

**UNIVERSIDAD NACIONAL**

**JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL, SISTEMAS E INFORMÁTICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



---

**TESIS**

---

**ESTUDIO DE TIEMPOS Y PRODUCTIVIDAD EN LA FABRICACIÓN DE  
CHUMACERAS SALZGITTER EN EL TALLER DE MAESTRANZA - EMPRESA  
AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A. - 2018**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Industrial

**AUTOR:**

BACH. GOMEZ RAMIREZ, JEAN CLAUDE

**ASESOR:**

ING. HIJAR TENA, ALEJANDRO

Registro CIP 20456

**Huacho - Perú**

**2019**

**ESTUDIO DE TIEMPOS Y PRODUCTIVIDAD EN LA FABRICACIÓN DE  
CHUMACERAS SALZGITTER EN EL TALLER DE MAESTRANZA - EMPRESA  
AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A. – 2018**

**ASESOR Y MIEMBROS DEL JURADO**

---

**PRESIDENTE**

Ing. Juan Carlos De Los Santos García  
CIP 20326

---

**SECRETARIO**

Ing. Javier Alberto Manrique Quiñonez  
CIP 48354

---

**VOCAL**

Ing. Adolfo Galindo Santiago  
CIP 50875

---

**ASESOR**

Ing. Alejandro Hjar Tena  
CIP 20456

## DEDICATORIA

A mi madre Lidia María Ramírez Tafur, a quien le debo toda mi formación personal y profesional, por su cariño y amor, también por ser mí gran apoyo en todo momento.

A mis abuelos por darme siempre los consejos en momentos más difíciles de mi vida y darme su incondicional apoyo y cuidado.

A mi asesor Ing. Alejandro Hajar Tena por su amistad, tiempo y apoyo en lo personal y profesional para la elaboración del presente documento tan importante para mí.

A mi señorita enamorada Silvia Silva Cáceres por su interés y apoyo incondicional en mi crecimiento personal y profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

### **A mi madre:**

Que gracias a sus consejos, apoyo y palabras de aliento me han ayudado a crecer como persona, no rendirme y luchar por lo que quiero, gracias por enseñarme los valores que me han llevado a alcanzar esta gran meta en mi vida. Te quiero mamá.

(Lidia Ramírez Tafur)

### **A mi asesor:**

Gracias por su valioso tiempo, dedicación y paciencia en la elaboración del presente documento.

(Ing. Alejandro Hajar Tena)

### **A mi jefe:**

Gracias por confianza al permitirme trabajar a su lado y desarrollar mi crecimiento profesional.

(Benito Lázaro Gaytán)

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
ÍNDICE GENERAL .....	v
ÍNDICE DE TABLAS .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
1.1 Descripción de la realidad problemática .....	3
1.2 Formulación del problema .....	5
1.2.1 Problema general .....	5
1.2.2 Problema específico:.....	5
1.3 Objetivos de la investigación .....	5
1.3.1 Objetivo general.....	5
1.3.2 Objetivo específico .....	5
1.4 Justificación de la investigación.....	6
1.5 Delimitaciones del estudio .....	6
1.5.1 Delimitación espacial.....	6
1.5.2 Delimitación temporal .....	7
1.5.3 Delimitación social .....	7
1.6 Viabilidad del estudio.....	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	8
2.1 Antecedentes de la investigación .....	8
2.1.1 Nacional .....	8
2.1.2 Internacional .....	9
2.2 Bases teóricas .....	10
2.2.1 Estudio de tiempos .....	10
2.2.2 Productividad .....	25
2.2.3 Antecedentes de la empresa .....	31
2.3 Definición de términos básicos .....	33
2.3.1 Estudio de tiempos .....	33
2.3.2 Eficiencia .....	33

2.3.3	Cronometraje industrial .....	33
2.3.4	Tiempo estándar.....	34
2.3.5	Tiempo normal.....	34
2.3.6	Productividad .....	34
2.3.7	Suplemento .....	34
2.3.8	Tolerancia .....	34
2.3.9	Diagrama de operaciones de proceso.....	35
2.3.10	Capacidad de producción.....	35
2.4	Formulación de la hipótesis.....	36
2.4.1	Hipótesis general.....	36
2.4.2	Hipótesis específica .....	36
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA .....		37
3.1	Diseño metodológico.....	37
3.1.1	Tipo de investigación.....	37
3.1.2	Nivel de investigación.....	37
3.1.3	Enfoque .....	37
3.2	Población y muestra .....	37
3.2.1	Población.....	37
3.2.2	Muestra .....	38
3.3	Operacionalización de variables e indicadores .....	39
3.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	41
3.4.1	Técnicas a emplear.....	41
3.4.2	Descripción de los instrumentos .....	41
3.5	Técnicas para el procesamiento de la información .....	41
CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....		42
4.1	Estudio de tiempos – data histórica.....	42
4.1.1	Diagrama de procesos .....	48
4.1.2	Tiempo estándar.....	63
4.1.3	Costos.....	73
4.2	Productividad .....	77
4.2.1	Eficiencia .....	77
4.2.2	Eficacia .....	79
4.3	Prueba de normalidad y prueba de T Student para muestras independientes .....	81

4.3.1	Dimensión 1: Diagrama de procesos .....	82
4.3.2	Dimensión 2: Tiempo estándar .....	85
4.3.3	Dimensión 3: Costos .....	88
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		91
5.1	Discusión.....	91
5.2	Conclusiones .....	93
5.3	Recomendaciones.....	93
FUENTES DE INFORMACIÓN .....		95
6.1	Fuentes bibliográficas .....	95
6.2	Fuentes Electrónicas.....	95
ANEXOS .....		95

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Sistema Westinghouse – Habilidad y Esfuerzo</i> .....	14
Tabla 2. <i>Sistema Westinghouse – Condición y Consistencia.</i> .....	14
Tabla 3. <i>Número recomendado de ciclos de estudio</i> .....	15
Tabla 4 <i>Sistema de suplementos por descanso</i> .....	17
Tabla 5. <i>Descripción de los símbolos del DAP</i> .....	21
Tabla 6. <i>Resumen de resultados</i> .....	31
Tabla 7. <i>Matriz operacional</i> .....	39
Tabla 8. <i>Valoración del operario</i> .....	43
Tabla 9. <i>Tiempo normal – Fundición – Data histórica</i> .....	44
Tabla 10. <i>Tiempo normal – Torno – Data histórica</i> .....	46
Tabla 11. <i>Tiempo normal – Taladro – Data histórica</i> .....	47
Tabla 12. <i>Diagrama de análisis de proceso (DAP) – Data histórica</i> .....	49
Tabla 13. <i>Diagrama de operación y proceso (DOP) – Data histórica</i> .....	50
Tabla 14. <i>Tiempo normal – Fundición – Modelo propuesto</i> .....	55
Tabla 15. <i>Tiempo normal – Torno – Modelo propuesto</i> .....	57
Tabla 16. <i>Tiempo normal – Taladro – Modelo propuesto</i> .....	58
Tabla 17. <i>Diagrama de análisis de proceso (DAP) – Propuesto</i> .....	59
Tabla 18. <i>Diagrama de operación y proceso (DOP) – Propuesto</i> .....	60
Tabla 19. <i>Suplementos de operarios – Fundición – Data histórica</i> .....	64
Tabla 20. <i>Suplementos de operarios – Torno – Data histórica</i> .....	65
Tabla 21. <i>Suplementos de operarios – Taladro - Data histórica</i> .....	66
Tabla 22. <i>Tiempo estándar – Fundición - Data histórica</i> .....	67
Tabla 23. <i>Tiempo estándar – Torno – Data histórica</i> .....	68
Tabla 24. <i>Tiempo estándar – Taladro – Data histórica</i> .....	68

Tabla 25. <i>Suplementos de operarios – Fundición - Modelo propuesto</i> .....	69
Tabla 26. <i>Suplementos de operarios – Torno – Modelo propuesto</i> .....	70
Tabla 27. <i>Suplementos de operarios – Taladro – Modelo Propuesto</i> .....	71
Tabla 28. <i>Tiempo estándar – Fundición – Modelo propuesto</i> .....	72
Tabla 29. <i>Tiempo estándar – Torno – Modelo propuesto</i> .....	73
Tabla 30. <i>Tiempo estándar – Taladro – Modelo propuesto</i> .....	73
Tabla 31. <i>Tasa por hora – hombre (hr-ho)</i> .....	74
Tabla 32. <i>Costo total de mano de obra – Data histórica</i> .....	75
Tabla 33. <i>Costo total de mano de obra – Modelo propuesto</i> .....	75
Tabla 34. <i>Comparación económica</i> .....	76
Tabla 35. <i>VAC – Data histórica</i> .....	76
Tabla 36. <i>VAC – Modelo propuesto</i> .....	76
Tabla 37. <i>Programa de producción anual – Data histórica</i> .....	79
Tabla 38. <i>Programa de producción anual – Modelo propuesto</i> .....	80
Tabla 39. <i>Prueba de normalidad – SPSS</i> .....	82
Tabla 40. <i>Prueba T Student - muestras independientes– Diagrama de procesos (1)</i> .....	83
Tabla 41. <i>Prueba T Student - muestras independientes – Diagrama de procesos (2)</i> .....	84
Tabla 42. <i>Prueba de normalidad - SPSS</i> .....	85
Tabla 43. <i>Prueba T Student - muestras independientes – Tiempo estándar (1)</i> .....	86
Tabla 44. <i>Prueba T Student - muestras independientes – Tiempo estándar (2)</i> .....	87
Tabla 45. <i>Prueba de normalidad - SPSS</i> .....	88
Tabla 46. <i>Prueba T Student - muestras independientes– Costos (1)</i> .....	89
Tabla 47. <i>Prueba T Student – muestras independientes – Costos (2)</i> .....	90

**ÍNDICE DE FIGURAS**

<i>Figura 1.</i> Fases del estudio de tiempos.....	20
<i>Figura 2.</i> Diagrama de operaciones .....	22
<i>Figura 3.</i> Línea principal .....	22
<i>Figura 4.</i> Descripción de actividades y tiempo .....	23
<i>Figura 5.</i> Línea secundaria .....	23
<i>Figura 6.</i> Reproceso.....	24
<i>Figura 7.</i> Repetición .....	24
<i>Figura 8.</i> Diagrama de operación de procesos.....	25
<i>Figura 9.</i> Reacción en cadena de una mayor productividad.....	27
<i>Figura 10.</i> Base de datos de las dimensiones .....	81

**Estudio de tiempos y productividad en la fabricación de chumaceras Salzgitter en el taller de maestranza - Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. – 2018**

**Study of times and productivity in the manufacture of bearings Salzgitter in the workshop of maestranza - Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. – 2018.**

Jean Gómez Ramírez

**Resumen:**

**Objetivo:** Evaluar en qué medida la aplicación del estudio de tiempos incrementa la productividad en la fabricación de chumaceras Salzgitter en el taller de maestranza en la E.A.A. Andahuasi S.A.A. **Metodología:** investigación aplicada con diseño cuasi experimental y de tipo longitudinal. La muestra fue igual que la población de 9 chumaceras. **Resultados:** Se obtuvo que el ahorro de tiempo es equivalente a 10.97 % y 6.80 % en el área de fundición y torno respectivamente lo que refleja que se redujo en 122.55 minutos el tiempo utilizado en el proceso por cada chumacera que se produzca, y con respecto a los costos se hizo una proyección de 5 años y se obtuvo una reducción total de S/. 11,056.73 correspondiente a la mano de obra. Se demostró estadísticamente con la prueba de normalidad y T Student para muestras independientes con las dimensiones diagrama de proceso, tiempo estándar y costos con un 5% de nivel de significancia que existe diferencia significativa entre el modelo de la data histórica y el modelo propuesto. **Conclusión:** La aplicación del modelo propuesto de estudio de tiempo incrementa la productividad en la fabricación de chumaceras Salzgitter en el taller de maestranza, teniendo un impacto positivo para la empresa, se eliminan actividades 4 innecesarias y con ello se acelera el proceso obteniendo resultados favorables sin perjudicar el proceso productivo.

**Palabras claves:** Estudio de tiempos, productividad, diagrama de proceso, tiempo estándar, suplementos, valor actual de costos.

**Abstract:**

**Objective:** To evaluate to what extent the application of the study of times increases the productivity in the manufacture of bearings Salzgitter in the workshop of maestranza in the E.A.A. Andahuasi S.A.A. **Methodology:** applied research with quasi-experimental design and longitudinal type. The sample was the same as the population of 9 bearings. **Results:** It was obtained that the saving of time is equivalent to 10.97% and 6.80% in the area of cast iron and lathe respectively, which reflects that the time used in the process was reduced by 122.55 minutes for each bearing that occurs, and with respect to A 5-year projection was made to the costs and a total reduction of S / . 11,056.73 corresponding to labor. It was demonstrated statistically with the normality test and Student's T for independent samples with the dimensions process diagram, standard time and costs with a 5% level of significance that there is a significant difference between the model of historical data and the proposed model. **Conclusion:** The application of the proposed model of time study increases productivity in the manufacture of Salzgitter bearings in the workshop, having a positive impact for the company, eliminating unnecessary activities and thus accelerating the process obtaining favorable results without harm the productive process.

**Keywords:** Time study, productivity, process diagram, standard time, supplements, current cost value.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen empresas cuyos indicadores de productividad se vieron afectados directamente a causa de que sus sistemas de producción no tuvieron la planificación y estudio adecuado para poder optimizar cada uno de sus procesos productivos. La productividad es la utilización efectiva de los recursos de algún proceso productivo, recursos como el capital de trabajo, el área a desarrollarnos, la organización con la que trabajamos, los tiempos que utilizamos, en cada uno de ellos busca la constante mejora de las existencias basándose en el objetivo de que cada vez el proceso productivo puede ser cada vez mejor.

Las empresas agroindustriales buscan continuar o mejorar su participación en el mercado para de esta forma permanecer a la vanguardia a nivel nacional e internacional. Por ello las empresas deben de otorgar a cada una de sus áreas la importancia que ameritan. En el caso del taller de maestranza de la E.A.A. Andahuasi S.A.A. es sumamente importante la producción de chumaceras Salzgitter puesto que es una de los elementos fundamentales del molino el cual influye directamente en la producción del azúcar, pero la empresa Andahuasi enfrenta una realidad con inconvenientes como: tiempos improductivos, sobre costo de mano de obra, excedente de tiempos de producción, desgaste físico de los operarios. Por tal motivo es necesario y relevante realizar un estudio de tiempos, con la finalidad que el operario pueda laborar con mayor eficiencia y eficacia. La presente investigación se realizó en la E.A.A. Andahuasi S.A.A la cual se dedica a la extracción de caña para ser procesada y obtener azúcar comercial de consumo doméstico, pero toda institución no está ajena de presentar inconvenientes y en el proceso de producción de la chumacera Salzgitter presenta inconvenientes en el área productiva de fundición, torno y taladro y por ello la investigación se centra en dichos puntos.

El proyecto de investigación está titulado “Estudio de Tiempos y Productividad en la fabricación de chumaceras Salzgitter en el taller de maestranza - E.A.A. Andahuasi S.A.A la

– 2018”, tiene como objetivo determinar en qué medida el estudio de tiempo incrementa la productividad en la fabricación de las chumaceras Salzgitter y para ello debemos de observar cada una de las actividades y tener una visión más amplia de donde se encuentran los puntos a mejorar y para ello se emplearon términos como diagramas de operación, tiempo estándar, costos, eficiencia, eficacia, entre otros que contribuyeron con el objetivo del estudio de investigación.

## CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Descripción de la realidad problemática

Los analistas se han dado cuenta que para la mejora de la productividad de una empresa o institución es necesario tomar en cuenta al factor humano, tener en cuenta su edad, su salud, bienestar, tamaño fortalezas, físico, actitud, comportamiento entrenamiento, satisfacción con su trabajo, estado emocional completamente estable ya que todo ello repercute en forma directa en la productividad.

Todos los trabajadores siempre se muestran reacios e incluso rechazan la idea cuando se toca el tema de estudio de métodos y tiempos ya que para ello requiere de un mayor esfuerzo, control, un trabajo más acelerado, el uso de incentivos para la obtención de mayor productividad. Si los nuevos niveles establecidos muestran una productividad normal, entonces los trabajadores se verán forzados a un trabajo más arduo para poder mantener sus ingresos anteriores.

Actualmente en las empresas hay casos donde el sindicato se opone al establecimiento de estándares mediante la medición dentro de la organización a la que pertenecen ya que para ellos los pagos de los sueldos y salarios no deberían de ser pagados por medición de su trabajo, piensan que el trabajo debería de ser remunerado mediante negociaciones.

La E.A.A. Andahuasi S.A.A está dedicada a la extracción y transformación de caña de azúcar para ser procesada y brindar a sus clientes azúcar industrial de consumo doméstico. Cuenta con áreas organizadas y dedicadas a tareas específicas y se les conoce como centros de costos como lo son maestranza, trapiche, extracción, caldero, destilación, casa fuerza, etc. Dicha empresa es una de las pocas en el sector que cuenta con su propio taller de maestranza cuyo objetivo es la fabricación y reparación de piezas útiles y necesarias para su desarrollo productivo y particularmente maestranza será el lugar de estudio de esta investigación. La E.A.A. Andahuasi S.A.A trabaja incansablemente por mantener el nivel suficiente de

productividad que le permita continuar a la vanguardia en el sector azucarero a nivel nacional e internacional.

Maestranza lugar donde se llevó a cabo la investigación es la encargada de dar la reparación y fabricación de piezas útiles para que el proceso productivo siga su curso de la mejor forma y por este motivo resulta importante realizar un estudio de tiempo a una de sus fabricación de piezas más importantes que solicita el área de trapiche que son las chumaceras Salzgitter para sus cinco molinos ya que en estos últimos años no se estuvo cumpliendo con el plan de producción de chumaceras y se presentaron inconvenientes. El presente estudio de investigación sobre el estudio de tiempos se da con la finalidad de que este procedimiento de fabricación pueda realizarse con mayor eficiencia y eficacia, es decir incrementar la productividad, ya que se observan inconvenientes como los que se muestran a continuación: tiempos improductivos, carencia de tiempos estándares y el control inadecuado de los costos.

Dichos inconvenientes generan costos adicionales a la producción de las chumaceras Salzgitter y a la empresa en general, por ello es que se realizó un estudio de tiempo. Se registró y examinó de manera sistemática la ejecución de actividades, para establecer el tiempo estándar de cada una de las tareas que conforman la operación. La finalidad del presente trabajo de investigación es demostrar que el estudio de tiempos incrementa la productividad mediante mejoras que se plantearan en la sección de maestranza. Para la toma de tiempos se considerará a los operarios experimentados en la materia para poder tomar datos más fiables debido a que es el operario que técnicamente conoce la forma de desarrollar sus labores.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿En qué medida la aplicación del estudio de tiempos incrementa la productividad en la fabricación de chumaceras Salzgitter en el taller de maestranza en la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. – 2018?

### **1.2.2 Problema específico:**

¿En qué medida la aplicación del diagrama de procesos incrementa la productividad en la fabricación de chumaceras Salzgitter en la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. – 2018?

¿En qué medida la aplicación del tiempo estándar incrementa la productividad en la fabricación de chumaceras Salzgitter en la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. – 2018?

¿En qué medida la reducción de costos incrementa la productividad en la fabricación de chumaceras Salzgitter en la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. – 2018?

## **1.3 Objetivos de la investigación**

### **1.3.1 Objetivo general**

- Evaluar en qué medida la aplicación del estudio de tiempos incrementa la productividad en la fabricación de chumaceras Salzgitter en el taller de maestranza en la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. – 2018.

### **1.3.2 Objetivo específico**

- Evaluar en qué medida la aplicación del diagrama de procesos incrementa la productividad en la fabricación de chumaceras Salzgitter en el taller de maestranza en la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. – 2018.

- Evaluar en qué medida la aplicación del tiempo estándar incrementa la productividad en la fabricación de chumaceras Salzgitter en el taller de maestranza en la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. – 2018.
- Evaluar en qué medida la reducción de costos incrementa la productividad en la fabricación de chumaceras Salzgitter en el taller de maestranza en la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. – 2018.

#### **1.4 Justificación de la investigación**

Todo proceso siempre estará sujeto a poder ser mejorado, por esta razón se empleó el concepto de estudio de tiempos, que permite analizar la operación, para luego determinar el tiempo estándar, permitiéndose identificar la actividad cuello de botella que hace muy elevado el tiempo total en la operación de fabricación de Chumaceras Salzgitter en la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A.

Por ello este estudio se fundamenta en el hecho de brindar mejoras en la productividad de la operación de fabricación de chumacera cuyos factores determinantes son la eficiencia y la eficacia.

Estimar un estudio de tiempos, permitirá mejorar la operación de fabricación de chumaceras Salzgitter respecto al ahorro de costos y tiempo. Por ello se realizó un trabajo de campo con el objetivo de explorar y buscar la solución al problema, durante la observación directa (cronometrar) se registraron datos de tiempos en los formatos que se mostrara más adelante de la presente investigación.

#### **1.5 Delimitaciones del estudio**

##### **1.5.1 Delimitación espacial**

La investigación se desarrollará en la E.A.A. Andahuasi S.A.A., localizada en la Carretera Huaura - Sayán Km 41.5 Lima – Perú.

### **1.5.2 Delimitación temporal**

El desarrollo de la presente investigación tuvo un tiempo de duración de dos años, es decir durante el año 2018 y 2019.

### **1.5.3 Delimitación social**

La investigación está a cargo del autor, asesor, jurados y otras personas que tendrán participación directa o indirectamente en la misma.

## **1.6 Viabilidad del estudio**

La investigación se le considera viable porque se tiene la disponibilidad de información con la que se puede trabajar, de igual forma para el desarrollo de la investigación se cuenta con la disponibilidad de recursos humanos y también con recursos económicos y tecnológicos.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de la investigación

Para la presente investigación se tomaron como modelos y referencias investigaciones del ámbito internacional, nacional y local; las mismas que fueron desarrolladas con anterioridad al estudio. Todo ellos, relacionados a los temas de estudio de tiempos y productividad, que serán descritos en los párrafos siguientes:

#### 2.1.1 Nacional

Explorando la documentación existente a nivel nacional, se constató la existencia de tesis con características similares, de la cual tomó como referencia para mi estudio, como se muestra a continuación:

Sánchez (2017), en su tesis *“Aplicación de la ingeniería de métodos en el área de vacíos para mejorar la productividad en los traslados de los contenedores en la empresa Unimar S.A. Callao 2017”*, Perú, de la Universidad de Cesar Vallejo y tuvo como objetivo estimar en cuánto mejora la productividad al aplicar del estudio de tiempo en el traslado de los contenedores vacíos, esta investigación es de nivel explicativo, teniendo una población del 100% del universo por un lapso de 30 días, utilizó la encuesta como instrumento, con un nivel de significancia de 5% el cual concluyo diciendo que la productividad incrementó de 39% a 58% lo que equivale a un aumento del 48.7 %.

García (2016), en su tesis *“Aplicación de mejora de métodos de trabajo en la eficiencia de las operaciones en el área de recepción de una empresa esparraguera”* de la Universidad Nacional de Trujillo, Perú: cuyo objetivo fue determinando la causa que origina el inconveniente existente en el área de recepción, esta investigación fue de tipo pre experimental , teniendo una muestra de 196 personas, con un nivel de significancia del 5% y concluyo diciendo que mejora la eficiencia en el uso de los recursos, ya que inicialmente solo se contaba con dos tinas en dicho proceso una separada de otra en 6 metros; y lo que se

propone es la implementación de dos tinas más, que se utilizara para la operación de enjuague y este modo acelerar el proceso en el área de recepción.

### 2.1.2 Internacional

Explorando la documentación existente a nivel internacional, se constató la existencia de tesis con características similares, de la cual tomo como referencia para mi estudio, como se muestra a continuación:

Amores y Vilca (2011), en su tesis *“Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de pollos eviscerados en la empresa H & N Ecuador ubicada en la panamericana norte sector Lasso para el periodo 2011-2013”* de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador: cuyo objetivo fue la reducción del tiempo excesivo que toma en realizar el faenamiento de un cierto número de pollos, esta investigación es de tipo Experimental, teniendo una población de 19 personas, con un nivel de significancia del 5% el cual concluyó diciendo que el tiempo inicial para la producción de 1600 pollos era de 8,46 horas pero tomando en cuenta las mejoras propuestas se logró reducir el tiempo a 7,01 horas para el misma cantidad de pollos, reduciendo 1,45 horas en el proceso, lo que nos da un porcentaje del 17,14%.

Rivera (2014), en su tesis *“Estudio de tiempos y movimientos para alcanzar la productividad en la elaboración de cortes típicos en el municipio de Salcajá”* de la Universidad Rafael Landívar, Salcajá, Guatemala; cuyo objetivo es determinar que el estudio de tiempos y movimientos logre mejorar la productividad de cortes típicos, esta investigación es de tipo experimental teniendo una muestra de 15 observaciones, el instrumento una hoja de datos y tomo como nivel de significancia un 5% y el cual concluyó diciendo que en la empresa "Cortes Típicos Gramajo" mediante la implementación de un estudio de tiempos y movimientos logre el incremento de la productividad.

Adolfo (2005), en su tesis *“Estudio de tiempos y movimientos en la línea de producción de piso de granito en la fábrica Casa Blanca S.A.”* de la Universidad de San Carlos de Guatemala; cuyo objetivo fue realizar un estudio de tiempos y movimientos en una de sus líneas de producción, esta investigación es de tipo Experimental teniendo como muestra 23 observaciones, con un nivel de significancia del 5% y el cual concluye diciendo que con la implementación del nuevo modelo en el área de prensado se incrementó la productividad de la mano de obra de un 20%, respecto a la productividad de manipulación de materiales se obtuvo un incremento del 34%.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Estudio de tiempos**

Para el estudio de tiempos mediante el uso del cronometro se puede llevar a cabo en distintas situaciones según el trabajo de investigación. García (2005), nos dice: El estudio de tiempo con cronometro, “es una técnica que permite determinar con mayor precisión, sustentada en una cantidad limitada de observaciones, el tiempo que se requiere para llevar a cabo una determinada actividad bajo una norma preestablecida” (p.185).

Según el mismo autor, las investigaciones de tiempo con cronometro se realizan principalmente cuando:

- Se inicia una nueva operación o actividad.
- Cuando surgen problemas en los trabajadores por la cantidad de tiempo que lleva a realizar una operación.
- Cuando hay lentitud en determinadas áreas generadas por actividades lentas, las misma que retrasan otras operaciones.
- Se pretende fijar “los tiempos estándar de un sistema de incentivos”.
- Se percibe una disminución del rendimiento de una determinada máquina, generando tiempos excesivos.

Un estudio de tiempo está conformado por cinco fases, según García (2005) primeramente consta de la:

### **Primera fase: La preparación**

La misma está conformado por las siguientes etapas:

Selección de la operación. En esta parte se tiene que determinar la operación que se va medir, y esto depende del objetivo del estudio. Para ello se emplea los siguientes criterios: El orden que se presentan las actividades u operaciones, la posibilidad de ahorro y las prioridades de las operaciones.

Selección del trabajador. A la hora de elegir el operador es necesario que cumpla con los siguientes perfiles: habilidad para la actividad, capacidad de cooperación, trabajador con temperamento y finalmente que cuente con la experiencia operativa del caso.

Actitud frente al trabajador. En el estudio de tiempo es necesario la colaboración del trabajador o por lo menos su entendimiento del proceso. Por lo tanto, el estudio nunca debe realizarse a espaldas de cierto personal, el análisis debe estar alineados con todas las políticas organizacionales de la empresa, para evitar críticas frente al personal. Se debe evitar buscar las diferencias con el trabajador, sino por el contrario fomentar su colaboración. De existir un sindicato en la organización, es necesario hacer de conocimiento del estudio. En cuanto al operador “espera ser tratado como un ser humano y en general responderá favorablemente si se le trata abierta y francamente” (García, 2005, p.186).

Comprobación del método de trabajo. Para iniciar a cronometrar una operación, primeramente, se tiene que normalizarlo. La normalización “es el procedimiento por medio del cual se fija en forma escrita una norma de método de trabajo para cada una de las operaciones que se realizan en una fábrica” (García, 2005, p.186). Donde se especifican el lugar de trabajo, las maquinarias, las herramientas, los equipos, etc.

Un trabajo normalizado, implica que una determinada pieza deberá ser entregada al operador en la misma condición y que éste será capaz de realizar actividades con una cantidad de horas laborales, “con los movimientos básicos, mientras utilice el mismo equipo y bajo las mismas condiciones” (García, 2005, p.187).

Cuando se estandariza los métodos de trabajo permite incrementar la capacidad de ejecución de operaciones, lo cual influye en la calidad de trabajo y minimiza la labor del área de supervisión.

### **Segunda fase: La ejecución**

Antes de iniciar cualquier operación es preciso que se registre y se obtenga todos los datos relacionados a la operación. El analista debe apuntar toda la información que se ha obtenido por medio de la experiencia directa, para que sirva como fuente de consulta después de haberse realizado el estudio.

En lo que respecta a la “División de la operación en elementos”. “Es una parte esencial y definida de una actividad compuesta por uno o más movimientos fundamentales del operador y de los movimientos de una maquina o las fases de un proceso seleccionado para fines de observación y cronometraje” (García, 2005, p.192).

Medición del tiempo. Después de haber apuntado todos los datos generales y lo relacionado al método normalizado de trabajo. El siguiente paso es medir el tiempo de la actividad u operación, a la cual se le denomina cronometraje. El instrumento principal para medir el tiempo es el cronómetro, el mismo, que es operado comúnmente por un especialista de relojería, quien puede detener o poner en marcha al aparato (García, 2005).

Cálculo del tiempo Normal. Para la duración del estudio del tiempo influye mucho el tipo de la operación a realizar. “El número de ciclos que deberá observarse para obtener un tiempo medio representativo de una operación se determina mediante los siguientes procedimientos: formulas estadísticas, Abaco de Lifson, Tabla de Westhinghouse, criterio de la General

Electric” (García, 2005, p. 204). El procedimiento antes mencionado comúnmente se aplica cuando hay una gama de observaciones, pero si estas son pequeñas se hace uso del cálculo de tiempo normal.

### **Tercera fase: La valoración del ritmo del trabajo**

El estudio de la valoración del tiempo tiene como finalidad “determinar el tiempo tipo para fijar el volumen de trabajo de cada puesto de las empresas, determinar el costo estándar o establecer sistemas de salarios de los trabajadores en la productividad, y según se supone, en los beneficios de la empresa” (García, 2005, p. 209). Tener en cuenta, que este tipo de estudios no son exactos al igual muchas investigaciones. La calificación de la actuación: es una técnica que permite determinar el tiempo que necesita un “operador normal” para realizar una tarea. Cuando nos referimos a operador normal, nos estamos refiriendo al operador capacitado y experimentado que se desempeña a un ritmo promedio representativo.

Según García (2005), para evaluar la actuación del operador se tiene en cuenta cuatro factores: habilidad, condición, consistencia y esfuerzo. La habilidad, se conceptualiza como la eficiencia para realizar una determinada actividad, sobre la cual no se tiene influencia para su variación. El esfuerzo, se conceptualiza como la voluntad que tiene el operador para realizar determinadas actividades. La condición se podría conceptualizar como condiciones naturales que influyen en el operador, pero más no afecta a la operación. Por ejemplo, la ventilación, la iluminación, la calefacción, entre otros. La consistencia “es el grado de variación en los tiempos transcurridos, mínimos y máximos, en relación con la media, juzgado con arreglo a la naturaleza de las operaciones y a la habilidad y esfuerzo del operador” (p, 214).

**Tabla 1.**  
*Sistema Westinghouse – Habilidad y Esfuerzo*

HABILIDAD			ESFUERZO		
+0.15	A1		+0.13	A1	
+0.13	A2	Habilísimo	+0.12	A2	Excesivo
+0.11	B1		+0.10	B1	
+0.08	B2	Excelente	+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1		+0.05	C1	
+0.03	C2	Bueno	+0.02	C2	Bueno
-0.00	D	Promedio	+0.00	D	Promedio
-0.05	E1		-0.04	E1	
-0.10	E2	Regular	-0.08	E2	Regular
-0.15	F1		-0.12	F1	
-0.22	F2	Deficiente	-0.17	F2	Deficiente

Fuente: García (2005). Figura 11.12. Características de nivelación de los métodos de trabajo. (p.213)

**Tabla 2.**  
*Sistema Westinghouse – Condición y Consistencia.*

CONDICIONES			CONSISTENCIA		
+0.06	A	Ideales	+0.04	A	Perfecto
+0.04	B	Excelente	+0.03	B	Excelente
+0.02	C	Buena	+0.01	C	Buena
-0.00	D	Promedio	-0.00	D	Promedio
-0.03	E	Regulares	-0.02	E	Regulares
-0.07	F	Malas	-0.04	F	Deficientes

Fuente: García (2005). Figura 11.13. Características de nivelación de los métodos de trabajo. (p.214)

Para los ciclos de estudio nos basaremos a la tabla de Niebel y Freivalds (2004), nos dice lo siguiente acerca de lo mencionado.

Determinar cuántos ciclos se va a estudiar para llegar a un estándar, justo es un tema que ha causado polémica entre los analistas de estudio de tiempos, al igual que entre los representantes del sindicato. Como la actividad de una tarea y su tiempo de ciclo influyen en el número de ciclos que se pueden estudiar, desde el punto de vista económico, el analista no puede estar gobernado de manera absoluta por la práctica estadística que demanda cierto

tamaño de muestra basado en la dispersión de las lecturas individuales del elemento. La General Electric Company estableció los valores de la tabla N° 3 como una guía aproximada al número de ciclo que se deben observar.

**Tabla 3.**

*Número recomendado de ciclos de estudio*

Tiempo de ciclos en minutos	Numero recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00 - 5.00	15
5.00 - 10.00	10
10.00 - 20.00	8
20.00 - 40.00	5
40.00 o más	3

Fuente: Niebel & Freivalds (2004). Tabla 9-Numero recomendado de ciclos de observacion. (p.393)

**Márgenes o tolerancias**

Los márgenes y tolerancias son muy importantes al momento de realizar los cálculos y para ello Díaz (2003) nos dice:

El margen o tolerancia en las operaciones, son aquellos intervalos de tiempos adicionales que se asigna para contrarrestar los retrasos, las interrupciones y la lentitud de los trabajadores. Dicho adicional de tiempo se administra a los trabajadores para cubrir hechos que son productos del trabajo diario, como son: las demoras personales, los retrasos inevitables y sobre todo la fatiga producto de las operaciones.

“Las tolerancias se aplican a tres categorías del estudio que son: primero, Tolerancias aplicables al tiempo total de ciclo. Segundo, Tolerancias aplicables solo al tiempo de empleo de la máquina. Tercero, Tolerancias aplicables al tiempo de esfuerzo” (p.66).

Según el autor antes mencionado existen dos métodos para obtener datos de tolerancia estándar:

Primero. Para este método se requiere que un observador estudie de dos a tres operaciones durante un periodo prolongado de tiempo.

Segundo. Para este método se establece un margen de tolerancia promedio, obtenido a través de un estudio estadístico del trabajo (muestreo).

En este tipo de estudio el observador debe limitarse a apuntar lo que raramente está sucediendo, por ningún motivo debe adelantar sus conclusiones de observación. Tampoco debe basar sus estudios a trabajos simbólicos, lo que realiza debe estar relacionado a operaciones similares.

El tipo de trabajo que se realiza y las condiciones en la cual se labora incidirán en el retraso del tiempo de los trabajadores. Para tener una condición adecuada de trabajo es necesario mantener temperaturas adecuadas; en cuanto al margen de retraso del tiempo está relacionado con la clase de trabajo y el tipo de persona.

**Tabla 4**  
*Sistema de suplementos por descanso*

<b>SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO</b>		
	<b>Hombre</b>	<b>Mujer</b>
<b>1. Suplementos Constantes</b>		
Suplementos por necesidades personales	5	7
Suplementos básicos por fatiga	4	4
<b>2. Suplementos variables</b>		
<b>A. Suplemento por trabajar de pie</b>		
	2	4
<b>B. Suplemento postura anormal</b>		
Ligeramente incomodo	0	1
Incomodo inclinado	2	3
Muy incómodo (echado-estirado)	7	5
<b>C. Levantamiento de pesos y uso de fuerza (levantar, tirar o empujar)</b>		
2.5 Kg	0	1
5.0 Kg	1	2
7.0 Kg	2	3
10.0 Kg	3	4
12.5 Kg	4	5
15.0 Kg	6	9
17.5 Kg	8	12
20.0 Kg	10	15
22.5 Kg	12	18
25.0Kg	14	....
30.0 Kg	19	....
40.0 Kg	23	....
50.0 Kg	58	....
<b>D. Intensidad de luz</b>		
Ligeramente por debajo de lo recomendado	0	0
Bastante por debajo	2	2
Absolutamente insuficiente	5	5
<b>E. Calidad de aire (factores climáticos)</b>		
Buena ventilación o aire libre	0	0
	5	5
Mala ventilación, pero sin emanaciones tóxicas, ni nocivas Proximidades de hornos, calderas, etc.	5	15
<b>F. Tensión visual</b>		
Trabajos de ciertas precisión	0	0
Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5

(continúa)

<b>G. Tensión auditiva</b>		
Sonido continuo	0	0
Intermitente y fuerte	2	2
Intermitente y muy fuerte	3	3
Estridente y fuerte	5	5
<b>SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO</b>		
<b>H. Tensión mental</b>		
Proceso bastante complejo	1	1
Proceso complejo o atención muy dividida	4	4
Muy complejo	8	8
<b>I. Monotonía mental</b>		
Trabajo algo monótono	0	0
Trabajo bastante monótono	1	1
Trabajo monótono	4	4
<b>J. Monotonía Física</b>		
Trabajo algo aburrido	0	0
Trabajo aburrido	2	1
Trabajo muy aburrido	5	2

Fuente: Ingeniería de Métodos (Díaz, 2003), p.66 – 67

### **Cálculo del estudio**

Para la realización del cálculo del estudio, Díaz (2003) nos dice:

Luego que el especialista ha registrado toda la información correctamente al estudio, “que ha observado un número adecuado de ciclos, y ha evaluado o calificado con propiedad la actuación del operario, deberá agradecer su colaboración al mismo y pasar a la siguiente etapa, que es el cálculo del estudio” (p. 67).

Lo primero que realiza es verificar la “última lectura del cronómetro, con el tiempo total transcurrido” (p. 67). La diferencia entre estos valores es mínima, se puede estar hablando en promedio de medio minuto. Si por alguna razón, la diferencia es abismal, el especialista tendría que volver a revisar las lecturas hasta encontrar el error.

En la segunda parte de este tipo de estudio típico se obtienen los “tiempos elementales transcurridos, es decir, restar las lecturas consecutivas y anotarlas con lápiz rojo. Encerrar en un círculo y descartar todos los valores anormales o con anomalías siempre que pueda

atribuírseles una causa evidente. Resumir los valores elementales restantes” (p. 67). Posterior a ello se calcula un número promedio de cada una de las observaciones de los elementos.

“Calcular el tiempo normal elemental, multiplicando el factor de actuación (o de eficiencia) por el tiempo medio transcurrido. Sumar la tolerancia apropiada a los valores normales elementales para obtener los tiempos elementales permitidos” (p. 67). Finalmente se resume los tiempos elementales admitidos, todo, con el objetivo de encontrar un tiempo estándar.

### **Tiempo normal (TN)**

Para la realización del cálculo del tiempo normal, Díaz (2003) nos dice:

Es el tiempo que le toma a un colaborador a desempeñar una determinada actividad, es decir, es un trabajo realizado a un ritmo normal. La variable de estudio, TN está relacionado directamente con el comportamiento del trabajador. Como lo muestra la siguiente ecuación:

$$TN = TO * FV$$

$$TN = TM * FV$$

TO = Tiempo observado

TM = Tiempo medio

FV = Factor de valoración

### **Tiempo estándar (TS)**

“Es el tiempo requerido para que un operario de tiempo medio, plenamente calificado, adiestrado y trabajando a un ritmo normal lleve a cabo la operación” (Díaz, 2003, p. 68).

$$TS = TN * (1 + \%Suplemento)$$

Donde el % Suplemento está en función a la Tabla de la OIT.

En la figura se muestra los pasos que se requiere para encontrar el tiempo estándar de un proceso.

### Fases del estudio de tiempos

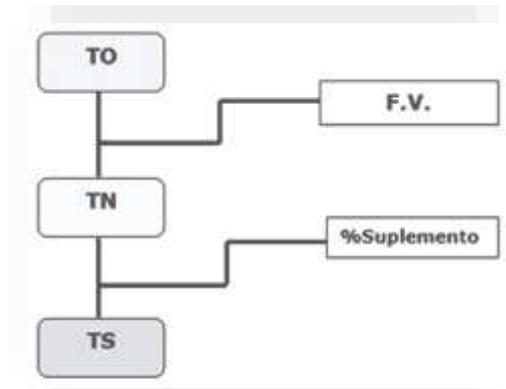


Figura 1. Fases del estudio de tiempos.

Fuente: Ingeniería de Métodos. (Díaz, 2003). p.68

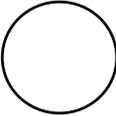
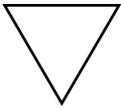
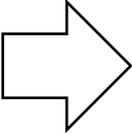
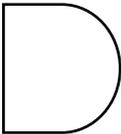
### Análisis de operaciones

El objetivo principal que lleva a realizar un análisis de las operaciones es buscar la racionalización de las propias operaciones. Además, se busca mejorar el nivel de eficiencia en las actividades realizadas. En el apartado siguiente detallaremos las técnicas que más se hacen uso para realizar el registro y análisis de operaciones.

Según Díaz (2003), El Diagrama de proceso de operaciones (DPO) es una figura donde se especifica todas y cada uno de “las operaciones, inspecciones, tolerancias de tiempo y materiales que se van a utilizar en un proceso de fabricación. Muestra, claramente la secuencia de eventos, en orden cronológico, desde el material en bruto, hasta el empaque del producto terminado” (p.25). También se puede decir, que el DPO detalla los instantes en los cuales se incorporan materiales al proceso, detalla la secuencia de inspección y las otras operaciones que estén relacionadas. Excluyendo a las operaciones que tiene que ver con el manejo del material. Abarca toda la información que es imprescindible para el análisis. La cual incluye la localización y el tiempo requerido. La principal recomendación según Díaz (2003), es realizar una DPO antes de iniciar la implementación de mejora en el proceso de fabricación. La cual permitirá comprender todo el problema y luego facilitará identificar las

áreas que necesitan mayor prioridad de mejoramiento. Sin elaborar un DPO no se puede pretender identificar problemas en el proceso.

**Tabla 5.**  
*Descripción de los símbolos del DAP*

Símbolo	Descripción
	<b>Operación.</b> Es algo hecho al producto, pieza o materia dentro de un proceso o sistema, en otras palabras, son cambios intencionales en una o más características.
	<b>Inspección.</b> Es una operación que implica la verificación o comprobación de la calidad de un determinado producto en relación con especificaciones dadas en un estándar, por ejemplo, la verificación de los contenidos químicos en un jabón de baño, etcétera.
	<b>Almacén.</b> Aquí se implica la verificación de la cantidad de un producto en estudio en una área específica, por ejemplo, comprobar el número de barras de yeso en una caja que tiene capacidad de 12 barras, etcétera.
	<b>Transporte.</b> Un cambio en la localización de un producto siempre que sea igual o mayor que un metro por ejemplo: mover materiales por rodillos, bandas, gravedad, montacargas, etcétera.
	<b>Demora.</b> Se presenta una demora cuando no se puede ejecutar ninguna otra operación, es decir, una interrupción entre la acción inmediata y la acción que sigue, por ejemplo: espera del montacargas, papeles en espera para un trámite, material en espera en una carretilla para ser transportado, etcétera.

Elaboración: Propia

Fuente: Rosario y Rosales. 2014

## Elaboración del diagrama de operaciones

Díaz (2003), refiere que existe una gama de reglas que se tienen que cumplir paso a paso para realizar un DOP. La cual mostraremos en la siguiente figura:



**Figura 2.** Diagrama de operaciones  
Fuente: Diagramado por Díaz (2003), p.27

**Línea principal:** Cuando se dibuja la línea principal siempre se realiza en la parte derecha de la hoja. “Se empieza trazando una línea horizontal y luego una vertical. En la línea horizontal se coloca el material que está entrando al proceso. Luego se hará el primer símbolo que corresponda al proceso” (p.27)



**Figura 3.** Línea principal

Fuente: Gráfico N° 04: Línea Principal. Díaz (2003), p.27

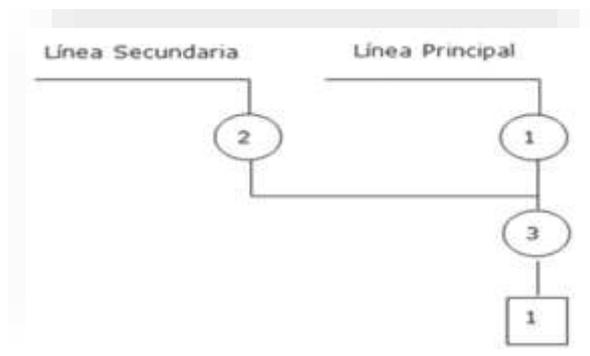
**Descripción de actividades y tiempo:** Es necesario que cada tarea y/o proceso debe llevar una determinada denominación, el mismo que tiene que estar escrito en la parte derecha del símbolo. Una de las características principales es que el nombre debe identificarse con un verbo infinitivo y la otra característica es que debe tener es tiempo del proceso (en la parte izquierda). Tal como se muestra en la siguiente figura:



**Figura 4.** Descripción de actividades y tiempo

Fuente: Gráfico N° 08: Descripción y Tiempo. Díaz (2003), p.27

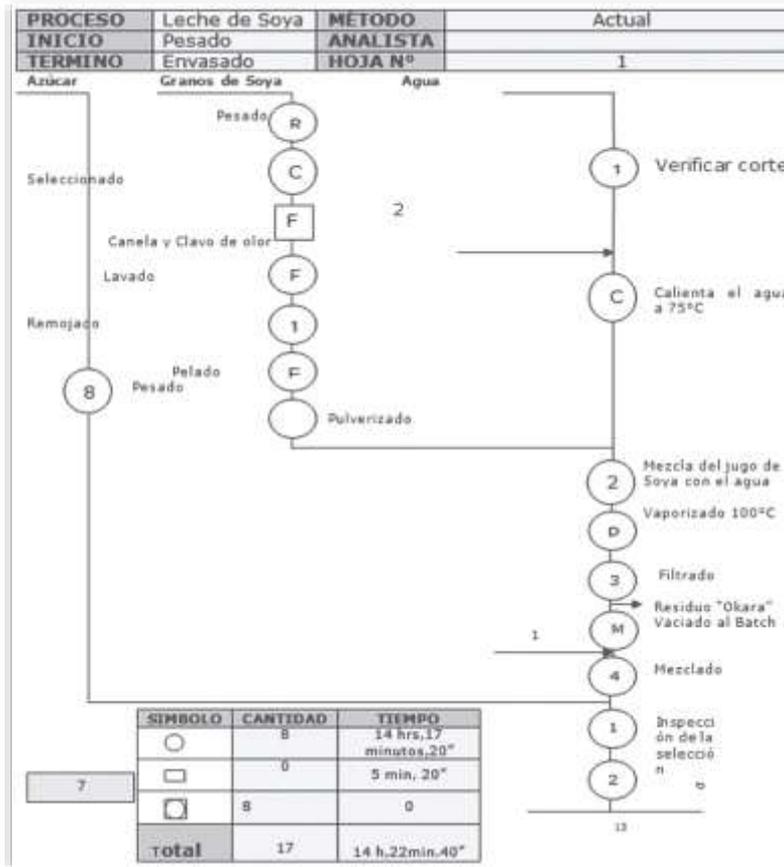
**Línea secundaria:** Son líneas que se dibujan en la parte izquierda de la línea principal, con sus respectivas denominaciones de cada línea.



**Figura 5.** Línea secundaria

Fuente: Gráfico N° 09: Línea Secundaria. Díaz (2003), p.27





**Figura 8.** Diagrama de operación de procesos

Fuente: Figura N° 12: Diagrama de operación de proceso (método actual). Díaz (2003), p.27

### 2.2.2 Productividad

Según García (2005), define a la productividad como “El grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados” (p.9).

En ese contexto, nuestro objetivo se enmarca en producir artículos a menores costos, realizando un uso adecuado de los insumos de producción (maquinaria, materiales y hombres). Insumos sobre la cual debe dirigirse el accionar del ingeniero industrial, buscando incrementar el valor de dicho indicador, y con ello, reducir los costos de fabricación.

Para calcular los indicadores de productividad se busca la relación más eficiente entre producto y el insumo. De acuerdo a la teoría existente hay tres formas de incrementar la productividad. Primeramente, se aumenta el producto y se mantiene el insumo en la misma

cantidad; otra forma es reducir el insumo, pero manteniendo en el mismo nivel la producción; y finalmente aumentar la producción y reducir los niveles de insumo (simultáneamente).

Algo que se debe resaltar es que la productividad no es un indicador del nivel de fabricación ni la cantidad de producción; sino es la expresión de la eficiencia, es decir, muestra los resultados óptimos alcanzados, dado a una combinación eficiente de los insumos de producción.

De acuerdo a lo expresado en los párrafos anteriores, la productividad puede ser calculada de las dos formas siguientes:

$$1^{\circ} = \frac{\text{Producción}}{\text{Insumos}}$$

$$2^{\circ} = \frac{\text{Resultados logrados}}{\text{Recursos empleados}}$$

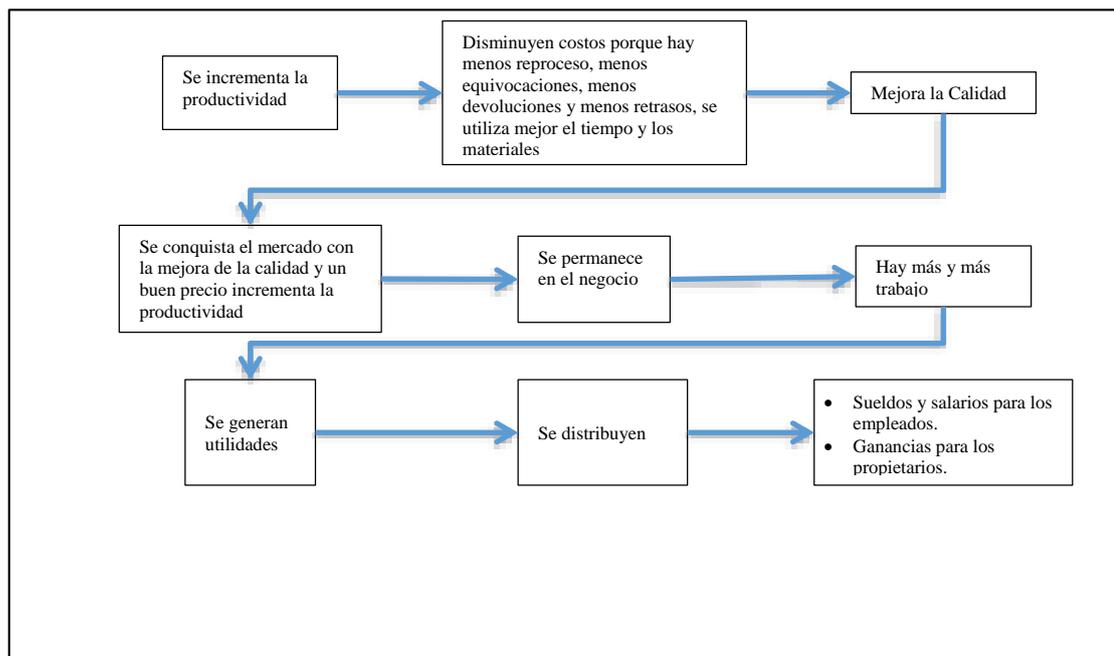
### **Productividad de la: Instalación, maquinaria, equipo y mano de obra**

Según García (2005), para comprender de una manera adecuada la productividad de los componentes de un proceso de producción es necesario introducir la variable “tiempo”, la cual está relacionado con la cantidad de productos que se obtiene, ya sea utilizando maquinarias o horas hombres, ya que es una variable que permite medir el rendimiento de cada insumo, en otras palabras, facilita calcular la productividad.

Para calcular el tiempo invertido por un insumo (hombre o máquina) para la producción de un producto, es necesario realizar una descomposición. Según el autor antes mencionado el 32% del tiempo es destinado a la operación; el 25% es el tiempo es improductivo generados por mala dirección de la empresa; “el 16% del tiempo improductivo imputable al trabajador; el 15% contenido de trabajo suplementario debido a métodos ineficaces de funcionamiento; y finalmente el 12% del tiempo suplementario debido a deficiencias en el diseño o en la especificación del producto” (p.15).

## ¿Por qué es importante para una empresa incrementar su productividad?

El tema de la productividad es el fin más importante que persiguen las empresas con el objetivo de mejorar la calidad de sus productos, disminuir los precios, generar crecimiento en la empresa, profesionalización de sus trabajadores, mejorar el entorno empresarial y sobre todo obtener mayor utilidad.



**Figura 9.** Reacción en cadena de una mayor productividad.

Fuente. Figura 2.4: Reacción de Cadena de una mayor Productividad. (García, 2005), p.18

## Medición de la productividad

Para poder desarrollar los indicadores de la productividad tenemos a la eficiencia y eficacia, según García (2005) no menciona que:

Desde una perspectiva sistemática una organización funciona adecuadamente cuando todas las áreas, conjuntamente con su personal funcionan óptimamente, independientemente de la jerarquía organizacional. El fin supremo de dicha operación es la producción a través de la combinación de diversos insumos (recursos humanos, materiales y financieros). En este contexto, la eficacia significa lograr la producción deseada con los recursos asignados para la operación.

En tanto, la eficiencia si bien es cierto está relacionado con la eficacia, su concepto va más allá; definiendo a este indicador como alcanzar el logro de la producción deseada, pero con menos recursos de los que fueron asignados, es decir, se cumple con la cantidad de fabricación y calidad. Llevando el concepto de la eficacia y la eficiencia a términos más sencillos se puede inferir que el primero, significa realizar lo correcto y el segundo, realizar las cosas correctamente con un uso mínimo de recursos. Se puede expresar matemáticamente de la siguiente forma:

$$Productividad = \frac{Eficacia}{Eficiencia} = \frac{Valor \rightarrow Cliente}{Costo \rightarrow Productor}$$

#### a) Eficiencia

El indicador de la eficiencia es el cociente entre la capacidad usada (horas-hombre /y horas-máquinas) y la capacidad disponible, por lo tanto, como se mencionó anteriormente eficiencia es lograr objetivos con menos recursos de los asignados.

$$\% \text{ de eficiencia} = \left( \frac{Capacidad usada}{Capacidad disponible} \right) \times 100$$

$$Capacidad Usada = Capac. Disponible - Tiempo muerto$$

#### Tiempos muertos

Los tiempos muertos en la operación (horas – hombre /horas – máquina), son principalmente causadas por las siguientes situaciones: Falta de insumos, falta de información, falta de personal o apoyo, falta de energía, mantenimiento de las maquinas, parada de producción, deficiencia de la calidad, etc.

#### b) Eficacia

Es un indicador que mide “el grado cumplimiento de las metas y objetivos de los programas de producción fijadas, en otras palabras, es hacer lo correcto” (García, 2005, p. 19).

$$\% \text{ de eficacia} = \left( \frac{Producción real}{Producción programada} \right) \times 100$$

## La Productividad desde el punto de vista técnico

Díaz (2005), nos dice lo siguiente:

Matemáticamente se podría definir a la productividad como el cociente entre el producto final (producto fabricado) y los insumos que se ha utilizado para su elaboración.

$$PRODUCTIVIDAD = \frac{PRODUCTO}{INSUMO}$$

El indicador de la productividad nos permite determinar comparativamente la cantidad de producción que se ha obtenido y con una cantidad de factores de producción demandados. En otras palabras, es la relación entre la producción final y los recursos requeridos para el proceso.

En cuanto, al insumo, se le puede definir como factores de producción, tangibles e intangibles destinadas a la producción. La cuales se clasifican en cuatro grupos. El capital humano, medidos en horas hombres; los recursos materiales, medidos en litros, kilos, libras, entre otras unidades de medidas; los recursos físicos, medidos en unidades de tiempo; y finalmente los recursos económicos, medidos para el caso peruano en soles (unidades monetarias).

Otro punto, en tener en cuenta es que la productividad no es estática; sino por el contrario es dinámica, es decir, se busca un incremento del valor del indicador en función del tiempo. Por lo tanto, no es lo mismo conseguir un incremento de la productividad en el lapso de una semana que en el lapso de un año. Normalmente, en microeconomía se usa la mano de obra para medir la productividad, como se muestra en la siguiente relación:

$$Productividad = \frac{\text{Producto}}{\text{Horas-hombre}} \quad (15)$$

En tanto, si buscamos medir la productividad de manera más amplia, o sea, la productividad de un país. Se realizaría de la siguiente manera:

$$Productividad = \frac{\text{Producto nacional bruto}}{\text{Insumo}} \quad (16)$$

### Algunas formas de calcular la productividad

Para poder realizar el cálculo de la productividad nos centraremos en dar las fórmulas correspondientes a la eficiencia y eficacia principalmente puesto que mediante las mencionadas podremos llegar a obtener la productividad:

Díaz (2003) para hallar el cálculo nos menciona que la eficiencia “es una medida de cantidad que mide la proporción de los resultados de la producción y las metas establecidas en el periodo” (p.16).

$$Eficacia = \frac{\text{Produccion lograda}}{\text{Metas de produccion}} \quad (17)$$

Díaz (2003) también nos menciona que la eficacia “sirve para comparar la cantidad de recursos usados en la producción sin desperdicios o deficiencias y la cantidad de recursos utilizados (reales) en su totalidad”. (p.17)

$$Eficiencia = \frac{\text{Recursos programados}}{\text{Recursos reales (Utilizados)}} \quad (18)$$

Díaz (2003) también nos menciona que la productividad óptima “llamamos así al objetivo que tiene la empresa en materia de productividad, o sea, la proporción de las metas de producción entre los recursos programados, que se suponen están calculados sin desperdicio”. (p.17)

$$Productividad\ optima = \frac{\text{Metas de produccion}}{\text{Recursos programados}} \quad (19)$$

Díaz (2003) también nos menciona que la productividad obtenida es “para efectos de su cálculo, la productividad real u obtenida se determina dividiendo la producción lograda entre recursos utilizados” (p.17).

$$Productividad\ obtenida = \frac{\text{Produccion lograda}}{\text{Recursos reales (Utilizados)}} \quad (20)$$

Díaz (2003) también nos menciona que la Efectividad “Llamamos así a la relación que se obtiene entre la productividad real y la productividad óptima”: (p.17)

$$Efectividad = \frac{\text{Productividad obtenida}}{\text{Productividad optima}} \quad (21)$$

En el siguiente apartado se muestra una tabla de resúmenes de los distintos resultados, “en el mismo se describe el proceso de cálculo en porcentaje de los primeros indicadores de productividad como es la eficacia, eficiencia, productividad óptima, productividad obtenida y la efectividad” (Díaz, 2003, p.17).

**Tabla 6.**  
*Resumen de resultados*

	<b>PROGRAMADO</b>	<b>REAL</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
<b>Producto</b>	Metas de Producción (A)	Producción lograda (B)	Eficacia (B/A)
<b>Horas - Hombre</b>	Recursos Programados (C)	recursos Utilizados (D)	Eficiencia (C/D)
<b>Productividad</b>	Productividad Optima $E = (A/C)$	Productividad Obtenida $F = (B/D)$	Efectividad (F/E)

Fuente: Díaz (2003)

### 2.2.3 Antecedentes de la empresa

La empresa Andahuasi S.A.A. dedicada a la extracción y transformación de caña de azúcar para ser procesada y brindar a sus clientes azúcar industrial de consumo humano, dicha empresa se ha dedicado a la agroindustria desde los años 70' hasta la actualidad, siempre queriendo mantenerse a la vanguardia en el sector que activamente participa, entre la información más relevante destacamos lo siguiente:

InfoEmpresa (2017), nos muestra la siguiente información sobre la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A.

- a) **Razón social:** Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A
- b) **Tipo de empresa:** Sociedad Anónima Abierta
- c) **RUC:** 20118792174
- d) **Dirección legal:** Av. Grau Nro. 343 (Frente al Centro Comercial Grau)

- e) **Distrito / Ciudad:** Huacho
- f) **Provincia:** Huaura
- g) **Departamento:** Lima, Perú
- h) **Fecha de inicio de actividades:** 13 de junio de 1970
- i) **Teléfono:** 01-2371159
- j) **Visión**

Ser la empresa líder en la actividad azucarera en general y en las unidades de negocio de diversificación agrícola e industrial a través de la excelencia de sus procesos de producción y de dirección, que le permita competir exitosamente en el mercado global, preferida por el consumidor por su calidad competitiva a nivel mundial.

**k. Misión**

Producir azúcar, sus derivados, así como sus productos agropecuarios e industriales, con estándares de calidad cada vez más altos, para satisfacer a los consumidores, sobre la base de la modernización de los equipos, innovación, tecnología y el mejoramiento continuo de los recursos.

Todo elaborado al menor costo posible obteniendo un adecuado posicionamiento en el mercado.

**l. Productos y/o servicios que ofrece**

**Azúcar comercial**

En Andahuasi se obtiene como producto azúcar rubia y blanca, este producto es la sacarosa, uno de los compuestos químicos de mayor producción.

La sacarosa es un sólido cristalino blanco que también es soluble en agua y de sabor dulce que funde a 160 °C dando una masa transparente amarilla comúnmente llamada caramelo. Se ofrece al mercado azúcar en distintas presentaciones como: sacos de 50 kg, bolsas de 5 kg y también de 1 kg

## **Subproductos**

Los principales son el bagazo y la melaza, los cuales son utilizados beneficiosamente en otras secciones de la fábrica, o son vendidos para ser procesados por otro tipo de industria, como en la industria papelera o de fertilizantes.

El bagazo es utilizado en la misma planta para la producción de vapor, y la melaza es conducida a la destilería para obtener alcohol rectificado. En la actualidad se está produciendo alcohol del jugo mezclado y posteriormente del jugo secundario.

## **2.3 Definición de términos básicos**

### **2.3.1 Estudio de tiempos**

Salazar (2016), nos dice que “es una técnica de medición del trabajo, empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas y bajo norma de ejecución preestablecida” (p.23).

### **2.3.2 Eficiencia**

Según el autor de la presente investigación, de acuerdo a las investigaciones realizadas. Define a la eficiencia como el índice de calificación que se le asigna a las operaciones que fueron ejecutadas y alcanzaron los objetivos planteados; haciendo un uso menor de los recursos (tiempo, mano de obra y capital) asignados al inicio del proceso.

### **2.3.3 Cronometraje industrial**

Según MTM ingenieros (2017), “el cronometraje industrial consiste en la determinación del tiempo a emplear para la realización de una tarea a la actividad normal o exigible, mediante su observación y su valoración de actividad (rating)” (p.25).

#### 2.3.4 **Tiempo estándar**

“Es el tiempo requerido para que un operario de tiempo medio, plenamente calificado, adiestrado y trabajando a un ritmo normal lleve a cabo la operación” (Díaz, 2003, p. 68).

#### 2.3.5 **Tiempo normal**

El tema del tiempo normal, es el tema más importante en este tipo de estudios. Por ende, lo conceptualizaremos como el lapso de tiempo que demanda un operario calificado para ejecutar determinada actividad u operación, en condiciones normales de trabajos, bajo reglas prescritos (Rodríguez y Rodríguez, 1998).

#### 2.3.6 **Productividad**

Según García (2005), define a la productividad como “el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados” (p.9).

#### 2.3.7 **Suplemento**

Se podría definir como el tiempo extra que se le suma al tiempo normal de operaciones, con el fin de resarcir las demoras producto de la fatiga y otros factores relacionados.

#### 2.3.8 **Tolerancia**

Díaz (2003), nos dice que la tolerancia es el margen o tolerancia en las operaciones, son aquellos intervalos de tiempos adicionales que se asigna para contrarrestar los retrasos, las interrupciones y la lentitud de los trabajadores. Dicho adicional de tiempo se administra a los trabajadores para cubrir hechos que son productos del trabajo diario, como son: las demoras personales, los retrasos inevitables y sobre todo la fatiga producto de las operaciones.

### 2.3.9 Diagrama de operaciones de proceso

Conduce tu empresa (2018), nos dice que; “El Diagrama de Operaciones del Proceso es la representación gráfica y simbólica del acto de elaborar un producto o servicio, mostrando las operaciones e inspecciones por efectuar, con sus relaciones sucesivas cronológicas y los materiales utilizados” (p.16).

### 2.3.10 Capacidad de producción

Rosales y Rosario (2014), nos dicen en su tesis que es el nivel de producción “que puede elaborar un proceso en una unidad de tiempo. El resultado de esta decisión es la denominada Capacidad Instalada, la cual se puede medir de distintas formas, según el tipo de productos a saber: productos homogéneos, no homogéneos, servicios” (p.41).

### 2.3.11 Prueba de normalidad de Kolmogorov – Smirnov

Minitab (2018), nos dice que esta prueba compara la función de distribución acumulada empírica (ECDF) de los datos de la muestra con la distribución esperada si los datos fueran normales. Si esta diferencia observada es adecuadamente grande, la prueba rechazará la hipótesis nula de normalidad de la población. Si el valor p de esta prueba es menor que el nivel de significancia ( $\alpha$ ) elegido, usted puede rechazar la hipótesis nula y concluir que se trata de una población no normal.

### 2.3.12 T Student para muestras independientes

Este procedimiento nos sirve para contrastar la hipótesis nula de que las medias de dos muestras no difieren entre sí. Este procedimiento de comparación deberá ser utilizado en aquellos casos en que los grupos sean independientes, es decir, no exista ningún tipo de relación entre los términos de error de ambos grupos.

## **2.4 Formulación de la hipótesis**

### **2.4.1 Hipótesis general**

- La aplicación del estudio de tiempos incrementa significativamente la productividad en la fabricación de chumaceras Salzgitter en la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. – 2018.

### **2.4.2 Hipótesis específica**

- La aplicación del diagrama de procesos incrementa significativamente la productividad en la fabricación de chumaceras Salzgitter en el taller de maestranza en la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. – 2018.
- La aplicación del tiempo estándar incrementa significativamente la productividad en la fabricación de chumaceras Salzgitter en el taller de maestranza en la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. – 2018.
- La reducción de costos incrementa significativamente la productividad en la fabricación de chumaceras Salzgitter en el taller de maestranza en la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. – 2018.

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1 Diseño metodológico**

#### **3.1.1 Tipo de investigación**

La presente investigación es de tipo aplicado, ya que trata de entender el problema mediante el uso de teorías y técnicas ya existentes (Carrasco, 2008).

#### **3.1.2 Nivel de investigación**

Según el Centro de Investigaciones Innocenti de UNICEF (2014), el estudio cumple con las características, de alcance, de una investigación Cuasi Experimental:

- Debido a que describe la realidad problemática de la empresa y dará a conocer la posible solución planteada.
- Porque se pretende medir el impacto al relacionar las variables, estudio de tiempos y productividad para la fabricación de chumaceras Salzgitter.

#### **3.1.3 Enfoque**

El siguiente estudio es una investigación que se fundamenta en el enfoque cuantitativo, ya que recopiló datos para que posteriormente sean analizados estadísticamente para verificar, aprobar o rechazar la relación entre las variables de investigación, como son: El estudio de tiempos y productividad para la fabricación de Chumaceras Salzgitter (Hernández, Fernández, y Baptista, 2014).

### **3.2 Población y muestra**

#### **3.2.1 Población**

La población del presente estudio está comprendida por el total de Chumaceras Salzgitter que se fabricaron en el Taller de Maestranza de la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A., durante el periodo de noviembre del 2017 hasta abril del 2018 que tiene un tamaño no definido de Chumaceras Salzgitter.

### 3.2.2 Muestra

Para el presente estudio para poder hallar la muestra nos apoyamos en una técnica de muestro. De acuerdo a la técnica de muestreo obtenemos una Muestra ideal  $n = 3$  según la Tabla N° 3. Número recomendado de Ciclo de estudio (Niebel & Freivalds, 2004).

Por criterios del propio autor de la presente investigación nos sustentamos en la teoría siguiente: “mientras el número total de la muestra se acerque más a la población existe menos nivel de error en la investigación” por lo que se toma como decisión trabajar con una muestra de tamaño  $n = 9$  para que el presente estudio muestre información más precisa.

También se va a trabajar con una data histórica de la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A. del taller de Maestranza.

### 3.3 Operacionalización de variables e indicadores

Tabla 7. Matriz operacional

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Técnica
<b>X:</b> Estudio de tiempos	El estudio de tiempos "es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas". (Salazar, 2016, p. 23)	El estudio de tiempos es una Técnica Empleada en la Ingeniería de Métodos para la medición de tiempos sobre una tarea a realizar para determinar el tiempo requerido para dicha tarea según una norma preestablecida (El Autor)	<b>X1:</b> Diagrama de proceso	<b>X1.1 :</b> Diagrama de análisis (DAP)	Observación y documentación
				<b>X1.2 :</b> Diagrama de operación (DOP)	
				<b>X2.1 :</b> Tiempo observado	Observación / estudio de tiempos
<b>X2:</b> Tiempo estándar	<b>X2.2 :</b> Tiempo normal				
	<b>X2.3 :</b> Suplementos				
	<b>X3:</b> Costos	<b>X3.1:</b> Costo mano de obra	Observación y documentación		

---

<b>Y: Productividad</b>	Según <b>García (2005)</b> , define a la productividad como “el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados” (p.9).	Es el uso eficiente de los recursos dentro de una institución dedicada a la producción o servicios. La productividad básicamente da a entender que se debe de lograr producir más con menos recursos. <b>(El Autor)</b>	<b>Y1 :</b> <b>Eficiencia</b>	<b>Y1.1:</b> Tiempos de producción	Observación y documentación
			<b>Y2:</b> <b>Eficacia</b>	<b>Y1.2:</b> Variación de tiempos	<b>Y2.1:</b> Plan de producción

---

Elaboración: Propia

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.4.1 Técnicas a emplear

Para analizar la información se utilizaron las siguientes técnicas: observación, análisis de documentación y estudio de tiempo (cronometraje).

#### 3.4.2 Descripción de los instrumentos

La información necesaria para llevar a cabo este trabajo de investigación, se obtuvo de los siguientes instrumentos de recolección de información:

- **Check - List de Observación:** los listados de control u hojas de verificación son formatos generados para realizar actividades repetitivas, comprobar el cumplimiento de un listado de requisitos o recolectar datos ordenadamente y de manera sistémica.
- **Análisis de contenido:** son los formatos manejados que han sido registrados y archivados anteriormente por el supervisor de área o el jefe de Sección, de tal manera que dicha información pueda recopilarse para poder ser procesada.
- **Fichas de observación:** son formatos de estudio de tiempos en las cuales se va a registrar para el análisis de las operaciones, todas las actividades que se realizan en la fabricación de Chumaceras Salzgitter, mientras se hacen las observaciones y la toma de tiempo a través de un cronómetro.
- **Cronómetro:** un cronometro es un reloj de precisión que se emplea para medir fracciones de tiempo muy pequeña. La precisión de este instrumento ha sido comprobada y certificada por algún instituto o centro de control de precisión.

### 3.5 Técnicas para el procesamiento de la información

Para el procesamiento de la información se utilizaron las siguientes técnicas:

- Ordenamiento, clasificación y registro manual
- SPSS Statistics 22.0 para la prueba de normalidad y T Student pareado.

## **CAPÍTULO IV: RESULTADOS**

En este capítulo se muestra el proceso de recopilación de datos para el desarrollo del presente estudio de investigación, que consiste en elaborar el estudio de tiempos y la productividad, así mismo se detalla el procedimiento para su elaboración.

Para la recopilación de los datos que es la toma de tiempos se recabo información de la data histórica, se utilizó el cronómetro y adicionalmente los formatos establecidos que se muestra en los Anexos N° 4, 5, 6 y 7 y de la misma forma para recopilar los datos la productividad se realizó los cálculos respectivos.

Los hallazgos del estudio de investigación son mostrados mediante tablas y figuras las cuales fueron elaboradas en Excel y programa como el SPSS.

### **4.1 Estudio de tiempos – data histórica**

Para el desarrollo de la presente investigación se realizó una secuencia de pasos con el cual se apreciará de una manera clara los resultados que se muestran a continuación.

- Se registró los tiempos de todas las actividades de las nueve muestras.
- Se realizó el cálculo del tiempo normal correspondiente.
- Se realizó la calificación del trabajo de los operarios para hacer el cálculo del tiempo estándar.
- Se realizó el diagrama de operación y proceso y de análisis de procesos para evaluar y comparar los datos.

Esta secuencia de pasos se realizó tanto para los datos de la data histórica como también para el modelo propuesto. Nos ayudaremos de la tabla que se muestra a continuación para el cálculo de la valoración de los operarios.

**Tabla 8.**  
*Valoración del operario*

Valoración del operario	Descripción
75	Constantes, sin prisa, como de obrero no pagado, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde el tiempo adrede mientras lo observan.
100	Activo, capaz, como obrero calificado medio pagado, logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.
125	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado medio.

Elaboración: Propia.

En la Tabla N° 9 se muestra los ciclos observados, tiempo observado y el tiempo normal teniendo en cuenta el diagrama de operación y procesos (DOP) presentado con anterioridad, el formato utilizado en dicha tabla es elaborada por el autor de la presente investigación.

Se calculó el Tiempo Observado con la formula respectiva.

$$TO = \frac{\sum Ti}{n} \dots\dots\dots (\text{Tiempo observado})$$

Donde:

TO = Tiempo observado

Ti = Tiempo de la actividad tomado en cada muestra

n = Número de muestra

También nos muestra los cálculos respectivos del tiempo normal teniendo en cuenta la formula siguiente:

$$TN = TO * FV$$

Donde:

TN = Tiempo normal

FV = Factor de valoración o calificación de la actuación

**Tabla 9.***Tiempo normal – Fundición – Data histórica*

<b>ESTUDIO DE TIEMPOS - FABRICACIÓN DE CHUMACERA SALZGITTER</b>													
		<b>EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.</b>											
<b>Elaborado por:</b> Gómez Ramírez Jean C.				<b>Área:</b> Fábrica				<b>Hoja numero:</b> 1 de 1					
<b>Método de Trabajo:</b> Data histórica				<b>Departamento:</b> Mantenimiento mecánico				<b>Fecha de inicio:</b> Noviembre 2017					
<b>Proceso:</b> Fundición				<b>Sección:</b> Maestranza				<b>Fecha de término:</b> Enero 2018					
N°	Descripción	Tiempos Observados (min.)									TO	FC	TN
		Noviembre 2017			Diciembre 2017			Enero 2018					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
01	Recepción de M.P. e insumos	13.21	14.54	15.5	14.42	16.43	15.31	14.42	17.12	14.55	15.06	100%	15.06
02	Verificación de insumos	5.55	6.29	4.29	5.33	4.59	5.44	4.54	4.34	6.33	5.19	100%	5.19
03	Traslado de insumos al área de fundición	35.41	37.11	34.11	33.24	35.22	35.35	34.21	33.43	33.55	34.63	100%	34.63
04	Traer balanza	5.44	4.51	4.34	4.11	5.04	4.54	4.34	4.29	4.54	4.57	100%	4.57
05	Pesado de los metales	26.23	25.22	25.23	24.17	24.02	24.53	26.23	27.12	24.02	25.20	100%	25.20
06	Traslado de metales al área de fundición	45.52	45.27	43.28	44.19	45.32	44.09	45.45	42.12	44.23	44.39	100%	44.39
07	Mezclar 1 1/2 latas de arena con 2k de silicato	11.19	10.47	9.42	10.2	11.46	9.28	9.34	9.11	10.23	10.08	100%	10.08
08	Vaciado y compactado a la Base de molde	9.11	11.46	10.29	11.19	11.19	10.04	9.23	11.19	10.47	10.46	100%	10.46

09	Incrustar CO2 a la base del molde	14.42	15.31	14.42	14.01	15.23	16.12	14.55	14.14	15.53	14.86	100%	14.86
10	Mezclar 6 latas de arena con 16k silicato	21.39	18.13	20.01	19.26	19.41	20.49	19.22	20.33	21.21	19.94	100%	19.94
11	Cubrir con plombagina la base	4.29	5.49	4.59	6.09	4.23	6.33	5.35	5.44	4.54	5.15	100%	5.15
12	Colocar molde y armar el cuerpo con la mezcla	35.14	34.34	33.55	34.41	33.22	33.4	34.05	34.11	35.35	34.17	100%	34.17
13	Incrustar CO2 al cuerpo	26.23	25.07	24.02	26.23	24.56	24.53	24.11	23.59	24.53	24.76	100%	24.76
14	Mezclar 4 latas de arena con 12k silicato	10.23	11.31	9.34	10.51	11.19	10.47	10.25	9.28	9.34	10.21	100%	10.21
15	Vaciado y compactado para formar la tapa	9.44	10.47	10.25	9.28	9.34	9.34	10.23	9.59	10.23	9.80	100%	9.80
16	Se incrusta CO2 a la tapa	24.02	26.19	24.53	24.1	24.53	26.23	24.53	26.43	26.22	25.20	100%	25.20
17	Formación de canales	14.55	14.19	15.51	14.42	15.31	14.42	14.54	14.17	15.35	14.72	100%	14.72
18	Fundir metales en Horno	361.11	362.52	358.41	357.59	358.47	360.34	357.34	356.49	360.17	359.16	100%	359.16
19	Vaciado de la aleación	14.54	14.42	15.35	14.24	16.39	15.46	14.42	13.12	14.42	14.71	100%	14.71
20	Desmolde de chumaceras	23.46	24.53	26.57	24.18	23.59	24.02	26.23	24.56	24.1	24.58	100%	24.58
21	Limpieza de chumaceras	16.04	14.54	15.28	14.42	14.55	15.31	14.42	14.55	15.51	14.96	100%	14.96
22	Traslado al área de máquina	10.25	9.28	9.34	10.42	10.47	9.34	10.23	9.28	10.47	9.90	100%	9.90
<b>TIEMPO DEL CICLO</b>		<b>736.77</b>	<b>740.66</b>	<b>727.63</b>	<b>726.01</b>	<b>733.76</b>	<b>734.38</b>	<b>727.23</b>	<b>723.8</b>	<b>734.89</b>	<b>731.68</b>		<b>731.68</b>
<b>Nota:</b>		TO = Tiempo Observado.			F.C = Calificación de la actuación.			T.N = Tiempo Normal.					

Elaboración: Propia. Para el factor de calificación se debe de tener en cuenta la Tabla N° 8

Tabla 10.

Tiempo normal – Torno – Data histórica

ESTUDIO DE TIEMPOS - FABRICACIÓN DE CHUMACERA SALZGITTER													
		EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.											
		<b>Elaborado por:</b> Gómez Ramírez Jean C. <b>Método de Trabajo:</b> Data histórica <b>Proceso:</b> Torno			<b>Área:</b> Fábrica <b>Departamento:</b> Mantenimiento mecánico <b>Sección:</b> Maestranza			<b>Hoja numero:</b> 1 de 1 <b>Fecha de inicio:</b> Noviembre 2017 <b>Fecha de término:</b> Enero 2018					
Nº	Descripción	Tiempos Observados (min.)									TO	FC	TN
		Noviembre 2017			Diciembre 2017			Enero 2018					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
23	Recepción de material	0.44	0.51	0.53	0.46	0.52	0.41	0.54	0.48	0.58	0.50	100%	0.50
24	Preparación de herramientas	20.33	21.21	18.13	22.01	19.1	20.1	21.4	20.49	19.22	20.22	100%	20.22
25	Montar la chumacera	9.54	11.29	10.42	9.27	9.9	10.8	9.6	10.23	11.29	10.26	100%	10.26
26	Centrado de chumacera	31.26	32.49	31.07	31.38	28.4	30.4	27.1	31.58	29.41	30.34	100%	30.34
27	Refrendado de chumacera	31.26	30.4	27.1	31.58	33.1	30.2	31.2	29.41	28.4	30.29	100%	30.29
28	Diámetro interior de chumacera	149.13	148.5	150.6	152.21	149.3	148.5	150.6	152.36	147.52	149.86	100%	149.86
29	Diámetro exterior de chumacera	152.36	147.52	148.5	149.8	152.1	149.8	154.3	150.6	152.21	150.80	100%	150.80
30	Acabado de chumacera	152.21	149.8	152.36	147.52	149.3	152.2	150.6	148.5	150.6	150.34	100%	150.34
31	Canal de lubricación de chumacera	182.13	181.49	180.2	184.08	184.4	180.7	178.3	177.41	179.26	180.89	100%	180.89
32	Retirar la chumacera	10.42	9.27	9.9	13.2	12.6	11.3	11.29	9.54	11.29	10.98	100%	10.98
TIEMPO DEL CICLO		734.41	734.93	730.6	729.78	739.08	732.48	728.81	741.51	738.72	734.48		734.48
<b>Nota:</b> TO = Tiempo Observado. F.C = Calificación de la actuación. T.N = Tiempo Normal.													

Elaboración: Propia. Para el factor de calificación se debe de tener en cuenta la Tabla N° 8

Tabla 11.

Tiempo normal – Taladro – Data histórica

ESTUDIO DE TIEMPOS - FABRICACIÓN DE CHUMACERA SALZGITTER													
			EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.										
			<b>Elaborado por:</b> Gómez Ramírez Jean C. <b>Método de Trabajo:</b> Data histórica <b>Proceso:</b> Taladro				<b>Área:</b> Fábrica <b>Departamento:</b> Mantenimiento mecánico <b>Sección:</b> Maestranza				<b>Hoja numero:</b> 1 de 1 <b>Fecha de inicio:</b> Noviembre 2017 <b>Fecha de término:</b> Enero 2018		
N°	Descripción	Tiempos Observados (min.)									TO	FC	TN
		Noviembre 2017			Diciembre 2017			Enero 2018					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
33	Traslado al área de Taladrado	11.29	9.54	11.3	9.27	9.9	13.2	12.6	9.54	11.3	10.88	100%	10.88
34	Montar la Chumacera la Taladro	10.41	9.27	9.59	10.81	9.44	10.29	11.59	9.54	11.05	10.22	100%	10.22
35	Taladrado de Agujeros	179.41	179.26	182.13	179.26	182.13	184.08	184.4	180.7	178.3	181.07	100%	181.07
36	Control de Calidad	15.59	14.42	14.32	15.31	14.42	14.55	15.53	16.04	14.54	14.97	100%	14.97
37	Almacenar	13.2	12.6	9.54	10.02	11.3	11.29	9.54	10.48	9.72	10.85	100%	10.85
TIEMPO DEL CICLO		229.9	225.09	226.88	224.67	227.19	233.41	233.66	226.3	224.91	228.00		228.00
<b>Nota:</b>		TO = Tiempo Observado.			F.C = Calificación de la actuación.				T.N = Tiempo Normal.				

Elaboración: Propia.

**Nota:** Para el factor de calificación se debe de tener en cuenta la Tabla N° 8

#### 4.1.1 Diagrama de procesos

Se realizó el mapeo de la línea de producción del objeto en estudio y para ello se utilizó el diagrama de análisis de proceso (DAP) para su análisis respectivo.

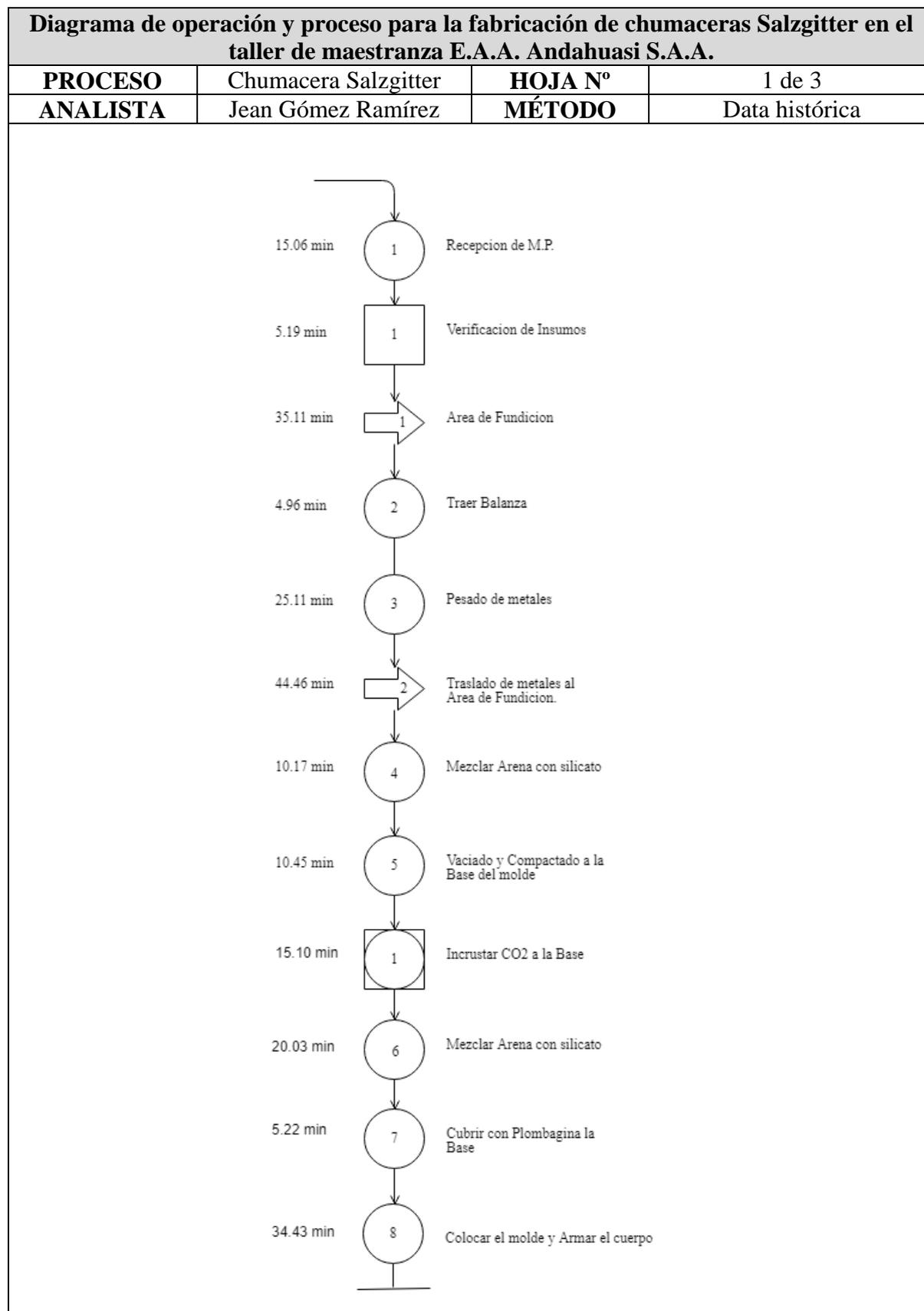
Dicho DAP se muestra a continuación nos brinda la información de los procesos, la cantidad de operaciones que se realizan para la elaboración de la chumacera Salzgitter, el tiempo de cada operación y la distancia de algunas operaciones a realizar.

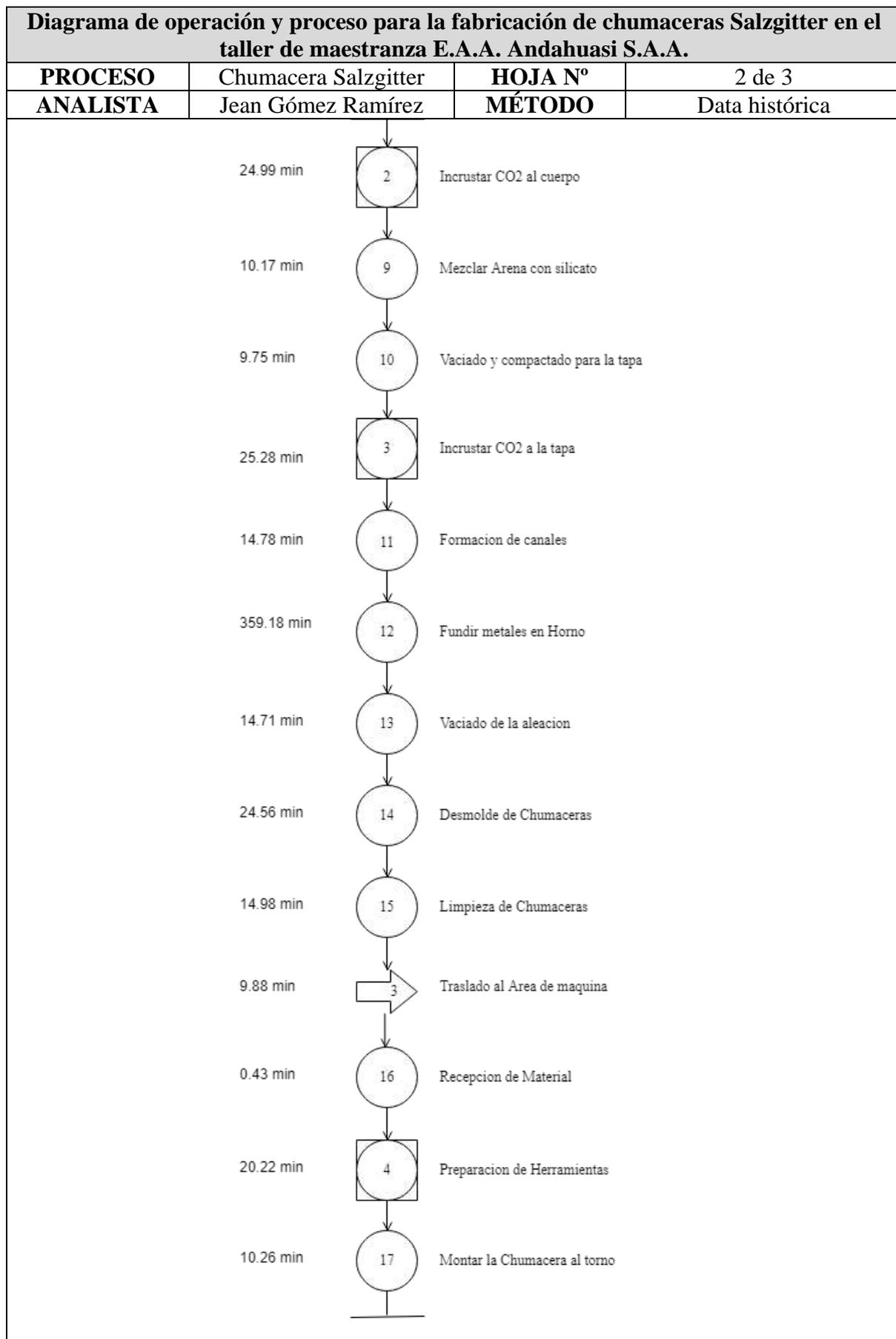
Se analizará la variable 1 y sus 3 dimensiones las cuales en el presente estudio de investigación tenemos como variable independiente el estudio de tiempo. Se analizará sus dimensiones que son el diagrama de procesos, el tiempo estándar y los costos respectivamente.

**Tabla 12.**  
Diagrama de análisis de proceso (DAP) – Data histórica

Proceso para la fabricación de Chumaceras Salzgitter en el taller de Maestranza en la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A.								
<b>PROCESO</b>	Fabricación de Chumacera	<b>HOJA N°</b>			1 de 1			
<b>DPTO.</b>	Mantenimiento Mecánico - Maestranza	<b>TIEMPO DEL CICLO</b>			1694.16			
<b>INICIO</b>	Recepción de M.P. e insumos	<b>TIEMPO DE PROCESAMIENTO</b>			1583.52			
<b>TERMINO</b>	Almacén de Maestranza	<b>EFICIENCIA</b>			86.49%			
<b>ANALISTA</b>	Gómez Ramírez Jean Claude	<b>OPORTUNIDAD DE MEJORA</b>			13.51%			
	OPERACION	○	23					
	INSPECCION	□	2		⇨	4		
	COMBINADA	◻	7		▽	1		
<b>N°</b>	<b>Proceso</b>	○	□	◻	⇨	▽	<b>Tiempo (min.)</b>	<b>Distancia (mts.)</b>
01	Recepción de M.P. e insumos						15.06	
02	Verificación de Insumos						5.19	
03	Traslado de insumos al área de fundición						34.63	30
04	Traer balanza						4.57	
05	Pesado de los metales						25.20	
06	Traslado de metales al área de Fundición						44.39	
07	Mezclar 1 1/2 latas de arena con 2k de silicato						10.08	
08	Vaciado y compactado a la Base de molde						10.46	
09	Incrustar CO2 a la Base del molde						14.86	
10	Mezclar 6 latas de arena con 16k Silicato						19.94	
11	Cubrir con Plombagina la base						5.15	
12	Colocar molde y armar el cuerpo con la mezcla						34.17	
13	Incrustar CO2 al cuerpo						24.76	
14	Mezclar 4 latas de arena con 12k Silicato						10.21	
15	Vaciado y compactado para formar la tapa						9.80	
16	Se incrusta CO2 a la tapa						25.20	
17	Formación de canales						14.72	
18	Fundir metales en Horno						359.16	
19	Vaciado de la aleación						14.71	
20	Desmolde de Chumaceras						24.58	
21	Limpieza de Chumaceras						14.96	
22	Traslado al área de maquina						9.90	40
23	Recepcion de Material						0.50	
24	Preparación de Herramientas						20.22	
25	Montar la Chumacera						10.26	
26	Centrado de Chumacera						30.34	
27	Refrendado de Chumacera						30.29	
28	Diámetro Interior de Chumacera						149.86	
29	Diámetro Exterior de Chumacera						150.80	
30	Acabado de Chumacera						150.34	
31	Canal de lubricación de Chumacera						180.89	
32	Retirar la Chumacera						10.98	
33	Traslado al área de Taladrado						10.88	7
34	Montar la Chumacera la Taladro						10.22	
35	Taladrado de Agujeros						181.07	
36	Control de Calidad						14.97	
37	Almacenar						10.85	
<b>TOTAL DE ACTIVIDADES</b>		23	2	7	4	1	1694.16	77

Elaboración: Propia a partir de la data histórica.

**Tabla 13.***Diagrama de operación y proceso (DOP) – Data histórica.*



**Diagrama de operación y proceso para la fabricación de chumaceras Salzgitter en el taller de maestranza E.A.A. Andahuasi S.A.A.**

<b>PROCESO</b>	<b>Chumacera Salzgitter</b>	<b>HOJA N°</b>	<b>3 de 3</b>
<b>ANALISTA</b>	<b>Jean Gómez Ramírez</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>Data histórica</b>
30.34 min	 5	Centrado de la Chumacera	
30.29 min	 18	Refrendado de la Chumacera	
149.86 min	 19	Diametro interior de la Chumacera	
150.80 min	 20	Diametro exterior de la Chumacera	
150.34 min	 6	Acabado de la Chumacera	
180.89 min	 21	Canal de Lubrcacion de la Chumacera	
10.98 min	 22	Retirar la chumacera	
10.88 min	 4	Traslado al Area de taladro	
10.21 min	 23	Montar Chumacera	
181.07 min	 7	Taladrar agujeros	
14.98 min	 2	Control de Calidad	
10.74 min	 1	Alamacerar	

<b>Leyenda</b>	
	23
	2
	7
	4
	1
<b>Total</b>	<b>35</b>

Se mostró el diagrama de análisis de proceso y de operación y proceso de la data histórica para la producción de chumaceras Salzgitter en el taller de maestranza donde podemos destacar la siguiente información: el tiempo total del ciclo productivo es de 1695,88 minutos equivalente a 28,26 horas.

Del diagrama de análisis de procesos hallaremos la productividad del diagrama apoyándonos en la siguiente formula:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\Sigma(\text{operacion,inspeccion,combinadas})}{\Sigma(\text{operacion,inspeccion,combinadas,transporte y almacen})}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{32}{37} \times 100 = 86.49\%$$

$$\text{Oportunidad de mejora} = (1 - \text{Eficiencia})$$

$$\text{Oportunidad de mejora} = (100 - 86.49) \% = 13.51\%$$

El indicador de oportunidad de mejora obtenido es de 13.51% el cual representa el porcentaje del proceso que podemos aplicar alguna técnica o modificación con el fin de que se reduzca este margen de esta forma consecuentemente obtendremos una mejor productividad.

A continuación, se mostrará las diferencias que presenta el modelo propuesto:

En el área de Fundición se eliminaron y modificaron actividades que por criterios del autor de esta investigación se vieron por convenientes:

- **Verificación de insumos:** Esta actividad se realiza de forma rigurosa puesto que en ciertas ocasiones el proveedor envía con ciertos defectos la materia prima (M.P.), pero el real inconveniente era que el Dpto. Almacén Central también pasaba por alto esto debido a que confiaban que los operarios del Dpto. Maestranza harían la revisión correspondiente antes de utilizar la M.P., esta actividad simplemente es innecesaria ya que si bien es cierto los operarios deberían de revisar antes de procesarlos, tiene que ser una revisión rápida y sin que le tome mucho tiempo mas no hacerlo de tal forma que haya un doble trabajo, el área encargada de hacer la revisión correspondiente es el Dpto. Almacén Central.

- **Traslado de insumos al área de fundición:** Esta actividad es innecesaria, el personal de maestranza va al Dpto. Almacén central y trae en forma manual la M.P. lo cual se puede evitar gran pérdida de tiempo especialmente cuando la empresa cuenta con maquinaria que puede trasladar la M.P. hasta el área de fundición. Si bien es cierto que se requiere de una orden de trabajo, este tiempo no está considerado dentro de la actividad productiva de la fabricación de chumaceras ya que es suficiente con el envío de un correo y no requiere de la participación del operario directo para la fabricación de las chumaceras.
- **Traer la balanza:** esta actividad se realiza de forma innecesaria puesto que no existe situación que ponga la balanza en riesgo y tenga que ser devuelta al almacén de maestranza y es herramienta de trabajo del propio departamento. Así que esta actividad genera tiempo innecesario y por ello la balanza simplemente debería de quedarse en el lugar adecuado para ser utilizado en el área de fundición.

Diferencias que presenta el modelo propuesto:

En el área de torno se eliminaron y modificaron actividades que por criterios del autor de esta investigación se vieron por convenientes:

- **Preparación de herramientas:** Esta actividad es una de las principales actividades dentro del área de máquinas - herramientas el cual perjudica en el tiempo de fabricación de chumaceras, en esta actividad se encuentra el selección y afilado de las cuchillas y preparación del líquido refrigerante, si bien es cierto que el operario debe de realizar estas dos acciones no debe de realizarlo cuando la pieza ya llego al lugar de trabajo, debería de realizarse antes de ello para que de esta forma la fabricación de la chumacera no quede paralizada por acciones que deberían de evitarse o realizarse en su momento.

**Tabla 14.***Tiempo normal – Fundición – Modelo propuesto*

ESTUDIO DE TIEMPOS - FABRICACIÓN DE CHUMACERA SALZGITTER													
EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.													
<b>Elaborado por:</b> Gómez Ramírez Jean C.				<b>Área:</b> Fábrica				<b>Hoja numero:</b> 1 de 1					
<b>Método de Trabajo:</b> Propuesto				<b>Departamento:</b> Mantenimiento mecánico				<b>Fecha de inicio:</b> Febrero 2018					
<b>Proceso:</b> Fundición				<b>Sección:</b> Maestranza				<b>Fecha de término:</b> Abril 2018					
Nº	Descripción	Tiempos Observados (min.)									TO	FC	TN
		Febrero 2018			Marzo 2018			Abril 2018					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
01	Recepción de M.P. e insumos	15.31	14.42	17.12	14.55	13.21	14.54	15.5	14.42	16.43	15.06	100%	15.06
02	Pesado de los metales	18.53	17.23	20.12	17.02	19.23	18.22	17.53	16.10	19.02	18.11	100%	18.11
03	Traslado de metales al área de fundición	34.09	35.45	32.12	34.23	36.25	35.27	33.28	34.19	35.3	34.46	100%	34.46
04	Mezclar 1 1/2 latas de arena con 2k de silicato	9.28	9.34	9.11	10.23	11.19	10.47	10.25	10.2	11.46	10.17	100%	10.17
05	Vaciado y compactado a la base de molde	10.04	9.23	11.19	10.47	9.11	11.46	10.2	11.19	11.19	10.45	100%	10.45
06	Incrustar CO2 a la base del molde	17.12	14.55	14.54	15.5	14.42	15.31	14.42	14.55	15.5	15.10	100%	15.10
07	Mezclar 6 latas de arena con 16k silicato	18.49	18.22	18.33	19.21	18.19	16.13	20.01	17.26	17.41	18.14	100%	18.14
08	Cubrir con plombagina la base	6.33	5.55	5.44	4.54	4.29	5.33	4.59	6.29	4.59	5.22	100%	5.22
09	Colocar molde y armar el cuerpo con la mezcla	33.40	34.05	34.11	35.35	36.44	34.34	33.55	35.41	33.22	34.43	100%	34.43
10	Incrustar CO2 al cuerpo	24.53	24.10	23.59	24.53	26.23	27.12	24.02	26.23	24.56	24.99	100%	24.99
11	Mezclar 4 latas de arena con 12k silicato	10.47	10.25	9.28	9.34	10.23	11.19	9.34	10.23	11.19	10.17	100%	10.17
12	Vaciado y compactado para formar la tapa	9.34	10.23	9.34	10.23	9.28	10.47	10.25	9.28	9.34	9.75	100%	9.75

13	Se incrusta CO2 a la tapa	26.23	24.53	26.23	27.12	24.02	26.23	24.53	24.1	24.53	25.28	100%	25.28
14	Formación de canales	10.37	9.54	9.42	10.35	9.55	9.54	10.32	9.42	10.31	9.87	100%	9.87
15	Fundir metales en horno	360.34	357.34	355.49	362.33	361.11	362.52	358.41	356.59	358.47	359.18	100%	359.18
16	Vaciado de la aleación	15.5	14.42	13.12	14.42	14.54	14.42	15.35	14.24	16.39	14.71	100%	14.71
17	Desmolde de chumaceras	24.02	26.23	24.56	24.1	23.59	24.53	26.23	24.18	23.59	24.56	100%	24.56
18	Limpieza de chumaceras	15.31	14.42	14.55	15.5	16.04	14.54	15.5	14.42	14.55	14.98	100%	14.98
19	Traslado al área de máquina	4.34	5.23	4.28	5.47	5.25	4.32	4.34	5.21	5.42	4.87	100%	4.87
<b>TIEMPO DEL CICLO</b>		<b>663.04</b>	<b>654.33</b>	<b>651.94</b>	<b>664.49</b>	<b>662.17</b>	<b>665.95</b>	<b>657.62</b>	<b>653.51</b>	<b>662.47</b>	<b>659.50</b>		<b>659.50</b>
<b>Nota:</b>		TO = Tiempo Observado.			F.C = Calificación de la actuación.			T.N = Tiempo Normal.					

Elaboración: Propia

**Nota:** Para el factor de calificación se debe de tener en cuenta la Tabla N° 8

**Tabla 15.***Tiempo normal – Torno – Modelo propuesto*

<b>ESTUDIO DE TIEMPOS - FABRICACIÓN DE CHUMACERA SALZGITTER</b>													
<b>EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.</b>													
<b>Elaborado por:</b> Gómez Ramírez Jean		<b>Área:</b> Fábrica				<b>Hoja numero:</b> 1 de 1							
<b>Método de Trabajo:</b> Propuesto		<b>Departamento:</b> Mantenimiento mecánico				<b>Fecha de inicio:</b> Febrero 2018							
<b>Proceso:</b> Torno		<b>Sección:</b> Maestranza				<b>Fecha de término:</b> Abril 2018							
N°	Descripción	Tiempos Observados (min.)									TO	FC	TN
		Febrero 2018			Marzo 2018			Abril 2018					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
20	Recepción de material	0.41	0.53	0.35	0.56	0.45	0.48	0.53	0.45	0.55	0.48	100%	0.48
21	Montar la chumacera	10.8	9.6	10.23	11.29	9.54	11.29	10.42	9.27	9.1	10.17	100%	10.17
22	Centrado de chumacera	20.4	17.1	21.58	19.41	21.26	22.49	21.07	21.38	18.4	20.34	100%	20.34
23	Refrendado de chumacera	30.2	31.2	29.41	28.4	31.26	30.4	27.1	31.58	33.1	30.29	100%	30.29
24	Diámetro interior de chumacera	138.5	140.6	142.36	137.52	139.13	138.5	140.6	142.21	139.3	139.86	100%	139.86
25	Diámetro exterior de chumacera	149.8	154.3	150.6	152.21	152.36	147.52	148.5	149.8	152.1	150.80	100%	150.80
26	Acabado de chumacera	152.2	150.6	148.5	150.6	152.21	149.8	152.36	147.52	149.3	150.34	100%	150.34
27	Canal de lubricación de Chumacera	170.7	168.3	167.41	169.26	172.13	171.49	170.2	174.08	174.4	170.89	100%	170.89
28	Retirar la Chumacera	11.3	11.29	9.54	11.29	10.42	9.27	9.9	13.2	12.6	10.98	100%	10.98
<b>TIEMPO DEL CICLO</b>		681.24	680.68	689.49	688.85	684.31	683.52	679.98	680.54	688.76	684.15		684.15
<b>Nota:</b>		TO = Tiempo Observado.			F.C = Calificación de la actuación.			T.N = Tiempo Normal.					

Elaboración: Propia

**Nota:** Para el factor de calificación se debe de tener en cuenta la Tabla N° 8

Tabla 16.  
Tiempo normal – Taladro – Modelo propuesto

ESTUDIO DE TIEMPOS - FABRICACIÓN DE CHUMACERA SALZGITTER													
		EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.											
		Elaborado por: Gómez Ramírez Jean C.				Área: Fabrica				Hoja numero: 1 de 1			
Método de Trabajo:		Propuesto				Departamento: Mantenimiento Mecánico				Fecha de inicio: Febrero 2018			
Proceso:		Taladro				Sección: Maestranza				Fecha de término: Abril 2018			
N°	Descripción	Tiempos Observados (min.)									TO	FC	TN
		Febrero 2018			Marzo 2018			Abril 2018					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
29	Traslado al área de taladrado	12.6	9.54	11.3	11.29	9.54	11.3	9.27	9.9	13.2	10.88	100%	10.88
30	Montar la chumacera la Taladro	11.29	9.54	11.29	10.41	9.27	9.59	10.81	9.44	10.29	10.21	100%	10.21
31	Taladrado de agujeros	186.4	180.7	178.3	177.41	179.26	182.13	179.26	182.13	184.08	181.07	100%	181.07
32	Control de calidad	15.5	16.04	14.54	15.5	14.42	14.55	15.31	14.42	14.55	14.98	100%	14.98
33	Almacenar	9.54	9.27	9.9	13.2	12.6	9.54	10.02	11.3	11.29	10.74	100%	10.74
TIEMPO DEL CICLO		235.33	225.09	225.33	227.81	225.09	227.11	224.67	227.19	233.41	227.89		227.89
<b>Nota:</b>		TO = Tiempo Observado.			F.C = Calificación de la actuación.			T.N = Tiempo Normal.					

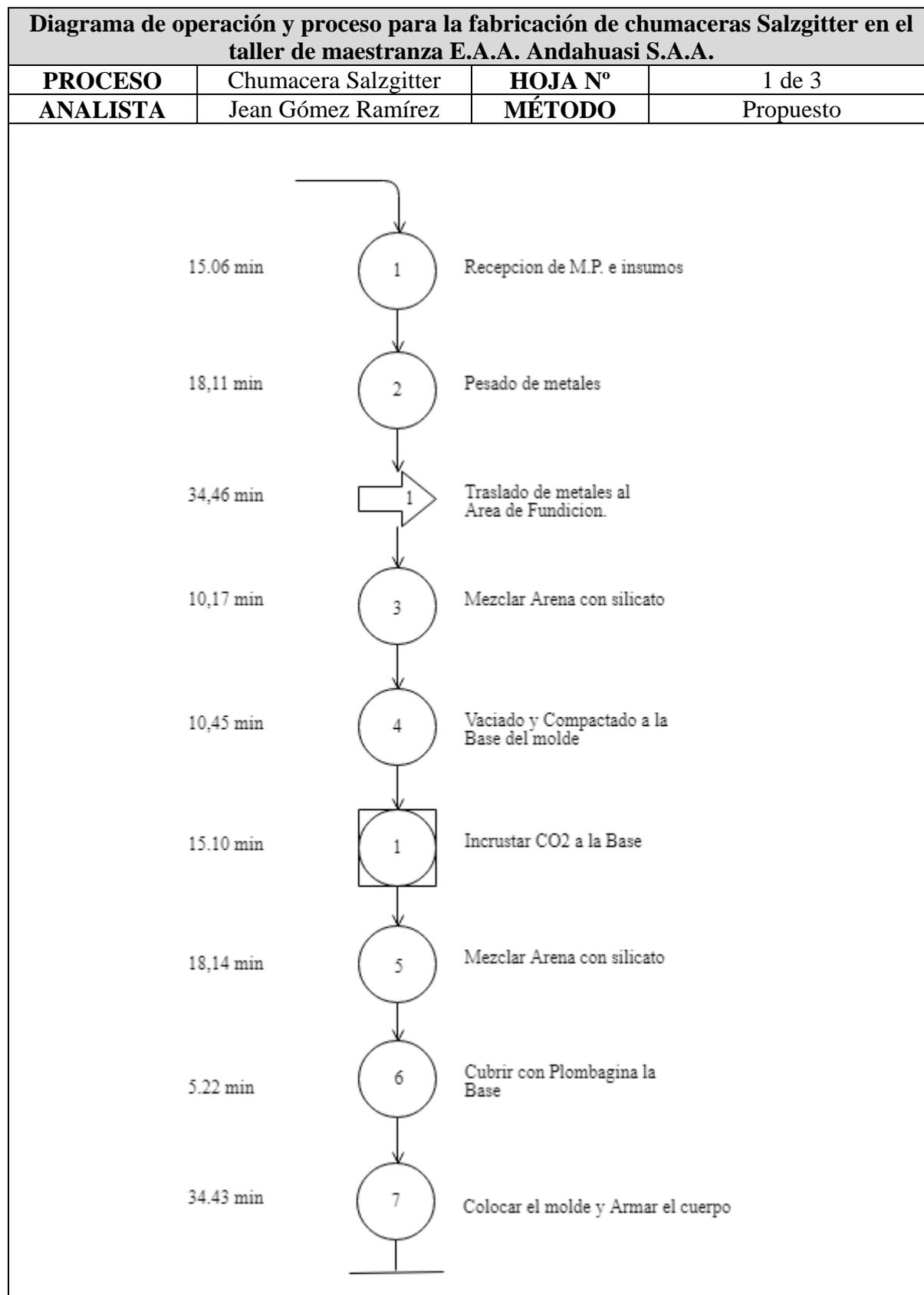
Elaboración: Propia

**Nota:** Para el factor de calificación se debe de tener en cuenta la Tabla N° 8

**Tabla 17.**  
*Diagrama de análisis de proceso (DAP) – Propuesto*

Proceso para la fabricación de Chumaceras Salzgitter en el taller de Maestranza en la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A.								
PROCESO	Fabricación de Chumacera	HOJA Nº			1 de 1			
DPTO.	Mantenimiento Mecánico - Maestranza	TIEMPO DEL CICLO			1571.61			
INICIO	Recepción de M.P. e insumos	TIEMPO DE PROCESAMIENTO			1500.44			
TERMINO	Almacén de Maestranza	EFICIENCIA			87.88%			
ANALISTA	Gómez Ramírez Jean Claude	OPORTUNIDAD DE MEJORA			12.12%			
OPERACION		○	21		TRANSPORTE		⇨	3
INSPECCION		□	1		ALMACEN		▽	1
COMBINADA		◻	7					
Nº	Proceso	○	□	◻	⇨	▽	Tiempo (min.)	Distancia (mts.)
01	Recepción de M.P. e insumos						15.06	
02	Pesado de los metales						18.11	
03	Traslado de metales al área de Fundición						34.46	15
04	Mezclar 1 1/2 latas de arena con 2k de silicato						10.17	
05	Vaciado y compactado a la Base de molde						10.45	
06	Incrustar CO2 a la Base del molde						15.10	
07	Mezclar 6 latas de arena con 16k Silicato						18.14	
08	Cubrir con Plombagina la base						5.22	
09	Colocar molde y armar el cuerpo con la mezcla						34.43	
10	Incrustar CO2 al cuerpo						24.99	
11	Mezclar 4 latas de arena con 12k Silicato						10.17	
12	Vaciado y compactado para formar la tapa						9.75	
13	Se incrusta CO2 a la tapa						25.28	
14	Formación de canales						9.94	
15	Fundir metales en Horno						359.18	
16	Vaciado de la aleación						14.71	
17	Desmolde de Chumaceras						24.56	
18	Limpieza de Chumaceras						14.98	
19	Traslado al área de maquina						4.87	40
20	Recepcion de Material						0.48	
21	Montar la Chumacera						10.17	
22	Centrado de Chumacera						20.34	
23	Refrendado de Chumacera						30.29	
24	Diámetro Interior de Chumacera						139.86	
25	Diámetro Exterior de Chumacera						150.80	
26	Acabado de Chumacera						150.34	
27	Canal de lubricación de Chumacera						170.89	
28	Retirar la Chumacera						10.98	
29	Traslado al área de Taladrado						10.88	7
30	Montar la Chumacera al taladro						10.21	
31	Taladrado de Agujeros						181.07	
32	Control de Calidad						14.98	
33	Almacenar						10.74	
<b>TOTAL DE ACTIVIDADES</b>		21	1	7	3	1	1571.61	62

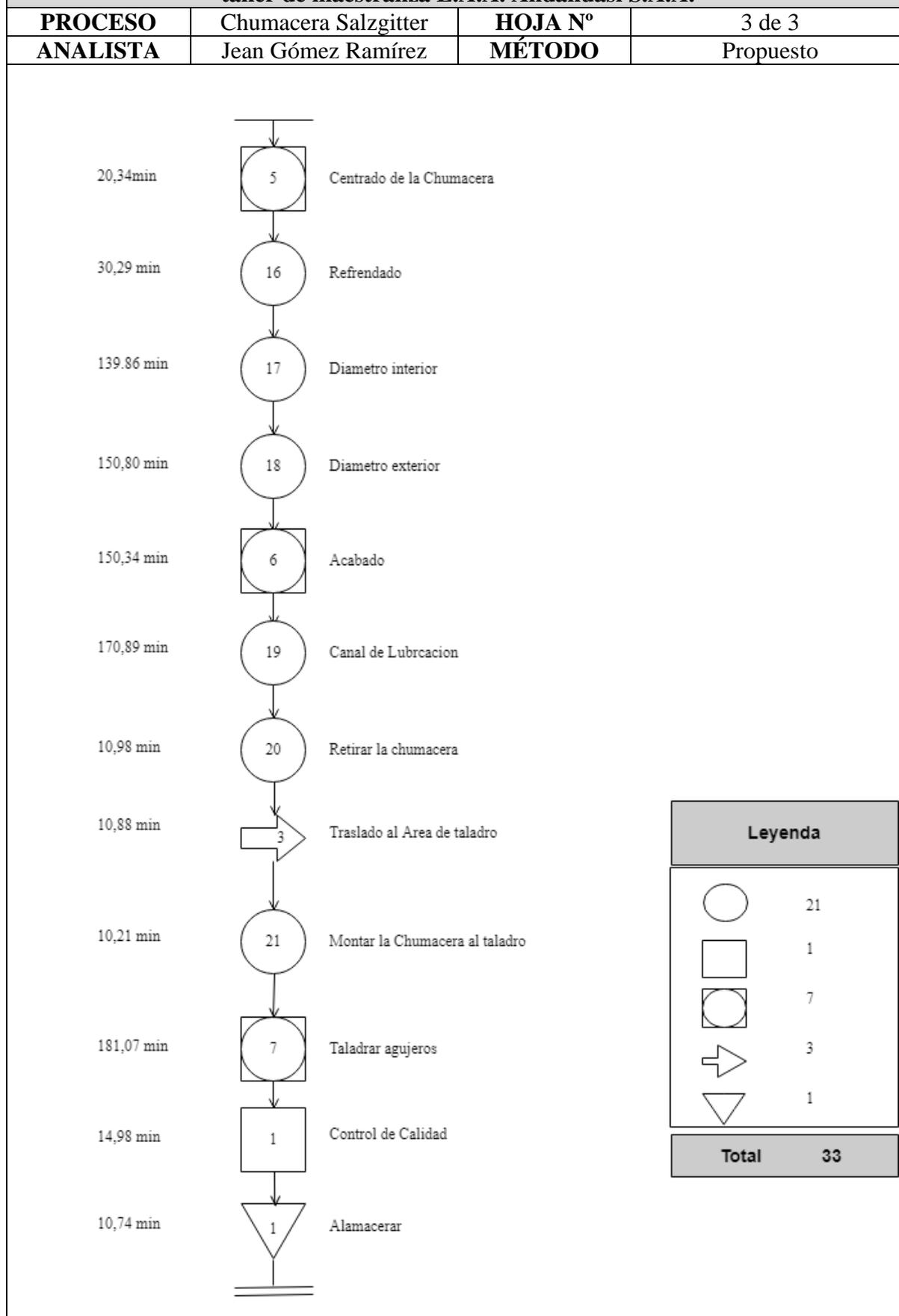
Elaboración: Propia

**Tabla 18.***Diagrama de operación y proceso (DOP) – Propuesto*

**Diagrama de operación y proceso para la fabricación de chumaceras Salzgitter en el taller de maestranza E.A.A. Andahuasi S.A.A.**

PROCESO	Chumacera Salzgitter	HOJA N°	2 de 3
ANALISTA	Jean Gómez Ramírez	MÉTODO	Propuesto
24.99 min	2	Incrustar CO2 al cuerpo	
10.17 min	8	Mezclar Arena con silicato	
9.75 min	9	Vaciado y compactado para la tapa	
25.28 min	3	Incrustar CO2 a la tapa	
9.78 min	10	Formacion de canales	
359.18 min	11	Fundir metales en Horno	
14.71 min	12	Vaciado de la aleacion	
24.56 min	13	Desmolde de Chumaceras	
14.98 min	14	Limpieza de Chumaceras	
4.87 min	2	Traslado al Area de maquina	
0.43 min	4	Recepcion de Material	
10.17 min	15	Montar la Chumacera al torno	

**Diagrama de operación y proceso para la fabricación de chumaceras Salzgitter en el taller de maestranza E.A.A. Andahuasi S.A.A.**



Se mostró el diagrama de análisis de proceso y de operación y proceso del método propuesto para la producción de chumaceras Salzgitter en el taller de maestranza donde podemos destacar la siguiente información: el tiempo total del ciclo productivo es de 1571,42 minutos equivalente a 26,19 horas. Una de las observaciones es que la actividad de recepción de materia Prima e insumos.

Del diagrama de análisis de procesos hallaremos la productividad del diagrama apoyándonos en la siguiente formula:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\Sigma(\text{operacion,inspeccion,combinadas})}{\Sigma(\text{operacion,inspeccion,combinadas,transporte y almacen})}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{29}{33} \times 100 = 87.88\%$$

$$\text{Oportunidad de mejora} = (1 - \text{Eficiencia})$$

$$\text{Oportunidad de mejora} = (100 - 86.49) \% = 12.12\%$$

El indicador de oportunidad de mejora obtenido es de 12.12% el cual representa el porcentaje del proceso que podemos aplicar alguna técnica o modificación con el fin de que se reduzca este margen de esta forma consecuentemente obtendremos una mejor productividad.

#### 4.1.2 **Tiempo estándar**

Para el cálculo del tiempo estándar se tuvo en consideración las tablas de suplemento de los operarios por actividad que realicen.

Tabla 19.  
*Suplementos de operarios – Fundición – Data histórica*

N°	Actividades	Constantes %			Variables %							Total %			
		NP	F	TP	PA	LP	IL	CA	TV	TA	TM		MM	MF	
01	Recepción de M.P. e insumos	5	4	2											0.11
02	Verificación de insumos	5	4	2											0.11
03	Traslado de insumos al área de fundición	5	4	2											0.11
04	Traer balanza	5	4	2		1									0.12
05	Pesado de los metales	5	4	2		1									0.12
06	Traslado de metales al área de fundición	5	4	2											0.11
07	Mezclar 1 1/2 latas de arena con 2k de silicato	5	4	2		3									0.14
08	Vaciado y compactado a la base de molde	5	4	2		3									0.14
09	Incrustar CO2 a la base del molde	5	4	2											0.11
10	Mezclar 6 latas de arena con 16k Silicato	5	4	2		3									0.14
11	Cubrir con plombagina la base	5	4	2											0.11
12	Colocar molde y armar el cuerpo con la mezcla	5	4	2											0.11
13	Incrustar CO2 al cuerpo	5	4	2											0.11
14	Mezclar 4 latas de arena con 12k Silicato	5	4	2		3									0.14
15	Vaciado y compactado para formar la tapa	5	4	2		3									0.14
16	Se incrusta CO2 a la tapa	5	4	2											0.11
17	Formación de canales	5	4	2											0.11
18	Fundir metales en horno	5	4	2		3									0.14
19	Vaciado de la aleación	5	4	2											0.11
20	Desmolde de chumaceras	5	4	2						2					0.13

21	Limpieza de chumaceras	5	4	2							2				0.13
22	Traslado al área de máquina	5	4	2											0.11

NP=Necesidades personales	PA=Postura anormal	CA=Calidad de aire	TM=Tensión mental
F=Fatiga	LP=Levantamiento de pesos	TV=Tensión visual	MM=Monotonía mental
TP=Trabajo de pie	IL=Intensidad de luz	TA=Tensión auditiva	MF=Monotonía Física

Elaboración: Propia

Tabla 20.  
*Suplementos de operarios – Torno – Data histórica*

N°	Actividades	Constantes %			Variables %									Total %	
		NP	F	TP	PA	LP	IL	CA	TV	TA	TM	MM	MF		
01	Recepción de material	5	4	2											0.11
02	Preparación de herramientas	5	4	2											0.11
03	Montar la chumacera	5	4	2											0.11
04	Centrado de chumacera	5	4	2											0.11
05	Refrendado de chumacera	5	4	2											0.11
06	Diámetro interior de chumacera	5	4	2						2					0.13
07	Diámetro exterior de chumacera	5	4	2						2					0.13
08	Acabado de chumacera	5	4	2						2					0.13
09	Canal de lubricación de chumacera	5	4	2						2					0.13
10	Retirar la chumacera	5	4	2											0.11

NP=Necesidades personales	PA=Postura anormal	CA=Calidad de aire	TM=Tensión mental
F=Fatiga	LP=Levantamiento de pesos	TV=Tensión visual	MM=Monotonía mental
TP=Trabajo de pie	IL=Intensidad de luz	TA=Tensión auditiva	MF=Monotonía Física

Elaboración: Propia

Tabla 21.  
*Suplementos de operarios – Taladro - Data histórica*

N°	Actividades	Constantes %			Variables %									Total %	
		NP	F	TP	PA	LP	IL	CA	TV	TA	TM	MM	MF		
01	Traslado al área de taladrado	5	4	2											0.11
02	Montar la chumacera la taladro	5	4	2											0.11
03	Taladrado de agujeros	5	4	2					2						0.13
04	Control de calidad	5	4	2											0.11
05	Almacenar	5	4	2											0.11
NP=Necesidades personales		PA=Postura anormal			CA=Calidad de aire			TM=Tensión mental							
F=Fatiga		LP=Levantamiento de pesos			TV=Tensión visual			MM=Monotonía mental							
TP=Trabajo de pie		IL=Intensidad de luz			TA=Tensión auditiva			MF=Monotonía Física							

Elaboración: Propia

### Tiempo estándar

En la Tabla N° 22 nos muestra los cálculos respectivos del tiempo estándar teniendo en cuenta la formula siguiente:

$$TE = TN * (1+S)$$

Tal como se observa obtenemos como resultado que el tiempo estándar para la producción de una chumacera en el área de fundición el cual cuenta con 22 actividades es de 825.84 minutos. Este dato se tomará en cuenta para posteriores cálculos

Tabla 22.  
*Tiempo estándar – Fundición - Data histórica*

N°	Actividades	T.N. (min)	S (%)	T. E. (min)
01	Recepción de M.P. e insumos	15.06	0.11	16.71
02	Verificación de Insumos	5.19	0.11	5.76
03	Traslado de insumos al área de fundición	34.63	0.11	38.43
04	Traer balanza	4.57	0.12	5.12
05	Pesado de los metales	25.20	0.12	28.22
06	Traslado de metales al área de fundición	44.39	0.11	49.27
07	Mezclar 1 1/2 latas de arena con 2k de silicato	10.08	0.14	11.49
08	Vaciado y compactado a la base de molde	10.46	0.14	11.93
09	Incrustar CO2 a la base del molde	14.86	0.11	16.49
10	Mezclar 6 latas de arena con 16k Silicato	19.94	0.14	22.73
11	Cubrir con plombagina la base	5.15	0.11	5.72
12	Colocar molde y armar el cuerpo con la mezcla	34.17	0.11	37.93
13	Incrustar CO2 al cuerpo	24.76	0.11	27.49
14	Mezclar 4 latas de arena con 12k silicato	10.21	0.14	11.64
15	Vaciado y compactado para formar la tapa	9.80	0.14	11.17
16	Se incrusta CO2 a la tapa	25.20	0.11	27.97
17	Formación de canales	14.72	0.11	16.34
18	Fundir metales en horno	359.16	0.14	409.44
19	Vaciado de la aleación	14.71	0.11	16.32
20	Desmolde de chumaceras	24.58	0.13	27.78
21	Limpieza de chumaceras	14.96	0.13	16.90
22	Traslado al área de máquina	9.90	0.11	10.99
<b>TOTAL</b>		<b>682.24</b>		<b>825.84</b>

Elaboración: Propia

**Nota:** Donde TN es el tiempo normal, S. es el Suplemento y T.E es el tiempo estándar.

### Tiempo Estándar

Tabla 23.

*Tiempo estándar – Torno – Data histórica*

Nº	Actividades	T.N. (min)	S (%)	T. E. (min)
01	Recepción de material	0.50	0.11	0.55
02	Preparación de herramientas	20.22	0.11	22.45
03	Montar la chumacera	10.26	0.11	11.39
04	Centrado de chumacera	30.34	0.11	33.68
05	Refrendado de chumacera	30.29	0.11	33.63
06	Diámetro interior de chumacera	149.86	0.13	169.34
07	Diámetro exterior de chumacera	150.80	0.13	170.40
08	Acabado de chumacera	150.34	0.13	169.89
09	Canal de lubricación de chumacera	180.89	0.13	204.40
10	Retirar la chumacera	10.98	0.11	12.19
<b>TOTAL</b>		<b>723.50</b>		<b>827.91</b>

Elaboración: Propia.

**Nota:** Donde TN es el tiempo normal, S. es el Suplemento y T.E es el tiempo estándar.

### Tiempo Estándar

Tabla 24.

*Tiempo estándar – Taladro – Data histórica*

Nº	Actividades	T.N. (min)	S. (%)	T. E. (min)
01	Traslado al área de taladrado	10.88	0.11	12.08
02	Montar la chumacera al Taladro	10.22	0.11	11.35
03	Taladrado de agujeros	181.07	0.13	204.61
04	Control de calidad	14.97	0.11	16.62
05	Almacenar	10.85	0.11	12.05
<b>TOTAL</b>		<b>228.00</b>		<b>256.70</b>

Elaboración: Propia

**Nota:** Donde T.N. es el Tiempo normal, S. es el Suplemento y T.E. es el tiempo estándar.

## Suplementos

Tabla 25.

*Suplementos de operarios – Fundición - Modelo propuesto*

Nº	Actividades	Constantes %					Variables %					Total %		
		NP	F	TP	PA	LP	IL	CA	TV	TA	TM		MM	MF
1	Recepción de M.P. e insumos	5	4	2										0.11
2	Pesado de los metales	5	4	2		1								0.12
3	Traslado de metales al área de fundición	5	4	2										0.11
4	Mezclar 1 1/2 latas de arena con 2k de silicato	5	4	2		3								0.14
5	Vaciado y compactado a la base de molde	5	4	2		3								0.14
6	Incrustar CO2 a la base del molde	5	4	2										0.11
7	Mezclar 6 latas de arena con 16k silicato	5	4	2		3								0.14
8	Cubrir con plumbagina la base	5	4	2										0.11
9	Colocar molde y armar el cuerpo con la mezcla	5	4	2										0.11
10	Incrustar CO2 al cuerpo	5	4	2										0.11
11	Mezclar 4 latas de arena con 12k silicato	5	4	2		3								0.14
12	Vaciado y compactado para formar la tapa	5	4	2		3								0.14
13	Se incrusta CO2 a la tapa	5	4	2										0.11
14	Formación de canales	5	4	2										0.11
15	Fundir metales en horno	5	4	2										0.11
16	Vaciado de la aleación	5	4	2										0.11
17	Desmolde de chumaceras	5	4	2						2				0.13
18	Limpieza de chumaceras	5	4	2		3				2				0.16
19	Traslado al área de máquina	5	4	2										0.11

NP=Necesidades personales

F=Fatiga

TP=Trabajo de pie

PA=Postura anormal

LP=Levantamiento de pesos

IL=Intensidad de luz

CA=Calidad de aire

TV=Tensión visual

TA=Tensión auditiva

TM=Tensión mental

MM=Monotonía mental

MF=Monotonía Física

Elaboración: Propia

Tabla 26.  
*Suplementos de operarios – Torno – Modelo propuesto*

N°	Actividades	Constantes %			Variables %									Total %	
		NP	F	TP	PA	LP	IL	CA	TV	TA	TM	MM	MF		
01	Recepción de material	5	4	2											0.11
03	Montar la chumacera	5	4	2											0.11
04	Centrado de chumacera	5	4	2											0.11
05	Refrendado de chumacera	5	4	2											0.11
06	Diámetro interior de chumacera	5	4	2					2						0.13
07	Diámetro exterior de chumacera	5	4	2					2						0.13
08	Acabado de chumacera	5	4	2					2						0.13
09	Canal de lubricación de chumacera	5	4	2					2						0.13
10	Retirar la chumacera	5	4	2											0.11

NP=Necesidades personales	PA=Postura anormal	CA=Calidad de aire	TM=Tensión mental
F=Fatiga	LP=Levantamiento de pesos	TV=Tensión visual	MM=Monotonía mental
TP=Trabajo de pie	IL=Intensidad de luz	TA=Tensión auditiva	MF=Monotonía Física

Elaboración: Propia.

Tabla 27.  
*Suplementos de operarios – Taladro – Modelo Propuesto*

N°	Actividades	Constantes %			Variables %									Total %	
		NP	F	TP	PA	LP	IL	CA	TV	TA	TM	MM	MF		
01	Traslado al área de taladrado	5	4	2											0.11
02	Montar la chumacera la taladro	5	4	2											0.11
03	Taladrado de agujeros	5	4	2					2						0.13
04	Control de calidad	5	4	2											0.11
05	Almacenar	5	4	2											0.11
NP=Necesidades personales		PA=Postura anormal			CA=Calidad de aire			TM=Tensión mental							
F=Fatiga		LP=Levantamiento de pesos			TV=Tensión visual			MM=Monotonía mental							
TP=Trabajo de pie		IL=Intensidad de luz			TA=Tensión auditiva			MF=Monotonía Física							

Elaboración: Propia

### Tiempo estándar

En la Tabla N° 28 nos muestra los cálculos respectivos del tiempo estándar teniendo en cuenta la formula siguiente:

$$TE = TN * (1+S)$$

Tal como se observa obtenemos como resultado que el tiempo estándar para la producción de una chumacera en el área de fundición el cual cuenta con 19 actividades es de 735.23 minutos. Este dato se tomará en cuenta para posteriores cálculos.

Tabla 28.  
*Tiempo estándar – Fundición – Modelo propuesto*

N°	Actividades	T.N. (min)	S (%)	T. E. (min)
1	Recepción de M.P. e insumos	15.06	0.11	16.71
2	Pesado de los metales	18.11	0.12	20.28
3	Traslado de metales al área de fundición	34.46	0.11	38.26
4	Mezclar 1 1/2 latas de arena con 2k de silicato	10.17	0.14	11.59
5	Vaciado y compactado a la base de molde	10.45	0.14	11.92
6	Incrustar CO2 a la base del molde	15.10	0.11	16.76
7	Mezclar 6 latas de arena con 16k silicato	18.14	0.14	20.68
8	Cubrir con plombagina la base	5.22	0.11	5.79
9	Colocar molde y armar el cuerpo con la mezcla	34.43	0.11	38.22
10	Incrustar CO2 al cuerpo	24.99	0.11	27.74
11	Mezclar 4 latas de arena con 12k silicato	10.17	0.14	11.59
12	Vaciado y compactado para formar la tapa	9.75	0.14	11.12
13	Se incrusta CO2 a la tapa	25.28	0.11	28.06
14	Formación de canales	9.87	0.11	10.95
15	Fundir metales en horno	359.18	0.11	398.69
16	Vaciado de la aleación	14.71	0.11	16.33
17	Desmolde de chumaceras	24.56	0.13	27.75
18	Limpieza de chumaceras	14.98	0.16	17.38
19	Traslado al área de máquina	4.87	0.11	5.41
<b>TOTAL</b>		<b>615.09</b>		<b>735.23</b>

Elaboración Propia.

**Nota:** Donde TN es el tiempo normal, S. es el suplemento y T.E es el tiempo estándar.

Tabla 29.  
*Tiempo estándar – Torno – Modelo propuesto*

Nº	Actividades	T.N. (min)	S (%)	T. E. (min)
01	Recepción de Material	0.48	0.11	0.53
03	Montar la chumacera	10.17	0.11	11.29
04	Centrado de chumacera	20.34	0.11	22.58
05	Refrendado de chumacera	30.29	0.11	33.63
06	Diámetro interior de chumacera	139.86	0.13	158.04
07	Diámetro exterior de chumacera	150.80	0.13	170.40
08	Acabado de chumacera	150.34	0.13	169.89
09	Canal de lubricación de chumacera	170.89	0.13	193.10
10	Retirar la chumacera	10.98	0.11	12.19
<b>TOTAL</b>		<b>673.17</b>		<b>771.65</b>

Elaboración: Propia

**Nota:** Donde TN es el tiempo normal, S. es el suplemento y T.E es el tiempo estándar.

Tabla 30.  
*Tiempo estándar – Taladro – Modelo propuesto*

Nº	Actividades	T.N. (min)	S. (%)	T. E. (min)
01	Traslado al área de taladrado	10.88	0.11	12.08
02	Montar la chumacera la taladro	10.21	0.11	11.34
03	Taladrado de agujeros	181.07	0.13	204.61
04	Control de calidad	14.98	0.11	16.63
05	Almacenar	10.74	0.11	11.92
<b>TOTAL</b>		<b>227.89</b>		<b>256.58</b>

Elaboración: Propia.

**Nota:** Donde TN es el tiempo normal, S. es el suplemento y T.E es el tiempo estándar.

#### 4.1.3 Costos

Los costos que se presentarán a continuación estarán desde un punto de vista de ahorro de la inversión ya que mostraremos solo la parte que la empresa deja de invertir al emplear o estar acorde con el modelo propuesto, dicha información y

cálculos de costos estarán presentes a partir del estudio de tiempo y de la mano de obra para la fabricación de chumaceras Salzgitter en el taller de maestranza en la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A.

Tabla 31.  
*Tasa por hora – hombre (hr-ho)*

Área	Apellidos y Nombres	Cargo	Condición	Sueldo mensual	Anual	Diario	Tasa hr-ho
Fundición	Rogelio Pacherras	Maestro Herrero	Contratado	S/. 1,800.00	S/. 25,200.00	S/. 70.00	S/. 8.75
	Santiago Justo	Maestro Fundidor	Contratado	S/. 1,800.00	S/. 25,200.00	S/. 70.00	S/. 8.75
	José Córdova	Ayudante Fundidor	Contratado	S/. 1,200.00	S/. 16,800.00	S/. 46.67	S/. 5.83
	Livias Tarazona	Ayudante Fundidor	Contratado	S/. 1,200.00	S/. 16,800.00	S/. 46.67	S/. 5.83
	Edinson Inga	Ayudante Herrero	Contratado	S/. 1,200.00	S/. 16,800.00	S/. 46.67	S/. 5.83
Torno	Daniel Marengo	Maestro Tornero	Contratado	S/. 1,800.00	S/. 25,200.00	S/. 70.00	S/. 8.75
Taladro	Cesar Mayo	Maestro Tornero	Contratado	S/. 1,800.00	S/. 25,200.00	S/. 70.00	S/. 8.75

Fuente: Dpto. de Recursos Humanos de la E.A.A. Andahuasi S.A.A.

La tabla N° 31 muestra la información de la tasa por hora-hombre (hr-ho) para la fabricación de la chumacera Salzgitter, basándose en la información recopilada de la E.A.A. Andahuasi S.A.A.

La tabla N° 32 muestra el costo total de la mano de obra que invierte la empresa con basándose en la data histórica obteniendo costo total de S/. 639.92.

Tabla 32.  
Costo total de mano de obra – Data histórica

Área	Apellidos y Nombres	Tasa hr-ho	hr - ho	Total S/.
Fundición	Rogelio Pacherras	S/. 8.75	13.76	S/. 120.44
	Santiago Justo	S/. 8.75	13.76	S/. 120.44
	José Córdova	S/. 5.83	13.76	S/. 80.29
	Livias Tarazona	S/. 5.83	13.76	S/. 80.29
	Edinson Inga	S/. 5.83	13.76	S/. 80.29
Torno	Daniel Marengo	S/. 8.75	13.80	S/. 120.74
Taladro	Cesar Mayo	S/. 8.75	4.28	S/. 37.44
				<u>S/. 639.92</u>

Elaboración: Propia

La tabla N° 33 fue elaborada por el autor a partir de la información recopilada, se hizo los cálculos correspondientes y así se obtuvo el costo total de la mano de obra de S/. 578.83 con el modelo propuesto.

Tabla 33.  
Costo total de mano de obra – Modelo propuesto

Área	Apellidos y Nombres	Tasa hr-ho	hr - ho	Total S/.
Fundición	Rogelio Pacherras	S/. 8.75	12.25	S/. 107.22
	Santiago Justo	S/. 8.75	12.25	S/. 107.22
	José Córdova	S/. 5.83	12.25	S/. 71.48
	Livias Tarazona	S/. 5.83	12.25	S/. 71.48
	Edinson Inga	S/. 5.83	12.25	S/. 71.48
Torno	Daniel Marengo	S/. 8.75	12.86	S/. 112.53
Taladro	Cesar Mayo	S/. 8.75	4.28	S/. 37.42
				<u>S/. 578.83</u>

Elaboración: Propia

### Comparación económica

Se realizó la comparación económica de ambos modelos para poder visualizar cuanto es el ahorro de la empresa al optar por el modelo propuesto, dichos costos de proyectaron anualmente a partir de la producción anual programada y lograda, cada una de ellas está justificada cuando se realizan los cálculos de eficacia en los análisis posteriores de la presente investigación.

Tabla 34.  
*Comparación económica*

<b>Sistema</b>	<b>Costo de mano de obra</b>		<b>Producción anual</b>	<b>Costo anual</b>	
Data histórica	S/.	639.92	54	S/.	34,555.42
Propuesto	S/.	578.83	54	S/.	31,257.02
				S/.	3,298.39

Elaboración: Propia

Se proyectará los ahorros de cada año por un periodo de 5 años para poder realizar el cálculo del Valor Actual de los Costos conocido como VAC para cada situación.

Tabla 35.  
*VAC – Data histórica*

<b>AÑO</b>	<b>Data histórica Costo anual</b>	
1	S/.	34,555.42
2	S/.	34,555.42
3	S/.	34,555.42
4	S/.	34,555.42
5	S/.	34,555.42
VAC	S/.	115,835.11

Elaboración: Propia.

Tabla 36.  
*VAC – Modelo propuesto*

<b>AÑO</b>	<b>Modelo propuesto Costo anual</b>	
1	S/.	31,257.02
2	S/.	31,257.02
3	S/.	31,257.02
4	S/.	31,257.02
5	S/.	31,257.02
VAC	S/.	104,778.39

Elaboración: Propia

## 4.2 Productividad

En el presente estudio de investigación tenemos como variable dependiente la Productividad el cual tiene como dimensiones la eficiencia y la eficacia, se procedió a realizar los cálculos correspondientes y obtuvo los resultados que se muestran a continuación.

### 4.2.1 Eficiencia

Para el cálculo de la eficiencia se usó la siguiente fórmula el cual nos indica cuanto más eficiente es el sistema de la data histórica y el sistema propuesto.

$$\% \text{ de disminución de tiempo} = 100 - \left( \frac{\text{Modelo propuesto}}{\text{Data historica}} * 100 \right)$$

- **Fabricación de chumaceras según el DAP y DOP.**

Tal como se observa en la tabla N° 12 y 13, el tiempo de fabricación según la data histórica en el DAP y DOP es de 1694.16 min.

Bajo la misma lógica en la tabla N° 17 y 18, el tiempo de fabricación según el modelo propuesto en el DAP y DOP es de 1571.61 min.

Tomando en cuenta los dos datos podemos realizar los cálculos correspondientes para poder hallar la disminución de tiempo.

$$\% \text{ de disminución de tiempo} = 100 - \frac{1571.61 \times 100}{1694.16} = 7.23 \%$$

- **Fabricación de chumaceras en el área de fundición.**

Tal como se observa en la tabla N° 9 el promedio del tiempo de fabricación en el área de fundición (data histórica) es de 825.84 minutos.

Como observamos en la tabla N° 14, el tiempo estándar total de fabricación de chumaceras en el área de Fundición, es 735.23 minutos

Tomando en cuenta el tiempo estándar, se disminuye el tiempo en un 10.97 %

$$\% \text{ de disminución de tiempo} = 100 - \frac{735.23 \times 100}{825.84} = 10.97 \%$$

- **Fabricación de chumaceras en el área de torno.**

Tal como se observa en la tabla N° 10 el promedio del tiempo de fabricación en el área de torno (data histórica) es de 827.91 min.

Como observamos en la tabla N° 15, el tiempo estándar total de fabricación de chumaceras en el área de torno, es 771.65 min.

Tomando en cuenta el tiempo estándar, se disminuye el tiempo en un 6.80 %

$$\% \text{ de disminución de tiempo} = 100 - \frac{771.65 \times 100}{827.91} = 6.80 \%$$

- **Fabricación de chumaceras en el área de taladro.**

Tal como se observa en la tabla N° 11, el promedio del tiempo de fabricación en el área de taladro (data histórica) es de 256.70 min.

Como observamos en la tabla N° 16, el tiempo estándar total de fabricación de chumaceras en el área de taladro, es 256.58 min.

Tomando en cuenta el tiempo estándar, se disminuye el tiempo en un 0.047 %

$$\% \text{ de disminución de tiempo} = 100 - \frac{256.58 \times 100}{256.70} = 0.047 \%$$

- **Costos de mano de obra en la fabricación de chumaceras.**

Tal como se observa en la tabla N° 32, el costo total de mano de obra para la fabricación de chumaceras (data histórica) es de S/. 639.92

Tal como se observa en la tabla N°33, el costo total de mano de obra para la fabricación de chumaceras (modelo propuesto) es de S/. 578.83

Tomando en cuenta el tiempo estándar, se disminuye el tiempo en un 9.55 %

$$\% \text{ de disminución de costo} = 100 - \frac{578.83 \times 100}{639.92} = 9.55 \%$$

También se obtuvo un VAC de la data histórica del S/. 115,835.11 y un VAC de S/. 104,778.39 del modelo propuesto contando de esta forma con un ahorro de S/. 11,056.73

#### 4.2.2 Eficacia

Para los cálculos correspondientes de la eficacia nos basaremos a la data histórica del programa de producción de los meses anteriores y se procedió también a la creación de un programa de producción simple para el cumplimiento de las metas propuestas ya que en la E.A.A. Andahuasi si bien es cierto que se tiene un programa de producción pero este mismo no cuenta con las fechas correspondientes o programadas debido a la descoordinación con el Dpto. Logístico el cual perjudica a la producción de las chumaceras, no alcanzando su meta propuesta anual de la producción de 18 Coladas, tal y como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 37.  
*Programa de producción anual – Data histórica*

Nº Colada	2015	2016	2017
01	Conforme	Conforme	Conforme
02	Conforme	Conforme	Conforme
03	Conforme	Conforme	Conforme
04	Conforme	Conforme	Conforme
05	Conforme	Conforme	Conforme
06	Conforme	Conforme	Conforme
07	Conforme	Conforme	Conforme
08	Conforme	Conforme	Conforme
09	Conforme	Conforme	Conforme
10	Conforme	Conforme	Conforme
11	Conforme	Conforme	Conforme
12	Conforme	Conforme	Conforme
13	Conforme	Conforme	Conforme
14	Conforme	Conforme	Conforme
15	No Realizado	Conforme	Conforme
16	No Realizado	Conforme	No Realizado
17	No Realizado	No Realizado	No Realizado
18	No Realizado	No Realizado	No Realizado
Total	14	16	15

**Fuente:** Dpto. Mantenimiento mecánico de la E.A.A. Andahuasi S.A.A.

Al realizar los cálculos correspondientes se obtuvo los siguientes resultados

$$Eficacia = \frac{15}{18} \times 100 = 83.33 \%$$

Ahora se muestra la programación de las fechas de colada para que se pueda cumplir con el plan de producción Anual considerando que el año cuenta con 365 días y que no se trabaja domingos ni feriados, de esta forma calendarizada y programada las coladas en coordinación con la gerencia logística se deben de tener los materiales en el momento y lugar adecuado para poder iniciar con el proceso de fabricación de las chumaceras Salzgitter.

Tabla 38.  
*Programa de producción anual – Modelo propuesto*

N° Colada	Fecha Programada
01	02/01/2019
02	22/01/2019
03	11/02/2019
04	04/03/2019
05	25/03/2019
06	14/04/2019
07	04/05/2019
08	24/05/2019
09	14/06/2019
10	04/07/2019
11	24/07/2019
12	14/08/2019
13	03/09/2019
14	23/09/2019
15	14/10/2019
16	04/11/2019
17	22/11/2019
18	12/12/2019

Elaboración: Propia

Al realizar los cálculos correspondientes se obtuvo los siguientes resultados

$$Eficacia = \frac{18}{18} \times 100 = 100 \%$$

De esta forma el modelo propuesto obtuvo una eficacia que resulta ser superior con respecto a la data histórica por un 16.67%, demostrando que el modelo propuesto debe de tomarse en consideración para posteriores estudios.

#### 4.3 Prueba de normalidad y prueba de T Student para muestras independientes

Se realizó de la prueba de hipótesis, para ello se inició con la prueba de normalidad de los datos y demostrar que los datos no son normales para poder continuar con la prueba de T Student para muestras independientes, nos apoyamos en la herramienta SPSS para dicho análisis. La figura 10 muestra la base de datos que se trabajó en el Software antes mencionado y se realizaran a partir de ellos los análisis correspondientes.

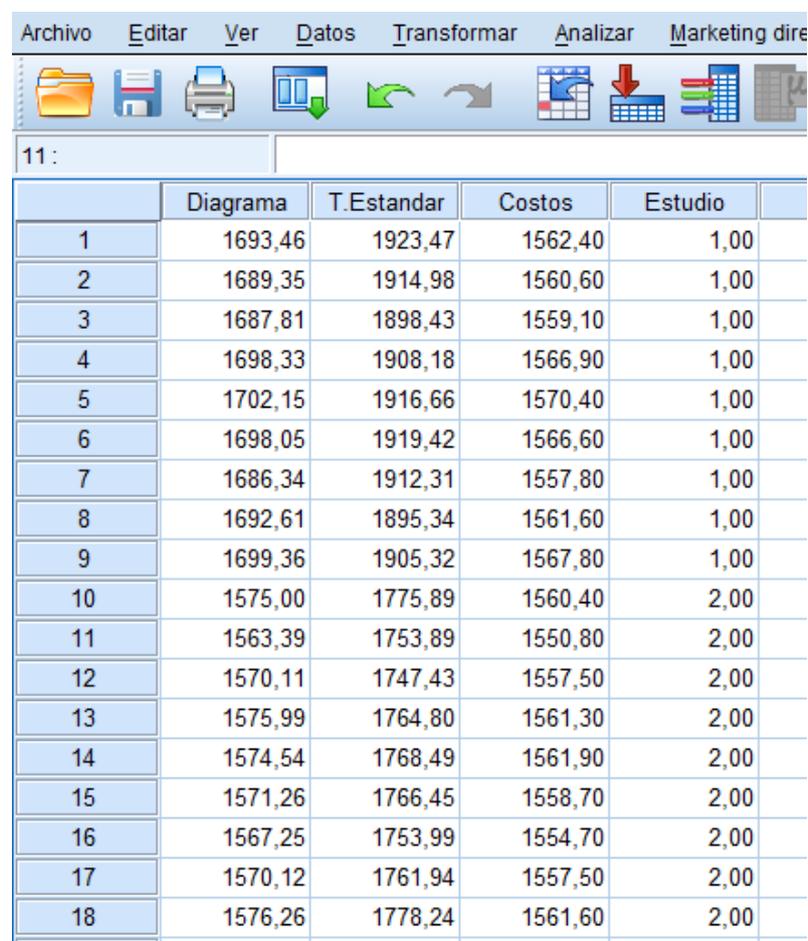


	Diagrama	T.Estandar	Costos	Estudio
1	1693,46	1923,47	1562,40	1,00
2	1689,35	1914,98	1560,60	1,00
3	1687,81	1898,43	1559,10	1,00
4	1698,33	1908,18	1566,90	1,00
5	1702,15	1916,66	1570,40	1,00
6	1698,05	1919,42	1566,60	1,00
7	1686,34	1912,31	1557,80	1,00
8	1692,61	1895,34	1561,60	1,00
9	1699,36	1905,32	1567,80	1,00
10	1575,00	1775,89	1560,40	2,00
11	1563,39	1753,89	1550,80	2,00
12	1570,11	1747,43	1557,50	2,00
13	1575,99	1764,80	1561,30	2,00
14	1574,54	1768,49	1561,90	2,00
15	1571,26	1766,45	1558,70	2,00
16	1567,25	1753,99	1554,70	2,00
17	1570,12	1761,94	1557,50	2,00
18	1576,26	1778,24	1561,60	2,00

**Figura 10.** Base de datos de las dimensiones  
Fuente: Elaboración propia.

### 4.3.1 Dimensión 1: Diagrama de procesos

Se realizó la prueba de normalidad de datos de la variable diagrama de procesos y proceder con los siguientes análisis y para ello se utilizó el software SPSS.

Paso 1: Formulación de Hipótesis

H<sub>0</sub>: La variable diagrama de procesos tiene distribución normal.

H<sub>1</sub>: La variable diagrama de procesos no tiene distribución normal.

Paso 2: Nivel de significancia  $\alpha = 5\% = 0.05$

Paso 3: Elección de la prueba estadística

Prueba de Shapiro Wilk, por tener una muestra  $n < 30$

Paso 4: estimar el p valor según

Tabla 39.

*Prueba de normalidad – SPSS*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diagrama_1	,201	9	,200*	,939	9	,571
Diagrama_2	,198	9	,200*	,916	9	,359

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

Elaboración: Propia, SPSS

Paso 5: Decisión

\*Criterio de decisión:

(sig.= p-valor) > alfa (0.05), se acepta H<sub>0</sub> = los datos provienen de una distribución normal.

(sig.= p-valor) < alfa (0.05), se acepta H<sub>1</sub> = los datos no provienen de una distribución normal.

Entonces como se puede observar en la **Tabla 39**, para el diagrama 1 el p-valor = 0.571 y para el diagrama 2 el p-valor = 0.359, siendo ambos mayores al 0.05, por lo

tanto, aceptamos la  $H_0$  con un 5% de nivel de significancia, es decir, la variable diagrama de procesos tiene distribución normal y por ello se continua con la siguiente prueba según el presente estudio de investigación.

### Prueba de T Student – muestras independientes

Se realizó la prueba T Student – muestras independientes tomando en cuenta los tiempos de cada ciclo de producción a partir de las muestras, para procesarla mediante la herramienta SPSS.

Paso 1: formulación de la Hipótesis

$H_0$ : No existe diferencia entre la media muestral 1 y la media muestral 2.

$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

$H_1$ : Existe diferencia entre la media muestral 1 y la media muestral 2.

$H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0$

Paso 2: Nivel de significancia  $\alpha = 5\% = 0.05$

Se realizó el procesamiento de la información en el Software SPSS y se obtuvo el siguiente resultado que se visualiza en la tabla N° 40 y 41.

Paso 3: Resultados

Tabla 40.

*Prueba T Student - muestras independientes– Diagrama de procesos (1)*

Estadísticas de grupo					
	Estudio	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Diagrama	1,00	9	1694,1622	5,60027	1,86676
	2,00	9	1571,5467	4,35916	1,45305

Elaboración: Propia

Tabla 41.  
*Prueba T Student - muestras independientes – Diagrama de procesos (2)*

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Diagrama	Se asumen varianzas iguales	1,200	,290	51,832	16	,000	122,61556	2,36562	117,60067	127,63044
	No se asumen varianzas iguales			51,832	15,091	,000	122,61556	2,36562	117,57601	127,65510

Elaboración: Propia

Criterio de decisión:

Si la probabilidad obtenida **p-valor** <  $\alpha$ , se rechaza  $H_0$  (se acepta  $H_1$ )

Paso 4: Decisión

De acuerdo a la prueba de Levene se asumen varianzas iguales, por ende, como el p-valor  $0.000 < 0.05$  entonces se acepta la  $H_1$  afirmando con un 5% de nivel de significancia, es decir, aceptamos que existe diferencia significativa entre el tiempo promedio del diagrama de la data histórica y del modelo propuesto.

### 4.3.2 Dimensión 2: Tiempo estándar

Se realizó la prueba de normalidad de datos de la variable tiempo estándar y proceder con los siguientes análisis y para ello se utilizó el software SPSS.

Paso 1: Formulación de Hipótesis

$H_0$ : La variable tiempo estándar tiene distribución normal.

$H_1$ : La variable tiempo estándar no tiene distribución normal.

Paso 2: Nivel de significancia  $\alpha = 5\% = 0.05$

Paso 3: Elección de la Prueba estadística

Prueba de Shapiro Wilk, por tener una muestra  $n < 30$

Paso 4: estimar el p valor según

Tabla 42.

*Prueba de normalidad - SPSS*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
T.Estandar_1	,133	9	,200 <sup>*</sup>	,962	9	,819
T.Estandar_2	,154	9	,200 <sup>*</sup>	,961	9	,809

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

Elaboración: Propia

Paso 5: Decisión

\*Criterio de decisión:

(sig.= p-valor) > alfa (0.05), se acepta  $H_0$  = los datos provienen de una distribución normal.

(sig.= p-valor) < alfa (0.05), se acepta  $H_1$  = los datos no provienen de una distribución normal.

Entonces como se puede observar en la **Tabla 42**, para el tiempo estándar 1 el p-valor = 0.819 y para el tiempo estándar 2 el p-valor = 0.809, siendo ambos mayores al

0.05, por lo tanto, aceptamos la  $H_0$  con un 5% de nivel de significancia, es decir, la variable tiempo estándar tiene distribución normal y por ello se continua con la siguiente prueba según el presente estudio de investigación.

### **Prueba de T Student – muestras independientes**

Se realizó la prueba T Student – muestras independientes tomando en cuenta los tiempos de cada ciclo de producción a partir de las muestras, para procesarla mediante la herramienta SPSS.

Paso 1: formulación de la Hipótesis

$H_0$ : No existe diferencia entre la media muestral 1 y la media muestral 2.

$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

$H_1$ : Existe diferencia entre la media muestral 1 y la media muestral 2.

$H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0$

Paso 2: Nivel de significancia  $\alpha = 5\% = 0.05$

Se realizó el procesamiento de la información en el Software SPSS y se obtuvo el siguiente resultado que se visualiza en la tabla N° 43 y 44.

Paso 3: Resultados

Tabla 43.

*Prueba T Student - muestras independientes – Tiempo estándar (1)*

<b>Estadísticas de grupo</b>					
	Estudio	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
T.Estandar	1,00	9	1910,4573	9,46567	3,15522
	2,00	9	1763,4578	10,30490	3,43497

Elaboración: Propia, SPSS.

Tabla 44.

*Prueba T Student - muestras independientes – Tiempo estándar (2)*

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
T.Estandar	Se asumen varianzas iguales	,033	,858	31,517	16	,000	146,99948	4,66416	137,11189	156,88706
	No se asumen varianzas iguales			31,517	15,886	,000	146,99948	4,66416	137,10612	156,89284

Elaboración: Propia, SPSS.

Criterio de decisión:

Si la probabilidad obtenida  $p\text{-valor} < \alpha$ , se rechaza  $H_0$  (se acepta  $H_1$ )

Paso 4: Decisión

De acuerdo a la prueba de Levene se asumen varianzas iguales, por ende, como el  $p\text{-valor } 0.000 < 0.05$  entonces se acepta la  $H_1$  afirmando con un 5% de nivel de significancia, es decir, aceptamos que existe diferencia significativa entre el tiempo promedio del diagrama de la data histórica y del modelo propuesto.

### 4.3.3 Dimensión 3: Costos

Se realizó la prueba de normalidad de datos de la variable costos y proceder con los siguientes análisis y para ello se utilizó el software SPSS.

Paso 1: Formulación de Hipótesis

$H_0$ : La variable costos tiene distribución normal.

$H_1$ : La variable costos no tiene distribución normal.

Paso 2: Nivel de significancia  $\alpha = 5\% = 0.05$

Paso 3: Elección de la prueba estadística

Prueba de Shapiro Wilk, por tener una muestra  $n < 30$

Paso 4: estimar el P valor según

Tabla 45.

*Prueba de normalidad - SPSS*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Costos_1	,192	9	,200*	,941	9	,595
Costos_2	,195	9	,200*	,890	9	,200

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

Elaboración: Propia, SPSS.

Paso 5: Decisión

\*Criterio de decisión:

(sig.= p-valor) > alfa (0.05), se acepta  $H_0$  = los datos provienen de una distribución normal.

(sig.= p-valor) < alfa (0.05), se acepta  $H_1$  = los datos no provienen de una distribución normal.

Entonces como se puede observar en la **Tabla 45**, para costos 1 el p-valor = 0.595 y para costos 2 el p-valor = 0.200, siendo ambos mayores al 0.05, por lo tanto, aceptamos la  $H_0$  con un 5% de nivel de significancia, es decir, la variable costos tiene distribución normal y por ello se continua con la siguiente prueba según el presente estudio de investigación.

### Prueba de T Student – muestras independientes

Se realizó la prueba T Student – muestras independientes tomando en cuenta los tiempos de cada ciclo de producción a partir de las muestras, para procesarla mediante la herramienta SPSS.

Paso 1: formulación de la Hipótesis

$H_0$ : No existe diferencia entre la media muestral 1 y la media muestral 2.

$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

$H_1$ : Existe diferencia entre la media muestral 1 y la media muestral 2.

$H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0$

Paso 2: Nivel de significancia  $\alpha = 5\% = 0.05$

Se realizó el procesamiento de la información en el Software SPSS y se obtuvo el siguiente resultado que se visualiza en la tabla N° 46 y 47.

Paso 3: Resultados

Tabla 46.

*Prueba T Student - muestras independientes– Costos (1)*

Estadísticas de grupo					
	Estudio	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Costos	1,00	9	1563,6889	4,35931	1,45310
	2,00	9	1558,2667	3,67253	1,22418

Elaboración: Propia, SPSS.

Tabla 47.  
*Prueba T Student – muestras independientes – Costos (2)*

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Costos	Se asumen varianzas iguales	1,097	,311	2,854	16	,011	5,42222	1,90003	1,39433	9,45011
	No se asumen varianzas iguales			2,854	15,552	,012	5,42222	1,90003	1,38488	9,45957

Elaboración: Propia

Criterio de decisión:

Si la probabilidad obtenida  $p\text{-valor} < \alpha$ , se rechaza  $H_0$  (se acepta  $H_1$ )

Paso 4: Decisión

De acuerdo a la prueba de Levene se asumen varianzas iguales, por ende, como el p-valor  $0,011 < 0,05$  entonces se acepta la  $H_1$  afirmando con un 5% de nivel de significancia, es decir, aceptamos que existe diferencia significativa entre el tiempo promedio del diagrama de la data histórica y del modelo propuesto.

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Discusión

- Sánchez (2017), en su tesis *“Aplicación de la ingeniería de métodos en el área de vacíos para mejorar la productividad en los traslados de los contenedores en la empresa Unimar S.A. Callao 2017”*, Perú, concluyó diciendo que la productividad incrementó de 39% a 58% lo que equivale a un aumento del 48.7 % el cual coincide con la presente investigación que tuvo un incremento de la eficiencia de la 10.97% y 10.80% en el área de fundición y torno respectivamente e incremento de la productividad en un 7.23%.
- Amores y Vilca (2011), en su tesis *“Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de pollos eviscerados en la empresa H & N Ecuador ubicada en la panamericana norte sector Lasso para el periodo 2011-2013”* de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador: concluyó diciendo que el tiempo inicial para la producción de 1600 pollos era de 8,46 horas pero tomando en cuenta las mejoras propuestas se logró reducir el tiempo a 7,01 horas para el misma cantidad de pollos, reduciendo 1,45 horas en el proceso, lo que nos da un porcentaje del 17,14% que refleja resultados positivos y favorables con la presente investigación ya que se logra reducir 122.55 min aproximadamente.
- Rivera (2014), en su tesis *“Estudio de tiempos y movimientos para alcanzar la productividad en la elaboración de cortes típicos en el municipio de Salcajá”* de la Universidad Rafael Landívar, Salcajá, Guatemala, el cual concluye diciendo que en la empresa "Cortes Típicos Gramajo" mediante la implementación de un estudio de tiempos y movimientos logre el incremento de la productividad, resultados acordes con la presente investigación que muestra que el estudio de tiempos incrementa la productividad en un 7.23%

- Adolfo (2005), en su tesis *“Estudio de tiempos y movimientos en la línea de producción de piso de granito en la fábrica Casa Blanca S.A.”* de la Universidad de San Carlos de Guatemala, el cual concluye diciendo que con la implementación del nuevo modelo en el área de prensado se incrementó la productividad de la mano de obra de un 20%, respecto a la productividad de manipulación de materiales se obtuvo un incremento del 34%, dichos resultados favorecen a la presente investigación puesto que incrementa la productividad, con el modelo propuesto se demuestra que incrementa la productividad en un 7.23%.
- García (2016), en su tesis *“Aplicación de mejora de métodos de trabajo en la eficiencia de las operaciones en el área de recepción de una empresa esparraguera”* de la Universidad Nacional de Trujillo, Perú, concluyó diciendo que mejora la eficiencia en el uso de los recursos, ya que inicialmente solo se contaba con dos tinas en dicho proceso una separada de otra en 6 metros; y lo que se propone es la implementación de dos tinas más, que se utilizara para la operación de enjuague y este modo acelerar el proceso en el área de recepción, dichos resultados favorecen a la presente investigación puesto que incrementa la productividad en un 7.23% al acelerar el proceso con el recorte de actividades innecesarias dentro del área de fundición y torno.
- Una de las principales limitaciones del presente trabajo de investigación es el limitado acceso que se tuvo para obtener información del departamento logístico esto debido a la seguridad de su propia información por ello se redujo en parte de la investigación para hacer otro tipo de evaluaciones como los costos de materiales, acceso a proformas para las comparaciones de costos y otros.

## 5.2 Conclusiones

- La aplicación del modelo propuesto de Estudio de Tiempo incrementa la Productividad en la fabricación de Chumaceras Salzgitter en el taller de Maestranza en la E.A.A. Andahuasi S.A.A. teniendo un impacto positivo para la empresa, se eliminan actividades 4 innecesarias y con ello se acelera el proceso obteniendo resultados favorables sin perjudicar el proceso productivo.
- Se determinó que en la aplicación del diagrama de análisis propuesto se redujo 1 operación, 1 inspección, 1 transporte y 1 combinada con ello el modelo propuesto cuenta con 21 operaciones, 1 inspección, 7 combinadas, 3 transportes y 1 almacén obteniendo de esta manera un incremento de la productividad con respecto a la data histórica un 7.23% y así también la eficiencia del diagrama sería del 86.49%.
- Se determinó que la aplicación del tiempo estándar del modelo propuesto incrementa la productividad significativamente teniendo una mejora de 122.55 minutos con respecto a todo el sistema, favorablemente en el área de Fundición una mejora del 10.97% y en el área de torno una mejora del 6.80%.
- Se determinó que la reducción de los costos del modelo propuesto incrementa la productividad obteniendo un ahorro en costo en mano de obra de S/. 61.09 por cada chumacera que se fabrique en el taller de maestranza equivalente a un 9.55% de mejora de con respecto al modelo anterior, también se realizó una proyección de 5 años con respecto a los costos y se obtuvo un Valor Actual de los Costos VAC de S/. 11,056.73 en dicho periodo de tiempo el cual es favorable para la empresa.

## 5.3 Recomendaciones

- Se debe tener en consideración el mejoramiento de la tecnología en todos los ámbitos ya que E.A.A. Andahuasi S.A.A. cuenta con maquinaria obsoleta y

perjudica en su desarrollo y crecimiento, esto con el fin de poder ser más competitivo en el exigente mercado agro industrial a nivel nacional y mundial.

- Realizar estudio de distribución de planta en el taller de maestranza con el fin de optimizar los tiempos de producción de cada una de sus fabricaciones y reparaciones, cabe mencionar que si bien es cierto que cumplen con las necesidades que los demás departamentos solicitan, su actividad está sujeto a ser mejorado.
- Evaluar a profundidad la posibilidad de implementar el presente trabajo de investigación, debido a que los resultados son favorables se podría quitar la barrera de producir chumaceras solo para consumo interno, si no a la vez poder ofrecer este producto al mercado y de esta forma incrementar significativamente las utilidades y la competitividad de la empresa.
- Considerar realizar estudios de seguridad y salud en el trabajo, esto debido a que existe actos donde necesita la atención correspondiente y evitar un accidente que podría ser fatal; existe consideraciones como el manejo de materiales a altas temperaturas, manejo de maquinarias a altas velocidades y con materiales peligrosos, reducir los accidentes contribuye significativamente con la productividad de la empresa.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

### 6.1 Fuentes bibliográficas

- Dias, C. (2003). *Ingenieria de Metodos* (Primera ed.). Huacho , Perú: Universidad Continental.
- García, R. (2005). *Estudio del trabajo, Ingeniería de métodos y medición del trabajo* (Segunda ed.). México, México: McGraw Hill.
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2004). *Metodos Estandares y Diseño del trabajo* (undecima ed.). México D.F.: McGraw Hill.
- Rosales, F., & Rosario, J. (2014). *Estudio de tiempos y productividad en la operacion del despacho de azucar en la empresa AIPSAA, distrito de paramonga - 2014*. Huacho, Perú.
- Carrasco, D. S. (2008). *Metodología de la investigación científica*. Lima, Perú: Editorial San Marcos E.I.R.L.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista. M. (Ed.). (2010). *Metodología de la investigación*. México: Editorial McGRAW-HILL / Interamericana Editores S.A.

### 6.2 Fuentes Electrónicas

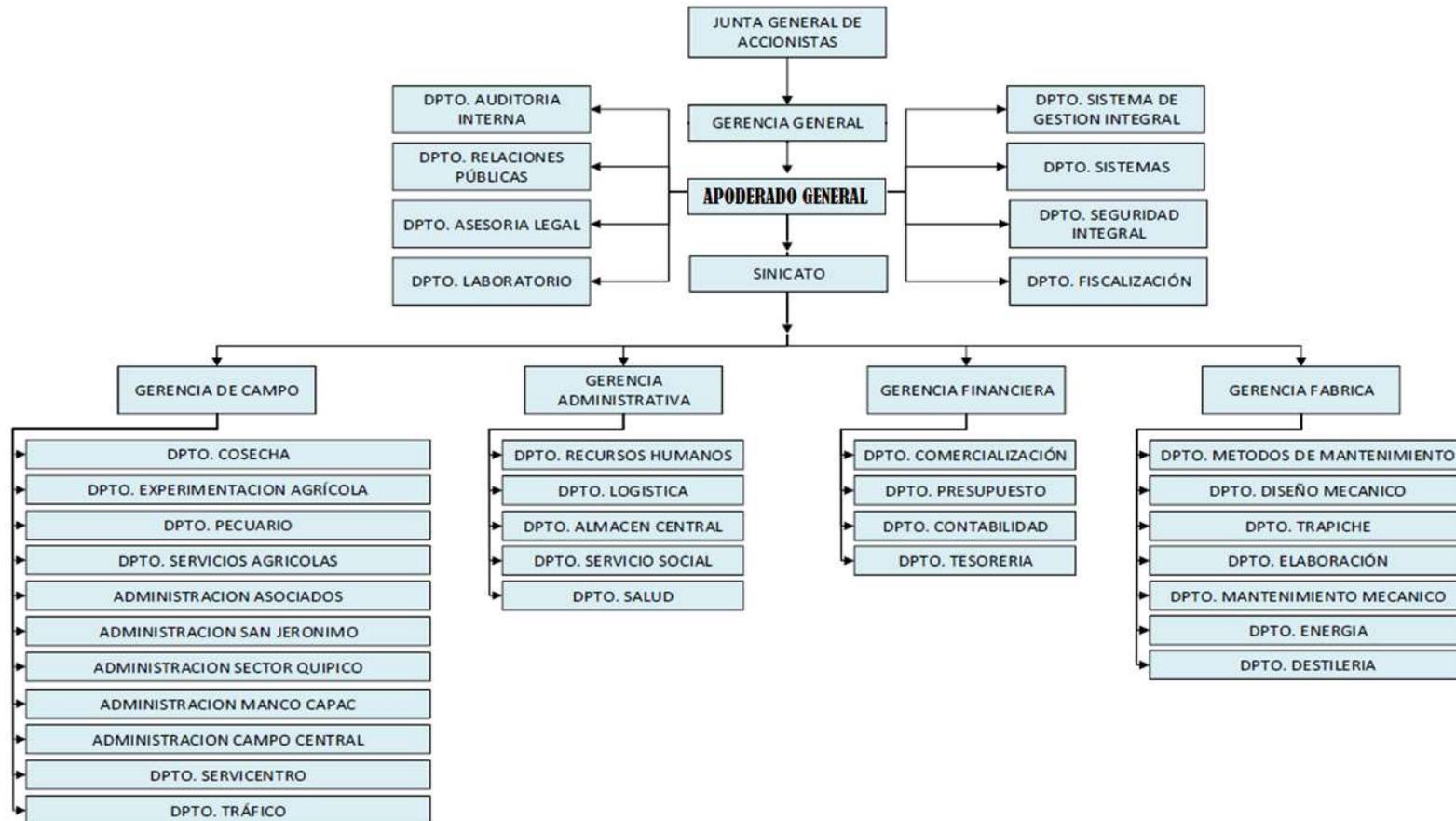
- Adolfo, J. (Octubre de 2005). *Estudio de tiempos y movimientos en la línea de producción de piso de granito en la fábrica Casa Blanca S.A*. Recuperado el 2018, de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_1410\\_IN.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1410_IN.pdf)
- Amores, O., & Vilca, L. (Noviembre de 2011). *Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de pollos eviscerados en la empresa H & N Ecuador ubicada en la panamericana norte sector Lasso para el periodo 2011-2013*". Recuperado el 2018, de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/1287/1/T-UTC-0890.pdf>

- Bustamante, J. (2012). *Estudio de tiempos en la operación de envasado de azúcar de la empresa agroindustrial paramonga S.A.A.* Recuperado el 2018, de <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/807>
- Centro de Investigaciones Innocenti de UNICEF. *Diseño y métodos cuasiexperimentales.* Recuperado de <https://www.unicef-irc.org/publications/pdf/MB8ES.pdf>
- Conduce tu empresa. (2018). *Diagrama de Operaciones Del Proceso.* Recuperado el 2018, de <https://blog.conducetuempresa.com/2016/05/dop.html>
- Empresa Agraria Azucarera Andahuasi. (2017). *Conocenos - EAA Andahuasi SAA.* Obtenido de <http://www.andahuasi.com.pe/index.php/conocenos/13-artconocenos>
- Garcia, H. (2016). *Aplicacion de mejora de metodos de trabajo en el eficiencia de las operaciones en el area de recepcion de una empresa Esparraguera.* Recuperado el 2018, de <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/3587/TESIS%20MAESTRIA%20HUGO%20DANIEL%20GARCIA%20JUAREZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- InfoEmpresa. (2017). *Empresa Agraria Azucarera Andahuasi Saa. | Andahuasi.* Recuperado el 28 de noviembre de 2017, de UniversidadPeru: <https://www.universidadperu.com/empresas/empresa-agraria-azucarera-andahuasi-saa.php>
- Mejia , J. (octubre de 2014). *Conceptos de ingeniería industrial.* Recuperado el 2018, de <http://conceptosingindustrial.blogspot.com/2014/10/eficacia-eficiencia-y-efectividad.html>
- Rivera, E. (Noviembre de 2014). *Estudio de tiempos y movimientos para alcanzar la productividad en la elaboración de cortes típicos en el municipio de Salcajá .* Recuperado el 2018, de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2014/01/01/Rivera-Erick.pdf>

- Rodriguez, R., & Rodriguez, R. (octubre de 1998). *Tiempos Estandar*. Recuperado el 2018, de <https://es.slideshare.net/publicidaddelOriente/tempos-estandar>
- Salazar, B. (2016). *Balanceo de linea*. Recuperado el 2018, de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/producci%C3%B3n/balanceo-de-l%C3%A9nea/>
- Salazar, B. (2016). *Estudio de Tiempos - Ingeniería Industrial*. Recuperado el 2018, de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/>
- Sanchez, J. (2017). *Aplicación de la ingeniería de métodos en el área de vacíos para mejorar la productividad en los traslados de los contenedores en la empresa Unimar S.A. Callao 2017*. Recuperado el 2018, de [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/1907/Sanchez\\_SJC.pdf?sequence=1](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/1907/Sanchez_SJC.pdf?sequence=1)
- Torres, A. (2016). *Mejora de métodos de trabajo y estandarización de tiempos en el proceso de mantenimiento preventivo de la empresa Washington automotriz E.I.R.L. Cajamarca para aumentar el nivel de productividad*. Recuperado el 2018, de <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/7120/Torres%20V%C3%A1squez%20Arnold%20Jhonattan%20%28Tesis%20parcial%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**ANEXOS**

### Anexo 1. Estructura Organizacional de la E.A.A. Andahuasi S.A.A.



Fuente: Dpto. Sistemas – E.A.A. Andahuasi S.A.A.

## Anexo 2. Matriz de Consistencia

“ESTUDIO DE TIEMPOS Y LA PRODUCTIVIDAD EN LA FABRICACION DE CHUMACERAS SALZGITTER EN EL TALLER DE MAESTRANZA - EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A. - 2018”					
<b>Autor</b>	Bach. Gómez Ramírez Jean Claude			<b>DNI:</b>	74999776
<b>Asesor</b>	Ing. Hijar Tena Alejandro			<b>CIP:</b>	20456
Problema Principal	Objetivo Principal	Hipótesis Principal	Variables	Indicadores	Tipo y Diseño
¿En qué medida la aplicación del estudio de tiempos incrementa la productividad en la fabricación de chumaceras Salzgitter en el taller de maestranza en la Empresa Agrara Azucarera Andahuasi S.A.A.-2018?	Evaluar en qué medida la aplicación del estudio de tiempos incrementa la productividad en la fabricación de chumaceras Salzgitter en el taller de maestranza en la Empresa Agrara Azucarera Andahuasi S.A.A.-2018.	La aplicación del estudio de tiempos incrementa significativamente la productividad en la fabricación de chumaceras Salzgitter en el taller de maestranza en la Empresa Agrara Azucarera Andahuasi S.A.A.-2018.	<b>X: VARIABLE INDEPENDIENTE</b> <u>Estudio de Tiempos</u>	<b>X 1.1:</b> Diagrama de Análisis <b>X 1.2:</b> Diagrama de Operación	<b>TIPO DE INVESTIGACION:</b>
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	DIMENSIONES:	<b>X 2.1:</b> Tiempo Observado <b>X 2.2:</b> Tiempo Normal <b>X 2.3:</b> Suplementos <b>X 3.1:</b> Costos de Mano de Obra	La presente investigación es de tipo <u>aplicado</u> ya que dará posibles soluciones ante el problema, <u>longitudinal</u> debido a que se circunscribe en varios segmento de tiempo durante el presente año.
¿En qué medida la aplicación del diagrama de procesos incrementa la productividad en la fabricación de chumaceras Salzgitter en el taller de maestranza en la Empresa Agrara Azucarera Andahuasi S.A.A.-2018?	Evaluar en qué medida la aplicación del diagrama de procesos incrementa la productividad en la fabricación de Chumaceras Salzgitter en el taller de maestranza en la Empresa Agrara Azucarera Andahuasi S.A.A.-2018.	La aplicación del diagrama de procesos incrementa significativamente la productividad en la fabricación de chumaceras Salzgitter en el taller de maestranza en la Empresa Agrara Azucarera Andahuasi S.A.A.-2018.	<b>X1:</b> Diagrama de Procesos <b>X2:</b> Tiempo Estándar <b>X3:</b> Costos		
¿En qué medida la aplicación del tiempo estándar incrementa la productividad en la fabricación de chumaceras Salzgitter en el taller de maestranza en la Empresa Agrara Azucarera Andahuasi S.A.A.-2018?	Evaluar en qué medida la aplicación del tiempo estándar incrementa la productividad en la fabricación de Chumaceras Salzgitter en el taller de maestranza en la Empresa Agrara Azucarera Andahuasi S.A.A.-2018.	La aplicación del tiempo estándar incrementa significativamente la productividad en la fabricación de chumaceras Salzgitter en el taller de maestranza en la Empresa Agrara Azucarera Andahuasi S.A.A.-2018.	<b>Y: VARIABLE DEPENDIENTE</b> <u>Productividad</u>	<b>Y 1.1:</b> Tiempos de Producción <b>Y 1.2:</b> Variación de Tiempos	
¿En qué medida la reducción de costos incrementa la productividad en la fabricación de chumaceras Salzgitter en el taller de maestranza en la Empresa Agrara Azucarera Andahuasi S.A.A.-2018?	Evaluar en qué medida la reducción de costos incrementa la productividad en la fabricación de Chumaceras Salzgitter en el taller de maestranza en la Empresa Agrara Azucarera Andahuasi S.A.A.-2018.	La reducción de costos incrementan significativamente la productividad en la fabricación de chumaceras Salzgitter en el taller de maestranza en la Empresa Agrara Azucarera Andahuasi S.A.A.-2018.	<b>DIMENSIONES:</b> <b>Y1:</b> Eficiencia <b>Y2:</b> Eficacia	<b>Y 2.1:</b> Plan de Producción.	<b>DISEÑO DE LA INVESTIGACION:</b> Es <u>Cuasi Experimental</u> porque usa el pre y post experimento durante la investigación.

Elaboración: Propia



