



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Mejora de procesos para incrementar la productividad en la  
fabricación de piñones en la empresa metal mecánica San Juan  
de Miraflores, 2022.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

Ingeniero industrial

**AUTORES:**

Herrera Rodrigo Solange Del Jesús ([orcid.org/0000-0001-5332-7726](https://orcid.org/0000-0001-5332-7726))

Soria Perez Javier Cirilo ([orcid.org/0000-0001-5885-5501](https://orcid.org/0000-0001-5885-5501))

**ASESOR:**

Dr. Dávila Laguna Ronald ([orcid.org/00000-0001-9886-0452](https://orcid.org/00000-0001-9886-0452))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión empresarial y productiva

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo Económico, Empleo y Emprendimiento

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

A mi pequeña Bianca por ser mi gran motivo de superación; a mis padres Jorge y Mercedes, por su comprensión y ayuda en momentos malos y menos malos. Me han enseñado a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

Solange Herrera R.

Dedico el presente trabajo a mis familiares y amigos por su constante apoyo, motivándonos para seguir con mis estudios de Ingeniería Industrial.

Javier Soria P.

## **Agradecimiento**

A Dios por permitirme tener salud, a mi asesor Ing.  
Ronald Dávila Laguna, por todas sus enseñanzas.

Solange Herrera R.

Al personal docente por sus enseñanzas valiosas a lo  
largo de mis estudios universitarios en al UCV.

Javier Soria P.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	viii
Resumen .....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO. ....	13
III. METODOLOGÍA .....	21
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	21
3.2. Variables y operacionalización. ....	22
3.3. Población, muestra y muestreo. ....	24
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	24
3.5. Procedimientos:.....	26
3.6. Método de análisis de datos. ....	94
3.7. Aspectos éticos. ....	95
IV. RESULTADOS .....	96
V. DISCUSIÓN.....	107
VI. CONCLUSIONES .....	112
VII. RECOMENDACIONES .....	113
REFERENCIAS .....	114
ANEXOS.....	105

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de correlación. ....	5
Tabla 2. Causas de baja productividad .....	6
Tabla 3. Estratificación de causas.....	8
Tabla 4. Alternativa de solución .....	9
Tabla 5. Matriz de priorización. ....	10
Tabla 6. Validación de instrumentos. ....	25
Tabla 7. Detalle de los piñones .....	29
Tabla 8. Otros trabajos de mecanizado.....	32
Tabla 9. Diagrama de análisis de procesos.....	34
Tabla 10. Actividades en la fabricación de piñones.....	35
Tabla 11. Registro de tiempos. ....	36
Tabla 12. Cálculo de número de muestras.....	40
Tabla 13. Cálculo del tiempo promedio. ....	41
Tabla 14. Cálculo del tiempo estándar. ....	41
Tabla 15. Cálculo de capacidad instalada pre-test. ....	42
Tabla 16. Cálculo de unidades programadas pre-test. ....	42
Tabla 17. Cálculo de tiempo real.....	43
Tabla 18. Cálculo de tiempo útil. ....	43
Tabla 19. Piñones programados por semana.....	43
Tabla 20. Eficiencia, eficacia y productividad Pre Test.....	45
Tabla 21. Causas principales según Pareto .....	46
Tabla 22. Cronograma de actividades.....	47
Tabla 23. Costos horas hombre. ....	48
Tabla 24. Costos de materiales.....	48
Tabla 25. Costos de herramientas. ....	48
Tabla 26. Costo total de la mejora de procesos. ....	49
Tabla 27. Tiempo estándar de requerimiento y traslado (Actual). ....	50
Tabla 28. EP del requerimiento y traslado (Antes). ....	50

Tabla 29. EP del requerimiento y traslado (Después). .....	51
Tabla 30. Tiempo estándar requerimiento y traslado (propuesto).....	52
Tabla 31. Tiempo estándar del corte de plancha (actual).....	53
Tabla 32. EP del Corte de Plancha (Actual). .....	54
Tabla 33. Corte de barra (propuesto). .....	55
Tabla 34. Tiempo estándar del Corte de barra (Propuesto).....	56
Tabla 35. Evaluación de proveedor (antes y después).....	57
Tabla 36. Tiempo estándar del Torneado de disco (Actual). .....	59
Tabla 37. EP del Torneado de disco (Antes).....	60
Tabla 38. EP del Torneado de disco (propuesto) .....	61
Tabla 39. Tiempo estándar del Torneado de piñón (Propuesto).....	63
Tabla 40. Tiempo estándar del Fresado de piñón (Actual). .....	64
Tabla 41. EP del Fresado de piñón (Antes).....	65
Tabla 42. EP del Fresado de piñón (propuesto).....	66
Tabla 43. Tiempo estándar del fresado del piñón (propuesto).....	69
Tabla 44. Tiempo estándar del Empaquetado (Actual).....	70
Tabla 45. EP. del Empaquetado (Antes) .....	70
Tabla 46. <i>E.P. del Empaquetado (propuesto)</i> .....	71
Tabla 47. Tiempo estándar del empaquetado (propuesto) .....	72
Tabla 48. DAP Fabricación de piñones (Post - Test).....	74
Tabla 49. Descripción de actividades del proceso de producción de piñones. ....	75
Tabla 50. Registro de tiempos en la producción de piñones .....	76
Tabla 51. Cálculos de muestras Post Test según kanawaty.....	79
Tabla 52. Cálculo del promedio del tiempo total observado según la fórmula de kanawaty.....	80
Tabla 53. Cálculo del tiempo estándar para la fabricación un piñón.....	81
Tabla 54. Cálculo de la capacidad instalada Post – Test .....	81
Tabla 55. Cálculo de unidades planificadas Post Test .....	82
Tabla 56. Cálculo de tiempo real.....	82
Tabla 57. Cálculo de tiempo útil. ....	83
Tabla 58. Cuestionario final Post – Test (abril).....	84

Tabla 59. Calendarización de las actividades durante 8 meses, hasta desarrollo del proyecto.....	85
Tabla 60. Productividad Post - Test variable dependiente.....	88
Tabla 61. Análisis financiero pre test.....	89
Tabla 62. Análisis financiero post test .....	90
Tabla 63. Comparativa de producción entre el pre test y post test .....	91
Tabla 64. Costo por piñón del antes y después.....	91
Tabla 65. Flujo de caja.....	92
Tabla 66. Ahorro de 12 meses .....	92
Tabla 67. Valor actual neto .....	93
Tabla 68. Obtención del TIR .....	94
Tabla 69. Comparativo del índice de actividades (Antes vs Después) .....	96
Tabla 70. Comparativo de la estadística Descriptiva de eficiencia. ....	98
Tabla 71. Varianza.....	99
Tabla 72. <i>Varianza</i> .....	100
Tabla 73. Prueba de normalidad para la eficiencia.....	102
Tabla 74. Estadísticos de contraste .....	103
Tabla 75. Prueba de normalidad para la eficacia .....	103
Tabla 76. Estadísticos contraste .....	104
Tabla 77. Resultados de la prueba de normalidad para la productividad .....	105
Tabla 78. Estadísticos de contraste .....	105

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Exportaciones del sector metalmeccánico de la alianza del pacífico.....	1
Figura 2. Comparativo de sectores en cuanto a nivel exportaciones.....	2
Figura 3. Diagrama de Ishikawa.....	4
Figura 4. Diagrama de Pareto .....	7
Figura 5. Estratificación de causas.....	9
Figura 6. Secuencia de los procesos. ....	16
Figura 7. Esquema del diseño.....	21
Figura 8. Principales clientes. ....	27
Figura 9. Organigrama estructural de la empresa. ....	28
Figura 10. Piñones de diversos tamaños. ....	29
Figura 11. Proceso de torneado.....	30
Figura 12. Proceso de fresado. ....	31
Figura 13. Diagrama de operaciones Pre – Test.....	33
Figura 14. Órdenes de trabajo computarizadas.....	52
Figura 15. Comparación del material cortado.....	56
Figura 16. Proveedor A y B.....	58
Figura 17. Cilindrado refrentado.....	62
Figura 18. Cilindrado refrentado.....	62
Figura 19. Diente. ....	67
Figura 20. Ficha técnica del piñón.....	68
Figura 21. Antes y después.....	72
Figura 22. Diagrama de operaciones. ....	73
Figura 23. Actividades Pre – Test y Post – Test.....	75
Figura 24. Capacitación del nuevo método de trabajo.....	83
Figura 25. Resultados de cuestionario. ....	84
Figura 26. Costo del antes VS costo después.....	91
Figura 27. Resultados del estudio de métodos.....	97
Figura 28. Eficiencia en la fabricación de piñones.....	97
Figura 29. Comparación grafica de la eficacia antes VS después. ....	98
Figura 30. Comparación grafica de la productividad .....	100

## **RESUMEN**

La presente investigación tuvo como objetivo general determinar que la mejora de procesos incrementará la productividad en la fabricación de piñones de la Empresa Metal Mecánica SJM, 2022. El estudio se realizó con una metodología aplicada, fue de enfoque cuantitativo y nivel explicativo. Se empleó un diseño cuasi experimental. La población estuvo conformada por la producción semanal de piñones durante 16 semanas antes y después. Mediante la observación y un cronómetro se realizó la toma de tiempos y a través de una hoja de registro se tomaron los datos para el cálculo de la eficiencia, eficacia y productividad. Como resultados se obtuvo incrementos en la eficiencia, eficacia y productividad de 30 %, 38.46 % y 76.92 % respectivamente. Por último, se concluye que la aplicación de la mejora de procesos incrementó la productividad en la fabricación de piñones en la empresa metal mecánica San Juan de Miraflores en el año 2022.

**Palabras claves:** Mejora de procesos, productividad.

## **ABSTRACT**

The present investigation had as general objective to determine that the improvement of processes will increase the productivity in the manufacture of sprockets of the Metal Mechanics Company SJM, 2022. The study was carried out with an applied methodology, it was of quantitative approach and explanatory level. A quasi-experimental design was used. The population was made up of the weekly production of pine nuts for 16 weeks before and after. Through observation and a stopwatch, time was taken and through a record sheet the data was taken for the calculation of efficiency, effectiveness and productivity. As a result, increases in efficiency, effectiveness and productivity of 30%, 38.46% and 76.92% respectively were obtained. Finally, it is concluded that the application of process improvement increased productivity in the manufacture of pinions in the San Juan de Miraflores metal-mechanic company in the year 2022.

Keywords: Process improvement, productivity.

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional las organizaciones estuvieron en cambios constantes y adaptándose a ellos acorde a la demanda de los clientes y del medio en el que están ubicados, evidenciándose mediante la gestión, el diseño y su contexto estructural de su organización. Tanto entidades públicas y privadas presentan una gestión, su propio diseño y su propia estructura de funcionalidad, cuya estructura está definida de acuerdo a su línea productiva o de servicio, de tal manera que los países de Asia, Europa, América con la apertura de los mercados orientan sus labores a la gestión por procesos que finalmente contribuyen a una alternativa de solución a la crisis y mejorar sus labores productivas (Contreras, Olaya, Matos 2017). Por ellos muchas empresas transnacionales migraron de un enfoque funcional que limita la interacción de todas las áreas a un enfoque de procesos que es integracionista, cuyas diferencias principales se dan de un enfoque vertical a un enfoque horizontal y otros aspectos relevantes que la hacen más competitivas En el sector metalmecánico en relación a las exportaciones se tiene que entre los años 2014 al 2018 lidera México y Perú se ubica en el cuarto lugar antecediéndole Colombia y Chile como se observa en la tabla siguiente. Con ello demuestra que es preciso poner énfasis en el sector ya que a nivel de nuestro país es un sector importante para la industria nacional.

*Figura 1.* Exportaciones del sector metalmecánico de la alianza del pacífico.

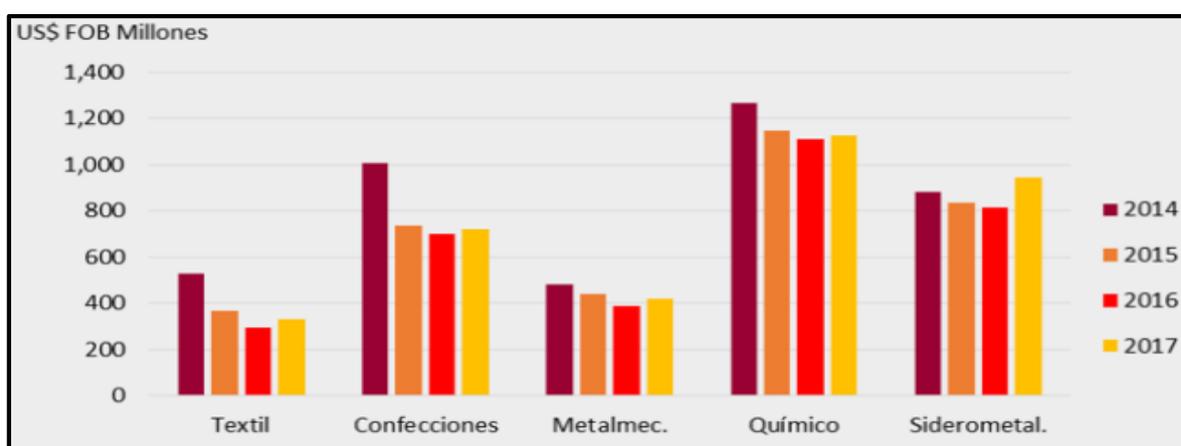
PAÍSES	AÑO 2014	AÑO 2015	AÑO 2016	AÑO 2017	AÑO 2018
MÉXICO	246.927,817	251.790,512	247.362,315	270.190,703	295.384,481
COLOMBIA	1.866,075	1.767,820	1.829,054	1.864,154	1.956,427
CHILE	3.155,148	2.478,206	2.442,415	2.471,706	1.508,680
PERÚ	608,172	554,017	468,423	537,571	613,346

Fuente: Revista La Cámara, 2019.

En el Perú, de acuerdo a lo que indica la Presidencia del Consejo de Ministros la mejora de procesos tuvo como propósito aspectos como organizar, dirigir y controlar labores de trabajo en diversas áreas de trabajo en una entidad, con lo que se busca lograr los objetivos planteados. Se sabe por antecedentes que el aplicar la gestión por procesos en el Perú es limitado, pero se tiene algunas experiencias valorativas es el caso del Registro Nacional de Identificación y Estado Civil RENIEC y el Sector Salud, llegando también a nivel de la región su aplicación que se puso en práctica en los países de Chile, Ecuador, Colombia, España, Brasil, Cuba y otros.

En nuestro país la industria del sector metalmecánica tuvo una bajada productiva el 2014 hasta 2016, sin embargo, desde 2017 inicio el aumento desde el 0.9 % pues en el sector se empezó con implementar las mejoras en su producción, tal que, con ello, se tuvo un impacto favorable en los servicios y su proceso productivo que realizaban considerando una alternativa viable para mejorar su nivel competitivo.

Figura 2. Comparativo de sectores en cuanto a nivel exportaciones.

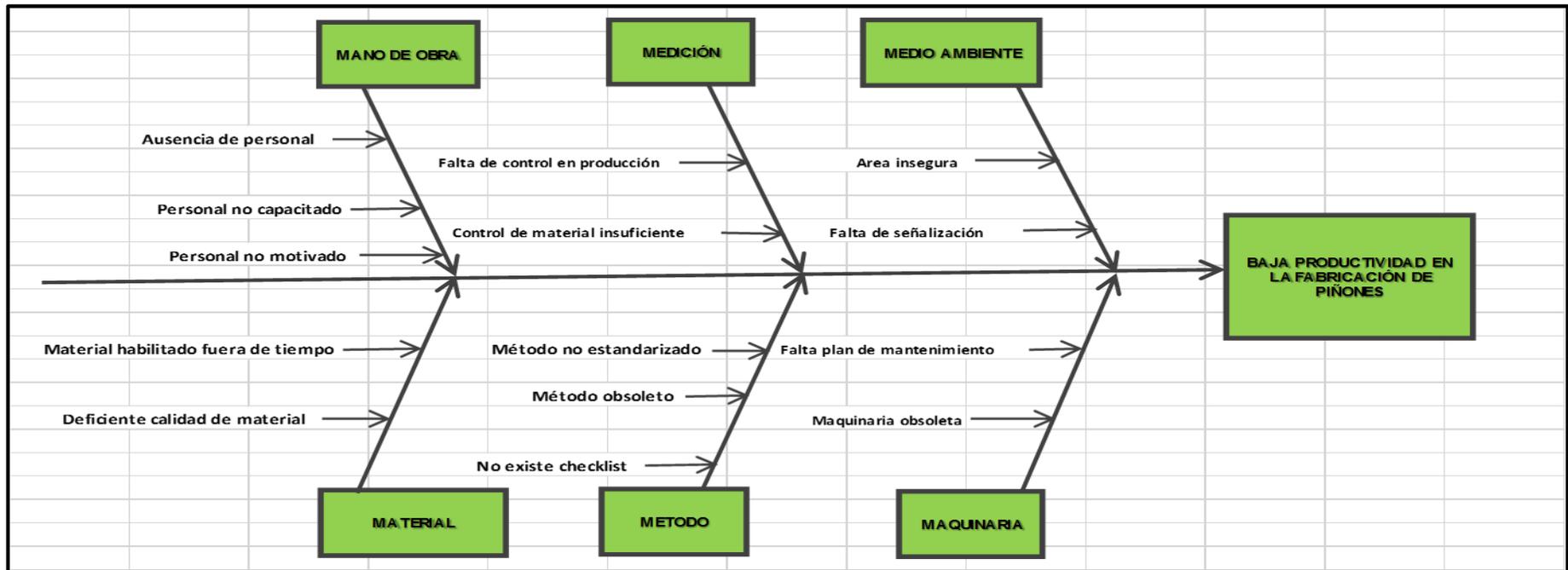


Fuente: aduanas Adex.

El sector donde se incursiona es el metalmecánico, fabricando desde hace 10 años equipos industriales, Se fabrica piñones de diversas dimensiones y otros productos en menor escala. Está formada por un equipo con experiencia en procesos productivos y manufactura, técnicos con experiencia en trabajos metalúrgicos,

servicio de pintura en general, mantenimiento de equipos industriales, soldadura universal entre otros. Sin embargo, se tienen inconvenientes en la labor productiva que hace que la productividad no tenga un resultado adecuado al hacer las mediciones. A través de identificar las causas se direcciona en encontrar la solución mediante opciones de solución considerando el diagrama de causa – efecto o Ishikawa

Figura 3. Diagrama de Ishikawa.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 3, se representan las causas que generan los inconvenientes y se considera 6 causas raíz en las cuales se registran las sub causas que fueron identificadas en el área de estudio tal que todas ellas tienen como efecto la baja productividad en la fabricación de piñones. Seguidamente se construyó la matriz de correlación tal que en la tabla se conoce lo que influye entre las causas tal que 1 representa la influencia que tiene las causas y 0 que significa la no influencia entre las causas.

En la tabla 1, se tiene el registro de causas estableciendo la relación entre ellas de tal manera que en base a la puntuación asignada se tiene las seis primeras causas con mayor puntaje logrado resaltando entre ellas el método no estandarizado, métodos obsoletos, falta de control en la producción, el personal no capacitado, deficiente calidad de material y maquinarias obsoletas.

Tabla 1. *Matriz de correlación.*

Problemas	Causas	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	Puntaje
P1	METODO NO ESTARANDARIZADOS	x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
P2	METODOS OBSOLETOS	1	x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	12
P3	FALTA DE CONTROL DE PRODUCCIÓN	1	1	x	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	11
P4	PERSONAL NO CAPACITADO	1	1	1	x	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	10
P5	DEFICIENTE CALIDAD DE MATERIAL	1	1	0	1	x	0	1	1	1	1	1	1	0	0	9
P6	MAQUINARIAS OBSOLETAS	1	1	0	0	1	x	1	1	1	1	1	0	1	0	9
P7	MATERIAL HABILITADO FUERA DE TIEMPO	1	0	0	0	1	0	x	1	0	0	0	0	0	1	4
P8	PERSONAL NO MOTIVADO	1	0	0	0	1	0	0	x	0	1	0	0	0	0	3
P9	AUSENCIA DE PERSONAL	1	0	0	0	0	0	0	1	x	0	0	0	0	0	3
P10	CONTROL DE MATERIAL INSUFICIENTE	1	0	0	0	0	0	0	1	0	x	0	0	0	1	3
P11	NO EXISTE CHECKLIST	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	x	0	0	1	2
P12	ÁREA INSEGURA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	x	0	1	2
P13	FALTA DE SEÑALIZACION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	x	1	1
P14	FALTA PLAN DE MANTENIMIENTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	x	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2, se construyó la tabla de causas de la baja productividad de tal manera que se hace el cálculo de frecuencias acumuladas y se expresa porcentualmente.

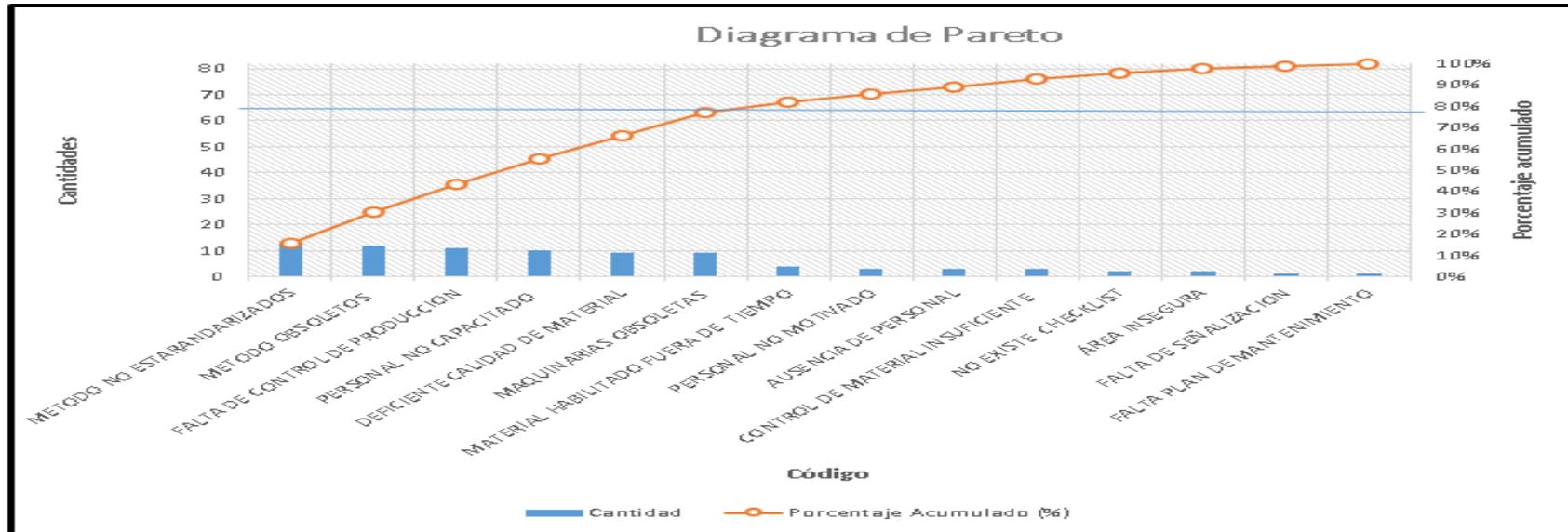
Tabla 2. *Causas de baja productividad*

Nº DE CAUSAS	Causas	Cantidad	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)
C1	METODO NO ESTARANDARIZADOS	13	16%	16%
C2	METODO OBSOLETOS	12	14%	30%
C3	FALTA DE CONTROL DE PRODUCCIÓN	11	13%	43%
C4	PERSONAL NO CAPACITADO	10	12%	55%
C5	DEFICIENTE CALIDAD DE MATERIAL	9	11%	66%
C6	MAQUINARIAS OBSOLETAS	9	11%	77%
C7	MATERIAL HABILITADO FUERA DE TIEMPO	4	5%	82%
C8	PERSONAL NO MOTIVADO	3	4%	86%
C9	AUSENCIA DE PERSONAL	3	4%	89%
C10	CONTROL DE MATERIAL INSUFICIENTE	3	4%	93%
C11	NO EXISTE CHECKLIST	2	2%	95%
C12	ÁREA INSEGURA	2	2%	98%
C13	FALTA DE SEÑALIZACION	1	1%	99%
C14	FALTA PLAN DE MANTENIMIENTO	1	1%	100%
TOTAL		83	100%	

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se construyó el Diagrama de Pareto, con lo cual se logró identificar las causas vitales que tienen relevancia en el estudio para dar solución a dichas causas en el desarrollo de la investigación.

Figura 4. Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia.

De la figura 6, se observó que son 6 causas vitales las que destacan en el estudio, las cuales deben ser resueltas en el desarrollo de la investigación, ya que representan el 80% del total de causas que se tienen identificadas.

Se tiene también la estratificación de causas dividido en gestión procesos y calidad tal que se identifican las de mayor relevancia (Ver anexo 7).

Tabla 3. *Estratificación de causas*

Nº	Causas que provocan la baja productividad	Frecuencia	Área
1	METODO NO ESTARANDARIZADOS	13	Proceso
2	METODO OBSOLETOS	12	Proceso
3	FALTA DE CONTROL DE PRODUCCIÓN	11	Proceso
4	PERSONAL NO CAPACITADO	10	Calidad
5	DEFICIENTE CALIDAD DE MATERIAL	9	Calidad
6	MAQUINARIAS OBSOLETAS	9	Mantenimiento
7	MATERIAL HABILITADO FUERA DE TIEMPO	4	Proceso
8	PERSONAL NO MOTIVADO	3	Calidad
9	AUSENCIA DE PERSONAL	3	Proceso
10	CONTROL DE MATERIAL INSUFICIENTE	3	Calidad
11	NO EXISTE CHECKLIST	2	Proceso
12	ÁREA INSEGURA	2	Mantenimiento
13	FALTA DE SEÑALIZACION	1	Mantenimiento
14	FALTA PLAN DE MANTENIMIENTO	1	Mantenimiento

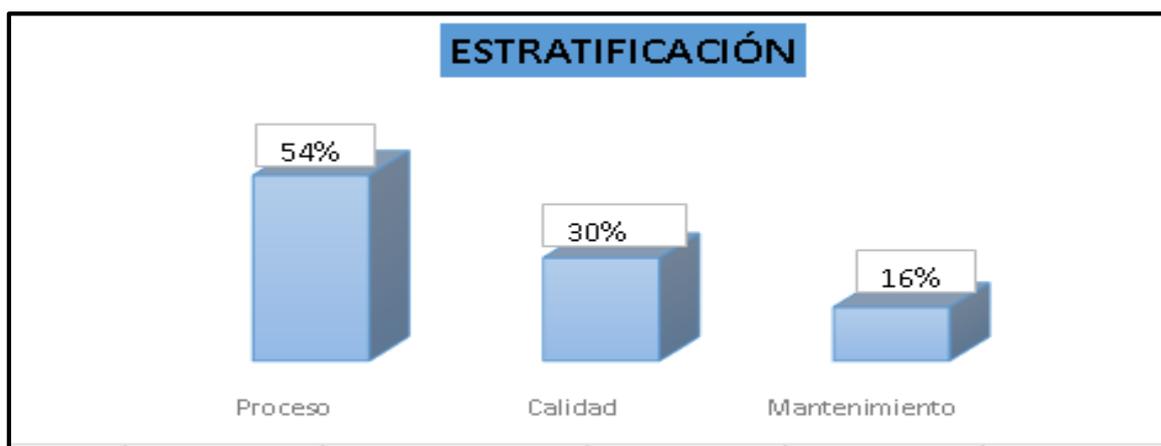
Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 3. Las frecuencias de las causas por área son: 45 en proceso (54%), calidad 25 (30%) y mantenimiento 13 (16%)

Seguidamente se hace la clasificación de causas de acuerdo a la pertinencia, tomando en cuenta los procesos, calidad y mantenimiento.

Según la tabla se muestran las causas que originan los inconvenientes en porcentajes según la pertinencia observando que el 58% de las causas corresponden a la Gestión, el 35% a Operaciones y el 8% a Calidad. Con ello se busca la influencia entre causas del problema, debido una productividad limitada.

Figura 5. Estratificación de causas.



Fuente: Elaboración propia.

En relación con la figura anterior, la estratificación de causas que ocasionan el problema de baja productividad se tiene el 54% al proceso, lo que orienta el enfoque y propósito en la solución del problema. A continuación, se plantea la alternativa de solución

Tabla 4. Alternativa de solución

AREA	ALTERNATIVA	CRITERIOS				Total
		Solución al problema presente	Costos de aplicación	Facilidad para la aplicación	Tiempo de aplicación	
Proceso	Mejora procesos	5	3	5	3	16
Calidad	TQM	3	3	3	3	12
Mantenimiento	TPM	3	3	1	3	10
Escala	bajo (1), medio(3), alto(5)					

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4, utilizando herramientas de ingeniería industrial se plantean soluciones. La mejora de procesos tuvo un puntaje total de 16, siendo de mayor relevancia para considerar como alternativa viable para solucionar la problemática presentada de un bajo valor de la productividad.

Tabla 5. *Matriz de priorización.*

CONSOLIDADO DE AREAS	Medición	Mano de obra	Materia prima	Medio ambiente	Maquinaria	Método	Nivel de criticidad	Total problemas	Porcentaje	Impacto	Calificación	Prioridad	
Proceso	15	8	6	8	0	19	Alto	56	45%	3	168	5	Mejora de procesos
Calidad	6	14	4	4	7	12	Medio	47	38%	2	94	3	TQM
Mantenimiento	12	4	0	5	0	0	Bajo	21	17%	1	21	1	TPM
Total	33	26	10	17	7	31		124					

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra en la tabla anterior la matriz de priorización detallando las diferentes causas de la problemática del área. Se observa un alto porcentaje en procesos (45%), seguido de calidad (38%) y en menor porcentaje mantenimiento (17%). La alternativa de mejora de procesos es la más adecuada para la mejora de la productividad en la fabricación de piñones.

Según (Paulo *et al.*, 2018, 164), en su artículo consideraron sobre la gestión de mejora de procesos como una tarea compleja y multifacética. Suficiente para hacer frente a la creciente complejidad del tema. Por otro lado, los avances en la tecnología, ayuda a tratar con extensa producción, optimizando así recursos.

Se tiene también a los autores (Sreekumar, Chhabra y Yadav., 2018, p. 634) en su artículo precisaron que la productividad tiene que ver con la eficiencia del sistema integrado. Se busca equilibrar los factores de producción en la búsqueda del mayor rendimiento con mínimo esfuerzo con procesos definidos para un sistema productivo dinámico.

Una vez focalizada la problemática se formula el problema, formalizando el problema general: ¿De qué manera la mejora de procesos incrementará la

productividad en la fabricación de piñones en la empresa metal mecánica SJM, 2022? Los problemas específicos fueron: ¿De qué manera la mejora de procesos incrementará la eficiencia en la fabricación de piñones en la empresa metal mecánica SJM, 2022? y ¿De qué manera la mejora de procesos incrementará la eficacia en la fabricación de piñones en la empresa metal mecánica SJM, 2022?

En relación con la justificación se expone las razones por la cual el estudio tiene relevancia. Al respecto Hernández-Sampieri y Mendoza (2018, p. 45) considera que es preciso puntualizar que en la medida que se tenga más valoraciones del estudio de forma positiva se tendrá mayor solidez del estudio.

El estudio tiene utilidad metodológica, pues se incorporará instrumentos para recolectar y analizar los datos obtenidos haciendo uso de procedimientos investigativos aportando a la investigación científica y es válido para otros estudios.

Se considera la justificación por conveniencia pues sirve para lograr mejores resultados en la productividad durante la fabricación de piñones en la empresa metalmecánica.

También tiene implicancias prácticas y de desarrollo, pues se mejorará el proceso de fabricación de piñones y se implementarán mejores procedimientos en la labor de fabricación.

En relación con los objetivos, se planteó como objetivo general: Determinar que la mejora de procesos incrementará la productividad en la fabricación de piñones en la empresa metal mecánica SJM, 2022. Los objetivos específicos fueron: Determinar que la mejora de procesos incrementará la eficiencia en la fabricación de piñones en la empresa metal mecánica SJM, 2022.y Determinar que la mejora de procesos incrementará la eficacia en la fabricación de piñones en la empresa metal mecánica SJM, 2022.

En tal sentido se planteó las hipótesis de la investigación como supuestos alcanzables. Por ello se definió como hipótesis general: La mejora de procesos incrementa la productividad en la fabricación de piñones en la empresa metal mecánica SJM, 2022. Las hipótesis específicas son: La mejora de procesos

incrementa la eficiencia en la fabricación de piñones en la empresa metal mecánica SJM, 2022.y La mejora de procesos incrementa la eficacia en la fabricación de piñones en la empresa metal mecánica SJM, 2022

## II. MARCO TEÓRICO.

Entre los estudios internacionales relacionados con la investigación se tienen las siguientes observaciones:

Moreno (2017) tuvo como enfoque la propuesta del aumento de productividad considerando el estudio de tiempos con la finalidad de lograr estandarizar el tiempo con miras a aumentar la eficiencia a nivel de la producción de armadores. Consideró como técnica e instrumento un programa computarizado para registrarlos datos, también cronómetro, diagrama de recorrido, diagrama hombre-máquina, diagrama de flujo del proceso y diagrama de Pareto. Concluyó indicando que el innovado método que se planteó determinó de manera importante el incremento de la productividad respecto a M.O., tal que se redujo el trabajo con menor tiempo cuya variación fue de 28 segundos impactando en la distancia que hay entre operaciones.

Se tiene a Arango, Campuzano, Zapata (2015), tuvo el objetivo de minimizar los productos en proceso, con un impacto favorable en el inventario. Mediante una simulación se realiza un estudio aplicado. La población integró el proceso de manufactura durante el tiempo de estudio empleando fichas para recabar datos. En conclusión, mejoró la línea de producción en el proceso con valores medios en la desviación estándar y pasando de 17.5% y con Kanban en 5.2%. Reduciendo los niveles de inventario de los productos en proceso.

También Inga y Dalius (2020), realizaron una investigación interdisciplinaria sobre la relación entre la gestión de la calidad (MQ) y la Gestión de Procesos de Negocio (BPM). La población se asoció con el estudio de diversos paradigmas. Los instrumentos fueron las herramientas de la calidad mediante los formatos utilizados. Las conclusiones extraídas son útiles para las organizaciones que implementan la gestión de la calidad. La integración de BPM en los sistemas y herramientas de gestión de la calidad crea condiciones previas para el desarrollo de un vínculo organizativo eficaz y eficiente entre BPM y MQ.

Por su parte Grabowska (2018), su objetivo del estudio fue presentar investigaciones realizadas en empresas metalúrgicas. La población lo conformaron

las etapas individuales del proceso de tratamiento térmico, teniendo en cuenta las complicaciones, errores y defectos de calidad del producto que surgen en la etapa de fabricación del producto. El instrumento fueron los reportes de calidad de productos. Con el fin de minimizar los defectos resultantes, se implementó un sistema de mejora de la calidad, utilizando, entre otros, el diagrama de Ishikawa. En vista del hecho de que el mundo se encuentra en el umbral de la próxima revolución industrial, se tiene con conclusión que precisó las direcciones de mejora del proceso de tratamiento térmico en el contexto de la Industria.

Según Setiyani, Gintins, Syamsudin y Arifin (2020), su objetivo fue analizar el estado del arte dentro de una materia de literatura, que es el proceso de gestión del conocimiento. La población conformó 24 publicaciones. El instrumento fueron las fuentes de revisión utilizadas. El resultado reveló que existe un proceso de gestión del conocimiento a pesar de una pequeña cobertura de los tres procesos en la literatura. Esta revisión sistemática concluye que se puede identificar utilizando el conocimiento concepto de gestión. Se concluyó comprobando la importancia de la gestión de los procesos que se realizan en el estudio.

A nivel nacional tenemos:

Biminchumo (2020), mejoró la productividad a nivel de procesos de fumigación mecanizada en los cultivos de arándanos, en una entidad dedicada a la agroindustria en los años 2019-2020. Se precisó que el tipo de investigación fue cuasi experimental, haciendo uso de información poblacional en la evaluación de datos y tal que se propuso mejorar, tal que con el proceso se logró el aumento de la productividad pues era de 77% antes de mejorar y posteriormente se logró aumentar a un 88%. Se encontró que la mejora de procesos se impulsa con sinergia el proceso productivo. Se realizó una investigación según el producto de mejor demanda siendo un desinfectante industrial con niveles de venta y producción mayores a 50% y 20% respectivamente. Al redefinir el proceso de acondicionado se redujo labores en 2 horas para la elaboración del desinfectante. Además, mejoró el control de producto con el control de calidad. Se concluyó que la mejora del proceso favoreció a la empresa ya que se optimizó la labor productiva que permite disponer de más tiempo para mayor volumen de producción.

También Nomberto Segura (2017), propusieron el aumento de la productividad mediante mejora de proceso de reencauchado de llantas en la empresa en estudio. La población la conformaron las áreas de la organización asociadas con el proceso de reencauche de neumáticos a partir de abril del 2015 a mayo del 2017. Se emplearon las fichas de datos de los reencauches efectuados. Se consiguió un aumento de la productividad laboral de 0,75 a 1,0 unidades por hora. La eficacia también aumentó en 22%, disminuyó la distancia recorrida de un neumático en 75,5 metros. Se redujo a 04:29 minutos el tiempo total del recorrido. Se concluyó destacando que los procesos mejorados fueron determinantes en para mejorar la productividad lo que permitió el aumento de la eficiencia y por consiguiente más unidades reencauchadas.

Por su parte Beraun y Cuellar (2018) determinaron que la gestión por procesos aumenta la productividad en a nivel de la producción en la entidad Andares Textiles E.I.R.L, en el año 2018. La población conformó los procesos de producción cuantitativos. Se emplearon fueron las fichas de registro de los procesos productivos en el sector textil. Se tuvo como resultado el aumento en 54.6% respecto a la productividad que representa mejor producción para la empresa. Se concluyó destacando que la mejora lograda a nivel de productividad fue determinante en los aspectos de la operatividad y luego los logros que se alcanzaron a nivel productivo.

Según Padilla (2017) relacionaron la producción y la gestión en la entidad en estudio el año 2107. Emplearon el cronómetro y la ficha de registro de datos. La población lo conforman los pedidos atendidos durante el periodo de estudio. La investigación es aplicada y explicativa. Los resultados, demuestran que se dio un aumento del 9,42% respecto a la satisfacción y número de pedidos atendidos a nivel de la jornada laboral que subió a 22. En tanto el índice de pedidos atendidos respecto a los ingresados resultó 99.54%. En conclusión, con la gestión de procesos, el impacto fue favorable en la productividad, encontrando un aumento muy favorable para la empresa que aseguró satisfacción en los clientes.

En relación con las teorías de las variables, se tiene para la mejora de procesos las siguientes definiciones:

Para Carbonell, Sánchez, Plasencia (2019), consideró que para mejorar los procesos es preciso analizar los procedimientos y el aspecto actual a través de la revisión de diagramas de las actividades.

Szelągowski y Lupeikiene (2020. p. 582), precisaron que la mejora de procesos se debe tomar en cuenta lo siguiente:

Impredecibilidad: El grado en que se puede implementar un proceso en base al conocimiento codificado existente antes de la ejecución del proceso.

Intensidad del conocimiento: El grado en que los logros del proceso dependen del uso en la ejecución del proceso del conocimiento tácito, la creación de nuevo conocimiento y el rechazo de conocimientos antiguos y obsoletos.

Reijers (2021, p.2), consideró que para organizaciones que buscan eliminar redundancias o buscar oportunidades para integrar procesos, es importante la innovación y uso de recursos que conduzcan a la mejora de un proceso, integrando a la organización.

Maldonado (2018), mencionó que los procesos es una metodología corporativa busca la mejora de la labor y busca optimizar los procesos los cuales se diseña, modela, organiza, documenta y optimiza permanentemente. En tal sentido se puede mencionar como proceso de optimización de los procesos. Se puede esquematizar los procesos:

*Figura 6. Secuencia de los procesos.*



Fuente: Propia.

La entrada: Tiene que ver con el producto que cumplen con los detalles específicos requeridos por la empresa.

Proceso: Son las secuencias de las labores que se realizan siendo labores productivas o de servicio

Salida: Es el producto o servicio logrado dentro de los estándares de calidad valido para los clientes.

Son requisitos para mejorar los procesos según Panchillo, Guivar, Heredia (2021) tal que consideran los siguientes pasos:

- a) Compromiso de la dirección: Bueno para capacitarse.
- b) Sensibilización y formación: mediante el compromiso del personal
- c) Identificación de procesos: Para ello se hace un análisis
- d) Clasificación: Se reconoce procesos claves, estratégicos y los de apoyo.
- e) Vínculo de los procesos: Se hace la matriz de vínculo correspondiente.
- f) Mapa de procesos: Se hace uso de diagrama de bloque de los procesos.
- g) Identificar los procesos y los indicadores de logro: Se hace una matriz entre grupos de interés y objetivos estratégicos

En tal sentido la mejora de proceso contribuyó a tener menos costos y mayor tiempo y efectuar con más calidad las labores empresariales con fines de lograr los objetivos al localizar la necesidad de mejora y descartar los aspectos que no son valorativos para la empresa.

Respecto a la variable productividad se tienen las siguientes definiciones:

Loayza (2016), define siendo el valor del producto por cada unidad de insumo teniendo cuatro componentes: innovación, educación, eficiencia y la infraestructura.

Mejía, Jimenez (2020, p. 243), consideró que la productividad se relaciona entre lo que produce una entidad empresarial y los recursos que se emplea en producir.

También se consideró como el resultado de decisiones que se dan en las entidades con relación a la calidad y cantidad de entradas productivas, tipo, unidades y calidad de producción, tecnología usada, el proceso de variación a los que se someten los elementos.

Romero, Monroy, Ramírez (2017, p. 2), consideraron que la productividad es el vínculo de lo que se produce y recursos humanos, naturales y de capital utilizados en producirlo. Cuanto más eficientes y eficaz considera la empresa al utilizar recursos, productivos y competitivos.

Según Cruelles (2017, p. 9) precisó que se refiere a eliminar todas las tareas que no añadan valor al producto en la empresa tal que se tiene un enfoque asociado a quitar desperdicios de tiempos, el esfuerzo, los materiales, el dinero y la mano de obra. También, según Fontalvo, De la Hoz, Morelos (2018), resaltaron que entre factores incidentes a nivel de productividad logrado por la entidad, resalta el recurso humano, dado que representan un factor relevante ya que son los que realizan las diversas operaciones y labores que se efectúan en la empresa para alcanzar los objetivos que se persiguen.

Por su parte Sreekumar, Chhabra y Yadav (2018, p. 635), consideraron que la productividad se puede calcular en términos de la producción del empleado durante un período de tiempo específico. Por ejemplo, número de unidades producidas por hora o el tiempo requerido para completar la tarea especificada con respecto a la producción esperada o el tiempo estimado y proyectado. Una extensión de esta evaluación son las horas estándar ganadas o producidas. El tiempo estimado por los planificadores para cada trabajo se especifica e indica a través de las tarjetas de trabajo de cada asignación de trabajo. Al finalizar el trabajo, la hora estándar ganada se contabiliza contra el empleado respectivo y se calcula el total de horas estándar producidas o ganadas por el empleado en particular para cada intervalo predeterminado, digamos por semana o por mes. La "productividad" del trabajador se evalúa luego como la relación entre las horas estándar ganadas y las horas de trabajo reales que el trabajador estuvo presente para realizar las tareas asignadas.

$$\text{Productividad de trabajadores} = \frac{\text{Salida por unidad de tiempo}}{\text{Salida estimada de tiempo}}$$

Por su parte Arzube y Huacón (2019), precisaron se refiere en vínculo de la producción e insumo, es decir, capacidad de uso de forma inteligente a los recursos que se disponen.

Sin embargo, la productividad es definida según el trabajador individual, representando el vínculo del volumen de una labor concreta realizada y cantidad de trabajadores (La Cámara, 2018 pág. 21) (Furman 2018).

Sevilla (2017, p. 1) La productividad consideró que es una forma de medición económica con la cual se hace el cálculo de cuantos bienes y servicios se producen según los factores utilizados (empleado, capital, tiempo, etc.) en un tiempo definido.

Importancia de la productividad: Según Sreekumar *et al.* (2018, p. 636) se da por lo siguiente: Crecimiento económico, productos disponibles a tarifa reducida, mejor aceptación de productos según el cliente, incremento de ventas para la organización, incremento de exportación, mejora de reservas de divisas, impulso al crecimiento económico del país, incremento de participación para los accionistas de la empresa, reducción de chatarra, reducción de la necesidad de materias primas, reducción del tiempo de inactividad de hombres y máquinas, reducción de las necesidades de espacio y reducir la pobreza y el desempleo. En relación con las dimensiones se toma en cuenta los siguientes:

Eficiencia:

Andrade, Del Rio, Alvear (2019) consideró que la medición de la productividad se hace según el grado de eficiencia del uso de recursos humanos y otros para alcanzar las metas trazadas. En tal sentido es preciso aplicar técnicas para la medición de la eficiencia. Chosco *et al.* (2018, p. 6) establece que el caso es complejo y se debe operar sin perder los estándares de gestión y eficiencia, para sostener la empresa en el mercado.

Eficacia: Miranda, Torobisco, Gomez (2020, p. 194) establecieron que es preciso

un cambio de actitud y pensamiento del personal con la finalidad de verificar la eficacia de lo planeado, lo que es preciso la mejora permanente en las labores productivas. García et al. (2019) manifestaron que la eficacia valora el impacto de lo realizado, en la producción o servicio. Es preciso lograr satisfacer al cliente generando un impacto valorativo en el mercado.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación.

##### 3.1.1 Tipo de investigación.

En relación con la investigación aplicada Hernández, Mendoza (2018, p. 45) mencionaron que busca resolver los problemas hallados en la investigación. Por tanto, se consideró aplicada ya que con la mejora de procesos busca mejorar las labores productivas con fines de incrementar la productividad.

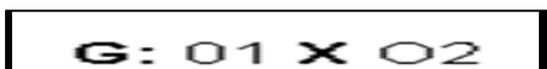
Los estudios explicativos permiten la comprensión del fenómeno y son más concluyentes (Hernández, Mendoza 2018). El tipo de Investigación es explicativa porque se acerca a la situación problemática y el conocimiento de los procesos para identificar las causas de la baja productividad en la fabricación de piñones.

Hernández, Mendoza (2018, p. 20), mencionaron que facilita la repetición sobre aspectos específicos de los hechos y se manejan datos numéricos que son provenientes de las mediciones realizadas. En el estudio se recogieron y analizaron los valores sobre las variables para la toma de decisiones mediante datos cuantitativos las cuales serán tratadas usando herramientas estadísticas.

##### 3.1.2 Diseño de investigación.

El diseño se consideró cuasi experimental. Según Hernández, Mendoza (2018, p. 163), se tiene en este caso un grado de control mínimo. Se aplica una prueba anterior al estímulo, después se le realizó el tratamiento y por último se aplica una posterior prueba al estímulo.

*Figura 7. Esquema del diseño.*



Fuente: Propia.

Según la figura, G representa el grupo, X es el estímulo para mejora de procesos y O1: Medición previa y O2: Medición Posterior

Se recolectaron los datos en varios momentos de la investigación. La investigación fue longitudinal debido a que los datos cuantitativos se recolectaron en distintos momentos antes y después de aplicar la mejora de procesos.

### 3.2. Variables y Operacionalización.

#### Variable independiente: Mejora de procesos

Maldonado (2018, p.6), mencionó que los procesos es una metodología corporativa busca la mejora del desempeño y la optimización de los procesos los cuales se deben diseñar, modelar, organizar, documentar y optimizar de manera permanente.

#### Dimensiones:

Dimensión 1: Estudio de métodos

Maldonado (2018, p.12), menciona que el estudio de métodos se asocia a realizar un registro y examen crítico de cómo se realizan las actividades con la finalidad de mejorarlas.

$$IA = \frac{\textit{Actividades que agregan valor} \times 100}{\textit{Total de actividades}}$$

IA: Índice de actividades

#### Dimensión 2: Medición del trabajo

Maldonado (2018, p. 12), La medición del trabajo se define como un proceso exploratorio basado en la intervención de ciertos métodos para conocer la comprensión de una tarea particular, establecer el tiempo que le toma a un operario calificado hacer una actividad

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

TE: Tiempo estándar

TN: Tiempo normal

S: Suplementos

### **Variable dependiente: Productividad.**

Mejía y Jiménez (2020, p. 243), consideró que la productividad relaciona lo que producido y los recursos destinados a su producción. Además resulta de tomar las decisiones de los negocios relacionados a la cantidad y calidad de los ingresos productivos, el tipo, la cantidad y calidad de la producción, la tecnología utilizada, el proceso de cambio a los cuales están sujetos estos elementos.

### **Dimensiones:**

**Eficiencia:** Según Andrade, Del Rio, Alvear (2019) consideró que la medición de la productividad se hace según el grado de eficiencia del uso de recursos humanos y otros para alcanzar las metas trazadas.

$$ITp = \frac{\textit{Horas de producción utiles} \times 100}{\textit{Horas producción reales}}$$

### **ITp: Índice de tiempo de producción**

**Eficacia:** Miranda, Torobisco, Gomez 2020 (p. 194) establecieron que es preciso un cambio de actitud y pensamiento del personal con la finalidad de verificar la eficacia de lo planeado, lo que es preciso la mejora permanente en las labores productivas.

$$Pp = \frac{\textit{Total de piñones entregados} \times 100}{\textit{Total de piñones solicitados}}$$

Pp: Piñones producidos

### **Operacionalización**

En la tabla se hizo el registro de las dos variables con sus respectivas dimensiones,

e indicadores, de la misma manera se registró las definiciones conceptuales de los autores primordiales y la definición operacional teniendo en cuenta la escala de medición. Se muestra en el anexo 2.

### **3.3. Población, muestra y muestreo.**

**3.3.1 Población:** Según Tamayo, M (2017, p. 176), la población representa el total de un fenómeno a estudiar, siendo además una totalidad de unidad de la misma clase de población que son cuantificadas en el estudio específico.

Se consideró como población la producción semanal de piñones durante 16 semanas, donde se recogieron datos en la empresa metalmecánica.

Como criterio de inclusión se consideró el proceso de fabricación de piñones en el estudio ya que son las que presentan mayores inconvenientes en la fabricación.

Como criterio de exclusión no se consideran aquellos productos que su fabricación es temporal y se produce en base a pedidos (piezas para equipos electrónicos)

La unidad de análisis lo conformaron los piñones que se producen en el tiempo del estudio

**3.3.2 Muestra:** Según Hernández y Mendoza (2018), es una fracción del total de la población, y a través de ella se obtienen los datos específicos y representan a esa población.

Se consideró el íntegro de la población de estudio por tanto la población es igual a la muestra.

**3.3.3 Muestreo:** Según Cabezas, Naranjo, Torres (2018, p. 95), el muestreo se aplica a la muestra y según el procedimiento de seleccionaron los elementos que se necesitan según la investigación realizada. Se obvia el muestreo por que la muestra equivale a la población.

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

### Técnicas de recolección de datos.

La observación es la técnica consiste en registrar la información válida y de alta confiabilidad (Valderrama, 2015). En la investigación se empleó esta técnica para registrar las unidades de piñones fabricadas así también como los tiempos de producción.

### Instrumentos de recolección de datos

Valderrama (2015) indico que, los instrumentos son medios que permiten apuntar la información (p.195). Para este trabajo en específico se hizo uso del cronometro, para realizar la toma de tiempo que con lleva cada actividad, fichas de recolección de datos para copiar los datos que se observan.

### Validez

Según, Hernández y Mendoza (2018) se refiere al grado de veracidad con la que se mide una variable. La validez del presente proyecto se realizó por medio del juicio de tres expertos, ingenieros industriales de la universidad de universidad.

A continuación, se muestra la tabla con la validacion.

Tabla 6. *Validación de instrumentos.*

Nº	Expertos	Coherencia		Relevancia		Claridad		Opinión aplicada	
		Si	No	Si	No	Si	No	SI	NO
1	Mg. Leonidas Benites Rodríguez	X		X		X		X	
2	Mg. José La Rosa Zeña Ramos	X		X		X		X	
3	Dr. José Pablo Rivera Rodríguez	X		X		X		X	
	Resultado	SI		SI		SI		SI	

Fuente: Elaboración propia.

### Confiabilidad

Hernández y Mendoza (2018) indicaron que es un instrumento de medición ya que se manifiesta la relación de lo aplicado, si se aplica a los mismos objetos obtendrá resultados iguales (p. 200). En la presente investigación se da la confiabilidad, por

la naturaleza de los datos, puesto que corresponden al periodo de fabricación de piñones que se fabrican en el periodo de estudio, información obtenida directamente de la empresa metalmecánica. Esta información es certificada y validada por el supervisor responsable del área, siendo determinante para que los resultados sean fidedignos y no tengan sesgos en los resultados.

### **3.5. Procedimientos:**

En el presente estudio que esta direccionado a la labor de fabricación de piñones en la empresa metal mecánica se muestra la situación actual para identificar como actualmente está la empresa y comprobar la baja productividad, para posteriormente plantear la mejora.

#### **Situación actual:**

Respecto a la empresa ARPASI E.I.R.L es una entidad en proceso de crecimiento en el mercado del sector metalmecánico. Dentro de la gama de productos que se fabrican, estos se orientan al sector industrial. Principalmente se dedica a la fabricación de piñones para pollería, a la ves brinda servicios de mantenimiento mecánico fabricación de piezas en aceros con máquinas herramientas, trabajos de soldadura reconstrucción de piezas.

#### **Generalidades de la empresa:**

La empresa metalmecánica tiene como Gerente General a don Marcelino Lorenzo Arpasí, sus datos registrados en Sunat son los siguientes:

Razón social: Metal mecánica L. ARPASI E.I.R.L, siendo el RUC: 20548577480. La empresa fue creada el 27 de noviembre 2014 y la dirección queda en la MZA. A LOTE. 2 A.H. Nuevo amanecer Pamplona San Juan de Miraflores. El sector al que pertenece es producción siendo uno de los productos de mayor rotación y fabricación permanente los piñones, haciendo uso como materia prima el hierro fundido. Los clientes principales de la empresa son:

Principales clientes	Logo
Mundo SAC	
H Ruiz Hnos.	
Erald SAC	
Royer SAC	

Figura 8. Principales clientes.

Fuente: Elaboración propia.

### Aspectos estratégicos.

Se han recabado del análisis documental.

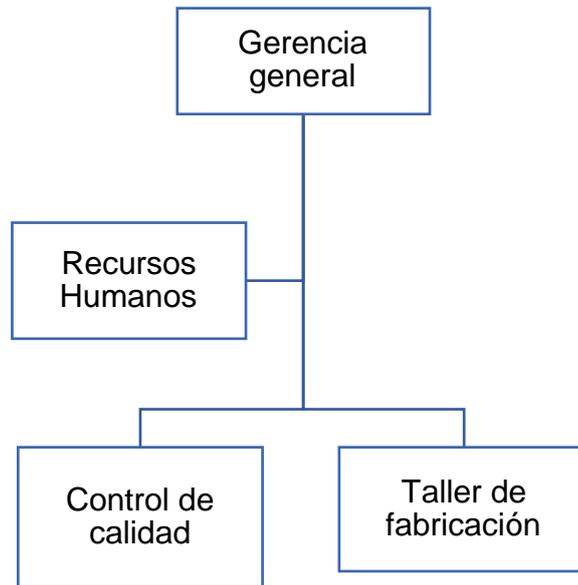
Misión: “Aportar al sector industrial con productos de calidad para sus fines productivos aportando de esta manera al desarrollo industrial y comercial con productos con garantía y calidad”

Visión: “Ser la empresa del sector con reconocimiento en el mercado competitivo que asegura la satisfacción plena de los clientes”

Valores: Practicamos los siguientes de mayor relevancia: Puntualidad, responsabilidad, compromiso, seguridad, calidad y precio justo.

### Estructura orgánica.

La empresa tiene un organigrama tipo lineal y funcional, pues consta de tres sectores estratégicos que dependen de la gerencia general.



*Figura 9.* Organigrama estructural de la empresa.

Fuentes: Elaboración propia.

En el organigrama estructural se tiene las siguientes áreas:

Gerencia General, que es la responsable de la conducción de la empresa, siendo la que represente y hace todas las negociaciones, manejo de inversiones y financiamientos.

El área de Recursos Humanos es la responsable de contratar personal y capacitarlos para su buen desempeño, estableciendo comunicaciones directas para su formalización y seguimiento de su desempeño.

El área de control de calidad es la responsable de verificar los productos fabricados para validarlos y aquellos que son defectuosos son derivados para el reproceso.

El taller de fabricación está integrado por el responsable del área y hace las coordinaciones directas con los operarios para definir la labor productiva en función de lo que se programa producir diariamente.

### **Portafolio de productos.**

Realiza trabajos de mantenimiento mecánico servicio de mecanizado, trabajos de soldadura, cuenta con máquinas herramientas como torno fresadora ya que su principal actividad es la fabricación de piñones, seguidamente, se detalla en la

siguiente tabla.

Tabla 7. *Detalle de los piñones*

ITEM	ESPECIFICACION DEL PIÑON	CANTIDAD DE DIENTES
1	MÓDULO 4	Z= 87
2	MÓDULO 4	Z=27

Fuente: Elaboración propia.

Se visualiza los detalles de los piñones cuya diferencia se da por el número de dientes y tamaño. En la figura siguiente se ilustra los piñones.



Figura 10. *Piñones de diversos tamaños.*

Fuente: Propia de empresa en estudio.

Se observa en la figura los piñones de diversos tamaños, los cuales son identificados por el número de dientes que tienen y el tamaño respectivo.

### **Servicios que ofrece la empresa.**

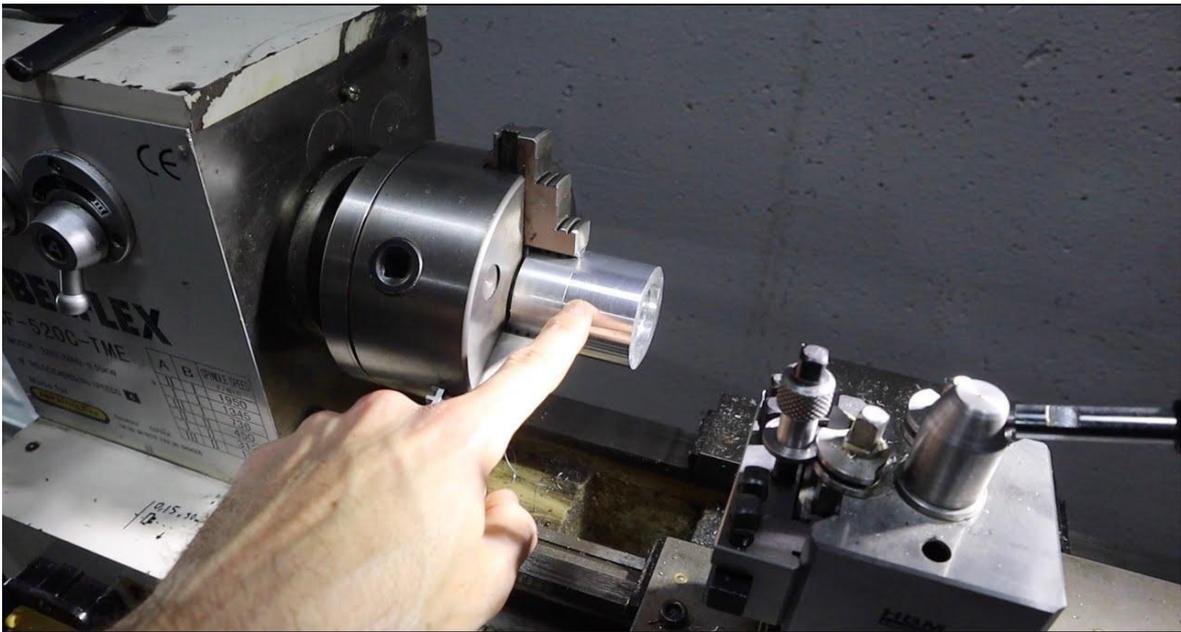
La empresa Metal Mecánica L. Arpasi E.I.R.L. brinda sus servicios a diferentes sectores de la industria como minería manufacturera, construcción sectores automotrices, tal que sus principales clientes son las siguientes empresas:

Empresas Mundo S.A.C.; H Ruiz Hnos. E.R.L; Erald S.A.C. y Royer S.A.C.

Actividades que participan en la fabricación de piñones.

### **Torneado**

Se realiza el trabajo de mecanizado como cilindrado exterior refrentado de las caras, cilindrado interior respetando las medidas como tolerancia y ajuste.



*Figura 11.* Proceso de torneado.

Fuente: Propia de empresa en estudio.

### **Fresado**

Se realiza el mecanizado de tallado de dientes y el chavetero interior considerando las cantidades de diente.

Se muestran los equipos que se utilizan en el proceso de fabricación de piñones verificamos el siguiente detalle:



*Figura 12.* Proceso de fresado.

Fuente: Propia de empresa en estudio.

Otros trabajos que se realiza en la empresa, por el proceso mecanizado con máquinas herramientas torno fresadora:

Reconstrucción de ejes por proceso soldadura de partes automotrices, trabajos en estructuras metálicas, otros trabajos de mecánica de banco, servicio de mecanizado en torno fresado.

Tabla 8. Otros trabajos de mecanizado.

Actividad	Ilustración	Descripción
Reductor de velocidad		<p>Desmontaje trabajo de mantenimiento mecánico</p> <p>Cambio de rodamiento y lubricación</p>
Bridas		<p>Trabajos de servicio torneado</p> <p>Partes de maquinarias industriales</p>
Eje escalonado de transmisión		<p>Trabajos de servicio torneado</p> <p>roscado transmisión por polea</p>
Reconstrucción por soldadura		<p>Trabajos de reconstrucción por soldadura</p> <p>pieza desgastada</p>
Trabajos banco		<p>Trabajos de acabado manual de pieza fundida aluminio</p>

Fuente: Elaboración propia.

**Diagrama de operaciones:**

Posteriormente se observa de manera ordenada los procesos actuales de la fabricación de piñones.

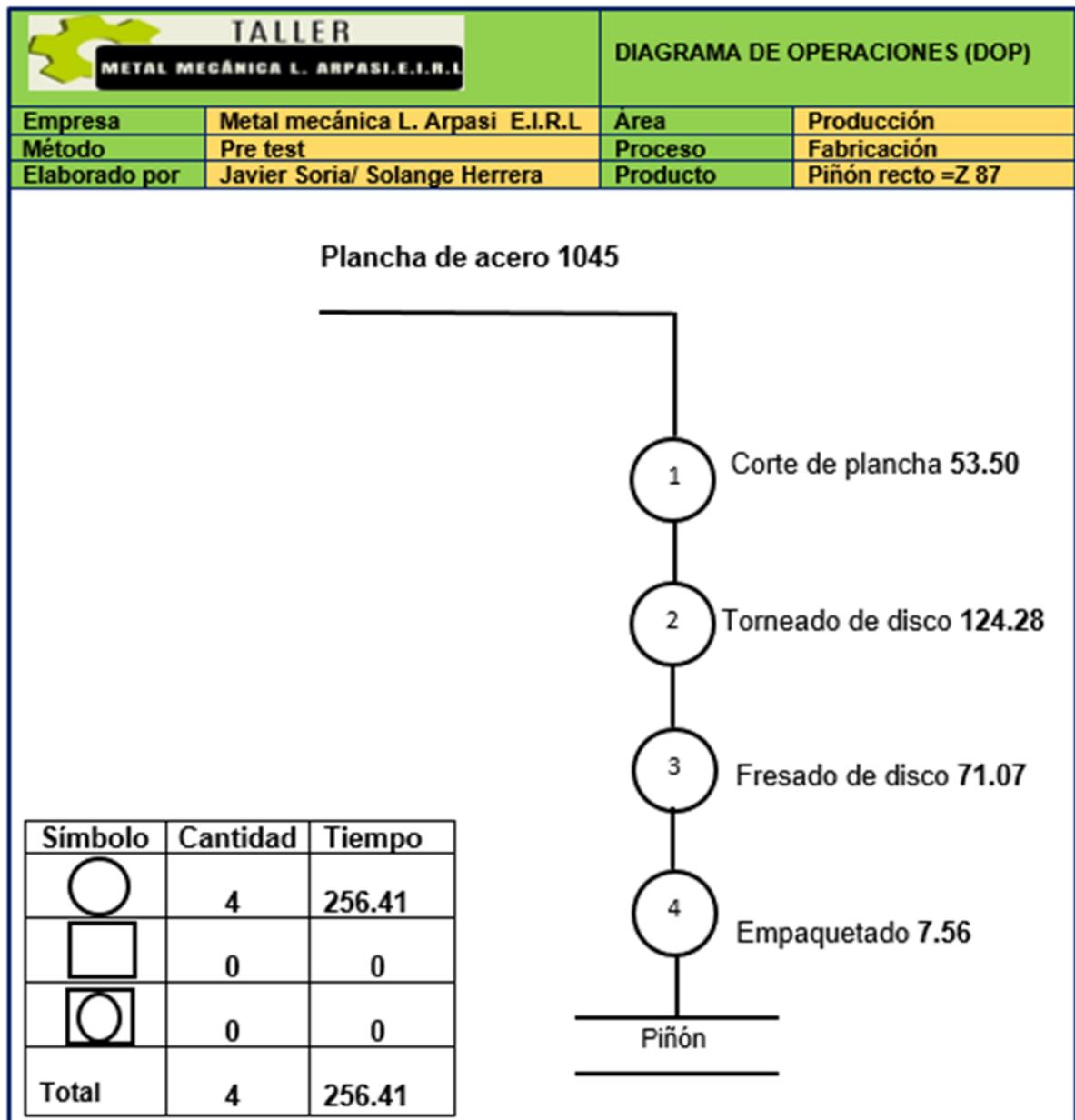


Figura 13. Diagrama de operaciones Pre – Test.

Fuente: Propia.

En la figura se tiene las actividades que se realizan en el proceso de fabricación de piñones resultando en total 21, de las cuales se tiene: 13 en operación, 5 transporte, inspección 1, combinada 1, almacenamiento 1.

Flujo de tareas que con lleva la fabricación de piñones

Se elaboró en DAP mediante la cual se precisan las actividades que se realiza en la fabricación de piñones, describiendo las operaciones que se llevan a cabo.

Tabla 9. Diagrama de análisis de procesos.

Formato Diagrama de Análisis de Procesos													
Cursograma Analítico			Operario/Material/Equipo										
Diagrama Num:		1	Hoja Núm ___ de ___		Resumen								
Objeto:	piñones z=87			Actividad	Actual	Propuesta							
Actividad:	Prueba actual.			Operación	13								
Metodo:	Observacion Directa			Inspección	1								
Lugar:	Taller de produccion.			Espera	0								
Operario (s):	Jose Campaña Elvis Diaz			Transporte	5								
				Combinada	1								
				Almacenamiento	1								
Realizado por:	Solange Herrera Rodrigo			Distancia (m)	-								
				Tiempo (min-hombre)	288.01								
				<b>Total</b>	21.00								
Item	Descripción	VALOR		Tiempo (min)	Distancia (m)	Simbolo						Observaciones	
		SI	NO			●	■	◐	➔	◻	▼		
<b>REQUERIMIENTO Y TRASLADO</b>													
1	Envío de Orden de trabajo al taller	x		5.15	-	●							
2	Desplazamiento al almacén con la o.t		x	5.25	-					●			
3	Clasificación de materiales	x		15.02	-	●							
4	Traslado de materiales al área de corte		x	6.18	-					●			
<b>CORTE DE PLANCHA</b>													
5	Colocación de plancha a la mesa de corte	x		15.65	-	●							
6	Realización de corte según O.T	x		30.10	-	●							
7	Traslado al área de maestranza		x	7.75	-					●			
<b>TORNEADO DE DISCO</b>													
8	Preparación del torno	x		5.32	-	●							
9	Cilindrado del material	x		50.15	-	●							
10	Medición del cilindrado parcialmente	x		4.92	-						●		
11	Realización de refrentado de caras del disco	x		48.74	-	●							
12	Retiro del disco torneado	x		8.02	-	●							
13	Traslado del disco al área de fresado		x	7.13	-					●			
<b>FRESADO DE DISCO</b>													
14	Centrado del disco	x		35.07	-	●							
15	Marcado de los dientes	x		17.88	-	●							
16	Talla de los dientes	x		12.99	-	●							
17	Traslado del piños al área de empaquetado		x	5.13	-					●			
<b>EMPAQUETADO</b>													
18	Limpieza del piñon	x		1.01	-	●							Wypi industrial
19	Inspección del supervisor	x		5.30	-					●			
20	Engrasado del piñon	x		0.18	-	●							
21	Traslado a la zona de despachos		x	1.07	-						●		
<b>Total</b>		15	6	288.01		13	1	0	5	1	1		

Fuente: Elaboración propia.

En tabla anteriormente mostrada podemos verificar que se cuenta con un total de 21 actividades, las cuales son 13 corresponden a operaciones, 1 inspección, 5 transportes, 1 combinada, 1 almacenamiento.

### Actividades que participan en la fabricación de piñones

Tabla 10. *Actividades en la fabricación de piñones.*

Número de Actividades		
Nº	Actividades	Pre - Test
1	Operación	13
2	Inspección	1
3	Espera	0
4	Transporte	5
5	Combinada	1
6	Almacenamiento	1
<b>Total:</b>		<b>21</b>

Fuente: Elaboración propia

Se muestra las actividades que intervienen en la fabricación de piñones, tal que suman un total de 21, de las cuales se procederá a calcular el número de actividades que no agregan valor.

$$IA = \frac{\text{Actividades que agregan valor} \times 100}{\text{Total de actividades}}$$

$$IA = \left[ \frac{21 - 8}{21} \right] * 100 = 61\%$$

IA: Índice de actividades = 61%

De tal manera se tiene que de las 13 actividades que agregan valor a la fabricación de piñones representan el 61%, y las 8 actividades restantes no agregan valor corresponden al 39%.

Tabla 11. Registro de tiempos.

<b>REGISTRO DE TIEMPOS</b>									
<b>AREA: PRODUCCIÓN</b>									
<b>FABRICACIÓN DE PIÑONES</b>			<b>MES: JULIO TIEMPO: MINUTOS</b>						
ITEM	PROCESO	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D8	D9
1	Requerimiento y traslado	31,60	29,66	33,09	27,01	32,33	29,44	33,78	27,00
2	Corte de plancha	53,50	48,23	51,12	55,03	49,98	51,55	49,02	53,77
3	Torneado de disco	124,28	114,89	119,99	117,56	121,85	118,24	117,89	117,76
4	Fresado de disco	71,07	67,03	71,03	69,99	71,55	68,23	70,07	67,77
5	Empaquetado	7,56	6,89	7,77	6,98	7,39	6,99	7,12	6,56
<b>TOTAL</b>		<b>288,01</b>	<b>266,70</b>	<b>283,00</b>	<b>276,57</b>	<b>283,10</b>	<b>274,45</b>	<b>277,88</b>	<b>272,86</b>

<b>TE= TIEMPO NORMAL(1+SUPLEMENTOS)</b>										
<b>27 DIAS TRABAJADOS</b>										
D10	D11	D12	D13	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D22
33,66	28,01	33,33	29,02	32,11	27,77	31,00	28,52	33,09	28,67	34,17
48,11	52,67	49,99	53,76	49,12	53,5	48,04	54,01	49,33	52,22	48,88
122,99	122,49	118,85	124,76	119,77	123,33	119,67	119,01	115,02	122,78	112,67
71,03	68,52	70,94	68,43	67,22	69,67	71,23	68,88	69,56	71,32	67,99
6,71	6,15	5,97	6,74	6,89	7,04	6,74	6,67	6,42	7,07	6,98
<b>282,50</b>	<b>277,84</b>	<b>279,08</b>	<b>282,71</b>	<b>275,11</b>	<b>281,31</b>	<b>276,68</b>	<b>277,09</b>	<b>273,42</b>	<b>282,06</b>	<b>270,69</b>

D23	D24	D25	D26	D27	D29	D30	D31	TOTAL	PROMEDIO
31,99	27,54	32,08	28,67	33,78	28,88	32,14	29,44	827,78	30,66
53,72	49,14	52,31	48,28	53,56	49,21	54,53	48,77	1381,35	51,16
123,97	114,55	124,07	117,88	112,23	124,67	116,89	116,77	3224,83	119,44
71,03	69,95	71,25	67,34	69,52	71,01	67,73	70,98	1880,34	69,64
7,17	6,94	8,33	6,08	7,44	7,23	6,99	6,78	187,60	6,95
<b>287,88</b>	<b>268,12</b>	<b>288,04</b>	<b>268,25</b>	<b>276,53</b>	<b>281,00</b>	<b>278,28</b>	<b>272,74</b>	<b>7501,90</b>	<b>277,85</b>

<b>REGISTRO DE TIEMPOS</b>									
<b>AREA: PRODUCCIÓN</b>									
<b>FABRICACIÓN DE PIÑONES</b>			<b>MES: AGOSTO TIEMPO: MINUTOS</b>						
ITEM	PROCESO	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D8	D9
1	Requerimiento y traslado	30,25	28,55	31,53	28,33	31,50	32,15	31,80	30,25
2	Corte de plancha	51,55	49,1	50,6	56,02	51,45	53,40	51,70	52,50
3	Torneado de disco	125,10	113,9	120,33	118,20	119,50	117,85	119,55	120,35
4	Fresado de disco	72,02	68,25	71,30	68,30	70,45	69,22	69,35	71,30
5	Empaquetado	8,01	7,03	6,55	7,13	6,60	7,11	7,05	7,25
<b>TOTAL</b>		<b>286,93</b>	<b>266,83</b>	<b>280,31</b>	<b>277,98</b>	<b>279,50</b>	<b>279,73</b>	<b>279,45</b>	<b>281,65</b>

<b>TE= TIEMPO NORMAL(1+SUPLEMENTOS)</b>										
<b>27 DIAS TRABAJADOS</b>										
D10	D11	D12	D13	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D22
32,50	29,33	32,10	30,25	33,05	32,1	31,05	29,15	31,45	29,45	33,1
50,66	52,35	51,20	52,15	52,33	51,25	49,5	52,15	51,6	51,55	49,70
121,45	119,4	120,33	121,25	120,25	120,45	120,5	120,15	118,45	121,35	122,25
69,21	70,55	68,12	69,25	69,25	70,15	72,20	70,30	68,3	72,50	69,50
7,25	6,55	6,50	6,75	7,25	7,15	7,51	7,45	7,5	7,25	6,8
<b>281,07</b>	<b>278,18</b>	<b>278,25</b>	<b>279,65</b>	<b>282,13</b>	<b>281,10</b>	<b>280,76</b>	<b>279,20</b>	<b>277,30</b>	<b>282,10</b>	<b>281,35</b>

D23	D24	D25	D26	D27	D29	D30	D31	TOTAL	PROMEDIO
32,5	29,35	33,15	29,35	32,48	29,35	32,2	31,33	837,60	31,02
51,45	50,5	52,55	49,6	51,49	51,55	53,22	49,33	1390,45	51,50
121,45	122,35	122,35	119,14	121,56	123,45	117,53	119,22	3247,66	120,28
70,35	71,55	72,3	69,33	71,22	71,40	72,33	72,19	1900,19	70,38
6,5	7,25	7,3	6,33	7,33	7,25	7,25	6,33	190,23	7,05
<b>282,25</b>	<b>281,00</b>	<b>287,65</b>	<b>273,75</b>	<b>284,08</b>	<b>283,00</b>	<b>282,53</b>	<b>278,40</b>	<b>7566,13</b>	<b>280,23</b>

<b>REGISTRO DE TIEMPOS</b>									
<b>AREA: PRODUCCIÓN</b>									
<b>FABRICACIÓN DE PIÑONES</b>			<b>MES: SETIEMBRE TIEMPO: MINUTOS</b>						
<b>ITEM</b>	<b>PROCESO</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>D5</b>	<b>D6</b>	<b>D8</b>	<b>D9</b>
1	Requerimiento y traslado	29,75	27,35	30,25	29,33	31,25	32,15	32,50	31,25
2	Corte de plancha	52,12	51,66	51,55	54,60	52,10	51,56	52,25	51,26
3	Torneado de disco	124,85	118,35	122,35	120,55	121,25	119,62	121,15	122,33
4	Fresado de disco	71,50	69,55	69,35	70,33	72,15	69,55	70,12	72,15
5	Empaquetado	6,65	6,55	7,13	6,95	7,15	6,95	7,15	7,10
<b>TOTAL</b>		<b>284,87</b>	<b>273,46</b>	<b>280,63</b>	<b>281,76</b>	<b>283,90</b>	<b>279,83</b>	<b>283,17</b>	<b>284,09</b>

<b>TE= TIEMPO NORMAL(1+SUPLEMENTOS)</b>										
<b>27 DIAS TRABAJADOS</b>										
<b>D10</b>	<b>D11</b>	<b>D12</b>	<b>D13</b>	<b>D15</b>	<b>D16</b>	<b>D17</b>	<b>D18</b>	<b>D19</b>	<b>D20</b>	<b>D22</b>
30,55	31,25	32,18	31,15	32,15	31,25	31,55	30,15	32,1	30,25	31,14
52,31	51,45	52,15	51,35	50,16	52,19	51,28	51,25	51,32	51,55	49,36
122,45	120,47	122,13	119,55	122,14	121,24	121,7	122,19	121,45	122,35	119,55
71,25	69,35	70,12	71,12	70,18	72,35	73,15	71,15	70,21	72,05	71,33
7,12	6,95	7,12	7,12	6,15	6,28	6,55	7,10	7,36	6,85	7,21
<b>283,68</b>	<b>279,47</b>	<b>283,70</b>	<b>280,29</b>	<b>280,78</b>	<b>283,31</b>	<b>284,23</b>	<b>281,84</b>	<b>282,44</b>	<b>283,05</b>	<b>278,59</b>

<b>D23</b>	<b>D24</b>	<b>D25</b>	<b>D26</b>	<b>D27</b>	<b>D29</b>	<b>D30</b>	<b>D31</b>	<b>TOTAL</b>	<b>PROMEDIO</b>
30,01	31,25	32,10	31,32	31,9	30,2	32,15	30,5	836,98	31,00
50,55	51,35	50,33	51,22	52,33	52,40	51,25	50,25	1391,15	51,52
122,1	121,33	121,35	120,55	122,45	120,9	119,6	121,14	3275,09	121,30
71,35	71,35	71,5	70,85	71,25	69,80	71,2	70,25	1914,51	70,91
7,12	7,25	6,9	7,21	7,35	7,1	6,95	7,13	188,45	6,98
<b>281,13</b>	<b>282,53</b>	<b>282,18</b>	<b>281,15</b>	<b>285,28</b>	<b>280,40</b>	<b>281,15</b>	<b>279,27</b>	<b>7606,18</b>	<b>281,71</b>

<b>REGISTRO DE TIEMPOS</b>									
<b>AREA: PRODUCCIÓN</b>									
<b>FABRICACIÓN DE PIÑONES</b>			<b>MES: OCTUBRE TIEMPO: MINUTOS</b>						
ITEM	PROCESO	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D8	D9
1	Requerimiento y traslado	30,21	29,65	29,24	31,25	32,36	31,27	30,95	29,41
2	Corte de plancha	50,33	52,12	49,56	52,34	51,25	49,19	53,21	52,57
3	Torneado de disco	119,32	120,33	121,32	122,50	119,36	118,65	122,25	121,55
4	Fresado de disco	70,54	71,28	71,39	72,25	70,25	69,35	71,35	70,33
5	Empaquetado	7,10	6,8	6,85	7,25	6,85	7,15	7,20	6,50
<b>TOTAL</b>		<b>277,50</b>	<b>280,18</b>	<b>278,36</b>	<b>285,59</b>	<b>280,07</b>	<b>275,61</b>	<b>284,96</b>	<b>280,36</b>

<b>TE= TIEMPO NORMAL(1+SUPLEMENTOS)</b>										
<b>27 DIAS TRABAJADOS</b>										
D10	D11	D12	D13	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D22
31,55	32,55	30,28	32,24	30,95	31,1	29,87	31,2	30,46	29,94	29,86
51,38	53,21	51,55	52,45	51,35	51,1	49,56	50,73	49,85	49,85	51,58
120,65	122,6	121,36	121,36	120,35	121,55	119,84	121,76	123,25	120,85	120,38
69,85	70,25	69,93	68,87	71,25	70,25	72,45	71,45	72,46	69,59	70,21
6,95	7,25	6,85	6,95	7,10	7,24	7,18	7,15	6,98	6,85	6,95
<b>280,38</b>	<b>285,86</b>	<b>279,97</b>	<b>281,87</b>	<b>281,00</b>	<b>281,24</b>	<b>278,90</b>	<b>282,29</b>	<b>283,00</b>	<b>277,08</b>	<b>278,98</b>

D23	D24	D25	D26	D27	D29	D30	D31	TOTAL	PROMEDIO
31,27	30,25	31,10	30,27	29,87	31,27	30,86	29,75	828,98	30,70
52,14	49,55	51,78	49,75	50,86	51,31	49,87	51,25	1379,69	51,10
123,18	120,46	121,71	119,76	121,74	119,34	121,57	120,46	3267,45	121,02
69,46	71,48	69,35	70,12	69,58	71,32	69,86	71,77	1906,24	70,60
7,21	6,55	7,35	6,59	6,85	7,23	7,32	6,86	189,11	7,00
<b>283,26</b>	<b>278,29</b>	<b>281,29</b>	<b>276,49</b>	<b>278,90</b>	<b>280,47</b>	<b>279,48</b>	<b>280,09</b>	<b>7571,47</b>	<b>280,42</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla. 11 se observan el registro de los tiempos en minutos y segundos de los meses de julio, agosto, setiembre, octubre, a la vez se puede observar que el día con mayor tiempo fue el 27 de setiembre con 288,04 min/seg. Del mismo modo se

puede observar que el día 02 de julio fue con menor tiempo 266.70 mint/seg. Teniendo la diferencia de los dos tiempos un total de 21.34 mit/seg. De tal manera que fue necesario realizar la toma de tiempos en la fabricación de piñones, en la empresa METAL MECÁNICA L. ARPASI E.I.R.L.

Seguidamente, se verifica las muestras realizadas según la fórmula de Kanawaty.

Tabla 12. Cálculo de número de muestras.

CÁLCULO DE NÚMERO DE MUESTRAS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN PIÑONES					
Empresa: METAL MECÁNICA L. ARPASI. I.E.R.L.				Área: Producción	
Método: Actual				Proceso: Fabricación de piñones	
Realizado por: Solange Herrera / Javier Soria				Fecha: Setiembre	
ITEM	PROCESO	$\sum x$	$\sum x^2$	$n = \left( \frac{40\sqrt{n} \sum x^2 - (\sum x)^2}{\sum x} \right)^2$	
1	Requerimiento y traslado	<b>837,60</b>	<b>26129,37</b>	9	
2	Corte de plancha	<b>1390,45</b>	<b>71764,99</b>	4	
3	Torneado de disco	<b>3247,66</b>	<b>391000,96</b>	1	
4	Fresado de disco	<b>1900,19</b>	<b>133783,11</b>	1	
5	Empaquetado	<b>190,23</b>	<b>1347,72</b>	9	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 12 mostrada podemos visualizar el cálculo de muestras realizado, para hallar el tiempo estándar actual en la empresa METAL MECÁNICA L. AEPASI. E.I.R.L.

El cálculo realizado según la fórmula de kanawaty, nos permite identificar el número de muestras que se debe considerar y poder hallar el tiempo estándar que sería 9 días de requerimiento y traslado, para corte de plancha 4 días, torneado de disco 1 día, para fresado de disco 1 día, y para empaquetado sería 9 días.

Tabla 13. *Cálculo del tiempo promedio.*

<b>CÁLCULO DE TIEMPO PROMEDIO</b>											
<b>PIÑONES</b>		<b>TIEMPO: MINUTOS</b>				<b>16 SEMANAS TRABAJADAS</b>					
<b>ITEM</b>	<b>PROCESO</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>	<b>T9</b>	<b>PROMEDIO</b>
1	Requerimiento y traslado	31,60	29,66	33,09	27,01	32,33	29,44	33,78	27,00	33,66	<b>30,83</b>
2	Corte de plancha	53,50	48,23	51,12	51,03						<b>50,95</b>
3	Torneado de disco	119,59									<b>119,59</b>
4	Fresado de disco	71,07									<b>71,07</b>
5	Empaquetado	7,56	6,89	7,77	6,98	7,39	6,99	7,12	6,56		<b>7,26</b>

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar los cálculos realizados del promedio total de todas las actividades realizados.

Se muestra la cantidad total de tiempo ejecutado y el promedio total de la fabricación de piñones, teniendo en cuenta la cantidad de muestras tomadas considerando la fórmula de kanawati, que según el cálculo fue 9 la cantidad de muestras requeridas, y la cantidad menor orden de muestra es de 1 día.

Teniendo los datos observados de los tiempos promedio del proceso de fabricación, se procede a hallar el tiempo estándar considerando el sistema Westinghouse como (esfuerzo, habilidad, condiciones, consistencia), y factores como esquema de valoración, seguidamente se muestra el proceso real con su respectiva línea de tiempo estándar.

Tabla 14. *Cálculo del tiempo estándar.*

<b>TIEMPO ESTÁNDAR DE LA FABRICACIÓN DE UN PIÑÓN</b>										<b>TALLER</b>		
Empresa: METAL MECÁNICA L. ARPASI. I.E.R.L.										Área: Producción		
Método: Actual										Proceso: Fabricación de piñones		
realizado por: Solange Herrera / Javier Soria										Fecha: 22-10-2022		
ITEM	PROCESO	PROMEDIO DEL TIEMPO	WESTINHOUSE				FACTOR DE VAL.	TIEMPO NORMAL	SUPLEMENTOS		TOTAL DE SUPLE.	TIEMPO ESTANDAR
			H	E	CD	CS			NP	F		
1	Requerimiento y traslado	30.84	-0.16	-0.17	-0.07	-0.04	0.85	25.97	0.05	0.2	0.25	32.77
2	Corte de plancha	50.95	-0.22	-0.12	-0.07	-0.02	0.85	43.31	0.05	0.2	0.25	54.13
3	Torneado de disco	119.59	-0.22	-0.17	-0.07	-0.02	0.85	101.65	0.05	0.2	0.25	127.06
4	Fresado de disco	71.07	-0.22	-0.17	-0.07	-0.02	0.85	58.69	0.05	0.2	0.25	75.51
5	Empaquetado	7.26	-0.10	-0.08	-0.03	-0.02	0.85	6.08	0.05	0.2	0.25	7.72
<b>TIEMPO TOTAL DE PRODUCCIÓN ACTUAL DE UN PIÑÓN</b>											<b>297.19</b>	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 14 se puede apreciar total de tiempos de producción de piñones, cálculo realizado en tiempo estándar.

Posteriormente a partir de tiempo estándar se calcula las unidades proyectadas, para lo cual es necesario hallar la capacidad considerando la siguiente formula

$$\text{Capacidad Instalada} = \frac{\text{Número de operarios} \times \text{Tiempo real c/trab.}}{\text{Tiempo Estándar}}$$

Tabla 15. *Cálculo de capacidad instalada pre-test.*

<b>cálculo capacidad instalada pre test</b>			
n° trabajadores	Tiempo de lab. Trabajadores en min.	tiempo estándar	capacidad instalada teórica
2	480	297.10	3.23

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 15 se puede verificar el resultado total de la capacidad instalada teórica en la fabricación de piñones, teniendo en cuenta el número de trabajadores que están involucrado en la fabricación (2) a la ves también se observa el tiempo trabajado de cada trabajador, (lunes a sábado) 480 min) y el tiempo estándar calculado anteriormente, lo cual nos sirvió para hallar la capacidad de instalación teórica, por lo cual se usa para hallar las unidades planificadas y tenemos en la siguiente formula:

$$\text{Unidades planificadas} = \text{Capacidad instalada} \times \text{Factor de Valoración}$$

Tabla 16. *Cálculo de unidades programadas pre-test.*

<b>Cálculo Unidades Planificadas Pre - test</b>			
capacidad instalada teórica	Factor de valoración	unidades planificadas	3
3.23	85%	2.6	und. diarias

Fuente: elaboración propia

En la tabla 16 se observa las unidades programas diarias son que 3 en el día y trabajo realizado de lunes a viernes, el resultado obtenido nos permite hallar la productividad actual. Seguidamente se muestra la fórmula para hallar el pre-test.

**Formula:**

$$\text{Tiempo Programado} = \text{Cant. de trabajadores} \times \text{Tiempo laboral cada trabajador}$$

Tabla 17. *Cálculo de tiempo real.*

Cálculo de tiempo real		
Cantidad de trabajadores	tiempo labor de c/trabajador	Tiempo real
2	480	960

Fuente: Propia.

Se indica que el número de empleados involucrados en las actividades es de 2 personas por día, y el tiempo asignado a la empresa es de 480 minutos de lunes a sábado.

**Formula: Tiempo Util** = Cant. de trabajadores × T. estandar

Tabla 18. *Cálculo de tiempo útil.*

Cálculo de tiempo util		
Cantidad de trabajadores	tiempo labor de c/trabajador	Tiempo util
2	297	594.38

Fuente: Propia.

Se indica que el número de empleados involucrados en las actividades es de 2 personas por día, y el tiempo estándar es de 297.19 minutos de lunes a sábado. Para encontrar los piñones programados se utilizarán los datos del cálculo de la capacidad instalada.

- De lunes a sábado: **18 piñones programados por semana.**

Tabla 19. *Piñones programados por semana.*

PIÑONES PROGRAMADOS POR SEMANA							
Días	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
Cantidad	3	3	3	3	3	3	18

Fuente: Propia.

Para demostrar los piñones reales, se tomaron los datos que obtuvimos de la producción de piñones reales fabricadas como parte del proyecto.

Para calcular la **eficiencia** se tomará en cuenta la siguiente formula:

$$ITp = \frac{\text{Horas de producción util} \times 100}{\text{Horas de producción real}}$$

Para calcular la **eficacia** se tomará en cuenta la siguiente formula:

$$Pp = \frac{\text{Total de piñones entregados} \times 100}{\text{Total de piñones solicitados}}$$

Para hallar la productividad en la fabricación de piñones se utilizará la siguiente formula:

$$\text{Productividad} = \text{Eficiencia} \times \text{Eficacia}$$

Productividad

Luego, se procede a mostrar los datos de productividad del pre-test, los cuales corresponden a los meses julio, agosto, setiembre y octubre del 2021

Tabla 20. Eficiencia, eficacia y productividad Pre Test.

REGISTRO DE PRODUCCION								
						$I_{Tp} = \frac{\text{Horas de producción util} \times 100}{\text{Horas de producción real}}$	$P_p = \frac{\text{Total de piñones entregados} \times 100}{\text{Total de piñones solicitados}}$	$^b\text{Produc} = \text{Eficie} \times \text{Eficaci}$
REGISTRADO POR: Solange H./Javier S AREA: PRODUCCION								
meses	semans	TOTAL DE PIÑONES ENTREGADOS	TOTAL DE PIÑONES SOLICITADOS	TIEMPO DE PRODUCCIÓN REAL (Mín.)	TIEMPO DE PRODUCCIÓN PROGRAMADO(Mín.)	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
Julio	semana 1	12	18	3566	5760	62%	67%	41,3%
	semana 2	11	18	3269	5760	57%	61%	34,7%
	semana 3	12	18	3566	5760	62%	67%	41,3%
	semana 4	12	18	3566	5760	62%	67%	41,3%
Agosto	semana 5	11	18	3269	5760	57%	61%	34,7%
	semana 6	12	18	3566	5760	62%	67%	41,3%
	semana 7	12	18	3566	5760	62%	67%	41,3%
	semana 8	11	18	3269	5760	57%	61%	34,7%
Setiembre	semana 9	11	18	3269	5760	57%	61%	34,7%
	semana 10	12	18	3566	5760	62%	67%	41,3%
	semana 11	12	18	3566	5760	62%	67%	41,3%
	semana 12	12	18	3566	5760	62%	67%	41,3%
Octubre	semana 13	11	18	3269	5760	57%	61%	34,7%
	semana 14	12	18	3566	5760	62%	67%	41,3%
	semana 15	12	18	3566	5760	62%	67%	41,3%
	semana 16	12	18	3566	5760	62%	67%	41,3%
TOTAL		187	288	55571	92160			
PROMEDIO						60%	65%	39%

Fuente: elaboración propia

A continuación, se verifican los resultados obtenidos de la eficiencia, eficacia y productividad en los meses de julio, agosto, setiembre y octubre. En donde hallamos sus respectivos promedios de 60%, 65%, 39% en la fabricación de piñones.

### 3.5.2. Propuesta mejora

En este punto se aplicará el estudio de métodos con lo cual se describirán las tareas de cada proceso que se desarrolla para la fabricación de piñones en la empresa METAL MECÁNICA L. ARPASI. I.E.R.L.

Una vez identificado y recopilado la información de los factores que generan la baja productividad, se plantea la propuesta de mejora de las labores que se realizarán.

En la tabla se tiene las causas relevantes identificadas en el diagrama de Pareto y el plan de mejora respectivo que se plantea para cada causa vital.

Seguidamente se elabora el diagrama un cronograma de actividades considerando el periodo de elaboración del proyecto y el desarrollo del proyecto.

*Tabla 21. Causas principales según Pareto*

CAUSAS	PLAN DE MEJORA
MÉTODOS NO ESTANDARIZADOS	ESTUDIO DE MÉTODOS
MÉTODOS OBSOLETOS	ESTUDIO DE MÉTODOS
FALTA DE CONTROL DE PRODUCCIÓN	ESTUDIO DE TIEMPO Y PLAN DE PRODUCCIÓN
PERSONAL NO CAPACITADO	CAPACITACIÓN EN PROCESO DE FABRICACIÓN
DEFICIENTE CALIDAD DE MATERIAL	CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES
MAQUINARIA OBSOLETAS	PROGRAMA DE INNOVACIÓN

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Cronograma de actividades.

Item	Descripción de actividades	Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
01	<b>Implementación de mejora</b>	■	■	■	■																
02	Analisis y mejora de los tiempos de producción		■	■	■																
03	Analisis y mejora de los metodos de trabajo		■	■	■																
04	Capacitación		■	■	■																
05	<b>Recolección de datos (post test)</b>					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
06	Estudio de metodos, descripcion de los procesos actividades DOP													■	■	■	■	■	■	■	■
07	Cálculo de la productividad y análisis de resultados														■	■	■	■			
08	Medición del trabajo, toma de tiempos														■	■	■	■			
09	<b>Analisis económico financiero</b>																	■	■	■	
10	Analisi de costo beneficio																	■	■		
11	<b>Resultados y dsicusión</b>																	■	■		
12	<b>Conclusiones</b>																		■	■	
13	<b>Recomendaciones</b>																			■	■

Fuente: Elaboración propia.

Podemos verificar el cronograma de actividades considerando el periodo de elaboración del proyecto y el desarrollo del proyecto.

3.5.2.1 A continuación de detalla las horas hombre al implementar la mejora de procesos en la empresa Metal Mecánica L. Arpasi. I.E.R.L.

Tabla 23. *Costos horas hombre.*

RECURSO	CONCEPTO	HORAS TRABAJADAS	COSTO	TOTAL
Humano	Evaluación de proceso	40	S/ 6,00	S/ 240,00
	Registro de tiempo	42	S/ 6,00	S/ 252,00
	Mejoras de procesos	42	S/ 6,00	S/ 252,00
	Aplicación del nuevo DAP	40	S/ 6,00	S/ 240,00
	TOTAL	172	S/ 6,00	S/ 1.032,00

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 23. Se puede verificar que se utilizaron 172 horas hombre al implementar la mejora de procesos, dándonos un costo de s/. 1.032,00

Tabla 24. *Costos de materiales.*

RECURSOS	CONCEPTO	COSTO
Material	Cronometro CASIO HS-70W	S/ 90,00
	Cuaderno de registro	S/ 10,00
	Laptop Lenovo	S/ 2.200,00
	Papel A4	S/ 12,00
	Cinta de embalaje	S/ 3,00
	TOTAL	S/ 2.315,00

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 24. Se puede verificar el precio de los materiales que se utilizaron para la mejora dándonos un costo de s/ 2.315,00

Tabla 25. *Costos de herramientas.*

RECURSOS	CONCEPTO	COSTO
Herramientas	Pastilla de herramienta de corte (torno nº4)	S/ 300,00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25, podemos verificar el costo de la herramienta siendo de s/ 300,00.

Tabla 26. Costo total de la mejora de procesos.

PRESUPUESTO TOTAL	
RECURSO HORAS HOMBRE	S/ 1.032,00
RECURSOS MATERIALES	S/ 2.315,00
COMPRA DE REPUESTOS DE HERRAMIENTAS DE CORTE	S/ 300,00
TOTAL	S/ 3.647,00

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 26 nos muestra la inversión total de s/ 3.647,00 para poder implementar la mejora de procesos en la Metal Mecánica L. Arpasi. I.E.R.L.

### 3.5.3. Desarrollo de la propuesta

En este punto se procedió implementando la mejora de procesos, detallando los procesos y las actividades que se aplican en la fabricación de piñones, tal que se hace uso de técnicas del estudio del trabajo que es el TIS (Técnica de Interrogatorio Sistemático), así como también se mostró las actividades y sus mejoras respectivamente.

#### Requerimiento y traslado

##### Etapa 1. Selección del proyecto

Las órdenes de trabajo se solicitan desde la oficina y se envían al taller, una vez que la orden se encuentra en el taller se traslada en el área de almacén y se realiza el requerimiento del material para proceder con el traslado al área de corte.

##### Etapa 2. Obtención y presentación de datos

Seguidamente se realizara la etapa de selección de proyecto y obtener los tiempos del trabajo actual.

Tabla 27. *Tiempo estándar de requerimiento y traslado (Actual)*

		<b>TIEMPO ESTANDAR DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PIÑÓN</b>			
Empresa	Metal mecánica L.Arpasi E.I.R.L.		Área	Producción	
Método	<b>ACTUAL</b>	PROPUESTO		Proceso	Fabricación de piñones
Elaborado	Javier Soria/Solange Herrera		Mes	oct-21	
Procesos	Requerimiento y traslado	Corte de plancha	Torneado de disco	Fresado de disco	Empaquetado
	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)
Tiempo	<b>32,77</b>	54,13	127,06	75,51	7,72

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 27 se verifica el tiempo estándar actual en el requerimiento y traslado el cual es de 32,77 minutos, lo que se mejorará el tiempo de las actividades y la forma en que se realizan en el proceso.

### Etapa 3. Análisis de datos

Analizamos los datos mediante la técnica Evaluación del Proceso (EP), con el fin de estudiar críticamente los métodos de trabajo aplicados en el actual proceso; Asimismo, es posible conocer las actividades a realizar y se pueden realizar modificaciones que hagan posible las mejoras en los procesos que agregan valor y excluir las actividades que no agregan valor.

Tabla 28. *EP del requerimiento y traslado (Antes).*

<b>EVALUACIÓN DEL PROCESO (REQUERIMIENTO Y TRASLADO)</b>			
MOTIVO	TAREA	PREGUNTA	RESPUESTA
<b>EVALUAR</b>	Se solicita la orden de trabajo hacia el taller	¿Qué se hace?	El jefe se traslada a la oficina para recibir la orden de trabajo y luego regresar al área de maestranza a acordar con el operario.
		¿Por qué se hace?	Porque para poder iniciar el proceso se tiene que revisar la orden de trabajo
	Desplazamiento al almacén con la O. T.	¿Qué se hace?	Una vez conversado el trabajo, el operario tiene que buscar los materiales.
		¿Por qué se hace?	Porque cumple con las funciones de almacenero
	Traslado de materiales al área de corte.	¿Qué se hace?	Cuando se selecciona el material, se traslada al área de corte.
		¿Por qué se hace?	Porque es el paso siguiente para dar inicio al corte del material

Fuente: Elaboración propia

#### Etapa 4. Desarrollo del método ideal.

El cuarto paso del método de investigación es diseñar un nuevo método, por lo que continuaremos con la técnica de interrogatorio sistemático en la etapa de análisis de datos, esta técnica será analizada y se realizará la optimización.

Tabla 29. EP del requerimiento y traslado (Después).

EVALUACIÓN DEL PROCESO REQUERIMIENTO Y TRASLADO (PROPUESTO).			
TAREA	PREGUNTA	RESPUESTA	RESPUESTA
MODIFICAR	Se lleva de orden de trabajo al taller	¿Cómo debería hacerse?	El jefe recoge la orden de trabajo a través de un correo electrónico y acuerda el trabajo con el operario.
		¿Qué debería hacer?	Ejecutar la propuesta de esa manera se evita ir a recoger la orden de trabajo, a la vez se ahorra tiempo.
	Desplazamiento al almacén con la O. T.	¿Cómo debería hacerse?	El operario va hasta el almacén para seleccionar el material que se utiliza para la fabricación.
		¿Qué debería hacer?	Efectuar la propuesta indicada. De esta manera, no se altera la actividad ya que la operación es la misma.
	Traslado de materiales al área de corte.	¿Cómo debería hacerse?	Esta actividad queda eliminada debido a que el material ingresa con una medida adecuada directo para el proceso de torneado.
		¿Qué debería hacer?	Ejecutar la propuesta. De esta manera, se la actividad queda eliminada.

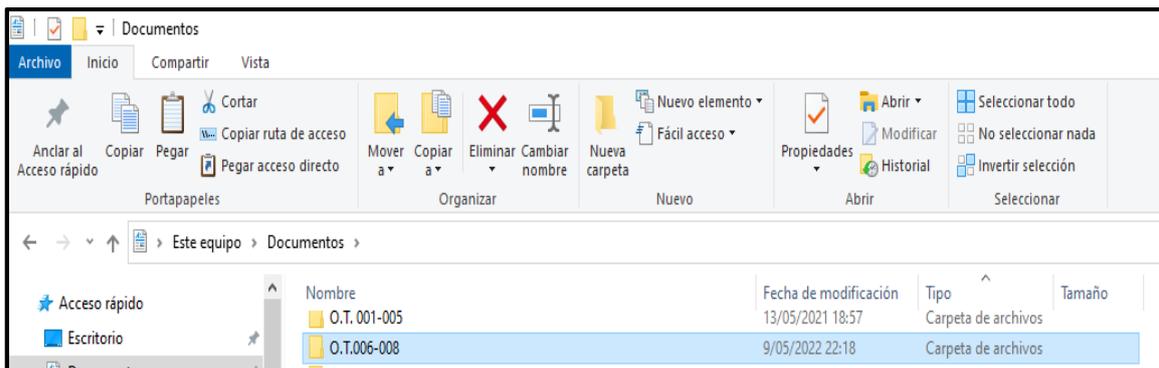
Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 29, se muestra el formato del trabajo realizado por correo; Se mejoran los tiempos ya que los materiales se cortarán a medida en el almacén, eliminando así también el transporte de materiales a la zona de corte, que va directamente al área de torno.

#### Etapa 5. Implementación del nuevo método

Se muestra que la conexión de trabajo se realiza de una manera computarizada mediante correos electrónicos, y se optimiza el tiempo que el operario generaba yendo a recoger la orden de trabajo.

Figura 14. Órdenes de trabajo computarizadas.



Fuente: Propia.

En la figura 14. Se muestra una carpeta con las órdenes de trabajo, de esta manera el operario ya no necesitaría ir hasta la oficina para luego trasladarla al taller.

Se verifica en la imagen 15 que anteriormente el proveedor entregaba el productos en plancha enteras, ahora el proveedor nos proporciona los discos con la medida solicitada de esta manera se elimina el traslado del material al área de corte.

Tabla 30. Tiempo estándar requerimiento y traslado (propuesto).

Continuando con el proceso se muestra el tiempo estándar que se propone en la investigación

		<b>TIEMPO ESTANDAR DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PIÑÓN</b>			
Empresa	Metal mecánica L.Arpasi E.I.R.L.		Área	Producción	
Método	ACTUAL	<b>PROPUESTO</b>	Proceso	Fabricación de piñones	
Elaborado	Javier Soria/Solange Herrera		Mes	mar-22	
Procesos	Requerimiento y traslado	Corte de plancha	Torneado de disco	Fresado de disco	Empaquetado
	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)
Tiempo	<b>12,24</b>	0	112,89	63,63	6,9

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla se observa que el tiempo propuesto para el requerimiento es de 12,24 minutos, eso significa que existe una disminución de tiempo entre el tiempo actual y el propuesto de 20,53 minutos.

## Corte de plancha.

### Etapa 1. Selección del proyecto.

Se clasifica el material seguidamente se coloca en la mesa de corte para continuar con el proceso.

### Etapa 2. Obtención y presentación de datos

Una vez seleccionado el proyecto, se procede a revisar las medidas dimensiones, para proceder realizar el trabajo.

Tabla 31. *Tiempo estándar del corte de plancha (actual).*

		TIEMPO ESTANDAR DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PIÑONES			
Empresa	Metal mecánica L.Arpasi E.I.R.L.			Área	Producción
Método	<b>ACTUAL</b>	PROPUESTO		Proceso	Fabricación de piñones
Elaborado	Javier Soria/Solange Herrera			Mes	oct-21
Procesos	Requerimiento y traslado	Corte de plancha	Torneado de disco	Fresado de disco	Empaquetado
	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)
Tiempo	32,77	<b>54,13</b>	127,06	75,51	7,72

Fuente: Elaboración propia.

Se verifica que el tiempo estándar actual del corte de plancha es 54.13 min/seg, para lo cual los métodos realizados deben mejorar y reducir el tiempo.

### Etapa 3. Análisis de datos.

Para realizar el análisis de datos se procede a realizar la técnica de E.P. (evaluación del proceso), de esa manera tener el dato exacto del proceso de trabajo que se realiza actualmente, para luego realizar mejoras en las actividades que generan valor y en las actividades que no generan valor, y eliminarlas.

Tabla 32. EP del Corte de Plancha (Actual).

EVALUACIÓN DEL PROCESO (CORTE DE PLANCHA)			
MOTIVO	TAREA	PREGUNTA	RESPUESTA
EVALUAR	Se traslada la plancha a la mesa de trabajo.	¿Qué se hace?	Se traslada la plancha al lugar establecido para que el operario pueda realizar la actividad de corte.
		¿Por qué se hace?	Porque las planchas están ubicadas en otro lugar y para realizar el siguiente paso se tiene que sobreponer en una plataforma para iniciar con el trabajo.
	Se realiza el corte según O.T.	¿Qué se hace?	Se verifica las medidas requeridas según la orden de trabajo
		¿Por qué se hace?	Antes de realizar el trabajo hay que tener en cuenta una tolerancia para los diámetros.
	Se lleva al área de maestranza.	¿Qué se hace?	Ya cortado el material se coloca en el estante para ser llevado al siguiente proceso.
		¿Por qué se hace?	Porque el siguiente paso se realiza en el área de torneado.

Fuente: Elaboración propia

#### **Etapas 4. Desarrollo del método ideal**

En esta etapa se planifica un nuevo método, por lo que, continuaremos con la técnica de evaluación del proceso en la fase de análisis de datos para ello examinará y se procederá a realizar las modificaciones en cada actividad.

Tabla 33. Corte de plancha (propuesto).

EVALUACIÓN DEL PROCESO (CORTE DE PLANCHA)			
MOTIVO	TAREA	PREGUNTA	RESPUESTA
MEJORAR	Se traslada la plancha a la mesa de trabajo.	¿Cómo debería hacerse?	Esta tarea quedaría excluida ya que el material llegara cortadas a medida en forma de disco.
		¿Qué debería hacer?	Realizar la propuesta indicada. Ya que el corte quedaría eliminado por que el material llegaría de manera personalizada.
	Realización de corte según O.T.	¿Cómo debería hacerse?	Se excluye esta tarea porque el corte ya no se realizara en el taller.
		¿Qué debería hacer?	Realizar la propuesta indicada.
	Traslado al área de maestranza.	¿Cómo debería hacerse?	Queda excluida esta tarea ya que no se realizara el corte.
		¿Qué debería hacer?	Ejecutar la propuesta sugerida. De esta manera, queda excluida esta actividad ya que los proveedores nos entregan el material cortado.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 33, se observa la eliminación de la operación de corte debido a que el proveedor proporciona las planchas de acuerdo con las medidas establecidas y solicitadas.

#### Etapa 5. Implementación del nuevo método

En este proceso se elimina la actividad de corte de plancha ya que el proveedor del material suministra cortado de forma circular.

Tabla 34. *Tiempo estándar del Corte de plancha (Propuesto).*

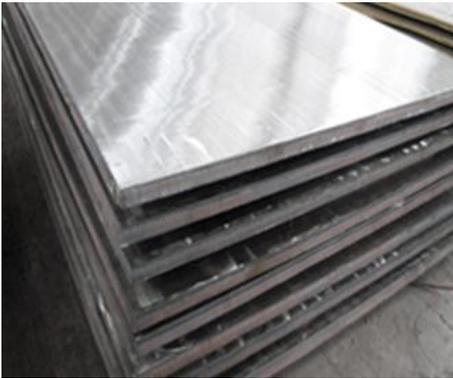
Siguiendo con el proceso se muestra la tabla con el tiempo propuesto de corte.

			<b>TIEMPO ESTANDAR DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PIÑÓN</b>		
Empresa	Metal mecánica L.Arpasi E.I.R.L.		Área	Producción	
Método	ACTUAL	<b>PROPUESTO</b>	Proceso	Fabricación de piñones	
Elaborado	Javier Soria/Solange Herrera		Mes	mar-22	
Procesos	Requerimiento y traslado	Corte de plancha	Torneado de disco	Fresado de disco	Empaquetado
	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)
Tiempo	12,24	<b>0</b>	112,89	63,63	6,9

Fuente elaboración propia.

En la tabla 34 se verifica un tiempo de 0 minutos en el proceso de corte, ya que el proveedor entregara el material cortado en forma de disco

**(Antes)**



**(Después)**



Figura 15. Comparación del material cortado

Tabla 35. Evaluación de proveedor (antes y después).

		PROCEDIMIENTO, EVALUACION Y REEVALUACION DE PROVEEDORES		VERSION 1
				APROBADO: GERENTE
				FECHA: 11/01/2022
NOMBRE:	Solange Herrera/ Javier Soria	EVALUACION		
EMPRESAS:	Indumec SAC (A) y Viametal (B)	MATERIAL	PLANCHAS DE ACERO	
CRITERIO	DESCRIPCION	PROVEEDOR A (SI=1, NO=0)	PROVEEDOR B (SI=1, NO=0)	
Calidad del producto 20 %	respeto las especificaciones del material	si	si	
	Material adaptado	no	si	
	<b>Total Puntaje:</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	
Precio material 20 %	sostiene sus precios	si	si	
	bajan sus precios	no	si	
	aumento de precios	no	no	
	<b>Total Puntaje:</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	
Puntualidad 15 %	Puntuales de 90 % a 100 % en las entregas con fecha pactadas	no	si	
	puntualidad al 80 % en las fecha pactadas	si	si	
	Puntualidad al 70 % en las fecha pactadas	no	no	
	<b>Total Puntaje:</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	
Calidad de material 15 %	Despacho de la cantidad solicitada	si	si	
	despacho la cantidad solicitada	no	si	
	<b>Total Puntaje:</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	
Atención 10 %	Atiende las consultas o quejas	si	si	
	No se atiende las quejas inmediatamente	si	si	
	<b>Total Puntaje:</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	
Formas de pago 10 %	Forma de pago en efectivo	si	si	
	Forma de pago a crédito	si	si	
	Forma de pago: con una inicial	si	si	
	Forma de pago: notas de crédito	si	si	
	<b>Total Puntaje:</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	
Transporte 10 %	Entrega el material en la empresa (tiene movilidad propia)	si	si	
	No entrega el material en la empresa (no tiene movilidad propia)	si	si	
	<b>Total Puntaje:</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	
VALIDACION TOTAL		12	17	
PUNTAJE TOTAL	Elección	Resultado de la evaluación		
10 % - 50 %	Proveedor aceptado con plan de mejoramiento	50%		
60 % - 100 %	Proveedor elegido.		83%	

Fuente: Elaboración propia.

Podemos observar la evaluación que se realizó a los proveedores A y B, de esta manera poder elegir y generar cambios con respecto a la materia prima con la que se trabaja y fabrican los piñones

Figura 16. Proveedor A y B.



Fuente: Elaboración propia.

Se solicita al proveedor la entrega de los materiales ya cortado en forma de disco con la tolerancia no mayor a 5 milímetro con respecto a la medida real, esto permitirá que se elimine el proceso de corte de plancha en la producción.

### **Torneado de disco**

#### **Etapas 1. Selección del proyecto.**

Una vez seleccionado el disco se procede a ubicarlo en el torno para realizar el procedimiento de maquinado según las medidas solicitadas.

#### **Etapas 2. Obtención y presentación de datos.**

Se realiza una serie de operaciones en el disco para realizar la maquinación entre las que se tienen: el desenfrenado del torno, el cilindrado mediante la toma de medidas, refrentado de las caras finalizando con el retiro y traslado para la siguiente actividad.

Tabla 36. *Tiempo estándar del Torneado de disco (Actual).*

			<b>TIEMPO ESTANDAR DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PIÑONES</b>		
Empresa	Metal mecánica L.Arpasi E.I.R.L.		Área	Producción	
Método	<b>ACTUAL</b>	PROPUESTO	Proceso	Fabricación de piñones	
Elaborado	Javier Soria/Solange Herrera		Mes	oct-21	
Procesos	Requerimiento y traslado	Corte de plancha	Torneado de disco	Fresado de disco	Empaquetado
	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)
Tiempo	32,77	54,13	<b>127,06</b>	75,51	7,72

Fuente: Elaboración propia.

Se observa un valor de tiempo estándar para la actividad de torneado del disco actual en 127.06 minutos. Este tiempo debe mejorarse disminuyendo los tiempos de las actividades y los métodos realizados en este proceso.

### **Etapa 3. Análisis de datos**

Seguidamente se procede a elaborar un análisis de datos utilizando la técnica E.P. (Evaluación del proceso), para tener un informe crítico de los métodos que realizan en el proceso actual; se esta manera conocer las actividades a realizar y poder obtener resultados positivos en las mejoras en los procesos que agregan valor y las actividades que no agregan valor excluirlas.

Tabla 37. EP del Torneado de disco (Antes)

EVALUACIÓN DEL PROCESO (TORNEADO DE DISCO)			
MOTIVO	TAREA	PREGUNTA	RESPUESTA
EVALUAR	Desfrenado de torno	¿Qué se hace?	Se sujeta el disco en el torno y empieza a funcionar de nuevo para proceder a la siguiente actividad
		¿Por qué se hace?	Para desbastar y dejar a la medida real
	Realizar el cilindrado del disco	¿Qué se hace?	Se sujeta la herramienta de corte la cuchilla carburada, y se da el corte de poco
		¿Por qué se hace?	Para mecanizar el disco ya que tiene sobre medida, se requiere desbastar a la medida real de manera parcial
	Se mide el Cilindrado parcialmente	¿Qué se hace?	Se hace un alto a la máquina, se mide el diámetro exterior del disco con el calibre para proceder al corte
		¿Por qué se hace?	Para seguir el diámetro especificado en la orden de trabajo, y para dejar a la medida real
	Realización de refrentado de caras del disco	¿Qué se hace?	Se opera el torno mediante el mecanizado de las caras del disco con la cuchilla de corte obteniendo una medida parcial según la orden de trabajo
		¿Por qué se hace?	Para obtener la medida final del disco torneado
	Retiro de disco de acero	¿Qué se hace?	El operador retira el avance longitudinal hacia atrás y luego desajusta el cabezal móvil, desajusta el cabezal con la llave y retira el disco del torno
		¿Por qué se hace?	Para poder llevar a otra área el disco y ejecutar la siguiente tarea
	Traslado de disco al área de fresado	¿Qué se hace?	Cuando el disco ya está torneada es llevada por el operario para la siguiente tarea
		¿Por qué se hace?	Para realizar el perforado del agujero y fresado del diente

Fuente: Elaboración propia.

#### Etapa 4. Desarrollo del método ideal

En esta etapa del estudio de métodos se necesita emplear un nuevo método, por lo tanto, se efectúa evaluación del proceso para realizar las correspondientes mejoras de cada actividad.

Tabla 38. EP del Torneado de disco (propuesto)

EVALUACIÓN DEL PROCESO (TORNEADO DE DISCO)			
MOTIVO	TAREA	PREGUNTA	RESPUESTA
EVALUAR	Desfrenado de torno	¿Cómo debería hacerse?	Se acciona la palanca de embrague de la máquina y luego inicia a girar.
		¿Qué debería hacer?	Ejecutar la propuesta indicada. De esta forma, la actividad quedaría siendo la misma.
	Realizar el cilindrado del disco	¿Cómo debería hacerse?	Con la herramienta de corte fijada se procede a cilindrar, la revolución debe ser lenta a mayor corte en el mecanizado
		¿Qué debería hacer?	Ejecutar la propuesta sugerida. De esta forma, se modifica la actividad y se reduce el tiempo en el cilindrado
	Se realiza la toma de medida del Cilindrado	¿Cómo debería hacerse?	Se para la máquina para poder resalir la medida del disco cilindrada de manera parcial.
		¿Qué debería hacer?	Ejecutar la propuesta indicada. De esta forma, no se modifica esta actividad.
	Realización de refrentado de caras del disco	¿Cómo debería hacerse?	Se elimina esta actividad ya que se va a realizar el cilindrado y refrentado al mismo tiempo sin retirar el disco.
		¿Qué debería hacer?	Aplicar la propuesta sugerida. De esta forma, se elimina esta actividad.
	Se Retira el disco	¿Cómo debería hacerse?	se retrocede el control del avance longitudinal y luego desajusta el chuck con la llave cuadrada y retira la pieza
		¿Qué debería hacer?	Ejecutar la propuesta indicada. De esta forma, no se modifica esta actividad.
	Traslado de disco al área de fresado	¿Cómo debería hacerse?	Se colocan los discos mecanizadas sobre un coche móvil para ser llevados hacia el área de fresado.
		¿Qué debería hacer?	Ejecutar la propuesta indicada. De esta forma, la actividad anterior se modifica y ahora se haga uso del coche móvil a no fatigar al colaborador.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 39, se observa que la operación del cilindrado y el refrentado se realiza seguidamente sin retirar la pieza, y que la revolución debe ser lenta considerando el cálculo de velocidad de avance, y el traslado del disco torneado a la fresadora se realiza en coche móvil.

## Etapa 5. Implementación del nuevo método

En esta etapa se realiza el trabajo de torneado cilindrado refrentado sin retirar la pieza con la misma herramienta de corte realizando el cálculo de velocidad de avance, a la vez se utiliza el coche móvil para trasladar los discos torneado a la fresadora de esa manera se optimiza el proceso.

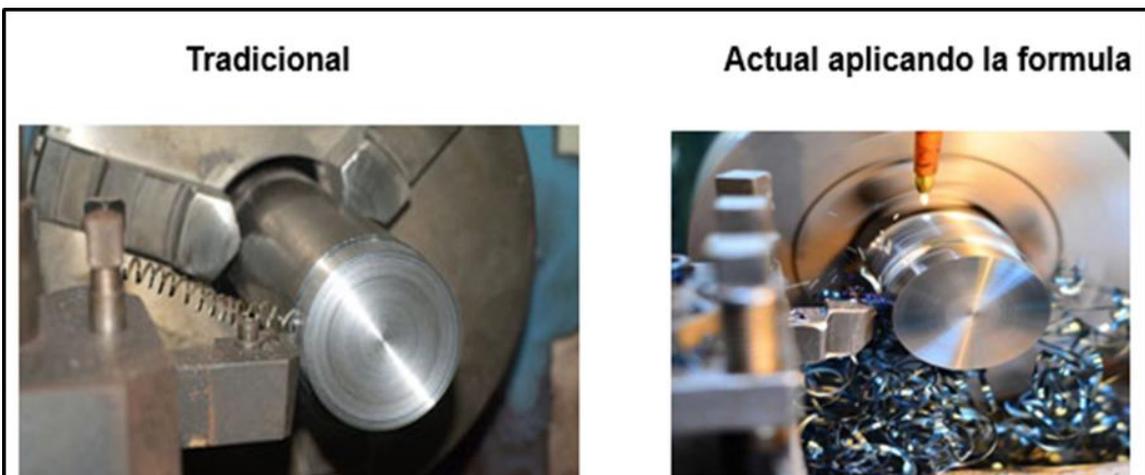
*Figura 17. Cilindrado refrentado.*



Fuente: Propia.

En la imagen se muestra la herramienta de corte independiente para el refrentado, mientras en la imagen actual se muestra una sola herramienta de corte para cilindrado y refrentado.

*Figura 18. Cilindrado refrentado.*



Fuente: Propia.

$$V_c = \frac{\pi \times Dm \times n}{1000}$$

V<sub>c</sub>= velocidad de corte

D= diámetro mayor de la herramienta

n = número de revoluciones

La imagen 18, se verifica el cilindrado tradicional se muestra que la velocidad de corte se realiza de manera empírica, mientras la imagen actual muestra la velocidad de corte está calculada de acuerdo a la fórmula V<sub>c</sub>. (velocidad de corte), mediante lo cual se puede observar mayor espesor de la viruta y mayor avance.

Tabla 39. *Tiempo estándar del Torneado de piñón (Propuesto)*

A continuación se muestra el tiempo propuesto en el torneado de piñón

			<b>TIEMPO ESTANDAR DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PIÑÓN</b>		
Empresa	Metal mecánica L.Arpasi E.I.R.L.		Área	Producción	
Método	ACTUAL	<b>PROPUESTO</b>	Proceso	Fabricación de piñones	
Elaborado	Javier Soria/Solange Herrera		Mes	mar-22	
Procesos	Requerimiento y traslado	Corte de plancha	Torneado de disco	Fresado de disco	Empaquetado
	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)
Tiempo	12,24	0	<b>112,89</b>	63,63	6,9

Fuente: Elaboración propia.

Podemos verificar que el tiempo propuesto es de 112,89 minutos, eso significa que debido a la propuesta de mejora existe una disminución de tiempo en el proceso de torneado de 14,17 minutos con respecto al tiempo actual.

## Fresado de piñón

### Etapa 1. Selección del proyecto.

Se escoge el disco y se coloca en la fresadora para realizar el tallado de diente de acuerdo con las medidas especificadas.

### Etapa 2. Obtención y presentación de datos.

En esta etapa se procede a mecanizar el disco, previamente se realiza el centrado, luego se marca los dientes seguidamente se realiza el tallado de los dientes del piñón y se traslada al siguiente proceso.

Tabla 40. *Tiempo estándar del Fresado de piñón (Actual).*

 TALLER METAL MECÁNICA L. ARPASI E.I.R.L.			TIEMPO ESTANDAR DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PIÑONES		
Empresa	Metal mecánica L.Arpasi E.I.R.L.		Área	Producción	
Método	<b>ACTUAL</b>	PROPUESTO	Proceso	Fabricación de piñones	
Elaborado	Javier Soria/Solange Herrera		Mes	oct-21	
Procesos	Requerimiento y traslado	Corte de plancha	Torneado de disco	Fresado de disco	Empaquetado
	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)
Tiempo	32,77	54,13	127,06	<b>75,51</b>	7,72

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 40. Observamos que el tiempo estándar actual del fresado de disco es de 75,51 minutos.

### Etapa 3. Análisis de datos

En esta etapa se realiza un análisis del proceso de operación, utilizando la técnica de E.P. (Evaluación del Proceso) para determinar el método de trabajo actual, de esa manera se podrá realizar la mejora del proceso en las actividades que agregan valor y en la actividad que no agregan valor y eliminarlas.

Tabla 41. EP del Fresado de piñón (Antes)

EVALUACIÓN DEL PROCESO (FRESADO DE PIÑÓN)			
MOTIVO	TAREA	PREGUNTA	RESPUESTA
EVALUAR	Montaje del disco en el aparato divisor	¿Qué se hace?	Se procede a centrar las caras del disco y el lado cilíndrico, utilizando el gramil
		¿Por qué se hace?	Porque para el mecanizado la pieza debe estar centrado, y de esa manera en el tallado los dientes sean uniforme.
	Marcado de los dientes	¿Qué se hace?	Se procede a marcar los dientes, considerando la cantidad de dientes según muestra
		¿Por qué se hace?	Porque nos permite tener como referencia para dar corte y acabado
	Tallado de los dientes	¿Qué se hace?	Se realiza el tallado de los dientes con herramienta de corte, uno por uno con arranque de viruta
		¿Por qué se hace?	Porque a través de arranque de viruta los dientes se formarán uno por uno, hasta quedar según muestra

Fuente: Elaboración propia.

#### **Etapa 4. Desarrollo del método ideal**

En esta etapa se analiza el método de trabajo actual, utilizando la técnica de evaluación del proceso de trabajo, para luego mejorar el método de trabajo.

Tabla 42. EP del Fresado de piñón (propuesto)

EVALUACIÓN DEL PROCESO (FRESADO DE PIÑÓN)			
MOTIVO	TAREA	PREGUNTA	PROPUESTA
EVALUAR	Montaje del disco en el aparato divisor	¿Qué se hace?	Se procede a centrar las caras del disco y el lado cilíndrico, utilizando el gramil
		¿Por qué se hace?	Porque para el mecanizado la pieza debe estar centrado, y de esa manera en el tallado los dientes sean uniforme.
	Marcado de los dientes	¿Qué se hace?	Esta operación de marcado de dientes se elimina, y deja de utilizar la muestra, no es necesario tener referencia ya que se usa el aparato divisor y se considera las medidas en el plano como referencia
		¿Por qué se hace?	Ejecutar lo recomendado, eliminando esta tarea se reduce el tiempo de demora, el acabado y los ajustes en medida será de acuerdo al plano
	Tallado de los dientes	¿Qué se hace?	Se realiza el tallado de los dientes con herramienta de corte, uno por uno con arranque de viruta, en una sola pasada considerando las medidas en el plano
		¿Por qué se hace?	Porque a través de arranque de viruta los dientes se formarán uno por uno, hasta quedar a la medidas solicitado
	Traslado de piñón al área de empacado	¿Qué se hace?	Una vez terminado el tallado el operario traslada el piñón a la área de empacado
		¿Por qué se hace?	Porque es el proceso siguiente para finalizar el trabajo

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 42, se observa que la operación marcada de diente se elimina, se deja de trabajar con la muestra por lo que se trabaja con el aparato divisor y a la vez se considera las medidas de acuerdo con el plano.

#### Etapa 5. Implementación del nuevo método

El tallado de dientes se realiza verificando las medidas y especificaciones de acuerdo con el plano, y el mecanizado se realiza en una sola pasada, de esa manera se optimiza el proceso y se reduce el tiempo.

*Figura 19. Diente.*



Fuente: Propia.

Posteriormente se creyó conveniente diseñar la ficha técnica del piñón en AutoCAD, de esta forma, ya no se trabajaría de manera empírica, como anteriormente se realizaba utilizando un molde, pues con la implementación se busca realizar mejoras en la empresa, aplicar herramientas de la ingeniería para facilitar el trabajo.

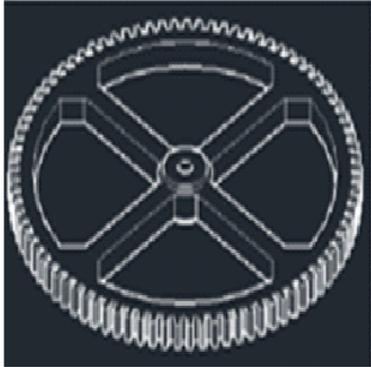
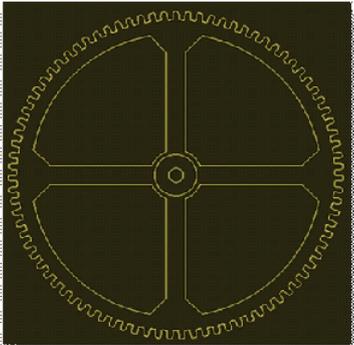
FICHA TECNICA DEL PIÑON																															
DISEÑADO POR: Solange Herrera/Javier Soria																															
REVISADO POR: Ing. Marlon Saucedo R																															
FECHA: 24/05/2022																															
ESCALA																															
MODELO: PIÑON Z=87																															
																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Leyenda</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Z</td> <td>Numero de dientes</td> </tr> <tr> <td>M</td> <td>Modulo</td> </tr> <tr> <td>PASO</td> <td>Paso</td> </tr> <tr> <td>Dp</td> <td>Diametro primitivo</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>Altura</td> </tr> <tr> <td>De</td> <td>Diametro exterior</td> </tr> </tbody> </table>		Leyenda		Z	Numero de dientes	M	Modulo	PASO	Paso	Dp	Diametro primitivo	H	Altura	De	Diametro exterior	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Datos del piñon</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Z =</td> <td>87</td> </tr> <tr> <td>M=</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>PASO</td> <td>12.6</td> </tr> <tr> <td>Dp=</td> <td>348</td> </tr> <tr> <td>H=</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>De =</td> <td>356</td> </tr> </tbody> </table>		Datos del piñon		Z =	87	M=	4	PASO	12.6	Dp=	348	H=	4	De =	356
Leyenda																															
Z	Numero de dientes																														
M	Modulo																														
PASO	Paso																														
Dp	Diametro primitivo																														
H	Altura																														
De	Diametro exterior																														
Datos del piñon																															
Z =	87																														
M=	4																														
PASO	12.6																														
Dp=	348																														
H=	4																														
De =	356																														

Figura 20. Ficha técnica del piñón.

Fuente: Propia.

En la figura 20. Se verifica la ficha técnica del piñón con las medidas específicas

Tabla 43. *Tiempo estándar del fresado del piñón (propuesto)*

			<b>TIEMPO ESTANDAR DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PIÑÓN</b>		
Empresa	Metal mecánica L. Arpasi E.I.R.L.		Área	Producción	
Método	ACTUAL	<b>PROPUESTO</b>	Proceso	Fabricación de piñones	
Elaborado	Javier Soria/Solange Herrera		Mes	mar-22	
Procesos	Requerimiento y traslado	Corte de plancha	Torneado de disco	Fresado de disco	Empaquetado
	(min)	(min)	(min)	(min)	
Tiempo	12,24	0	112,89	<b>63,63</b>	6,9

Fuente: Elaboración propia

Podemos verificar que el tiempo propuesto es de 63,63 minutos, eso significa que debido a la propuesta de mejora existe una disminución de tiempo en el proceso de torneado de 11,88 minutos con respecto al tiempo actual.

### **Empaquetado**

Etapa 1. Selección del proyecto

Se decepcionan los piñones, y se realiza la limpieza se procede a empaquetar para proceder con el despacho.

Etapa 2. Obtención y presentación de datos

Luego se inspecciona el piñón, se limpia y pasa para poder ser empaquetado

Tabla 44. *Tiempo estándar del Empaquetado (Actual).*

		<b>TIEMPO ESTANDAR DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PIÑONES</b>			
Empresa	Metal mecánica L.Arpasi E.I.R.L.			Área	Producción
Metodo	ACTUAL	PROPUESTO		Proceso	Fabricación de piñones
Elaborado	Javier Soria/Solange Herrera			Mes	oct-21
Procesos	Requerimiento y traslado	Corte de plancha	Torneado de disco	Fresado de disco	Empaquetado
	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)
Tiempo	32,77	54,13	127,06	75,51	<b>7,72</b>

Fuente: Elaboración propia

Podemos observar que el tiempo estándar del empaquetado es de 7,72 minutos, pero con la mejora de actividades y métodos se buscara mejorar el tiempo del proceso.

### Etapa 3. Análisis de datos

En esta etapa se realiza el análisis del proceso de empaquetado, utilizando la técnica de Evaluación del Proceso. (EP) para determinar el método de trabajo actual, de esa manera se podrá realizar la mejora del proceso en las actividades que agregan valor y en la actividad que no agregan valor y eliminarlas.

Tabla 45. *EP del Empaquetado (Antes)*

EVALUACIÓN DEL PROCESO (EMPAQUETADO)			
MOTIVO	TAREA	PREGUNTA	RESPUESTA
EVALUAR	Limpieza de piñón	¿Qué se hace?	Se toma el piñón y se limpia con trapo industrial.
		¿Por qué se hace?	Porque el operario procede a revisar.
	Verificación del supervisor.	¿Qué se hace?	El operario toma al piñón y procede a verificar que no tenga ningún defecto, los cuales podrían ser poros o rasguño entre otros defectos.
		¿Por qué se hace?	Para poder comprobar que el piñón este fabricado de manera correcta.
	Acomodado de piñones en cajas.	¿Qué se hace?	Se toman las tapas y se acomoda en una caja de cartón para entregar al cliente.

		¿Por qué se hace?	Para que se mas práctica la manipulación por los operarios.
	Traslado a la zona de despachos.	¿Qué se hace?	Se trasladan el producto manualmente al área de despacho.
		¿Por qué se hace?	Para que el producto esté listo para entregar.

Fuente: Elaboración propia.

#### Etapa 4. Desarrollo del método ideal

En esta etapa se analiza el método de trabajo actual, utilizando la técnica de evaluación del proceso de trabajo, para luego mejorar el método de trabajo.

Tabla 46. *E.P. del Empaquetado (propuesto)*

EVALUACIÓN DEL PROCESO (EMPAQUETADO)			
MOTIVO	TAREA	PREGUNTA	PROPUESTA
<b>EVALUAR</b>	Limpieza de piñón.	¿Cómo debería hacerse?	Se toman los piñones maquinadas y se limpia con trapo industrial.
		¿Qué debería hacer?	Ejecutar la propuesta sugerida. De esta manera, no se modifica la actividad ya que la verificación y la limpieza estarían incluidas en una sola actividad.
	Verificación del operario.	¿Cómo debería hacerse?	Se procede a eliminar esta actividad porque la verificación visual y la limpieza con trapo pertenecen a la una sola actividad.
		¿Qué debería hacer?	Ejecutar la propuesta sugerida. De esta forma, no se modifica la actividad.
	Acomodado de piñones.	¿Cómo debería hacerse?	Se toman los piñones ya terminados y se ordenan en una caja de cartón para realizar la entrega al cliente.
		¿Qué debería hacer?	Ejecutar la propuesta sugerida. De esta manera, se elimina la actividad y ganaríamos tiempo.
	Traslado a la zona de despachos.	¿Cómo debería hacerse?	Se trasladan los piñones en el coche móvil al área de despacho.
		¿Qué debería hacer?	Aplicar la propuesta sugerida. De esta manera, no se modifica la actividad.

Fuente: Elaboración propia

Se verifica que en la tabla 46 que la limpieza del piñón y la inspección es una sola actividad, así que se modificaría y eliminaría la inspección, reduciendo el tiempo del empaquetado.

Etapa 5. Implementación del nuevo método

Se observa que anteriormente los piñones eran llevados manualmente en una madera al área de despacho, ahora se moviliza mediante un coche móvil, lo cual permitiría optimizar el tiempo.

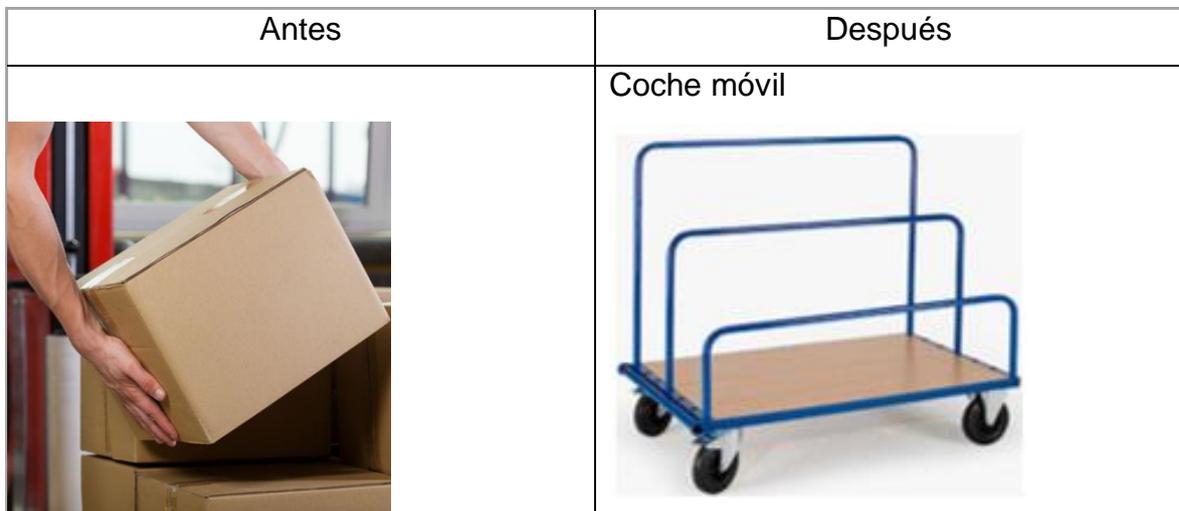


Figura 21. Antes y después.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47. Tiempo estándar del empaquetado (propuesto)

A continuación se muestra en la tabla el tiempo propuesto del empaquetado

			<b>TIEMPO ESTANDAR DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PIÑÓN ACTUAL</b>		
Empresa	Metal mecánica L.Arpasi E.I.R.L.		Área	Producción	
Método	<b>ACTUAL</b>	<b>PROPUESTO</b>	Proceso	Fabricación de piñones	
Elaborado	Javier Soria/Solange Herrera		Mes	mar-22	
Procesos	Requerimiento y traslado	Corte de plancha	Torneado de disco	Fresado de disco	Empaquetado
	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)
Tiempo	12,24	0	112,89	63,63	<b>6,9</b>

Fuente: Elaboración propia

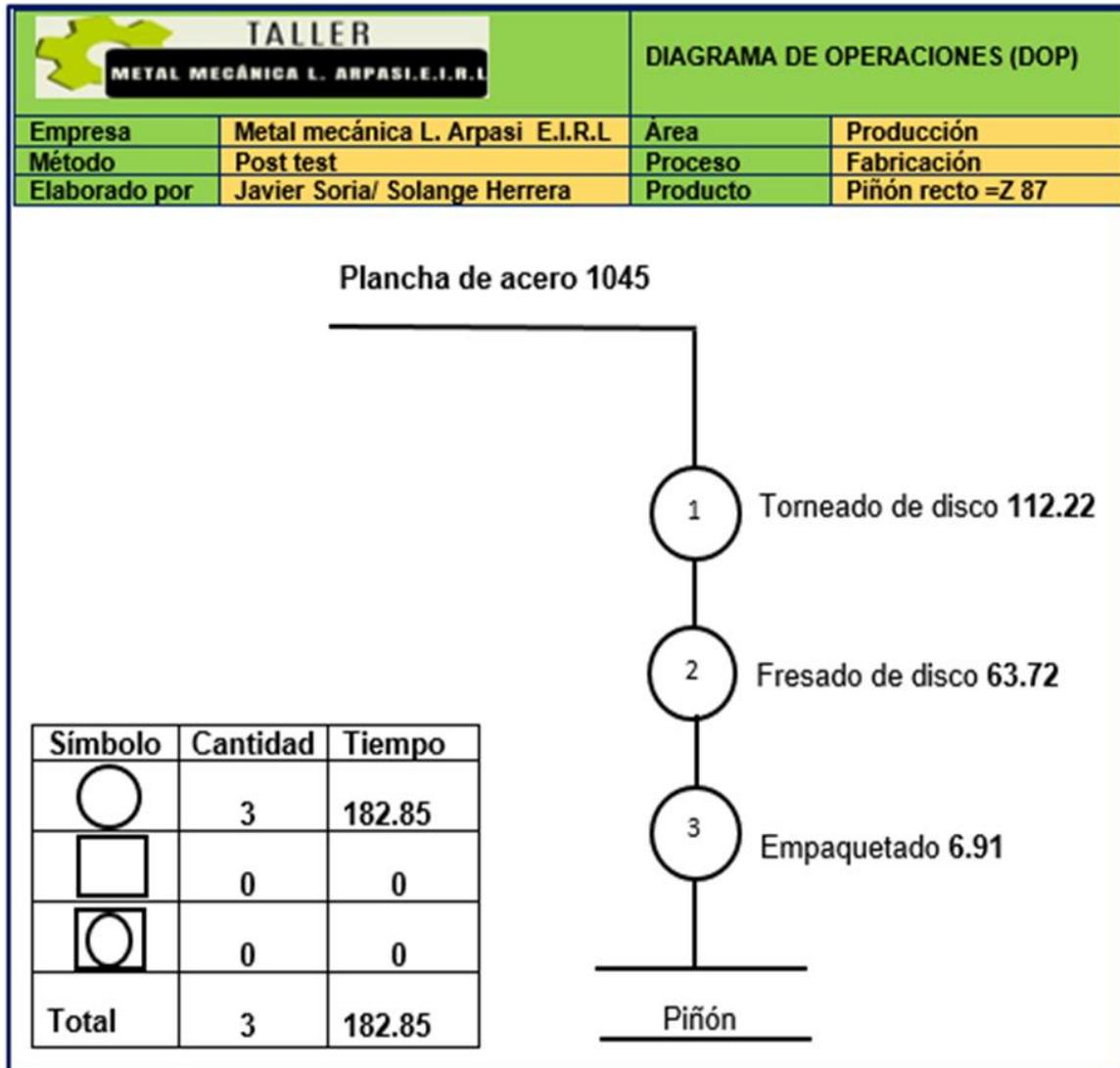
Podemos verificar que el tiempo propuesto es de 6,9 minutos, eso significa que debido a la implantación de la mejora existe una disminución de tiempo en el empaquetado de 0,82 minutos con respecto al tiempo actual.

Etapa 6. Determinar

Después de haber realizado la propuesta de mejora que se implantara, llegamos a la etapa de determinar el nuevo método para poder presentarlo a todas las personas involucradas en la fabricación de piñones

Análisis de los resultados Post Test Cuadro DOP

Figura 22. Diagrama de operaciones.



Fuente: Propia.

Tabla 48. DAP Fabricación de piñones (Post - Test).

Formato Diagrama de Análisis de Procesos					
Cursograma Analítico		Operario/Material/Equipo			
Diagrama Num:	1	Hoja Núm	Resumen		
Objeto:	piñones z=87		Actividad	Actual	Propuesta
Actividad:	Prueba actual.		Operación	13	
Metodo:	Observacion Directa		Inspección	1	
Lugar:	Taller de produccion.		Espera	0	
Operario (s):	jose campaña Elms Diaz		Transporte	5	
			Combinada	1	
			Almacenamiento	1	
Realizado por:	Solange Herrera Rodrigo		Distancia (m)	-	
			Tiempo (min-hombre)	194,78	
			<b>Total</b>	21,00	

Item	Descripción	VALOR		Tiempo (min)	Distancia (m)	Simbolo						Observaciones	
		SI	NO			●	■	◐	➔	◻	▼		
<b>REQUERIMIENTO Y TRASLADO</b>													
1	Envio de Orden de trabajo por via correo	x		1,45	-	●							-
2	Desplazamiento al almacén con la o.t	x		5,25	-					●			-
3	Clasificación de materiales	x		5,23	-	●							-
<b>TORNEADO DE DISCO</b>													
8	Preparación del torno	x		5,32	-	●							-
9	Realización Cilindrada y refrentado de disco	x		90,87	-						●		-
10	Medición del cilindrado parcialmente	x		4,92	-						●		-
12	Retiro del disco torneado	x		8,02	-	●							-
13	Traslado del disco al área de fresado		x	3,09	-						●		-
<b>FRESADO DE DISCO</b>													
14	Perforado de agujero cilindrado interior	x		48,58	-						●		-
16	Talla de los dientes	x		12,99	-	●							-
17	Traslado del piños al área de empaquetado		x	2,15	-						●		-
<b>EMPAQUETADO</b>													
18	Limpieza del piñon	x		1,01	-	●							trapo industrial
19	Inspección de piñon	x		5,30	-	●							-
20	Engrasado del piñon	x		0,18	-	●							-
21	Traslado a la zona de despachos		x	0,42	-							●	-
<b>Total</b>		12	3	194,78		8	0	0	3	3	1		

Fuente: Elaboración propia.

En el diagrama de análisis de procesos podemos verificar que hay 8 actividades de operaciones, 3 de transporte, 3 combinadas y 1 de almacenamiento, las cuales serían un total de 15 actividades.

Tabla 49. Descripción de actividades del proceso de producción de piñones.

Nº	Actividades	Post - Test
1	Operación	8
2	Inspección	0
3	Espera	0
4	Transporte	3
5	Combinada	3
6	Almacenamiento	1
<b>Total:</b>		<b>15</b>

Fuente: Elaboración propia

La siguiente tabla podemos verificar las actividades que generan un valor agregado y las que no agregan valor en la fabricación de piñones, siendo 12 y 3 respectivamente.

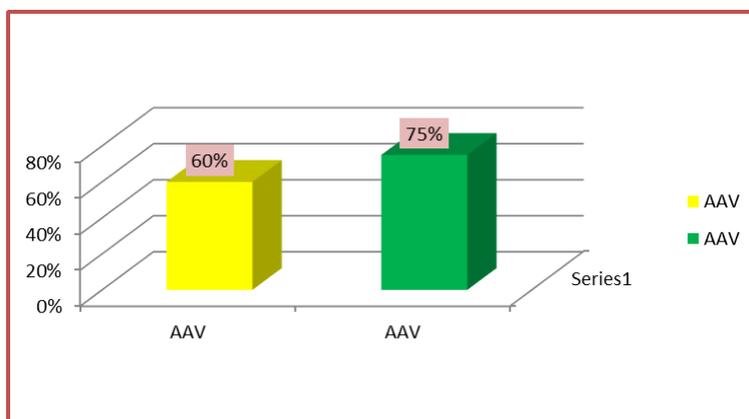
Aplicamos la fórmula para hallar el porcentaje de índice de actividades que agregan y no agregan valor.

$$IA = \left[ \frac{12 \text{ T. AAV.} - 3 \text{ T. ANAV.}}{12 \text{ T. AAV.}} \right] * 100$$

$$IA = \left[ \frac{12 - 3}{12} \right] * 100\% = 75\%$$

Seguidamente verificamos que las actividades que agregan y no agregan valor corresponderían al 75% y 25% respectivamente.

Figura 23. Actividades Pre – Test y Post – Test.



Fuente: Propia.

En la figura 23, se compara y verifican resultados obtenidos con los porcentajes de las actividades que agregan valor en la producción de piñones de la empresa Metal Mecánica L. Arpasi. I.E.R.L; dado que anteriormente había un 60% y ahora con la implementación de la mejora tenemos un 75%.

Medición de trabajo en el área de producción de fabricación de piñones

Después de realizar las mejoras, se realiza una medición del trabajo en el área de producción de la empresa.

Tabla 50. Registro de tiempos en la producción de piñones

<b>REGISTRO DE TIEMPOS</b>									
<b>AREA: PRODUCCIÓN</b>									
<b>FABRICACIÓN DE PIÑONES</b>			<b>MES: MARZO TIEMPO: MINUTOS</b>						
ITEM	PROCESO	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D8	D9
01	Requerimiento y traslado	11,93	12,07	11,75	12,77	11,23	13,04	11,98	12,43
02	Torneado de disco	112,22	112,1	111,01	113,10	112,01	113,06	112,43	112,15
03	Fresado de disco	63,72	64,95	62,34	64,10	62,98	63,99	62,76	63,10
04	Empaquetado	6,91	7,14	6,56	7,09	6,44	7,12	6,17	7,11
<b>TOTAL</b>		<b>194,78</b>	<b>196,26</b>	<b>191,66</b>	<b>197,06</b>	<b>192,66</b>	<b>197,21</b>	<b>193,34</b>	<b>194,79</b>

<b>TE= TIEMPO NORMAL(1+SUPLEMENTOS)</b>										
<b>27 DIAS TRABAJADOS</b>										
D10	D11	D12	D13	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D22
11,04	12,97	11,05	13,02	11,76	12,88	11,44	12,96	12,04	13,77	11,99
112,33	112,56	112,11	111,88	111,15	111,14	111,77	112,07	111,34	112,19	112,01
62,33	64,99	62,77	64,55	62,48	61,10	62,55	64,67	62,33	64,89	62,41
6,55	7,09	6,43	7,11	6,67	7,07	6,56	7,14	6,44	7,09	6,35
<b>192,25</b>	<b>197,61</b>	<b>192,36</b>	<b>196,56</b>	<b>192,06</b>	<b>192,19</b>	<b>192,32</b>	<b>196,84</b>	<b>192,15</b>	<b>197,94</b>	<b>192,76</b>

D23	D24	D25	D26	D27	D29	D30	D31	TOTAL	PROMEDIO
12,98	11,55	13,33	11,67	12,77	11,37	12,99	11,42	330,20	<b>12,23</b>
112,2	111,44	112,4	111,22	111,25	111,09	112,98	111,44	3022,65	<b>111,95</b>
64,72	62,22	64,77	62,23	64,77	62,36	64,66	62,44	1711,18	<b>63,38</b>
7,11	6,23	7,17	6,33	7,15	6,21	7,11	6,48	182,83	<b>6,77</b>

197,01	191,44	197,67	191,45	195,94	191,03	197,74	191,78	5246,86	194,33
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	--------

<b>REGISTRO DE TIEMPOS</b>									
<b>AREA: PRODUCCIÓN</b>									
<b>FABRICACIÓN DE PIÑONES</b>			<b>MES: ABRIL TIEMPO: MINUTOS</b>						
ITEM	PROCESO	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D8	D9
01	Requerimiento y traslado	12,04	11,15	11,56	13,12	13,25	12,33	11,33	12,33
02	Torneado de disco	113,22	112,95	112,57	110,02	112,55	113,12	112,36	112,67
03	Fresado de disco	62,85	63,98	62,33	63,12	63,47	62,25	63,37	64,25
04	Empaquetado	7,12	6,85	6,88	6,14	6,70	7,12	6,87	6,27
<b>TOTAL</b>		<b>195,23</b>	<b>194,93</b>	<b>193,34</b>	<b>192,40</b>	<b>195,97</b>	<b>194,82</b>	<b>193,93</b>	<b>195,52</b>

<b>TE= TIEMPO NORMAL(1+SUPLEMENTOS)</b>										
<b>27 DIAS TRABAJADOS</b>										
D10	D11	D12	D13	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D22
12,85	11,89	12,58	13,22	11,86	12,39	11,89	12	11,97	12,32	11,38
113,55	112,95	113,28	112,74	111,93	112,38	113,87	112,39	111,97	112,55	113,27
63,95	63,22	64,89	62,75	63,87	63,87	62,63	63,97	64,58	63,87	63,15
6,85	7,35	6,25	6,87	6,79	7,12	6,97	6,17	6,83	6,05	7,33
<b>197,20</b>	<b>195,41</b>	<b>197,00</b>	<b>195,58</b>	<b>194,45</b>	<b>195,76</b>	<b>195,36</b>	<b>194,53</b>	<b>195,35</b>	<b>194,79</b>	<b>195,13</b>

D23	D24	D25	D26	D27	D29	D30	D31	TOTAL	PROMEDIO
12,99	13,76	12,85	11,98	12,55	12,59	12,35	13,45	333,98	12,37
112,91	113,51	111,98	113,53	113,66	112,85	111,34	112,33	3042,45	112,68
63,25	64,23	63,86	64,28	63,17	63,45	64,75	63,98	1717,34	63,61
6,12	6,33	6,25	7,12	7,15	7,12	6,93	7,98	183,53	6,80
<b>195,27</b>	<b>197,83</b>	<b>194,94</b>	<b>196,91</b>	<b>196,53</b>	<b>196,01</b>	<b>195,37</b>	<b>197,74</b>	<b>5277,30</b>	<b>195,46</b>

<b>REGISTRO DE TIEMPOS</b>									
<b>AREA: PRODUCCIÓN</b>									
<b>FABRICACIÓN DE PIÑONES</b>			<b>MES: MAYO TIEMPO: MINUTOS</b>						
ITEM	PROCESO	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D8	D9
01	Requerimiento y traslado	13,07	12,33	11,07	12,83	11,05	11,97	13,08	12,58

02	Torneado de disco	112,86	113,87	112,28	113,22	112,08	111,86	112,38	113,41
03	Fresado de disco	63,07	64,83	64,89	62,87	63,19	64,95	64,28	62,79
04	Empaquetado	6,88	7,14	6,89	7,15	6,98	6,95	6,91	6,77
TOTAL		195,88	198,17	195,13	196,07	193,30	195,73	196,65	195,55

<b>TE= TIEMPO NORMAL(1+SUPLEMENTOS)</b>										
<b>27 DIAS TRABAJADOS</b>										
D10	D11	D12	D13	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D22
11,87	12,68	13,45	12,17	11,87	12,93	11,24	12,78	11,22	12,87	11,24
112,93	113,22	112,96	113,74	111,87	111,90	113,57	112,93	113,55	111,78	112,21
63,12	64,87	64,68	63,22	63,12	63,70	62,33	63,22	62,85	63,17	63,25
7,15	6,87	7,10	6,87	7,17	7,17	7,33	6,78	7,15	7,23	6,89
195,07	197,64	198,19	196,00	194,03	195,70	194,47	195,71	194,77	195,05	193,59

D23	D24	D25	D26	D27	D29	D30	D31	TOTAL	PROMEDIO
12,87	11,86	11,77	12,74	13,22	12,87	11,87	12,77	332,27	12,31
113,77	112,56	111,58	112,84	111,86	113,16	111,93	112,73	3043,05	112,71
64,86	62,87	63,17	64,25	63,25	64,85	63,16	62,55	1717,36	63,61
6,88	6,82	7,15	6,87	6,97	7,05	6,85	6,83	188,80	6,99
198,38	194,11	193,67	196,70	195,30	197,93	193,81	194,88	5281,48	195,61

<b>REGISTRO DE TIEMPOS</b>									
<b>AREA: PRODUCCIÓN</b>									
<b>FABRICACIÓN DE PIÑONES</b>			<b>MES: JUNIO TIEMPO: MINUTOS</b>						
ITEM	PROCESO	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D8	D9
01	Requerimiento y traslado	11,87	12,33	13,24	12,76	13,24	11,72	12,37	13,24
02	Torneado de disco	113,24	112,57	111,87	112,73	113,58	112,39	113,52	112,87
03	Fresado de disco	64,86	63,25	64,58	63,24	62,72	64,88	63,24	62,54
04	Empaquetado	6,58	7,12	6,87	7,12	6,66	6,82	6,87	7,13
TOTAL		196,55	195,27	196,56	195,85	196,20	195,81	196,00	195,78

<b>TE= TIEMPO NORMAL(1+SUPLEMENTOS)</b>										
<b>27 DIAS TRABAJADOS</b>										
D10	D11	D12	D13	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D22
12,54	11,67	12,38	13,76	12,67	11,82	12,87	11,25	12,75	11,79	13,05

113,17	111,39	112,83	113,25	111,84	112,76	111,15	113,58	113,24	112,30	113,15
63,27	64,98	63,14	62,78	63,33	64,38	64,85	62,27	63,21	64,69	63,05
7,04	6,78	7,13	6,58	7,03	6,87	6,84	6,85	7,25	6,85	6,57
196,02	194,82	195,48	196,37	194,87	195,83	195,71	193,95	196,45	195,63	195,82

D23	D24	D25	D26	D27	D29	D30	D31	TOTAL	PROMEDIO
11,15	13,05	12,27	11,87	12,38	11,75	12,58	11,28	333,65	12,36
113,54	112,25	111,97	112,85	113,15	113,25	111,25	112,24	3041,93	112,66
62,35	63,25	64,85	62,57	63,05	62,47	64,85	63,17	1715,82	63,55
6,57	7,12	6,83	7,12	7,25	6,25	6,57	6,86	185,53	6,87
193,61	195,67	195,92	194,41	195,83	193,72	195,25	193,55	5276,93	195,44

Fuente: elaboración propia

En el registro de la toma de tiempo observados podemos verificar que el día con mayor tiempo fue el 23 de mayo con 198,38 minutos de la misma manera se observó el día con menor tiempo que fue el día 29 de marzo con 191,03 minutos teniendo una diferencia de 7,35 minutos en la fabricación de piñones en la empresa Metal mecánica L.Arpari E.I.R.L.

Seguidamente se procede a realizar el cálculo de muestras según Kanawaty (Kanawaty 1996).

Tabla 51. Cálculos de muestras Post Test según kanawaty.

<b>CÁLCULO DE NÚMERO DE MUESTRAS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN PIÑONES</b>	 <b>TALLER</b> <b>METAL MECÁNICA L. ARPASI E.I.R.L</b>

Empresa: METAL MECÁNICA L. ARPASI. I.E.R.L.				Área: Producción
Método: Actual				Proceso: Fabricación de piñones
Elaborado por: Solange Herrera / Javier Soria				Fecha: Junio 2022
ITEM	PROCESO	$\sum x$	$\sum x^2$	$n = \left( \frac{40\sqrt{n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$
1	Requerimiento y traslado	<b>333,65</b>	<b>4135,26</b>	6
2	Torneado de disco	<b>3041,93</b>	<b>342729,88</b>	1
3	Fresado de disco	<b>1715,82</b>	<b>109061,04</b>	1
4	Empaquetado	<b>185,53</b>	<b>1276,48</b>	4

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta el cálculo realizado la obtención del tiempo estándar real para el proceso de fabricación de piñones.

Según Kanawaty identificamos el número de muestras a tener en cuenta para calcular el tiempo estándar: días para el requerimiento y traslado, un día para el torneado de disco, un día para el fresado del disco y finalmente cuatro días para el empaquetado.

Tabla 52. *Cálculo del promedio del tiempo total observado según la fórmula de kanawaty*

PIÑONES		MES: M, A, M, J TIEMPO: MINUTOS						
ITEM	PROCESO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	PROMEDIO
1	Requerimiento y traslado	11,87	12,33	13,24	12,76	13,24	11,72	<b>12,53</b>
3	Torneado de disco	113,24						<b>113,24</b>
4	Fresado de disco	64,86						<b>64,86</b>
5	Empaquetado	6,58	7,12	6,87	7,12			<b>6,92</b>

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla se verifica el promedio calculado del tiempo total de actividades. Una vez obtenidos los promedios para los tiempos del proceso, se procedió a determinar el tiempo estándar, considerando las tablas ya establecidas: Westinghouse (habilidad, esfuerzo, condiciones, consistencia), y la establecida por la OIT, para suplementos como necesidades personales y fatiga así como la tabla de factor de valoración, el tiempo estándar real se muestra a continuación.

Tabla 53. *Cálculo del tiempo estándar para la fabricación un piñón.*

CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR DE LA FABRICACIÓN DE UNA TAPA REGULADORA								TALLER METAL MECÁNICA L. ARPASI. E. I. R. L.				
Empresa: METAL MECÁNICA L. ARPASI. I.E.R.L.								Área: Producción				
Método: Propuesto								Proceso: Fabricación de piones				
Realizado por: Solange Herrera/ Javier Soria								Fecha: 26-06-2022				
ITEM	PROCESO	PROMEDIO DEL TIEMPO	WESTINHOUSE				FACTOR DE VAL.	TIEMPO NORMAL	SUPLEMENTOS		TOTAL DE SUPLE.	TIEMPO ESTANDAR
			H	E	CD	CS			NP	F		
1	Requerimiento y traslado	12.53	-0.16	-0.17	-0.07	-0.04	0.85	10.31	0.05	0.2	0.25	13.31
2	Torneado de disco	113.24	-0.22	-0.17	-0.07	-0.02	0.85	95.39	0.05	0.2	0.25	120.32
3	Fresado de plancha	64.86	-0.22	-0.17	-0.07	-0.02	0.85	54.16	0.05	0.2	0.25	68.91
4	Empaquetado	6.92	-0.10	-0.08	-0.03	-0.02	0.85	5.89	0.05	0.2	0.25	7.36
TIEMPO TOTAL DE FABRICACION DE UN PIÑÓN											<b>209.90</b>	

Fuente: Elaboración propia.

Seguidamente se realizará el cálculo de las unidades planificadas a partir del tiempo estándar, pero primero necesitamos hallar la capacidad instalada, utilizando la siguiente formula.

$$\text{Capacidad Instalada} = \frac{\text{Número de operarios} \times \text{Tiempo real c/trab.}}{\text{Tiempo Estándar}}$$

Tabla 54. *Cálculo de la capacidad instalada Post – Test*

<b>cálculo capacidad instalada Post - test</b>			
n° operario	Tiempo útil. Operario en min.	tiempo estándar	capacidad instalada teórica
2	480	209,90	4,57

Fuente: Elaboración propia.

Desarrollando la formula podemos hallar la cantidad de piñones que se pueden fabricar durante una jornada laboral de las 8 horas en la empresa.

Una vez que hallada la capacidad instalada teórica, procedemos a calcular las unidades planificadas, para lo cual se usara la siguiente formula.

**Formula:**

$$\text{Unidades planificadas} = \text{Capacidad instalada} \times \text{Factor de Valoración}$$

*Tabla 55. Cálculo de unidades planificadas Post Test*

<b>Cálculo Unidades Planificadas Post - test</b>			
capacidad instalada teórica	Factor de valoración	unidades planificadas	
4,57	85%	3,9	4 und. diarias

Fuente: Elaboración propia.

Se puede verificar en el cálculo de las unidades planificadas que la producción por día son 4 unidades de piñones.

**Formula:**

$$\text{Tiempo real} = \text{Cant. de trabajadores} \times \text{Tiempo loboral cada trabajador}$$

*Tabla 56. Cálculo de tiempo real.*

Calculo de tiempo real		
Cantidad de trabajadores	tiempo labor de c/trabajador	Tiempo real
2	480	960

Fuente: Propia.

Se indica que el número de empleados involucrados en las actividades es de 2 personas por día, y el tiempo asignado a la empresa es de 480 minutos de lunes a sábado.

**Formula:**

$$Tiempo\ Util = Cant.\ de\ trabajadores \times T.\ estandar$$

Tabla 57. Cálculo de tiempo útil.

Calculo de tiempo util		
Cantidad de trabajadores	tiempo labor de c/trabajador	Tiempo útil
2	209,9	419,8

Fuente: Propia.

Se indica que el número de empleados involucrados en las actividades es de 2 personas por día, y el tiempo estándar es de 209.9 minutos de lunes a sábado.

**Implantar el nuevo método**

Se llevo a cabo una reunion con el gerente y los dos operarios involucrados en el proceso de fabricacion de piñones, para poder explicarles el nuevo metodo estandarizado de trabajo, con la finalidad de concientizar y que ellos vayan adpatandose a las actividades renovadas, inidicarles que todas estas mejoras acarrear multiples benedificios para la empresa .

Figura 24. Capacitación del nuevo método de trabajo



Fuente: Propia

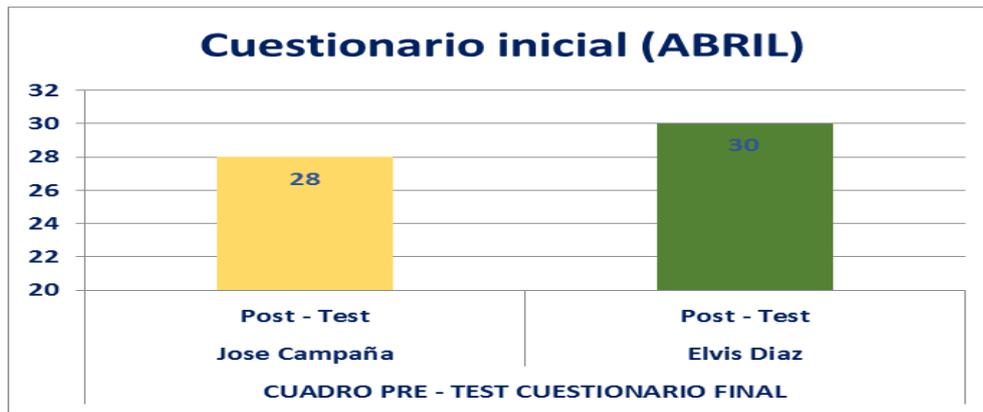
Tabla 58. Cuestionario final Post – Test (abril)

<b>CUADRO POST - TEST CUESTIONARIO FINAL</b>	
Jose Campaña	Elvis Díaz
Post - Test	Post - Test
<b>28</b>	<b>30</b>

Fuente: Elaboración propia.

Se aprecia los nuevos puntajes de los dos operarios después de la capacitación recibida.

Figura 25. Resultados de cuestionario.



Fuente: Propia.

En la figura podemos observar que los dos operarios José campaña y Elvis Díaz ahora tienen un incremento en la nota 28/30 y 30/30 respectivamente, con estos resultados se demostró que el personal se encuentra mejor preparado para poder seguir realizando el proceso.

Estandarización del nuevo método en la producción de piñones.

Seguidamente, se verifica trabajo definido, acorde a las nuevas mejoras aplicadas durante la implantación de la mejora de procesos en la fabricación de piñones.

Tabla 59. *Calendarización de las actividades durante 8 meses, hasta desarrollo del proyecto.*

FABRICACIÓN DE PIÑÓN/TRABAJO ESTANDAR							
REQUERIMIENTO Y TRASLADO							
Item	Actividad	Herramientas a utilizar	Acción		Equipo/Instrumento a utilizar	Parte importante a realizar	
1	Envío de O.T. por correo y revisión	Computadora	Verificación de las especificaciones de orden de O.T. enviado por correo, y el material que se requiere			trabajo se realiza generalmente un día antes, de esa manera permite entregar la tarea al operario al inicio del día	
2	traslado al almacén con la o.t	Cuaderno control					
3	Selección de materiales	Pie rey					
TORNEADO DE DISCO							
Item	Actividad	Herramientas a utilizar	Acción		Equipo/Maquinaria Instrumento a utilizar	Parte importante a realizar	
1	Desfrenado de torno	Cuchilla carburada	Se pone en marcha el funcionamiento de máquina, el cilindrado y refrentado, con la herramienta de corte verificando la tolerancia y ajuste			Verificar el estado de la máquina, manipular	
2	Cilindrado del disco y refrentado de caras						
3	Medición del cilindrado parcialmente	Pie rey					parcialmente cilíndrica y parcial
4	Retiro del disco de acero	Bandeja de madera					Montaje de la pieza, herramienta corte y centrado
5	Traslado del disco al área de fresado						
FRESADO DE PIÑÓN							
Item	Actividad	Herramientas a utilizar	Acción		Maquinaria/Equipo a utilizar	Parte importante a realizar	
1	Centrado de disco	Reloj comparador	Se realiza el centrado del disco con reloj comparador, se pone en marcha la freadora y se inicia el tallado de los dientes			Verificación visual de proceso mecanizado, de tal manera quede uniforme los dientes	
2	Tallado de dientes	Roseta					
3	Traslado de piñón al área de empaquetado	Bandeja de madera					
EMPAQUETADO							
Item	Actividad	Herramientas a utilizar	Acción		Equipo/Instrumento a utilizar	Parte importante a realizar	
1	Limpieza de piñón	Plástico film	Limpieza de la viruta, inspección del acabado, engrasado			Se embala el piñón con plástico film	
2	Inspección del supervisor						
3	Engrasado del piñón	Caja de cartón				Se colocó los piñones dentro de la caja queda listo para el despacho	
4	Traslado a la zona de despacho						

Fuente: Propia.

En la Tabla 59 verificamos la definición de un nuevo método estándar de trabajo realizado en el campo de la producción de piñones en la empresa, METAL MECÁNICA L. ARPASI. I.E.R.L.; gracias a estas mejoras, los operarios tienen una mejor comprensión de los procesos, entonces se realizó el cálculo de la eficiencia, eficacia y productividad.

## Controlar

Cuando se aplica un nuevo método, es necesario dominarlo y usarlo, como se especifica, no se debe permitir que los operadores recaigan al método anterior, se formó a los operarios para que conozcan el desarrollo del proceso, también es necesario que el gerente pueda seguir organizando capacitaciones durante los 4 siguientes 4 meses con sus respectivas evaluaciones.



Tabla 60. Productividad Post - Test variable dependiente

		REGISTRO DE PRODUCCION						
REGISTRO POR: HERRERA Y SORIA						$ITp = \frac{\text{Horas de producción útil} \times 100}{\text{Horas producción reales}}$	$Pp = \frac{\text{Total de piñones entregados} \times 100}{\text{Total de piñones solicitados}}$	$P = \text{Eficiencia} \times \text{Eficacia}$
AREA: PRODUCCION								
Meses	Semanas	TOTAL DE PIÑONES ENTREGADOS	TOTAL DE PIÑONES SOLICITADOS	TIEMPO DE PRODUCCIÓN UTIL (Min.)	TIEMPO DE PRODUCCIÓN REAL (Min.)	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
Marzo	semana 1	20	24	4198	5790	73%	83%	60,4%
	semana 2	21	24	4408	5790	76%	88%	66,6%
	semana 3	21	24	4408	5790	76%	88%	66,6%
	semana 4	22	24	4617	5790	80%	92%	73,1%
Abril	semana 5	22	24	4617	5790	80%	92%	73,1%
	semana 6	21	24	4408	5790	76%	88%	66,6%
	semana 7	22	24	4617	5790	80%	92%	73,1%
	semana 8	21	24	4408	5790	76%	88%	66,6%
Mayo	semana 9	22	24	4617	5790	80%	92%	73,1%
	semana 10	22	24	4617	5790	80%	92%	73,1%
	semana 11	21	24	4408	5790	76%	88%	66,6%
	semana 12	22	24	4617	5790	80%	92%	73,1%
Junio	semana 13	22	24	4617	5790	80%	92%	73,1%
	semana 14	21	24	4408	5790	76%	88%	66,6%
	semana 15	22	24	4617	5790	80%	92%	73,1%
	semana 16	22	24	4617	5790	80%	92%	73,1%
TOTAL		344	384	72199	92640			
PROMEDIO						78%	90%	70%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 54. Se verifican los resultados obtenidos durante los meses de marzo, abril, mayo, junio del 2022, obteniendo como resultados en la eficiencia en 78%, en la eficacia un 90%, y la productividad en 70% en el procesos de fabricación de piñones.

### 3.5.5. Evaluación económica

Tabla 61. *Análisis financiero pre test*

 <b>FABRICACIÓN DE PIÑÓN</b>						
ACTIVIDADES	CANT.	UN.	P.UN.		P. PARC. (s/)	P. TOTAL (\$)
<b>COSTOS DIRECTOS</b>						
<b>MATERIALES</b>						
PLANCHA DE ACERO SAE 1045 DE Ø400X20	1	pza	360		360,00	360,00
<b>MANO DE OBRA DIRECTA</b>						
	TIEMPO	UN.	Cost. Unit. Op.	Cant. Op.	Costo total	3648,00
OPERARIO 1	240	H-H	7	1	1680,00	
OPERARIO 2	240	H-H	8,2	1	1968,00	
<b>COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN</b>						
<b>MATERIALES INDIRECTOS</b>						
	CANT.	UN.	W. UN. (Kg.)	W. TOTAL (Kg.)	P. PARC. (s/)	442,00
MECANOL	1,00	GL.	35		35,00	
INSERTOS	5	unid.	10		50,00	
LIJA	20	unid.	3		60,00	
ELECTRODO	1	kl	17		17,00	
HOJA DE SIERRA MECÁNICA	2	unid.	40		80,00	
BROCA 3/4	4	unid.	50		200,00	
OXIA CELTILENO	3	unid.	50		150,00	
CUCHILLA CARBURADA SOLDADA EXTERIOR	8	unid.	30		240,00	
MANDRIL PAA EL MECANIZADO DEL DISCO	1	unid.	35		35,00	
CUCHILLA CARBURADA SOLDADA INTERIOR	4	unid.	35		140,00	
<b>SERVICIOS</b>						
	CANT.	UN.	W. UN. (Kg.)	W. TOTAL (Kg.)	P. PARC. (s/)	460,00
LUZ	1,00	KWh			400,00	
AGUA	1	m3			60	
<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>						
	TIEMPO	UN.	Cost. Unit. Op.	Cant. Op.	Costo total	3840,00
SUELDO DEL JEFE DE PLANTA	240	Unid	16		3840,00	
<b>TOTAL COSTO DE PRODUCCION</b>						<b>8750,00</b>
PRODUCCIÓN EN 30 DÍAS						81
COSTO UNITARIO						108,0

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, podemos verificar los datos referentes a los gastos que se realizan para la producción de piñones en el periodo de un mes, teniendo un costo de producción de S/8750,00 con una producción de 81 piñones.

Tabla 62. Análisis financiero post test

 <b>FABRICACIÓN DE PIÑÓN</b>						
ACTIVIDADES	CANT.	UN.	P.UN.		P. PARC. (s/)	P. TOTAL (s/)
<b>COSTOS DIRECTOS</b>						
<b>MATERIALES</b>						<b>540,00</b>
DISCO DE ACERO	108	pza	5,00		540,00	
<b>MANO DE OBRA DIRECTA</b>						
	<b>TIEMPO</b>	<b>UN.</b>	<b>Cost. Unif. Op.</b>	<b>Cant. Op.</b>	<b>Costo total</b>	<b>3648,00</b>
OPERARIO 1	240	H-H	7	1	1680,00	
OPERARIO 2	240	H-H	8,2	1	1968,00	
<b>COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN</b>						
<b>MATERIALES INDIRECTOS</b>	<b>CANT.</b>	<b>UN.</b>	<b>P.UN.</b>	<b>V. TOTAL (Kg)</b>	<b>P. PARC. (s/)</b>	<b>719,00</b>
MECANOL	1,00	GL.	35		35,00	
INSERTOS	2	unid.	10		20,00	
LUJA	20	unid.	3		60,00	
HOJA DE SIERRA ELECTRICA	1	unid.	20		20,00	
BROCA DE 1" Y 3/4"	4	unid.	50		200,00	
CAJAS	10	unid.	5		50,00	
TRAPO INDUSTRIAL	1	kg	4		4,00	
PORTA CUCHILLA INTERIOR	1	unid.	150		150,00	
PORTA CUCHILLA EXTERIOR	1	unid.	180		180,00	
	<b>CANT.</b>	<b>UN.</b>	<b>UN.</b>	<b>Cant. Op.</b>	<b>P. PARC. (s/)</b>	<b>430,00</b>
<b>SERVICIOS</b>		Hrt			370,00	
LUZ		m3			60	
AGUA						
	<b>TIEMPO</b>	<b>UN.</b>	<b>Cost. Unif. Op.</b>	<b>Cant. Op.</b>	<b>Costo total</b>	<b>3840,00</b>
<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>	240	Unid	16		3840,00	
SUELDO DEL JEFE DE PLANTA						
<b>TOTAL COSTO DE PRODUCCION</b>						<b>9177,00</b>
PRODUCCIÓN EN 30 DÍAS						108,0
COSTO UNITARIO						84,97

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, podemos verificar los costos referentes al post test, para la producción de piñones en un mes equivalente a 108 unidades, teniendo un costo total de S/9177.

Seguidamente se muestra la tabla con la comparación entre los datos de corresponden al antes y después de la implantación del método estandarizado.

Tabla 63. Comparativa de producción entre el pre test y post test

	ANTES	DESPUES
PRODUCCION DIARIA	3	4
PRODUCCION 30 DIAS (UNID.)	81	108
COSTO TOTAL (S/.)	8750	9177
COSTO UNITARIO	108,02	84,97
COSTO PARA 30 UNID. (S/.)	8750,00	6882,75

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia en la comparativa que en el pre test la empresa producía 3 piñones diarios, 81 al mes, con un costo de 8750,00 a comparación del post test se realizó una producción de 4 piñones diarios, 108 al mes con un costo de S/76881,75.

Tabla 64. Costo por piñón del antes y después

	COSTO UNITARIO ANTES (S/.)	COSTO UNITARIO DESPUES (S/.)	REDUCCION MONETARIA (S/.)
POR UNIDAD	108,02	84,97	23,05

Fuente: Elaboración propia

Se puede verificar el costo por piñón con una diferencia monetaria de S/23,05

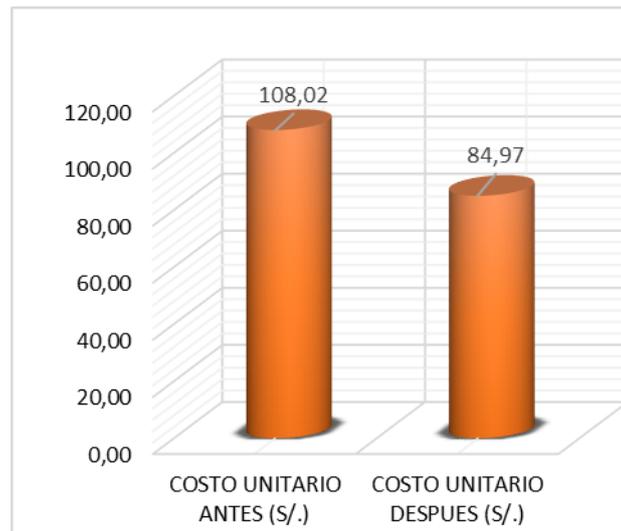


Figura 26. Costo del antes VS costo después

Fuente: Propia.

Tabla 65. Flujo de caja

DATOS	VALORES
Numero de periodos	12
Tipo de periodo	anual
Política de inversión	10,00%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 66. Ahorro de 12 meses

PERIODOS	C.P. Antes	C.P. Después	Ahorro
0			-S/. 3.647,00
1	S/. 8.750,00	S/. 6.882,75	S/. 1.867,25
2	S/. 8.750,00	S/. 6.882,75	S/. 1.867,25
3	S/. 8.750,00	S/. 6.882,75	S/. 1.867,25
4	S/. 8.750,00	S/. 6.882,75	S/. 1.867,25
5	S/. 8.750,00	S/. 6.882,75	S/. 1.867,25
6	S/. 8.750,00	S/. 6.882,75	S/. 1.867,25
7	S/. 8.750,00	S/. 6.882,75	S/. 1.867,25
8	S/. 8.750,00	S/. 6.882,75	S/. 1.867,25
9	S/. 8.750,00	S/. 6.882,75	S/. 1.867,25
10	S/. 8.750,00	S/. 6.882,75	S/. 1.867,25
11	S/. 8.750,00	S/. 6.882,75	S/. 1.867,25
12	S/. 8.750,00	S/. 6.882,75	S/. 1.867,25

Fuente: Elaboración propia

Tabla 67. Valor actual neto

TABLA DE VALOR ACTUAL NETO			
N°	FNE	$(1+i)^n$	$FNE/(1+i)^n$
0			-S/. 3.647,00
1	S/. 1.867,25	1,10	S/. 1.697,50
2	S/. 1.867,25	1,21	S/. 1.543,18
3	S/. 1.867,25	1,33	S/. 1.402,89
4	S/. 1.867,25	1,46	S/. 1.275,36
5	S/. 1.867,25	1,61	S/. 1.159,42
6	S/. 1.867,25	1,77	S/. 1.054,01
7	S/. 1.867,25	1,95	S/. 958,19
8	S/. 1.867,25	2,14	S/. 871,09
9	S/. 1.867,25	2,36	S/. 791,90
10	S/. 1.867,25	2,59	S/. 719,91
11	S/. 1.867,25	2,85	S/. 654,46
12	S/. 1.867,25	3,14	S/. 594,96
<b>VAN</b>			S/. 9.075,87

Fuente: Elaboración propia

Tabla 68. Costo beneficio

INVERSION	VAN	COSTO/BENEFICIO
-S/. 3.647,00	S/. 9.075,87	S/. 2,49

Fuente: elaboración propia

Tabla 68. Obtención del TIR

TIR DEL AHORRO	
TASA DE DESCUENTO	$VAN = -P + \sum \frac{FNE}{(1+i)^n}$
0%	18.760,00
20%	4.642,13
40%	938,79
60%	-545,97
80%	-1.314,96
100%	-1.780,21
120%	-2.091,08
140%	-2.313,29
160%	-2.479,98
180%	-2.609,64
200%	-2.713,38
220%	-2.798,25
240%	-2.868,98
<b>TIR</b>	<b>51%</b>

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, podemos visualizar el flujo de caja, también el VAN que fue positivo y el TIR fue de 51%, siendo superior a la tasa del 10%

### 3.6. Método de análisis de datos.

Según Hernández et al. (2014) (Hernández, Mendoza 2018) la estadística se hace uso para ver el comportamiento de los datos y para medir las hipótesis y comparar parámetros (p.299). Al respecto se considera la estadística descriptiva en la cual se realiza el tratamiento estadístico asociado a la obtención de la información clasificada. Se consideran las medidas de tendencia central y las medidas de

dispersión para ambas variables. Además, mediante la estadística inferencial se hace uso de las pruebas de normalidad, de hipótesis, dependiendo de la naturaleza de los datos procesados se aplicará el estadígrafo T-Student para datos paramétricos o Wilcoxon para datos no paramétricos.

### 3.7. Aspectos éticos.

Al respecto la investigación se realizó en la empresa L. arpasi E.I.R.L. como prueba de ello la autorización de uso información de la se encuentra en el anexo página 110, se respetó la autoría de todos los referidos en la investigación sean de fuentes libros, revistas, tesis, artículos entre otros. También la investigación se desarrolla según la norma ISO 690 según la guía de productos observables de la UCV, tomando en cuenta el formato, tipo de letra interlineado, etc.

#### IV. RESULTADOS

Análisis descriptivo

Variable independiente: mejora de procesos

Dimensión: Estudio de métodos

Se analizó la mejora de procesos mediante sus dimensiones las cuales son estudio de métodos y medición del trabajo, estas dos técnicas están relacionadas, el estudio de métodos se aplica para simplificar el trabajo de una actividad, por otra parte, la medición del trabajo se aplica para determinar cuánto tiempo debería emplearse para realizar una actividad. Seguidamente se muestra el comparativo del índice de actividades del antes y después de la implantación del método estandarizado.

*Tabla 69. Comparativo del índice de actividades (Antes vs Después)*

ANTES	$IA = \left[ \frac{21 - 8}{21} \right] * 100\% = 61\%$
DESPUES	$IA = \left[ \frac{12 - 3}{12} \right] * 100 = 75\%$

Fuente: Elaboración propia

Se verifica el porcentaje del índice de actividades entre el antes vs el después de la implantación de la mejora, podemos observar que en el pre test era un 61%, en el post test incremento hasta 75%.

Figura 27. Resultados del estudio de métodos.

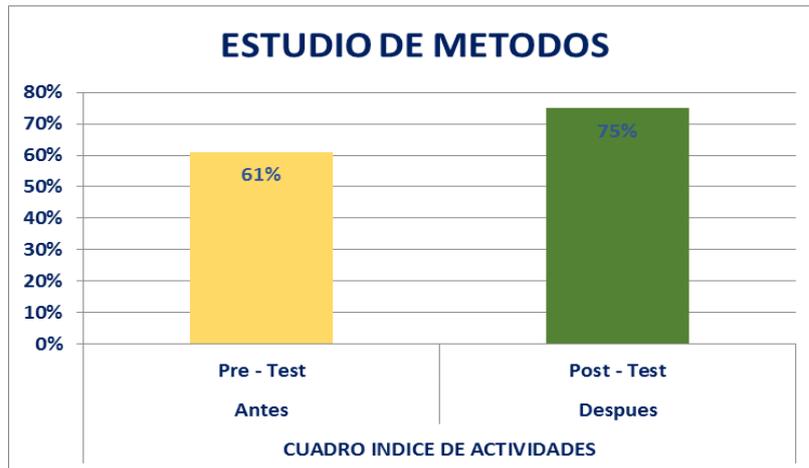


Figura: Propia.

En la figura podemos verificar que existe un incremento de 14% entre en antes y después con respecto al índice de actividades que añaden valor.

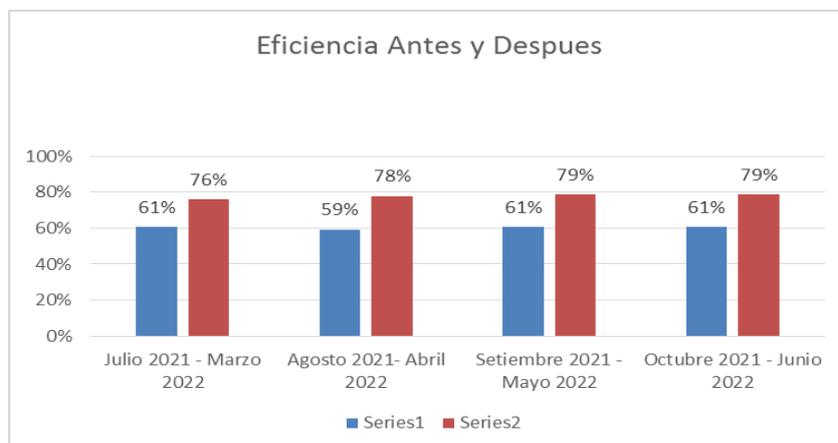
#### Dimensión: Medición del trabajo

Seguidamente, se verifica el comparativo del tiempo estándar antes y después de la implantación del método de trabajo en la empresa,

#### 4.1.2 Variable dependiente: productividad

#### Dimensión: eficiencia Pre – Test y Post - Test

Figura 28. Eficiencia en la fabricación de piñones.



Fuente: Propia.

Se aprecia en el cuadro comparativo el comportamiento de la dimensión de la eficiencia entre los meses que corresponden al pre y post test.

A continuación, se muestran la estadística descriptiva para la eficiencia antes y después de la implantación del nuevo método de trabajo.

Tabla 70. Comparativo de la estadística Descriptiva de eficiencia.

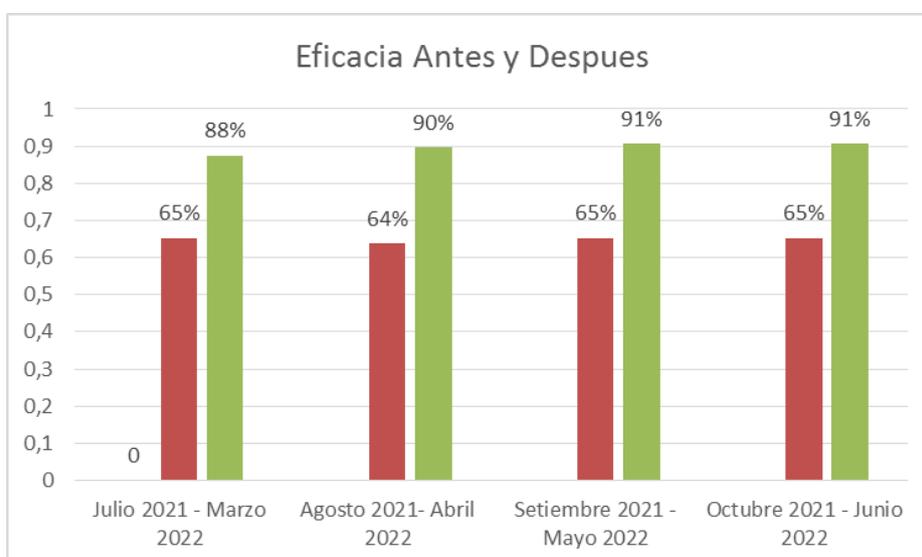
Estadísticos descriptivos				
	N	Media	Desv. Típ.	Varianza
Eficiencia Antes	16	.6030	.02468	.001
Eficiencia Después	16	.7794	.02286	.001

Fuente: Propia.

Los estadísticos descriptivos mostrados en la tabla 58 correspondientes a la eficiencia, se observa que, antes de la mejora de procesos, la media obtuvo un valor de 0,6030 y con la implantación del nuevo método obtuvo una media de 0,7794, lo cual nos indica un crecimiento de 0.1764. Por otro lado la desviación estándar tuvo un valor de 0,2468 antes de la implantación del nuevo método de trabajo y luego de la mejora de procesos dio un resultado de .02286, evidenciando una menor dispersión que la anterior.

### Dimensión: Eficacia Pre – Test y Post – Test

Figura 29. Comparación grafica de la eficacia antes VS después.



Fuente: Propia.

En la figura podemos verificar el comportamiento de la eficacia entre el Pre y Post – Test de procesos de fabricación de piñones, se comprueba un incremento de dicho indicador en los meses de Marzo, Abril, Mayo y junio de 2022.

Se la tabla 70 se muestran los estadísticos descriptivos para la dimensión de la eficacia entre el antes y después de la implantación de la mejora de procesos.

*Tabla 71. Varianza.*

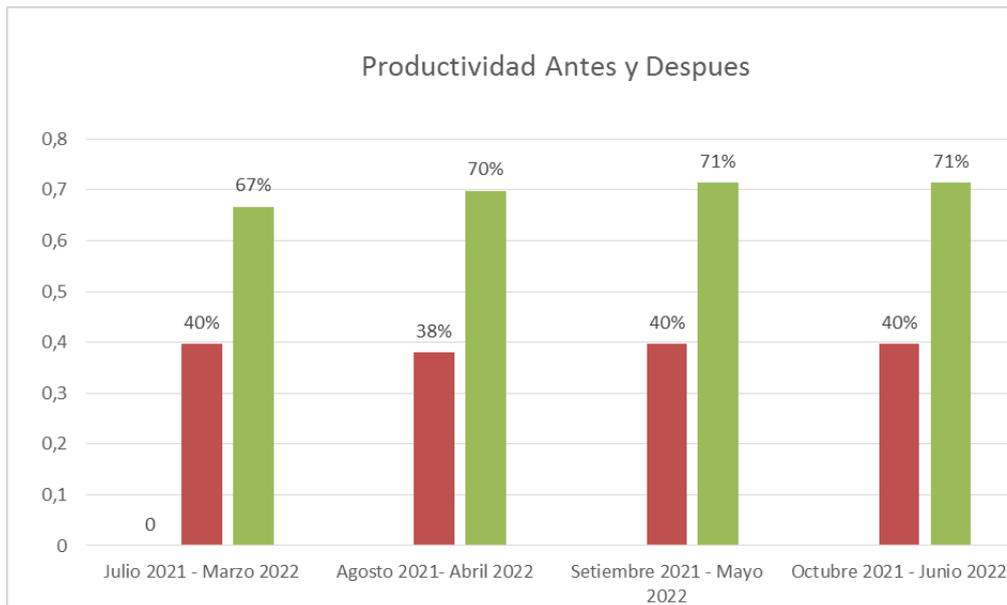
Estadísticos descriptivos				
	N	Media	Desv. Típ.	Varianza
Eficacia Antes	16	.6493	.0266	.001
Eficacia Después	16	.8958	.0263	.001

Fuente: Propia.

Los estadísticos descriptivos mostrados en la tabla 70 correspondientes a la eficacia se observa que, antes de la implantación de la mejora de procesos tuvo una media de 0,6493 y después de la mejora obtuvo una media de 0,8958, por tal motivo podríamos indicar que aumentó en 0,2465. En cuanto a la desviación estándar antes de la implantación de la mejora de procesos se tuvo un valor de 0,02660 y en el Post Test se tuvo un valor de 0,0263, obteniendo una diferencia de .0003, reflejando una disminución mínima de la dispersión.

## Productividad

Figura 30. Comparación grafica de la productividad



Fuente: Propia.

En la figura podemos verificar un aumento significativo en la productividad luego de la implantación del nuevo método estandarizado

En la tabla 71 se muestran los estadísticos descriptivos para la variable de la productividad en el antes vs después.

Tabla 72. Varianza.

Estadísticos descriptivos				
	N	Media	Desv. Típ.	Varianza
Productividad Antes	16	.3935	.0315	.001
Productividad Despues	16	.6987	.0405	.002

Fuente: Propia.

Los estadísticos descriptivos mostrados en la tabla 60 relacionados a la variable dependiente se observa, que antes de la implantación del nuevo método de trabajo, el promedio de la media tuvo un valor de 0,3935 y después de la implantación obtuvo un valor de 0,6987, lo cual nos demuestra que aumentó en 0,3052. Referente a la desviación estándar antes de la implantación del nuevo método de trabajo tuvo un valor de 0,0315 y después de implantación obtuvo un valor de 0,0405, obteniendo una diferencia de .0009, reflejando una disminución mínima de la dispersión.

## Análisis inferencial

### Prueba de normalidad

#### Eficiencia

Se verifico si la eficiencia antes y después de la implantación del nuevo método de trabajo tiene una distribución normal apoyada en la prueba de Shapiro-Wilk, ya que el tamaño de la muestra es menor a 50. Se utilizó el SPSS y los resultados se muestran a continuación.

Tabla 73. Prueba de normalidad para la eficiencia.

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia Pres Test	0,431	.000	0,591	16	.000
Eficiencia Post Test	0,349	.000	0,729	16	.000

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia mediante el spss.

Con los resultados obtenidos en la prueba de normalidad, podemos indicar que la significancia para la eficiencia tiene como resultados (0.000) en el antes y después, entonces son menores que 0,05, por lo que se determina mediante la regla de decisión que los datos no tienen de una distribución normal y son no paramétricos.

### Prueba de hipótesis

Para validar la hipótesis general según la distribución no paramétrica, se emplea la prueba de Wilcoxon para las muestras relacionadas

#### Hipótesis general

Ho: La mejora de procesos no incrementa la eficiencia en la fabricación de piñones en la empresa metal mecánica SJM, 2022

H1: La mejora de procesos incrementa la eficiencia en la fabricación de piñones en la empresa metal mecánica SJM, 20

Tabla 74. *Estadísticos de contraste*

Eficiencia Post Test - Eficiencia Pre Test	
Z	-3,546 <sup>b</sup>
Sig. Asintónica (bilateral)	.000

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos negativos.

Fuente: Propia.

Se verifica En la tabla de contraste, que la significancia de la prueba Wilcoxon aplicada a la eficiencia antes y después tiene un valor de 0,000 por consiguiente al ser menor que 0,05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna tal que: La mejora de procesos incrementa la eficiencia en la fabricación de piñones en la empresa metal mecánica SJM, 2022.

### Eficacia

Se determinó si la eficacia antes y después de la implantación del nuevo método de trabajo tiene una distribución normal apoyada en la prueba de Shapiro-Wilk, ya que el tamaño de la muestra es menor a 50. Se utilizó el SPSS y los resultados se verifican a continuación.

Tabla 75. *Prueba de normalidad para la eficacia*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia Pres Test	0,431	.000	0,591	16	.000
Eficacia Post Test	0,349	.000	0,729	16	.000

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia mediante el spss

De los resultados mostrados en la tabla 63, se verifica que los valores de significancia para la eficiencia son (0.000) en el antes y después entonces menores que 0,05, por lo que se concluye que los datos no provienen de una distribución normal y son no paramétricos.

## Prueba de hipótesis

Para validar la hipótesis general según la distribución no paramétrica, se emplea la prueba de Wilcoxon para las muestras relación.

### Hipótesis general

ho: La mejora de procesos no incrementa la eficacia en la fabricación de piñones en la empresa metal mecánica SJM, 2022

h1: la mejora de procesos incrementa la eficacia en la fabricación de piñones en la empresa metal mecánica SJM, 2022

Tabla 76. *Estadísticos contraste*

Eficacia Post Test - Eficacia Pre Test	
z	-3,546 <sup>b</sup>
Sig. Asintónica (bilateral)	.000

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos negativos.

Fuente: Elaboración propia mediante el spss

Se verifica en la tabla de contraste, que la significancia de la prueba Wilcoxon aplicada a la eficacia antes y después es de 0,000 por consiguiente al ser menor que 0,05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna tal que: La mejora de procesos incrementa la eficacia en la fabricación de piñones en la empresa metal mecánica SJM, 2022.

### Productividad

Se determinó si la productividad antes y después de la mejora del proceso sigue una distribución normal apoyada en la prueba de Shapiro-Wilk, ya que el tamaño de la muestra es menor a 50. Se utilizó el SPSS y los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 77. Resultados de la prueba de normalidad para la productividad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Productividad Pres Test	0,431	16	.000	0,591	16	.000
Productividad Post Test	0,349	16	.000	0,729	16	.000

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia mediante el spss

Según los resultados obtenidos en la tabla 76, los valores de significancia para la productividad son menores que 0,05, por lo que se concluye que los datos no provienen de una distribución normal y son no paramétricos.

### Prueba de hipótesis

Para validar la hipótesis general según la distribución no paramétrica, se emplea la prueba de Wilcoxon para las muestras relacionadas

### Hipótesis general

Ho: La mejora de procesos no incrementa la productividad en la fabricación de piñones en la empresa metal mecánica SJM, 2022

H1: La mejora de procesos incrementa la productividad en la fabricación de piñones en la empresa metal mecánica SJM, 2022

Tabla 78. Estadísticos de contraste

Productividad Post Test - Productividad Pre Test	
z	-3,546 <sup>b</sup>
Sig. Asintónica (bilateral)	.000

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos negativos.

Fuente: Propia.

En la tabla 77, se observa que la significancia de la prueba Wilcoxon aplicada a la productividad antes y después es de 0,000 por consiguiente al ser menor que 0,05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna tal que: La mejora de

procesos incrementa la productividad en la fabricación de piñones en la empresa metal mecánica SJM, 2022.

## V. DISCUSIÓN

Se propuso como primer objetivo específico determinar como la mejora de procesos incrementa la eficiencia en la fabricación de piñones en la empresa de metal mecánica SJM, 2022. En tal sentido es necesario aplicar técnicas para la medición de la eficiencia sin perder los estándares de gestión, para sostener la empresa en el mercado (Chosco et al., 2018). En la investigación realizada se encontró que la eficiencia del proceso antes de la aplicación de la mejora de procesos pasó de 0.60 a una media de 0.78 posterior a la mejora de procesos, alcanzado un incremento de 30.0%, como resultado de la disminución de actividades que no agregan valor. En la investigación de Chávez (2021) la mejora de procesos se reflejó en un incremento de la eficiencia en el área de sellado de la empresa pasando de un escenario de 0,718 a un valor de 0.804. En ambos casos el aumento significativo de la eficiencia se debe a la mejora de los procesos. Sustentado por Andrade, Del Rio, Alvear (2019). Quien nos menciona que la medición de la productividad se realiza mediante el grado de eficiencia en el uso de los recursos humanos u otros para alcanzar las metas trazadas.

En el trabajo de investigación realizada por Biminchumo (2020) a través de la mejora de los métodos de trabajo, realizados en el proceso de fumigación mecanizada, de una empresa agroindustrial logró el incremento de la eficiencia en 14.10%. Pasando de una eficiencia inicial de 0.78 a una productividad de 0.89 después de la mejora del método de trabajo. Asimismo, Chang (2016) mediante la mejora del proceso productivo en la fabricación de sandalias logró un incremento de la eficiencia. La eficiencia de la línea pasó de 0.7626% a 0.8500 se incrementó en un 11.46%. se logró un incremento de 30%. Por otro lado, la prueba de Wilcoxon aplicada a la eficiencia antes y después nos da un p-valor de 0,000 por consiguiente al ser menor que 0,05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna con lo que se concluye que ese aumento significativo de la eficiencia se debe a la mejora del proceso en la fabricación de piñones en la empresa metal mecánica SJM, 2022.

Rodriguez (2017) en su tesis de investigación en la fabricación de chocolates señala el diagnóstico realizado que son las cuatro causas principales que afectan

que viene ser, desperdicio en las mermas 0.68% desperdicio en la materia prima 17% desperdicio en las actividades que no agregan valor 18% desperdicio en la falta de apoyo de los colaboradores 13%, se determina el reflejo de la poca eficiencia, para ello se busca otra alternativa que es implementar el nuevo método de mejora de proceso, lo cual se obtiene nuevos resultados que son la reducción en las mermas a 0.32% reducción en el desperdicio de la materia prima a 13% reducción de actividades que no agregan valor a 11% reducción al respecto falta de apoyo de los colaboradores a 6%, ente caso se refleja el porcentaje en la reducción en las cuatro causas.

Como segundo objetivo se propuso determinar como la mejora de procesos incrementa la eficacia. Es preciso un cambio de actitud y pensamiento del personal con la finalidad de verificar la eficacia de lo planeado, por lo que es necesaria la mejora permanente en las labores productivas Miranda, Torobisco, Gomez (2020). Además, se debe tener en cuenta que la eficacia valora el impacto de lo realizado García et al (2019). En la investigación llevada a cabo la eficacia del proceso de fabricación de piñones de la empresa pasó de una media de 0.65 a un valor de 0.90, alcanzado un incremento de 38.46%. Algo relacionado ocurrió en la investigación de Bustillos (2021) en la cual mediante la mejora de procesos en el área de producción en una empresa de calzado se determinó que la mejora de procesos permitió el incremento de la eficacia mediante la optimización del método de trabajo pasando de 0.80 a 0.82 que significó aumentó en un 2.0%. Dado esto se puede considerar que la mejora de procesos origina un incremento en la eficacia de los procesos productivos.

Según Acuña (2019) mediante la mejora del método en el proceso de fabricación de piñones, aplicando el estudio del trabajo, en una empresa de fabricación de piñones logró aumentar la eficacia de 0.74 a 0.905 evidenciándose un incremento de 22.3%. También Bustillos (2021) mediante la mejora de procesos en el área de producción en una empresa de calzado. Se encontró que la mejora de procesos permitió el incremento de la eficacia en el área de producción pasando de 0.80 a 0.82 que significó aumentó en un 2.0%. En la investigación realizada se logró también un incremento en la eficacia de 38.46%. Por otro lado, la prueba de Wilcoxon aplicada a la eficacia antes y después nos da un p-valor de 0,000 por

consiguiente al ser menor que 0,05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna con lo que se concluye que ese aumento significativo de la eficacia se debe a la mejora del proceso en la fabricación de piñones en la empresa metal mecánica SJM, 2022.

Cisneros (2018) en su trabajo de investigación resalta la importancia de la mejora de proceso, donde señala el problema principal que tiene al respecto de la entrega de los pedidos, lo cual refleja la poca eficacia al respecto, que para en este caso los trabajos se realizan por actividades y operaciones, para lo cual se obtuvo los resultados 0.049 antes de implementar el nuevo método y 0.048 después de implementar el nuevo método, que en realidad no refleja mucha diferencia, pero si identifico la poca comunicación entre áreas de trabajo que si no se mejora en la comunicación esto puede traer problemas con el pasar del tiempo.

Como objetivo general se propuso determinar como la mejora de procesos incrementa la productividad. En la presente investigación se realizó una propuesta de mejora de procesos a través de herramientas de ingeniería, en la fabricación de piñones y se encontró que la media antes de la mejora de procesos tenía un valor promedio de 0.39 alcanzando un valor a través después de la mejora de 0.70 lo cual muestra un incremento del 79%.

Biminchumo (2020) mejoró la productividad del proceso de fumigación mecanizada en los cultivos de arándanos, en una entidad dedicada a la agroindustria tal que con la mejora del proceso se logró el aumento de la productividad pues paso de 77% antes de mejorar y posteriormente se logró aumentar a un 88%. Destacando que los procesos mejorados fueron determinantes en la mejora de la productividad. Después de realizar la comparación entre el estudio anteriormente mencionado con la presente investigación, se puede concluir que estandarizar tiempos y métodos de trabajo en la producción de piñones permite reducir el tiempo y así también incrementar la producción de piñones.

Corroborado por Sreekumar et al. (2018) quien nos indica que La mejora de productividad en la organización trae una serie de mejoras en la organización tales como: crecimiento económico, productos disponibles a tarifa reducida, mejor aceptación de productos según el cliente, incremento de ventas para la

organización, incremento de exportación, mejora de reservas de divisas, impulso al crecimiento económico del país, incremento de participación para los accionistas de la empresa, reducción de chatarra, reducción de la necesidad de materias primas, reducción del tiempo de inactividad de hombres y máquinas, reducción de las necesidades de espacio y reducir la pobreza y el desempleo.

La investigación Beraun, Cuellar (2018) comprobaron que la gestión por procesos aumenta la productividad encontrando como resultado un incremento de 54.6% reflejándose en una mejor producción de la empresa. También Nomberto, Segura (2017) través de la mejora en el proceso de reencauchado de llantas lograron un incremento de la productividad laboral de 0,75 unidades por hora a 1 unidad por hora. Destacando que los procesos mejorados fueron determinantes en la mejora de la productividad lo que permitió la eficiencia y por ende más unidades reencauchadas.

En la investigación realizada, al igual que en las investigaciones anteriores, también se observa un incremento de la productividad de 79.40%. Por otro lado, la prueba de Wilcoxon aplicada a la productividad antes y después nos da un p-valor de 0,000 por consiguiente al ser menor que 0,05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna con lo que se concluye que ese aumento significativo de la productividad se debe a la mejora del proceso en la fabricación de piñones en la empresa metal mecánica SJM, 2022.

Según Quispe (2016) señala que la estandarización del nuevo método de trabajo ayuda a incrementar la productividad, optimizando los procesos en cada operación como los recorridos que se realiza para comenzar nuevas actividades tiempos que se demora, lo cual con la implementación del nuevo método se mejoró, principalmente en la fabricación de piñones en la empresa metal mecánica SJM 2022.

Todo lo señalado al respecto coincidente con los trabajos de investigación de realizado otros autores, pero por otra parte también coincide con el trabajo de investigación realizado por Orozco (2015) ya que según su investigación la productividad en la compañía de confecciones aumento por encima del 15%, todo eso como resultado por la implementación de la mejora de proceso, ya que

previamente focalizo los problemas principales que ocasionaban las demoras en la producción, y que finalmente con la implementación de los nuevos métodos de trabajo se logra producir en mayor cantidad, y la eficiencia del trabajo se refleja.

## **VI. CONCLUSIONES**

La aplicación de la mejora de procesos incrementó la productividad en la fabricación de piñones, pasando de una productividad promedio obtenida en el pre - test de 0.39 a una productividad obtenida en el post-test de 0.70, logrando un incremento de 76.92%.

Se determinó que la mejora de procesos incrementó la eficacia después de la aplicación de la mejora de procesos en la empresa, pasando de una eficacia media en el pre – test de 0.65 a una eficacia media en el post – test de 0.90, esta manera alcanza un incremento de 38.46%.

En relación con la mejora de procesos incrementó la eficiencia en el proceso en la fabricación de piñones a través de un análisis con respecto al tiempo de producción de un piñón, pasando de una eficiencia media de 0.60 a 0.78 alcanzado un incremento de 30.0%.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Es importante mantener las implementaciones realizadas, sobre todo la correcta selección de la materia prima, el uso adecuado de las herramientas de corte, el cálculo para realizar el mecanizado y de esta manera conservar el incremento de la productividad.

Realizar un monitoreo continuo al nuevo proceso para asegurar su cumplimiento y así poder seguir obteniendo los beneficios que acarrea esta mejora, además de realizar capacitaciones a los trabajadores con el fin de evitar que se recaiga en el método anterior de trabajo.

Se recomienda integrar un sistema computarizado, de esta manera, se tendrá un mejor control sobre los procesos lo cual brindaría practicidad en el cumplimiento de pedidos con la finalidad de seguir creciendo como empresa.

## REFERENCIAS

- AHMED, Arturo, Application of continuous improvement techniques to improve organization performance. n *International Journal of Lean Six Sigma*. 2018.
- ANDRADE, Adrián, DEL RIO, César and ALVEAR, Daissy, 2019. Estudio de tiempos y movimientos para incrementar la eficiencia en una empresa de producción de calzado. *Información tecnológica*. Online. 2019. Vol. 30, no. 3. DOI 10.4067/S0718-07642019000300083.
- ANDRADE, D., CABEZAS, E. y TORRES, J., 2018., Introducción a la metodología de la investigación científica. 1ra. Edic. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Ecuador. ISBN: 978-9942-765-44-4. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/15424/1/Introduccion%20a%20la%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf>.
- ALIRIO, Jesus, Fundamentos para la redacción de objetivos en los trabajos de investigación de pre grado. *MEXTESOL Journal*,. Nariño, Colombia : s.n., 2019. Vol. 43, 1.
- ARANGO, Martín, CAMPUZANO, Luis and ZAPATA, Julián, 2015. Mejoramiento de procesos de manufactura utilizando Kanban. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*. Online. 2015. Vol. 14, no. 27, pp. 221–233. Retrieved from: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-33242015000200014&script=sci\\_abstract&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-33242015000200014&script=sci_abstract&tlng=es)
- ARZUBE, Ivon and HUACÓN, Gianella, 2019. La evolución de la Productividad y calidad en las empresas de bienes y servicios. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*. Online. 2019. Vol. Enero, no. 151. Retrieved from: <https://www.eumed.net/rev/oel/2019/01/empresas-bienes-servicios.html>
- BAENA, Karina. Metodología de la investigación. Serie integral por competencias. 3ra. s.l., MÉXICO : GRUPO EDITORIAL PATRIA, 2017.
- BERAUN, Lorena and CUELLAR, Danielle, 2018. *Aplicación de gestión por*

*procesos para incrementar la productividad del área de producción de la empresa Andares Textiles E.I.R.L., 2018.* Online. Universidad César Vallejo. Retrieved from: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/62292>

BIMINCHUMO, Carlos, 2020. *Mejora de procesos para incrementar la productividad de la fumigación mecanizada en una empresa agroindustrial Trujillo,2020.* Online. Universidad César Vallejo. Retrieved from: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/63262>

CABEZAS, Edison, NARANJO, Diego and TORRES, Johana, 2018. *Introducción a la metodología de la investigación científica.* Online. Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas. ISBN 978-9942-765-44-4. Retrieved from: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/15424>

CAMARA, Lau. *La Productividad Laboral a Paso lento.* Venezuela : s.n., 2018.

CARRASCO, Willian, FRANCO, Dania y PITA, Denise, *Propuesta de mejora en el proceso de distribución de la empresa de comercio electrónico Amazon.* Universidad del Pacífico. Lima, Perú : s.n., 2018.

CARBONELL, A., SÁNCHEZ, Yusleidy and PLASENCIA, Yarianna, 2019. *Aplicación de un procedimiento para la gestión por procesos en la Empresa Pecuaria Venegas. InfoCiencia.* Online. 2019. Vol. 23, no. 2, pp. 13–23. Retrieved from: <https://www.semanticscholar.org/paper/Aplicación-de-un-procedimiento-para-la-gestión-por-Duménigo-Afonso/1bd739b45b498942703b6f34f3428696a2fd5392>

CONTRERAS, Fortunato, OLAYA, Julio and MATOS, Fausto, 2017. *Gestión por procesos, indicadores y estándares para unidades de información.* Online. Lima. ISBN 978-612-00-2606-9. Retrieved from: <http://eprints.rclis.org/31012/>

CRIOLLO, Roberto, *Estudio del trabajo: Ingeniería de Métodos y Medición del Trabajo.* a ed. New York: Mc Graw Hill 2004. 459 pp. ISBN: 9701046579

CRUELLES, José, 2017. *Productividad Industrial. Métodos de trabajo, tiempos y su*

*aplicación a la planificación y a la mejora continua*. Online. Segunda Ed. Barcelona: Marcombo. ISBN 8426725651. Retrieved from: <https://www.marcombo.com/productividad-industrial-metodos-de-trabajo-tiempos-y-su-aplicacion-a-la-planificacion-y-a-la-mejor-continua-9788426718785/>

ESPINOZA, Eduardo, La hipótesis en la investigación 1. Universidad Técnica de Machala. Machala, Ecuador : s.n., 2018. Vol. 16, pp. 122-139.

FONTALVO, Tomás, DE LA HOZ, Efrain and MORELOS, José, 2018. Productivity and its factors: impact on organizational improvement. *Dimensión Empresarial*. Online. 2018. Vol. 16, no. 1, pp. 47–60. DOI 10.15665/dem.v16i1.1897.

FURMAN, Bernardo, 2018. Productividad Laboral a paso lento. *La Camará*. Online. 2018. No. 817. Retrieved from: [https://apps.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/edicion817/edicion\\_817.pdf](https://apps.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/edicion817/edicion_817.pdf)

GARCÍA, Jesús, CAZALLO, Ana, BARRAGAN, Camilo, MERCADO, María, OLARTE, Lucy and MEZA, Victor, 2019. Indicadores de Eficacia y Eficiencia en la gestión de procura de materiales en empresas del sector construcción del Departamento del Atlántico, Colombia. *Revista Espacios*. Online. 2019. Vol. 40, no. 22, pp. 16. Retrieved from: <https://www.revistaespacios.com/a19v40n22/a19v40n22p16.pdf>

GOMÉZ Pulido, Beatriz EUGENIA and RAMÍREZ Herrera, Lourdes, Metodología de la investigación para el área de la salud. [book auth.] ISBN 978-607-15-0947-5. Mexico : MC GRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES SADCV, 2013, p. 190.

GONZALES, Jose, Introducción a la ingeniería industrial. México: Alfaomega grupo editor S.A, 2014, 448 pp. ISBN: 9786076221945

GONZALES, Jenniffer, Repositorio de UTMACH [en línea].2019. [Fecha de consulta: 4 de octubre de 2021]. Disponible en:

[http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14847/1/E4389\\_GONZALEZ%20ESPINOSA%20JENNIFFER%20XIOMARA.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14847/1/E4389_GONZALEZ%20ESPINOSA%20JENNIFFER%20XIOMARA.pdf)

GRABOWSKA, Sandra, 2018. Improvement of the Production Process in the Industry 4.0 Context. *Multidisciplinary Aspects of Production Engineering*. Online. 2018. Vol. 1, no. 1, pp. 55–62. DOI 10.2478/mape-2018-0008.

GRADOS, Rodrigo and OBREGON, Antonio, Revista USS [en línea].2018. [Fecha de consulta: 1 de octubre de 2021]. Disponible en: <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/ING/article/view/969/1674>

GUTIERREZ, Humberto, Calidad y Productividad 4ta. ed. Distrito Federal: Mcgraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2014. ISBN: 9786071511485

GUTIERREZ, Humberto, Calidad y productividad. 5 ta ed. México: McGraw-Hill interamericana editores S.A, 2020, 736pp. ISBN: 9786071514578

HERNÁNDEZ, Roberto and MENDOZA, Christian, 2018. *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, calitativa y mixta*. Ciudad de México: Mc Graw-Hill. ISBN 978-1-4562-6096-5.

HERNANDEZ, Juan Diego, Uso adecuado del Coeficiente de Correlación de Pearson: definición, propiedades y suposiciones [en línea]. Colombia: Universidad Simón Bolívar. 2018. [fecha de consulta 21 de abril de 2022]. Disponible en: <http://tinyurl.com/yfv5vn8d3>

IGLESIAS, Lander, Repositorio UPN [en línea].2020. [Fecha de consulta: 2 de octubre de 2021]. Disponible en: [https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/27069/Iglesias%20Le%C3%B1n%20Lander%20Paul\\_Lavado%20Huarez%20Tania%20Yadira\\_Parcial.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/27069/Iglesias%20Le%C3%B1n%20Lander%20Paul_Lavado%20Huarez%20Tania%20Yadira_Parcial.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

INGA, Dalius, The Link between Business Process Management. Vilnius University. 2020.

KANAWATY, George, 1996. *Introducción al estudio del trabajo*. Online. Cuarta Edi. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo. Retrieved from:

[https://www.academia.edu/37437864/Introducci3n\\_al\\_estudio\\_del\\_trabajo\\_4ta\\_Edici3n\\_George\\_Kanawaty\\_FREELIBROS\\_ORG](https://www.academia.edu/37437864/Introducci3n_al_estudio_del_trabajo_4ta_Edici3n_George_Kanawaty_FREELIBROS_ORG)

LOAYZA, Norman, 2016. La productividad como clave del crecimiento y el desarrollo en el Per3 y el mundo. *Revista Estudios Econ3micos*. Online. 2016. Vol. 31, no. 1. Retrieved from: <https://www.bcrp.gob.pe/publicaciones/revista-estudios-economicos/ree-31-01-la-productividad-como-clave-del-crecimiento-y-el-desarrollo-en-el-peru-y-el-mundo.html>

MALDONADO, Jos3, 2018. *Gesti3n de Procesos*. Online. M3laga: Universidad de M3laga. ISBN 9788469485040. Retrieved from: <https://biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=45886>

MEDIANERO, David, Productividad total. Lima: Empresa editora Macro EIRL, 2016, 294pp. ISBN: 9786123044152

MEDINA Gustavo, MONTALVO Gina y V3SQUEZ Manuel. Revista Ingenier3a [en l3nea]. Setiembre, 2018, vol.5, n31. [Fecha de consulta: 2 de octubre de 2021]. Disponible en: <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/ING/article/view/863>

MEJ3A, Isabel and JIMENEZ, Carlos, 2020. Competitividad y productividad del administrador de empresas en las PYMES en Colombia y Latinoam3rica. *Revista de la Facultad de Ciencias Econ3micas y Administrativas*. Online. 2020. Vol. 21, no. 1, pp. 238–251. DOI 10.22267/rtend.202101.135.

MIRANDA, Maycol, TOROBISCO, Esmeralda and GOMEZ, Rosmery, 2020. Evaluaci3n de la eficacia de a aplicaci3n de last planner system en un proyecto de construcci3n en la etapa de acabados - Arquitectura en Per3 en el a3o de 2019. *Investigaci3n y Desarrollo*. Online. 2020. Vol. 20, no. 1, pp. 193–213. DOI 10.23881/idupbo.020.1-14i.

MORENO, Rodrigo, Propuesta de mejorar la productividad, en la l3nea de elaboraci3n de armadores, a trav3s de un estudio de tiempos del trabajo, en

la empresa de productos Plásticos Partiplast . Escuela Politécnica Nacional.  
de 2017.

NOMBERTO, Neyssen and SEGURA, Cristhian, 2017. *Propuesta de implementación de mejora en el proceso de reencauchado de neumáticos para incrementar la productividad en la empresa Reencauchadora Rubbers SRL – Cajamarca*. Online. Universidad Privada del Norte. Retrieved from: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10679>

PANCHILLO, Emerson, GUIVAR, Juleysi and HEREDIA, Jordan, 2021. *Gestión por procesos para mejora de la productividad de la Empresa Ingetrafic S.R.L. Lima - 2020*. Online. Universidad de las Américas. Retrieved from: <http://repositorio.ulasamericas.edu.pe/handle/upa/1129>

## ANEXOS.

### Anexo 1. Matriz de consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	ESCALA
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>	VARIABLE INDEPENDIENTE:  MEJORA DE PROCESOS	Estudio de métodos	Razón
¿De qué manera la mejora de procesos incrementará la productividad en la fabricación de piñones en la empresa metal mecánica SJM, 2022?	Determinar que la mejora de procesos incrementará la productividad en la fabricación de piñones en la empresa metal mecánica SJM, 2022.	La mejora de procesos incrementa la productividad en la fabricación de piñones en la empresa metal mecánica SJM, 2022		Medición del trabajo	Razón
<b>PROBLEMAS ESPECIFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>	<b>HIPOTESIS ESPECIFICAS</b>	VARIABLE DEPENDIENTE:  PRODUCTIVIDAD	Eficiencia	Razón
¿De qué manera la mejora de procesos incrementará la eficiencia en la fabricación de piñones en la empresa metal mecánica SJM, 2022?	Determinar que la mejora de procesos incrementará la eficiencia en la fabricación de piñones en la empresa metal mecánica SJM, 2022.	La mejora de procesos incrementa la eficiencia en la fabricación de piñones en la empresa metal mecánica SJM, 2022		Eficacia	Razón
¿De qué manera la mejora de procesos incrementará la eficacia en la fabricación de piñones en la empresa metal mecánica SJM, 2022?	Determinar que la mejora de procesos incrementará la eficacia en la fabricación de piñones en la empresa metal mecánica SJM, 2022.	La mejora de procesos incrementa la eficacia en la fabricación de piñones en la empresa metal mecánica SJM, 2022			

## Anexo 2. Matriz de operacionalización.

Variables	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Mejora de procesos	La mejora de procesos es una metodología corporativa busca la mejora del desempeño y la optimización de los procesos los cuales se deben diseñar, modelar, organizar, documentar y optimizar de manera permanente. Maldonado (2018, p.6).	La mejora de procesos es una herramienta que nos permite optimizar el proceso productivo mediante el estudio de métodos y medición del trabajo, cuyos indicadores de medición son el índice de actividades y el tiempo estándar respectivamente.	Estudio de métodos	$IA = \frac{\text{Actividades que agregan valor} \times 100}{\text{Total de actividades}}$ IA: Índice de actividades	Razón
			Medición del trabajo	$TE = TN (1 + S)$ TE: Tiempo estándar TN: Tiempo normal S; Suplementos	Razón
Productividad	La productividad es la relación entre lo que produce una compañía y los recursos que destina a su producción. Adicionalmente la productividad es el resultado de las decisiones que toman los negocios respecto a la cantidad y calidad de los inputs productivos, el tipo, la cantidad y calidad de la producción, la tecnología utilizada, el proceso de cambio a que están sujetos estos elementos. Mejía y Jiménez (2020, p. 243),	La productividad tiene que ver con el cumplimiento a través de la eficiencia y eficacia y se miden con el índice de tiempo de producción y piñones producidos. Se calcula la productividad multiplicando la eficiencia por la eficacia	Eficiencia	$ITp = \frac{\text{Horas de producción utiles} \times 100}{\text{Horas reales}}$ ITp: Índice de tiempo de producción	Razón
			Eficacia	$Pp = \frac{\text{Total de piñones entregados} \times 100}{\text{Total de piñones solicitados}}$ Pp: Piñones producidos	Razón

### Anexo 3. Validación de instrumentos.

Mg. Zeña Ramos, José La Rosa

**Observaciones (precisar si hay suficiencia):** Hay suficiencia

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

**Apellidos y nombres del juez validador.** Mg. Zeña Ramos José La Rosa

**Especialidad del validador:** Ingeniero Industrial

<sup>1</sup> **coherencia:** El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo

<sup>2</sup> **Relevancia:** El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo

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

**Lima 20 de Junio 2022**



-----  
**Firma del Experto Informante.**

Mg. Héctor Antonio, Gil Sandoval

**Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay suficiencia**

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

**Apellidos y nombres del juez validador.** MSc. Ing. Héctor Antonio, Gil Sandoval DNI: 03684198

**Especialidad del validador:** **Ingeniero Industrial**

<sup>1</sup> **coherencia:** El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo

<sup>2</sup> **Relevancia:** El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo

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

**Lima 20 de Junio 2022**



**Firma del Experto Informante.**

Mg. Gustavo Adolfo Montoya Cárdenas

**Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay suficiencia**

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

**Apellidos y nombres del juez validador.** Mg. Gustavo Adolfo Montoya Cárdenas DNI: 07500140

**Especialidad del validador: Ingeniero Industrial**

<sup>1</sup> **coherencia:** El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo

<sup>2</sup> **Relevancia:** El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo

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

**Lima 20 de Junio 2022**

  
-----GUSTAVO ADOLFO-----  
MONTAYA CARDENAS  
INGENIERO INDUSTRIAL  
Reg. CIP N° 144806

#### **Anexo 4. Autorización.**

### **AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA**

Yo, Marcelino Lorenzo Arpasi, identificado con DNI 10483597, en mi calidad de Gerente General del área de producción de la empresa Metal mecánica L.Arpasi E.I.R.L. Con R.U.C N°20548577480, ubicada en la ciudad de Lima.

#### **OTORGO LA AUTORIZACIÓN,**

A los señores: Solange Herrera Rodrigo y Javier Soria Pérez

Identificado(s) con DNI N° 46525259, 40358556 respectivamente, alumnos de la Carrera profesional de ingeniería industrial, para que utilice la siguiente información de la empresa:

Información de tiempos de producción de piñones

Detalle de materiales y herramientas a utilizar

Con la finalidad de que pueda desarrollar su Tesis, para optar al grado de Ingeniero Industrial

( ) Mantener en Reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o  
(x) Mencionar el nombre de la empresa.



---

MARCELINO LORENZO ARPASI

DNI: 10483597

El Estudiante declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Estudiante será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.



---

SOLANGE HERRERA RODRIGO

DNI: 46525259



---

JAVIER SORIA PEREZ

DNI: 40358556

## Anexo 5. Certificado de calibración



# LABORATORIO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACION

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LE - 001 - 2021

PROFORMA : 1013AT1 Fecha de emisión : 2021 - 12 - 17 Página : 1 de 4

**SOLICITANTE** : Solange Herrera Rodrigo.  
Dirección : Av. 10 de Junio 1020, Condominio Paseo San Martin

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : CRONOMETRO  
Marca : CASIO  
Modelo : HS-70  
N° de Serie : H180196154  
Tipo : Digital  
Procedencia : CHINA  
Resolución : 0,001 s  
Fecha de Calibración : 2021 - 12 - 17

### LUGAR DE CALIBRACIÓN

LABORATORIO DE PESAS & MEDIDAS S.A.C.

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro calibrador patrón según procedimiento EL-007 "Procedimiento para la calibración de cronómetros". Edición digital 1. CEM-ESPAÑA

### CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	21,5 °C	22,3 °C
HUMEDAD RELATIVA	50,0 %	50,8 %

LABORATORIO DE PESAS & MEDIDAS S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

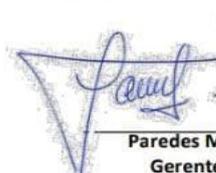
LABORATORIO DE PESAS & MEDIDAS S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso. Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LABORATORIO DE PESAS & MEDIDAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

  
  
**Paredes Misari Renat**  
Gerente Técnico

Laboratorio: Av. 13 de Enero Mz. F4 Lt. 1 Inca Manco Capac, San Juan de Lurigancho  
Oficina Principal: Calle Luis Agurto 247 Urb. Cipreses - Cercado de Lima  
(01) 270 7272 | 920 296 543 | 920 296 553 | 987 916 040 | 987 917 952 | informes@laboratoriopym.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE LABORATORIO P & M SAC.



## Anexo 6. Formato de productividad

TALLER METAL MECÁNICA L. ANPASI E.I.R.L.		REGISTRO DE PRODUCCION						
REGISTRO POR: Solange H /Javier S					$Pp = \frac{\text{Horas de producción reales} \times 100}{\text{Horas producción programadas}}$	$Pp = \frac{\text{Total de piñones entregados} \times 100}{\text{Total de piñones solicitados}}$	$Product = \text{Eficie} \times \text{Eficaci}$	PRODUCTIVIDAD
AREA: PRODUCCION								
meses	semans	TOTAL DE PIÑONES ENTREGADOS	TOTAL DE PIÑONES SOLICITADOS	TIEMPO DE PRODUCCIÓN REAL (Min.)	TIEMPO DE PRODUCCIÓN PROGRAMADO (Min.)	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
Julio	semana 1							
	semana 2							
	semana 3							
	semana 4							
Agosto	semana 5							
	semana 6							
	semana 7							
	semana 8							
Setiembre	semana 9							
	semana 10							
	semana 11							
	semana 12							
Octubre	semana 13							
	semana 14							
	semana 15							
	semana 16							
TOTAL								
PROMEDIO								



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, DAVILA LAGUNA RONALD FERNANDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Mejora de procesos para incrementar la productividad en la fabricación de piñones en la empresa metal mecánica San Juan de Miraflores, 2022.", cuyos autores son HERRERA RODRIGO SOLANGE DEL JESUS, SORIA PEREZ JAVIER CIRILO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 25.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 08 de Julio del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
DAVILA LAGUNA RONALD FERNANDO <b>DNI:</b> 22423025 <b>ORCID:</b> 0000-0001-9886-0452	Firmado electrónicamente por: RDAVILALA el 15-07- 2022 16:23:39

Código documento Trilce: TRI - 0329847