de tiradores de zamak 5 (Grupo forte S.A.C.)</i> .....	62
<b>Tabla n° 3.17.</b> <i>Cuadro de inversión inicial en la máquina de inyección de cámara caliente (ver anexo 11)</i> .....	62
<b>Tabla n° 3.18.</b> <i>Propiedades del Zamak 5 y el latón Ms-58</i> .....	66
<b>Tabla n° 3.19.</b> <i>Resultado de objetivo específico 01 en porcentaje</i> .....	68
<b>Tabla n° 3.20.</b> <i>Resultado de objetivo específico 01 en Soles</i> .....	68
<b>Tabla n° 3.21.</b> <i>Resultado unitario de objetivo específico 02</i> .....	69
<b>Tabla n° 3.22.</b> <i>Resultado total de objetivo específico unitario 02</i> .....	69
<b>Tabla n° 3.23.</b> <i>Resultado de objetivo específico 03</i> .....	69
<b>Tabla n° 3.24.</b> <i>Resultado de objetivo general</i> .....	70

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo general proponer una mejora para el aumento de productividad en la fabricación de piezas para cerraduras basada en la metodología de reingeniería en el área de producción de la empresa grupo Forte S.A.C. – Lima, 2017.

La investigación realizada es del tipo correlacional con un diseño no experimental, el recojo de datos se realizó a través de entrevistas, data del área de finanzas y producción, el empleo de software de diseño.

Se presentaron tres opciones de solución para mejorar el proceso en la producción de tiradores para cerraduras: 1) Manteniendo el proceso tal cual como hasta ahora viene realizando, tercerizando la producción de perfiles de tiradores de latón y mecanizándolo en la misma empresa; 2) Tercerizar por completo de producción de tiradores en material zamak; 3) La adquisición de una maquina inyección de zamak.

Con la opción que propone la adquisición de una máquina de inyección de zamak se concluye lo siguiente resultados favorables en los 13 meses de producción que fueron analizados: a) La productividad se incrementara de un índice de 2.78 a 5.02; b) Se reducirían considerablemente los residuos en un 25.14% (S/ 21,536); c) Se reducirían los costos de producción en un 40.6% de S/. 0.3336 a S/. 0.1981 por unidad producida; d) Se reducirían los tiempos de producción en un 81 % de 6.0 Seg/Pza a 1.13 Seg/Pza.

## ABSTRACT

The present research has as general objective to propose an improvement for the increase of productivity in the manufacture of parts for locks based on the methodology of reengineering in the production area of the company group Forte S.A.C. - Lima, 2017.

The research carried out is of the type to correlate with a non-experimental design, data collection was done through interviews, data from the area of finance and production, the use of design software.

Three solution options were presented to improve the process in the production of handles for locks: 1) Keeping the process as it has been doing so far, outsourcing the production of profiles of brass handles and machining it in the same company; 2) Completely outsource production of shooters in zamak material; 3) The acquisition of a zamak injection machine.

With the option proposed by the acquisition of a machine of injection of zamak the following favorable results are concluded in the 13 months of production that were analyzed: a) Productivity will increase from an index of 2.78 to 5.02; (b) 25.14 per cent would be substantially reduced (S / 21,536); c) Production costs would be reduced by 40.6% of S /. 0.3336 a S /. 0.1981 per unit produced; d) Production times would be reduced by 81% from 6.0 Seg / Pza to 1.13 Seg / Pza.

## **NOTA DE ACCESO**

**No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales**

## REFERENCIAS

- Alayo, O. (2007). *Procesos industriales de acabado esmaltado y galvanizado sobre piezas de zamac*. Lima.
- Añó, E. (2015). *Valorización del residuo procedente del proceso de inyección industrial de Zámak*. Valencia.
- ASTM International. (2013). ASTM International B86 - 13. *Standar specification for Zinc and Zinc - Aluminum (ZA) Alloy foundry and die castings.*, 7.
- Berrío, D., & Castrillón, J. (2008). *Costos para gerenciar organizaciones manufactureras, comerciales y de servicios*. Barranquilla: Uninorte.
- Bravo, J. (2009). *Reingeniería de negocios*. Santiago de Chile: Editorial Evolución S.A. .
- Caltenco, R. (2009). *Diseño y construcción de una máquina de colada centrífuga para aleaciones de bajo punto de fusión*. México, D.F.
- Fernández, B. (2016). *Reducir tiempo de entrega mejorando el tiempo de cambio de molde en empresa de plásticos de Lima, Perú*. Lima.
- Flores, A. (2013). *Optimización del proceso de vaciado de zamak 3 en molde permanente mediante técnicas estadísticas y cómputo suave*. Saltillo.
- Gallego, A. (2008). *Análisis y comparación entre el proceso de centrifugado e inyección para la fabricación de piezas en zamac*. Medellín.
- Groover, M. (1997). *Proceso de manufactura moderna*. Naucaipan de Juárez: Raela Maes.
- Groover, M. (2007). *Fundamentos de manufactura moderna*. México, D.F.: Mc graw - hill / interamericana editores.
- Hammer, M., & Champy, J. (1994). *Reingeniería*. Bogotá: Editorial Norma S.A.
- Heizer, j., & Render, B. (2007). *Dirección de la producción y de operaciones*. Madrid: Pearson educación.
- <http://www.igm.mex.tl/imagesnew2/0/0/0/0/1/6/9/7/5/8/Pintura%20Electrostatica.pdf>. (s.f.).
- International Zinc Association. (2013). Engineering in zinc, today's answer. *Engineered Zinc Die Castings for Optimal Design Freedom and Precision.*, 11. Obtenido de [www.zinc.org](http://www.zinc.org).
- North American die casting Association. (2013). International Zinc Association. *The New High Fluidity Zinc Alloy*, 16.
- North american die casting association. (2015). *NADCA Product specification standards for die casting*. Illinois: North american die casting association.
- Vega, W. (2012). *Mejora del proceso de fundición aplicando la metologia Lean -Six sigma*. Lima.
- Zamora, R. (2005). *Estudio experimental de la formación de porosidad por atrapamiento de aire durante la etapa lenta de inyección en máquinas de fundición de alta presión*. Cartagena.