

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

Tesis

**Optimización de los procesos de mecanizado mediante
la filosofía Kaizen en el Instituto de Educación Superior
Tecnológico Público Chalhuanahuacho, 2019**

Lincoln Tayron Ruiz Huayama
Alexander Quispe Mayta

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Industrial

Cusco, 2021

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

ASESOR:

Mg. Waldrick Cesar Morro Sumary

AGRADECIMIENTOS

A mi esposa Lisbeth, por su apoyo brindado para cumplir con mis objetivos.

A mis hijos, por todo su amor brindado, reconfortándome cada día para seguir luchando por ellos.

Alexander Quispe Mayta

Agradezco al Director General del Instituto Tecnológico Público de Chalhuanahuacho, en la digna persona del Ing. Julio Navarro Sologorre, por la ayuda incondicional a mi persona.

Lincoln Tayron Ruiz Huayama

DEDICATORIA

A mi Dios todopoderoso, que me ha bendecido de mucha inteligencia para efectuar esta investigación, la cual también está dedicada a mis padres.

A mi ángel, que está en el cielo, Esther Huayama Huamán; a todos mis hermanos, como son: Halston Ramón Ruiz Huayama, Verónica Esther Ruiz Huayama y Sugeyli Ruiz Huayama, quienes me brindaron todo el apoyo del mundo y así, ser una persona de bien. A mi esposa Yenny Silva Mendoza, quien conmigo a mi lado está con mucho amor.

Lincoln Tayron Ruiz Huayama

Para mis padres, Santos Quispe y Angélica Mayta por haberme guiado por el camino correcto, a mis queridos hermanos Elvis Quispe e Iván Quispe que en todo momento me dieron sus palabras de aliento para seguir adelante. A mi amada esposa Lisbeth y a mis queridos hijos que son el motivo para seguir esforzándome y darles todo lo mejor.

Alexander Quispe Mayta

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
ÍNDICE.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	xv
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	16
1.1. Planteamiento del problema.....	16
1.1.2. Problema general.....	17
1.1.3. Problemas específicos.....	18
1.2. Objetivos.....	18
1.2.1. Objetivo general.....	18
1.2.2. Objetivos específicos.....	18
1.3. Justificación e importancia.....	18
1.3.1. Justificación.....	18
1.4. Hipótesis y descripción de variables.....	20
1.4.1. Hipótesis general.....	20
1.4.2. Hipótesis específicas.....	20
1.4.3. Descripción de variables.....	20
1.4.4. Operacionalización de variables.....	21
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	21
2.1. Antecedentes del problema.....	21
2.1.1. Tesis internacionales.....	21
2.1.2. Tesis nacionales.....	24

2.1. Bases teóricas	26
2.1.1. Procesos.....	26
2.1.2. Ciclo de gestión	34
2.1.3. La gestión de un proceso.....	36
2.1.4. Operaciones de proceso	37
2.1.5. Operaciones de ensamble	38
2.1.6. Máquina de producción y herramientas	39
2.1.7. Optimización del proceso de manufactura	40
2.1.8. Filosofía Kaizen	42
2.1.9. Distribución en planta	43
2.1.10. Estudio de tiempos	44
2.3. Definición de términos básicos	45
2.3.1. Eficiencia	45
2.3.2. Eficacia	45
2.3.3. Flexibilidad.....	45
2.3.4. Competitividad	46
2.3.5. Indicadores	46
2.3.6. DOP (Diagrama de operaciones del proceso).....	47
2.3.7. DAP (Diagrama de actividades del proceso).....	47
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	48
3.1. Métodos y alcance de la investigación	48
3.1.1. Método de investigación	48
3.1.2. Tipo de investigación	48
3.1.3. Nivel de investigación	48
3.1.4. Diseño de investigación	48
3.2. Población y muestra	48
3.2.1. Población.....	48
3.2.2. Muestra.....	49
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	49

3.3.1. Técnicas de análisis de datos	49
3.3.2. Instrumentos de recolección de datos.....	49
3.3.3. Procesamiento de datos y análisis	50
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	50
4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información	50
4.1.1. Diagnóstico actual de los procesos de mecanizado y la productividad del proceso de mecanizado de la placa porta punzón.	52
4.1.2. Diagnóstico de los procedimientos usados en las etapas de mecanizado de la placa porta punzón.....	65
4.1.3. Diagnóstico de herramientas y accesorios de los procesos de mecanizado de la placa porta punzón.....	74
4.1.4. Diagnóstico de los tiempos de mecanizado de la placa porta punzón	78
4.1.5. Optimización de los procesos de mecanizado, mediante la filosofía Kaizen	86
4.2. Prueba de hipótesis	105
4.2.1. Hipótesis general	107
4.3. Discusión de resultados	111
4.4. Cuadro comparativo (cualitativo y cuantitativo): sin la filosofía Kaizen/ con la filosofía Kaizen	112
4.5. Análisis de costo-beneficio en relación a la energía consumida	114
CONCLUSIONES	115
RECOMENDACIONES	116
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	117
ANEXOS.....	119
Anexo 1. Matriz De Consistencia	120
Anexo 2. Plano para mecanizado	122
Anexo 3. Diagrama de Análisis de Procesos	123
Anexo 4. Diagrama de Operaciones de Proceso	124
Anexo 5. Hoja de Control del Proceso de Mecanizado	125

Anexo 6. Diseño de Planta – Recorrido del Proceso	126
Anexo 7. Hoja de Análisis de Desplazamiento del Estudiante para Realizar la Placa Porta Punzón de Taller de Mecanizado a Taller de Mecánica de Banco	127
Anexo 8. Hoja de Análisis de Desplazamiento del Estudiante para Realizar la Placa Porta Punzón de Taller de Mecánica de Banco a Taller de Taladros.	128
Anexo 9. Hoja de Análisis de Desplazamiento del Estudiante para Realizar la Placa Porta Punzón desde el Taller de Taladros hasta el Taller de Mecanizado	129
Anexo 10. Panel Fotográfico de Ambiente y Máquinas	130

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Registro académico de Fresadora Universal I (nota aprobatoria 13)</i>	17
Tabla 2. <i>Operacionalización de las variables identificadas</i>	21
Tabla 3. Equipos y herramientas utilizados en los procesos identificados.....	39
Tabla 4. Parámetros de corte en materiales para herramientas	41
Tabla 5. Parámetros de corte para maximizar la producción.....	41
Tabla 6. Parámetros de corte para minimizar el costo	42
Tabla 7. Formulación del modelo Kaizen	51
Tabla 8. Diagrama de operaciones de procesos para mecanizado.....	58
Tabla 9. Diagrama de análisis de procesos para mecanizado	59
Tabla 10. Hoja análisis de desplazamiento de taller a taller (Resumen)	62
Tabla 11. Metas de cumplimiento (placa porta punzón)	64
Tabla 12. Resumen de desplazamiento (método original)	64
Tabla 13. Instrumentos y herramientas usados por los estudiantes.....	66
Tabla 14. Máquinas, instrumentos, herramientas e insumos para mecanizado a medida y trazado para la placa porta punzón	67
Tabla 15. Máquinas, instrumentos, herramientas e insumos para el taladrado de la placa porta punzón.....	71
Tabla 16. Máquinas, instrumentos, herramientas e insumos para el taladrado de la placa porta punzón.....	73
Tabla 17. Parámetros de la Fresa HSS en proceso original.....	75
Tabla 18. Parámetros de corte de la herramienta HSS, en proceso original	76
Tabla 19. Tiempos para procedimientos del mecanizado	78
Tabla 20. Tiempo de mecanizado en fresadora Universal	80
Tabla 21. Resumen total de tiempos de procedimientos (método original)	82
Tabla 22. Resumen total de tiempos de mecanizado (método original)	83
Tabla 23. Tiempo total de fabricación de la porta punzón (método original).....	84
Tabla 24. Resumen de desplazamiento mejorado	86
Tabla 25. Implementación de las 5 «S» dentro del taller de procesos de mecanizado (método mejorado).	89
Tabla 26. Medición de tiempos con el método de Kaizen	94
Tabla 27. Características de la herramienta.....	96
Tabla 28. Parámetros de corte de una herramienta ASX 445	96
Tabla 29. Evaluación de los tiempos de mecanizado con la aplicación de la filosofía Kaizen.	100
Tabla 30. Resumen de los tiempos de mecanizado, con la filosofía Kaizen.....	101

Tabla 31. Cantidad de piezas a fabricar.....	102
Tabla 32. Máquinas herramientas de la Institución	102
Tabla 33. Tiempo de programación para el mecanizado de la placa porta punzón	103
Tabla 34. Análisis de contraste de tiempo de mecanizado - hipótesis general.	106
Tabla 35. Análisis de métodos, original y mejorado.	107
Tabla 36. Datos de los tiempos de los procesos de mecanizado	108
Tabla 37. Shapiro – Wisk Test - Tiempos de optimización.....	109
Tabla 38. T de Student en la optimización de los procesos de mecanizado.....	110
Tabla 39. Comparativo cualitativo sin la filosofía Kaizen y con la filosofía Kaizen	112
Tabla 40. Comparativo cuantitativo sin la filosofía Kaizen y con la filosofía Kaizen.	113
Tabla 41. Comparativo de sin/con Kaizen análisis de costo beneficio en relación a la energía consumida.....	114

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Ubicación geográfica del Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Chalhuanahuacho. Tomado de Google Maps, 2019.....	20
<i>Figura 2.</i> Representación gráfica a un proceso. Tomada del libro <i>Gestión por procesos</i> de Pérez-Fernandez de Velasco, 2009.....	26
<i>Figura 3.</i> Contribución de procesos normalizados. Tomado del Libro <i>Gestión por procesos</i> , de Pérez-Fernandez de Velasco,	29
<i>Figura 4.</i> Hoja del proceso de “Formación”. Tomado del libro <i>Gestión por procesos</i> , de Pérez-Fernández de Velasco, 2009.	31
<i>Figura 5.</i> Diagrama de flujo «Proceso del negocio». Tomado del libro <i>Gestión por procesos</i> , de Pérez-Fernandez de Velasco, 2009.....	32
<i>Figura 6.</i> Proceso de planificación anual. Tomado del libro <i>Gestión por procesos</i> , de Pérez-Fernandez de Velasco, 2009.....	33
<i>Figura 7.</i> <i>Planning</i> estándar del proceso de elaboración, distribución y evaluación de la revista de empresa. Tomado del libro <i>Gestión por procesos</i> , de Pérez-Fernandez de Velasco, 2009.	34
<i>Figura 8.</i> Ciclo PDCA. Tomado del Libro <i>Gestión por procesos</i> , de Pérez-Fernandez de Velasco, 2009.	35
<i>Figura 9.</i> Gestión de mapa de proceso. Tomado del libro <i>Gestión por procesos</i> , de Pérez-Fernandez de Velasco, 2009.	37
<i>Figura 10.</i> Tipos de distribución de planta. Elaboración propia.	44
<i>Figura 11.</i> La eficiencia y la eficacia. Tomado del libro <i>Gestión por procesos</i> , de Pérez-Fernandez de Velasco, 2009.....	45
<i>Figura 12.</i> Mapa de proceso Institucional. Elaboración propia.	53
<i>Figura 13.</i> Proceso de mecanizado del instituto tecnológico. Elaboración propia.	55
<i>Figura 14.</i> Diagrama de recorrido para la fabricación del producto, método original. Elaboración propia.....	60
<i>Figura 15.</i> Diagnóstico de la productividad, método original. Elaboración propia.	65
<i>Figura 16.</i> Material en bruto para mecanizado. Elaboración propia, mediante <i>software</i> Inventor.	66
<i>Figura 17.</i> Fresado de material según medidas de plano. Elaboración propia, mediante el <i>software</i> Inventor.	69

<i>Figura 18.</i> Material taladrado. Elaboración propia, mediante <i>software</i> Inventor.	70
<i>Figura 19.</i> Material taladrado. Elaboración propia, mediante el <i>software</i> Inventor	72
<i>Figura 20.</i> Avance recomendado de fresa con proceso original. Tomado de la página web IBRA Manufacturing, 2019.	74
<i>Figura 21.</i> Velocidad de corte de la maquina fresadora en proceso original. Tomado de la página web IBRA Manufacturing, 2019.	75
<i>Figura 22.</i> Análisis de tiempo – máquina, método original. Tomado de la página web Walter Machining Calculator, s/f.	77
<i>Figura 23.</i> Material en forma de paralelepípedo. Elaboración propia.	81
<i>Figura 24.</i> Diagnóstico de la eficacia, método original. Elaboración propia.	85
<i>Figura 25.</i> Diagnóstico de la eficiencia, método original. Elaboración propia	85
<i>Figura 26.</i> Gráfica de recorrido de los procesos, método mejorado. Elaboración propia.	88
<i>Figura 27.</i> Características de herramienta de corte para mecanizado. Tomado de la página web Mitsubishicarbide, 2014.	96
<i>Figura 28.</i> Análisis de tiempo - máquina, método mejorado. Tomado de la página web Walter Machining Calculator, s/f.	98
<i>Figura 29.</i> Eficiencia de la herramienta ASX 445, herramienta mejorada. Elaboración propia.	98
<i>Figura 30.</i> Calculadora de muestras. Tomado de la página web Asesoría Económica & Marketing, 2009.	102
<i>Figura 31.</i> Eficacia - Método mejorado. Elaboración propia.	104
<i>Figura 32.</i> Eficiencia - Método mejorado. Elaboración propia	104
<i>Figura 33.</i> Productividad - Método mejorado. Elaboración propia.	105

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo general, optimizar los procesos de mecanizado a través de la filosofía Kaizen en el Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Chalhuanahuacho, 2018 - 2019, conteniendo cuatro capítulos:

CAPÍTULO I: Planteamiento del estudio, se menciona el objetivo general y los específicos, hipótesis y descripción de variables. Así mismo, la importancia de este estudio recae en mejorar los procesos de mecanizado, en 18 estudiantes de mecánica de producción.

CAPÍTULO II: Marco teórico, se menciona la formulación de los antecedentes del problema y las propias bases teóricas en que se sustenta el estudio, considerando argumentos consistentes y coherentes.

CAPÍTULO III: Metodología, en este punto en particular se redacta el método y el alcance de la investigación; diseño de investigación, población, muestra, las técnicas e instrumentos empleados.

CAPÍTULO IV: Resultados y discusión, capítulo final, donde se presenta los resultados, tratamiento de la información, comprobación de la hipótesis y discusión de resultados.

Esta investigación, por su tipo, es aplicada, con un diseño preexperimental en la cual se usó un pre-test y post-test de los datos obtenidos, considerando una población relacionada a todos los procesos de mecanizado, y un muestreo probabilístico.

El diagnóstico de la productividad inicial era de un 35.13 % y la eficiencia tenía un valor de 87.82 %. A ello tales índices se aplicó la filosofía Kaizen, obteniéndose resultados significativos, alcanzando una productividad de 55.71 % y una eficiencia de 139.28 %.

Se concluye que, con la fijación de la filosofía Kaizen, se establecen mejoras a los procedimientos de los procesos de mecanizado, obteniendo una diferencia significativa ($p < 0.05$).

PALABRAS CLAVE

Optimización, filosofía Kaizen, mecanizado, procesos, productividad.

ABSTRACT

The present research work has as general objective, to optimize the machining processes through the Kaizen philosophy in the Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Chalhuanahuacho, 2018-2019, containing four chapters:

CHAPTER I: Approach to the study, mentioning the general and specific objective, hypothesis and description of variables. Likewise, the importance of this study lies in improving machining processes, to 18 students of production mechanics.

CHAPTER II: Theoretical framework, the formulation of the background of the problem is mentioned, and the theoretical bases themselves, where the study is based, arguments consistent and coherent arguments.

CHAPTER III: Methodology, at this point in particular, write the method and scope of the research, research design, population, sample, the techniques and instruments proposed.

CHAPTER IV: Results and discussion, final chapter, where the results and information treatment are presented, hypothesis testing and results discussion.

Thus, this research is of an applied type, with a pre-experimental design, making use of a pre-test and post-test of the data obtained, considering a population of all machining processes, and a probabilistic sampling.

The initial productivity diagnosis was 35.13% and the efficiency had a value of 87.82%. To this, achieving significant results, given that a productivity of 55.71% was obtained, and efficiency of 139.28%.

It is concluded that, with the fixation of the Kaizen philosophy, improvements are established to the machining processes procedures, obtaining a significant difference ($p < 0.05$).

KEYWORDS:

Optimization, Kaizen philosophy, machining, processes, productivity.

INTRODUCCIÓN

Los procedimientos de mecanizado realizados por los estudiantes en las máquinas herramienta convencionales, son procesos, donde el aprendizaje va mejorando de acuerdo a los indicadores de logro que debe de adquirir en concordancia a las competencias, para que el alumnado sea eficiente y eficaz, para tal actividad.

El Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Chalhuanahuacho, ubicado en el distrito de Chalhuanahuacho de la provincia de Cotabambas, región de Apurímac, es un tecnológico de gestión pública, que oferta la carrera profesional técnica de Mecánica de Producción. Los estudiantes de dicho programa, tienen la responsabilidad de realizar operaciones de mecanizados en sus horas prácticas, durante las cuales fabrican placas porta punzones, desarrollando operaciones de transporte, mecanizado y actividades de control de calidad al producto terminado.

En el momento en que los investigadores se hicieron presentes en los talleres de mecanizado de los estudiantes, lograron presenciar una serie de procedimientos de mecanizados, uno de ellos eran los desplazamientos no estandarizados, a pesar de que estos responden a la fabricación de productos iguales por todos los estudiantes. Siendo estos no satisfactorios en cuanto a la productividad y eficiencia de la producción, durante un tiempo de 5 semanas; por lo cual, se desea optimizar todo el proceso productivo de los estudiantes de la carrera, mediante la fijación de la Filosofía Kaizen.

El objetivo general es optimizar los procesos de mecanizado mediante la filosofía Kaizen en el Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Chalhuanahuacho, 2018-2019 y como objetivos específicos se consideran: analizar el diagnóstico de los procesos de mecanizado y la productividad en el periodo 2018-2019, del programa de estudios de mecánica de producción; analizar y definir los procedimientos adecuados en el sistema de mecanizado, en el periodo 2018-2019, del programa de estudios de Mecánica de Producción; determinar las herramientas y accesorios adecuados para el proceso de arranque de virutas, en el periodo 2018-2019, del programa de estudios de Mecánica de Producción y analizar y definir tiempos de mecanizado necesarios que debe tener un estudiante en el periodo 2018-2019, del programa de estudios de Mecánica de Producción.

Finalmente, se menciona en este estudio la optimización de los procesos de mecanizado, llevados a cabo por los estudiantes del instituto en mención, con la fijación de la Filosofía Kaizen.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento del problema

Muchos de los Institutos Tecnológicos Públicos a nivel nacional, en sus programas de estudios, tienen serios problemas en cuanto a equipamiento e infraestructura, que son fundamentales y necesarios para el aseguramiento del logro de competencias de sus estudiantes, que les permitiría desarrollar y potenciar las habilidades y destrezas para la ejecución de sus tareas. Tales actividades reúnen todos los procesos realizados por los docentes y estudiantes, que no evidencian eficiencia y eficacia en relación a los índices de productividad.

El Instituto Tecnológico Chahuahuacho, es una entidad de gestión pública que ofrece tres programas de estudio, los cuales son: Mecánica de Producción, Explotación Minera y Administración de Negocios Agropecuarios.

En lo referente a la carrera profesional técnica de Mecánica de Producción (nuestro objeto de estudio), este tiene dos periodos académicos, en los que se considera la sección de Mecánica de Producción II(MP-II), y Mecánica de Producción IV (MP-IV). Así mismo tiene un taller de 18 m², donde podemos encontrar dos máquinas fresadoras y un torno para una cantidad de 18 estudiantes, por cada periodo académico aproximadamente. Es en este contexto que, tanto instructores como estudiantes, realizan un conjunto de procedimientos según las diferentes unidades didácticas que conforman sus planes académicos, actividades tanto en la fresadora, torno y otras máquinas herramientas convencionales cuyo sistema no evidencia un trabajo óptimo, que mejore su productividad.

Además, las metas de aprendizaje deben ser alcanzadas en cada periodo académico, que tiene una duración de 18 semanas. Por ello, podemos afirmar que con la implementación de procesos de mecanizado mejorados se logrará la disponibilidad de máquinas herramientas convencionales, incrementando la productividad dentro de sus horas establecidas para la ejecución de cada producto, así como la reducción significativa del tiempo de mecanizado por cada producto terminado. De ser así, esto contribuirá a la mejora del proceso, desde la materia prima hasta el producto terminado. Se empleará el ciclo de *DEMING* (PDCA), como herramienta de Kaizen para conseguir estas mejoras deseadas en los procesos de mecanizado.

Finalmente, se ha evidenciado que los procesos no son coherentes si se pretende alcanzar los estándares de calidad esperados y exigidos por los docentes a los estudiantes de mecánica de producción.

Tabla 1. Registro académico de Fresadora Universal I (nota aprobatoria 13).

Número de estudiantes	Indicadores de logro				Promedio	Recuperación	Nota final
	1	2	3	4			
1	05	11	13	14	11	13	13
2	10	11	14	12	12	12	12
3	14	15	14	16	15	----	15
4	11	10	09	12	11	13	13
5	12	11	13	10	12	12	12
6	12	13	13	13	13	----	13
7	10	08	14	13	11	12	12
8	14	15	13	15	14	----	14
9	15	13	14	14	14	----	14
10	10	11	12	13	12	12	12
11	12	14	13	12	13	----	13
12	14	13	13	13	13	----	13
13	10	11	10	09	10	11	11
14	08	10	12	13	11	11	11
15	10	10	09	08	09	11	11
16	11	12	13	13	12	13	13
17	10	11	10	12	11	12	12
18	11	12	13	14	13	----	13

Nota: Secretaría Académica del IESTP-Chalhuahuacho. Elaboración propia

La información que se muestra en la Tabla 1, Consolidado de notas de los estudiantes del periodo MP-II, muestra que después de la semana 17, de un total de 18 estudiantes, el 38.88 % tiene un promedio aprobatorio, es decir, que son aquellos que han tenido un mejor proceso de manufactura en sus trabajos; en cambio, el 61.11 %, ha realizado prácticas no pertinentes.

En el proceso de recuperación que se ha dado en una semana, de un total de 11 estudiantes, el 27.27 % obtuvo nota aprobatoria, en tanto que el 72.73 % desaprobó por cuestiones de tiempo, disponibilidad de máquinas y procesos no adecuados.

1.1.2. Problema general

¿Cómo se optimizan los procesos de mecanizado mediante la filosofía Kaizen en el Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Chalhuahuacho, 2018-2019?

1.1.3. Problemas específicos

- a) ¿Cuál es el diagnóstico de los procesos de mecanizado y la productividad en el periodo 2018-2019, del Programa de Estudios de Mecánica de Producción?
- b) ¿Cuáles son los procedimientos adecuados en el proceso de mecanizado, en el periodo 2018-2019, del Programa de Estudios de Mecánica de Producción?
- c) ¿Qué herramientas y accesorios son adecuados para el proceso de mecanizado, en el periodo 2018-2019, del Programa de estudios de Mecánica de Producción?
- d) ¿Cuáles son los tiempos de mecanizado necesarios que debe tener un estudiante, en el periodo 2018-2019, del Programa de Estudios de Mecánica de Producción?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Optimizar los procesos de mecanizado, mediante la filosofía Kaizen, en el Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Chalhuanahuacho, 2018-2019.

1.2.2. Objetivos específicos

- a) Analizar el diagnóstico de los procesos de mecanizado y la productividad, en el periodo 2018-2019, del Programa de Estudios de Mecánica de Producción.
- b) Analizar y definir los procedimientos adecuados en el proceso de mecanizado, en el periodo 2018-2019, del Programa de Estudios de Mecánica de Producción.
- c) Determinar las herramientas y accesorios adecuados para el proceso de mecanizado, en el periodo 2018-2019, del Programa de Estudios de Mecánica de Producción.
- d) Analizar y definir los tiempos de mecanizado necesarios que debe tener un estudiante, en el periodo 2018-2019, del Programa de Estudios de Mecánica de Producción.

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Justificación

a. Teórica

La importancia de este trabajo de investigación es porque, aplicó la filosofía de Kaizen para optimizar los procesos de mecanizado, de los estudiantados de la

carrera profesional de Mecánica de Producción del Tecnológico de Chalhuanahuacho.

b. Metodológica

Para los estudiantados de la carrera profesional técnica de Mecánica de Producción, requieren de procedimientos, métodos, técnicas e instructivos que serán aplicados por los futuros estudiantes y que les permitan alcanzar óptimos resultados en los procesos de mecanizado de los productos a realizar, para el logro del aprendizaje en el periodo 2018-2019.

c. Tecnológica

Con la fijación de la filosofía Kaizen se desea optimizar los procesos de mecanizado, razón es que a través del conocimiento científico y aplicación de esta teoría se lograrán optimizar todos los procesos de mecanizado, implementando un nuevo sistema para tal fin y de ese modo se obtendrá los resultados deseados para el aprendizaje del estudiantado.

d. Justificación social

Los resultados del estudio beneficiarán a todos estudiantados de la carrera profesional, viendo que los procedimientos planteados y fijados serán idóneos y las herramientas de corte pertinentes para cada tipo de operación. A ello se suma que los futuros egresados tendrán un mejor desempeño en el área laboral, ya sea en una organización pública o privada.

e. Implicaciones prácticas

Con la filosofía Kaizen se logrará optimizar todos los procesos de mecanizado, de esta manera permitirá el incremento de la productividad.

f. Delimitación geográfica

La institución tecnológica Chalhuanahuacho, se ubica en el distrito de Chalhuanahuacho, en la calle Molino Pampa S/N de la región de Apurímac.



Figura 1. Localización geográfica del IESTP Chalhuahuacho. Tomado de Google Maps, 2019.

1.4. Hipótesis y descripción de variables

1.4.1. Hipótesis general

La optimización de los procesos de mecanizado mejora significativamente mediante la aplicación de la filosofía Kaizen en el Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Chalhuahuacho, 2018-2019.

1.4.2. Hipótesis específicas

- a. El análisis del diagnóstico en los procesos de mecanizado y la productividad, en el periodo 2018-2019, del Programa de Estudios de Mecánica de Producción.
- b. El análisis y definición de procedimientos adecuados en el proceso de mecanizado, en el periodo 2018-2019, del Programa de Estudios de Mecánica de Producción.
- c. La determinación de herramientas y accesorios adecuados para el proceso de mecanizado, en el periodo 2018-2019, del programa de estudios de mecánica de producción.
- d. El análisis y definición de los tiempos de mecanizado necesarios que debe tener un estudiante, en el periodo 2018-2019, del Programa de Estudios de Mecánica de producción.

1.4.3. Descripción de variables

- a. Variable dependiente
Optimización de los procesos de mecanizado
- b. Variable independiente
Filosofía Kaizen.

1.4.4. Operacionalización de variables

Tabla 2. Operacionalización de las variables identificadas.

Variable	Dimensiones	Medición	Indicadores
Optimización de los procesos de mecanizado	Productividad	Cuantitativa	$\frac{\text{Producción alcanzada}}{\text{Tiempo usado}} * 100$ Productividad
	Procedimientos de mecanizado	Cuantitativa	$\frac{\text{Producción real}}{\text{Producción esperada}} * 100$ Eficacia
	Herramientas y accesorios	Cuantitativa	$\frac{\text{Producción real}}{\text{Producción esperada}} * 100$ Eficacia
	Tiempos de mecanizado	Cuantitativa	$\frac{\text{Producción real}}{\text{Producción esperada}} * 100$ Eficacia
Filosofía Kaizen	Herramientas de valor añadido	Cuantitativa	I. Hoja de control de tiempos de mecanizado II. Hoja de análisis de herramienta de corte III. Diagrama y registros de desplazamiento

Nota: Operacionalización de las variables optimización de los procesos de mecanizado y filosofía Kaizen. Elaboración propia.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Tesis internacionales

2.1.1.1. Tesis Internacional 1

En la presente tesis titulada «Análisis y propuesta de mejora del proceso de manufactura de productos de línea blanca utilizando la metodología Kaizen», desarrolla en el objetivo general, sugiere mejorar los procesos de fabricación,

mediante la manufactura esbelta, con los fines de eliminar los desechos y por ende aprovechar al máximo los recursos logrando una eficiencia y mejora continua. Tal propósito de mejora fue cumplido (Perez-Montiel, 2014).

Este estudio de mejora se realizó en la empresa Línea Blanca S.A. Los productos que son materia de fabricación son: refrigeradoras, lavadoras, secadoras y estufas; también se dedica a la comercialización de hornos microonda, dispositivos de aire acondicionados, campanas y dispensadores de agua. En un primer momento, en base al estudio, se realizó un diagnóstico de todos los talleres o ambientes de producción. El área de fabricación de parrillas superiores era un cuello de botella para la empresa donde, según se menciona, el área en mención tenía capacidad para la fabricación un total de 11500 parrillas en los dos turnos; sin embargo, en la práctica, solo se fabricaban un total de 9700 parrillas, es decir, había una diferencia de 1800 parrillas, no pudiendo cumplir con lo proyectado. Para poder alcanzar la meta se empleaba 35 horas más por mes; adicionalmente, los inventarios de producción eran muy elevados en el área, ya que para la fabricación de dos tipos de parrillas se destinaba \$ 72, 000 dólares. Sumando a todo lo mencionado se debe considerar, también, el tiempo perdido que tenía todo el proceso con una parada de 2 horas y 46 minutos, con lo cual el tiempo muerto era de 14 horas a la semana.

En ese sentido, se iniciaron los estudios de *tiempo de takt*, identificación de desperdicios, cálculo de los tiempos ciclo y por último se iniciaron las propuestas de mejora.

Finalmente, según el estudio, se menciona que se obtuvieron los siguientes beneficios:

- Reducción de ubicaciones de rollos de solera, de 44 a 8 ubicaciones.
- Reducción de ubicaciones de plantilla base, de 12 a 6 ubicaciones.
- Una eliminación de inventario en proceso
- Reducción de inventario en las parrillas.

Las conclusiones finales obtenidas en esta investigación fueron:

- Todos los sistemas de producción no partían desde cero, ya que los colaboradores aplicaban las ideas y o acciones vistas de sus antecesores.
- Todos los sistemas de producción deben de adecuarse a la realidad y al avance o realidad actual, con ello como resultado obtener una comunicación adecuada y precisa para hacer posible la consecución de las metas.
- Los cambios de paradigmas son difíciles para algunos colaboradores, por tanto, a los que no desean hacer ese cambio tendrían que ser dejados de lado.

- Se ha visto que durante el tiempo que el taller se ha ido desarrollando, los colaboradores han ido descubriendo nuevas cosas, debido a esto han generado nuevos conocimientos o han tenido que inventarlos.

La metodología usada para el caso de este estudio se basó en un taller Kaizen, para los fines de mejora a los problemas de la empresa. En ese sentido, se inició con un pre Kaizen, luego de ello se pasó a un Kaizen (mejora), pasando a un seguimiento final de la manufactura. Finalmente, este estudio, en un primer momento, nos brindó información sobre los procesos de manufactura iniciales que se aplicaban y en un segundo momento, daba a conocer la metodología Kaizen y cómo esta ha sido aplicada, obteniendo como resultado la mejora profunda del sistema de manufactura de la empresa. Entonces, podemos decir que este estudio nos ayudó a plantear soluciones y dar tratamiento efectivo y eficiente a los procesos de mecanizado a los que se pretende mejorar.

2.1.1.2. Tesis Internacional 2

En la tesis nominada «Mejora en la calidad del proceso productivo de la empresa de cantera Jaramillo en Huichapan, Hidalgo», hace referencia en sus objetivos que debe de tener un muestreo estadístico de aquellos tamaños y volumen y rendimiento productivo de los tipos de materiales usados(Gomez-Acosta, 2014).

Como parte y contenido de esta investigación, la empresa Cantera Jaramillo aplica procesos de extracción de minerales, corte y labrado de piedras, haciendo uso de pólvora y cuñas principalmente.

Mediante este procedimiento realizado por la empresa, se obtienen bloques de formas irregulares, luego a ello, pasan por los procesos de laminado que trae serias dificultades porque se tiene que analizar o decidir qué cara se va a colocar sobre la mesa de corte que se usa para ese tipo de trabajo y luego obtener la mayor cantidad posible de láminas. Posteriormente, se pasa al calibrado de las láminas, donde se genera una gran cantidad de desperdicios como producto del proceso. Finalmente, el proceso termina cuando se llega a la etapa de escuadrado, en la cual la producción de desperdicios tiene relación directa con sus características físicas del producto y no con su extracción.

Entonces, se dice que en la empresa se evidencia un problema de desperdicios en los procesos para la obtención de los productos.

Las conclusiones esenciales que se mencionan en esta investigación fueron:

- Si se usa en la extracción de las piedras un agente expansivo, se logra obtener una forma regular, donde el desperdicio es menor. De la misma, mencionar que por la naturaleza y forma de los yacimientos no es conveniente aplicar una técnica exclusiva.
- Las estrategias utilizadas y/o aplicadas en la empresa pueden ser mejoradas y a la vez normalizadas.
- Se dice que las herramientas industriales de corte usadas se pueden cambiar por otras más recientes o modernas.
- Así mismo, se debe brindar capacitaciones a los colaboradores de la empresa para mejorar los procesos ejecutados.

La metodología aplicada para este caso de estudio, fue mediante el uso del DMAIC, conteniendo en ella: el caso del negocio, definición de oportunidad, definición de la meta, el alcance del proyecto, el propio mapeo de los procesos, variables del mapeo de procesos, para esto se han medido los datos de la empresa y a ese punto anterior se le ha aplicado un análisis mediante herramientas y gráficos. Finalmente se dieron alternativas de mejora con un análisis de costo beneficio y, como acción final, verificar todo mediante un plan de control.

Este estudio permite establecer como base que existen los desperdicios en un proceso de transformación de la materia prima a un producto terminado, y que todo esto es un problema para las empresas e instituciones; en ese juicio de valor, podemos decir que debemos tener presente en nuestro estudio la presencia de desperdicios y para ello debemos de minimizarlos en gran medida en los procesos de mecanizado que ejecutan los estudiantes.

2.1.2. Tesis nacionales

2.1.2.1. Revista nacional 1

Para la revista llamada «Mejora continua de la calidad de los procesos» de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, menciona en algunas de sus conclusiones menciona que la calidad repercute en la satisfacción del cliente y ello va relacionado con las acciones que realice la organización. Por ello es indispensable que se evalúen los indicadores de calidad de los productos contribuyendo a la mejora (García, y otros, 2003).

La presente revista de investigación menciona de manera íntegra la calidad y comprensión de los procesos en las organizaciones, aplicando la mejora continua, en base a las Normas Técnicas Peruanas ISO-9000:2001.

La aplicación del ciclo DEMING, para efectos de calidad, es el inicio para la realización de mejoras y es un gran valor en una empresa u organización.

Otra de las conclusiones que menciona dicha revista de investigación es que se debe establecer un sistema de gestión de calidad, ligado precisamente a todos los procesos identificados.

La comprensión total de todos los procesos en cada organización o institución es fundamenta; razón por la cual esta investigación nos ayuda a tener en cuenta que la calidad en los productos no debe verse afectada por las mejoras que planteemos en los procesos de mecanizado que los estudiantes abordan en los talleres de aprendizaje, como parte de su carrera profesional técnica.

2.1.2.2. Tesis nacional 1

En la tesis que lleva como título «Optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen», de la Universidad Continental, se menciona como uno de sus objetivos construir herramientas para la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino, mediante la filosofía Kaizen en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018, cumpliéndose con los objetivos propuestos (Aguilar-García, 2019).

En el contenido de esta investigación, se menciona que el objeto de estudio es el Instituto Regional de Mármol, que se encuentra en el distrito de Sicaya, de la provincia de Huancayo. Es aquí donde se realizan procesos de transformación de mármol travertino, mencionándose que los métodos aplicados no son los ideales y que tampoco están bajo control. Los indicadores de eficiencia, eficacia e incluso la misma productividad, no se conocen.

Las conclusiones a las que arriba esta investigación es:

- Los procesos de transformación de mármol travertino se han optimizado mediante la filosofía Kaizen.
- Se redujo el número de procesos mediante la filosofía Kaizen, a solo cinco, con 8 actividades y 16 elementos.
- Se mejoró la eficacia, eficiencia y la misma productividad, gracias a la aplicación de la filosofía Kaizen.

Esta investigación empleó el método científico, siendo por el tipo investigación el de una investigación aplicada, con diseño preexperimental. Los instrumentos que se utilizaron fueron el diagrama DOP (diagrama de operaciones de procesos), DAP

(diagrama de análisis de procesos), registro de tiempos y control de movimientos y el mismo mapa de valor.

La filosofía Kaizen incrementó la eficiencia, eficacia y la productividad, entonces podemos decir que esta investigación nos ayuda a plantear mejor nuestros procesos de mecanizado y nos ayuda a utilizar las herramientas idóneas para obtener los mejores resultados en los estudiantes del Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Chalhuanhuacho, del Programa de Estudios Mecánica de Producción.

2.1. Bases teóricas

2.1.1. Procesos

2.1.1.1. Definición del proceso

Se define como proceso al «...Conjunto de actividades, interacciones y recursos con una finalidad común» (Bravo-Carrasco, 2009).

Es una totalidad que contiene a un conjunto de actividades enlazadas cada uno de ellas, que en el transcurso del tiempo interactúan, predominando una transitividad de información, haciendo uso de recursos para la obtención de un resultado en común. (Bravo-Carrasco, 2009).

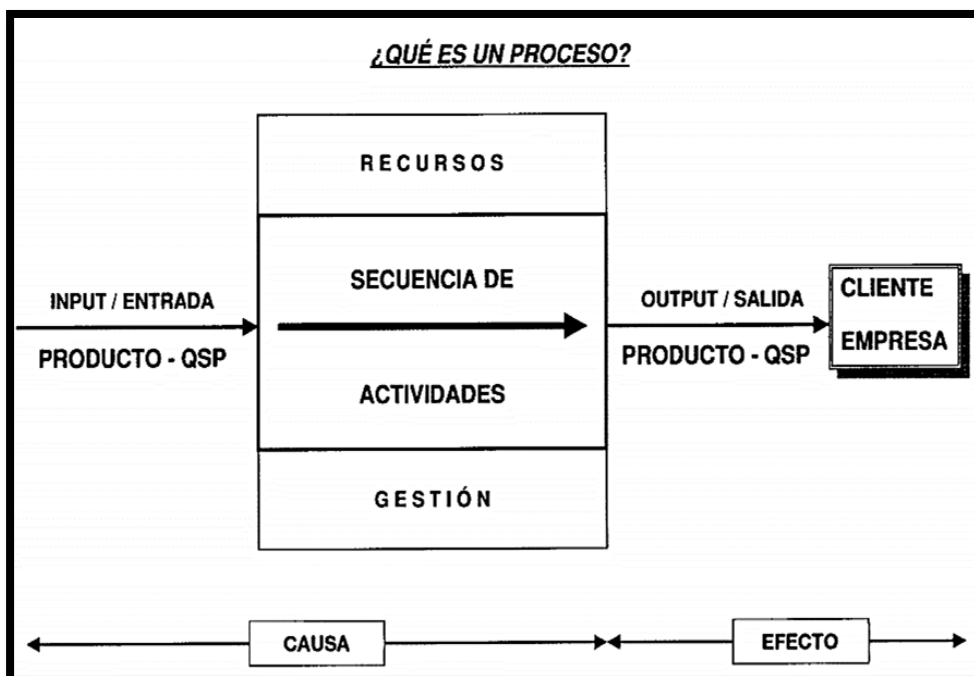


Figura 2. Representación gráfica a un proceso. Tomada del libro *Gestión por procesos* de Pérez-Fernandez de Velasco, 2009.

2.2.1.1. Factores de un proceso

Se le determina a un conjunto de factores (personas, materiales, recursos físicos y métodos / planificación del proceso), de las cuales mencionaremos a cada uno de ellos (Pérez-Fernandez de Velasco, 2009):

a. Personas

Es el conjunto representativo del capital humano, en ellos se puede apreciar a una mixtura de capacidades, para la obtención de una serie de prácticas eficientes y eficaces, dentro de una gestión de personal.

b. Materiales

Denominados a todos los insumos que podemos encontrar y las cuales tienen una serie de características y a la vez propiedades. Es decir, inicia desde la materia prima, materiales que han sufrido alguna transformación y que estas no culminan aún a un producto final.

c. Recursos físicos

Llámesse a todos los accesorios, herramientas de corte, equipos, infraestructura y aquellos que cumplen con la determinación de cualquier naturaleza de un producto o de un servicio.

d. Métodos/Planificación del proceso

Definido a todos aquellos procedimientos de actividades que se sostienen bajo un criterio de análisis sistematizados y oportunos, en ellos sosteniendo procedimientos, guías claves, medio, etc. Conteniendo las preguntas el quien, como y cuando lo hace.

2.2.1.2. Clasificación de los procesos

Dentro de una organización, en la actualidad, se basa en la determinación de procesos, para su plena identificación y control total, creando un dinamismo que los vincula entre sí. Esta determinación para la clasificación de los procesos, en una organización, la estructuraremos en tres grupos (Griful-Posanti, y otros, 2010).

a. Los procesos operativos

Son todos aquellos que están presentes o vinculantes a los flujos de materiales y la propia comunicación existente con el cliente. Considerando que en toda organización tenemos a las áreas de compras y ventas y lo propio se puede decir con las organizaciones de servicio que en ellas tienen la atención al cliente.

b. Los procesos de soporte

Los llamamos a los que hacen posible al logro de los resultados es decir apoyan a los flujos operativos. Uno de los ejemplos más claros y llevados a cabo en toda organización son las capacitaciones o actualizaciones que se les da a todos los colaboradores (Griful-Posanti, y otros, 2010).

c. Los procesos estratégicos

Aquellas medidas y las propias formas con las cuales se quiere lograr en los colaboradores de la organización poder formular en ellos un horizonte para fortalecer sus competencias y por ende mejorar sus procesos en el tiempo (Griful-Posanti, y otros, 2010).

2.2.1.3. Normalización de procesos

Son procesos donde existe un análisis, desarrollo y aplicación de los mismos, con el fin de mejorar los procedimientos con la ayuda de herramientas para la disminución de defectos de los productos. Presentaremos algunas herramientas vitales para la estandarización de los procesos (Pérez-Fernandez de Velasco, 2009).

2.2.1.3.1. Procedimiento documentado

Se ve reflejado que todas las organizaciones dentro de ellas deben de fomentar una sólida gestión documentaria, ya que los mercados de hoy en día se vuelven más hostiles, con esto podemos decir que, se es necesario prevalecer y considerar en el tiempo una buena productividad (Pérez-Fernandez de Velasco, 2009).

El aseguramiento de las sólidas y pertinentes competencias que debe de tener los colaboradores de una organización, deben estar orientadas a un reclutamiento de personal adecuado, para que estas respondan a las necesidades que tiene la empresa con respecto a los requerimientos de los clientes, Así mismo, deben estar todas las actividades detalladas y bien claras para su fácil comprensión(Pérez-Fernandez de Velasco, 2009).

Finalmente, si las organizaciones no evidencian los documentos que acrediten los procedimientos o documentos, estos deben de orientar a todos los colaboradores a detalle los procedimientos establecidos y sea cumplido bajo los tiempos y requerimientos requeridos(Pérez-Fernandez de Velasco, 2009).

Se es necesario evaluar todos los procedimientos establecidos y que estos cumplan con los objetivos de la empresa. Bajo esta perspectiva se debe de tener presente lo siguiente (Pérez-Fernandez de Velasco, 2009):

- a. Toda organización debe de situar bien claras sus necesidades, para en el tiempo dar sostenibilidad.
- b. La gestión de la calidad es un requisito indispensable para toda organización, donde cumpla con ciertos criterios procedimentales, requerimientos del cliente, normativas y propios requerimientos del mercado, para la propia satisfacción del cliente.
- c. Identificar, analizar y establecer estrategias para aquellas actividades complejas, semejante o diferentes y de gran tamaño es pertinente que una organización evalúe todo en su conjunto.
- d. Fijar y tener presente las propias características de los productos elaborados en la organización es clave, y a esta también obedecen los servicios dados.
- e. Cada proceso está en un marco de alto riesgo, ya que no existe un protocolo que defina el recorrido de los estudiantes para la fabricación del producto.

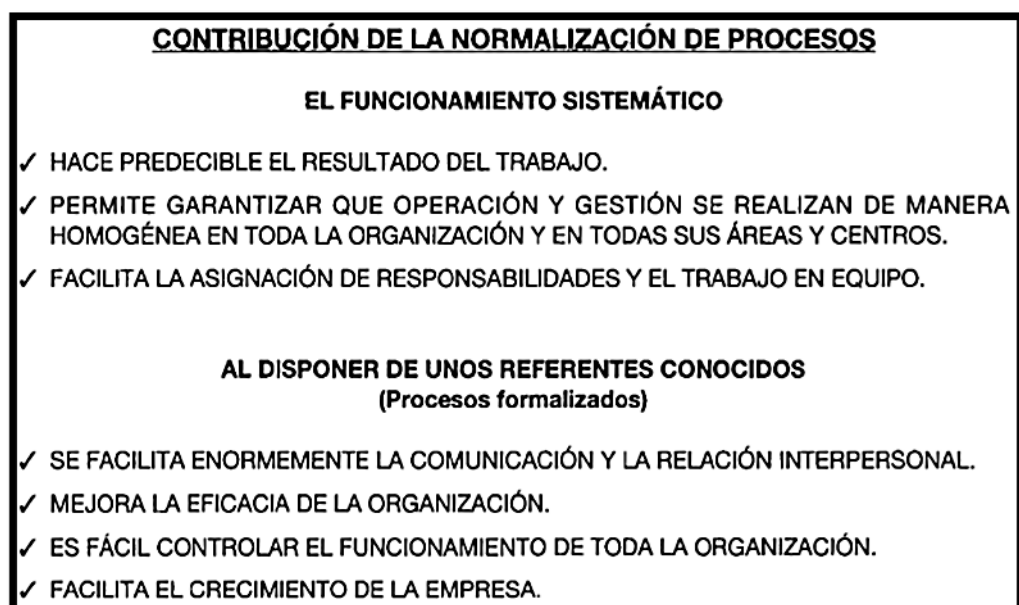


Figura 3. Contribución de procesos normalizados. Tomado del Libro *Gestión por procesos*, de Pérez-Fernandez de Velasco, 2009.

2.2.1.4. Hoja de procesos

Para la formalización de todos los procesos es necesario el uso de hojas de procesos, las cuales servirán de guía para el desarrollo de las actividades y así hacerlas más sencillas. Mencionaremos las partes mínimas de hoja de procesos (Pérez-Fernandez de Velasco, 2009).

- a. El título del proceso, código, el objeto y el alcance, serían el encabezado de la hoja.
- b. Dar a conocer una representación de todo el proceso y los vínculos que tiene cada uno de ellos, es vital y necesario. Para este caso en particular se debe de representar un diagrama de flujos de procesos.
- c. Las actividades de todo el proceso deberán de describirse de forma clara y sencilla, de modo que sea comprendida y desarrollada de una manera eficiente. Estipular las herramientas, accesorios, máquinas y equipos necesarios que se usará, las cuales harán posible alcanzar los resultados previstos. Si hubiera posibles riesgos que puedan afectar la productividad, estos se deben detallar. Todas estas descripciones son para el control y supervisión con el responsable, operario y auditor interno.
- d. En necesario definir y designar al ejecutor de cada actividad a desarrollarse. En algunas organizaciones por el tamaño y procesos extensos, es vital que exista un responsable, con esto podemos precisar que el responsable no necesariamente puede ser ejecutor. Además, es recomendable que para que esta herramienta sea eficaz debe de ser completada en solo una hoja.

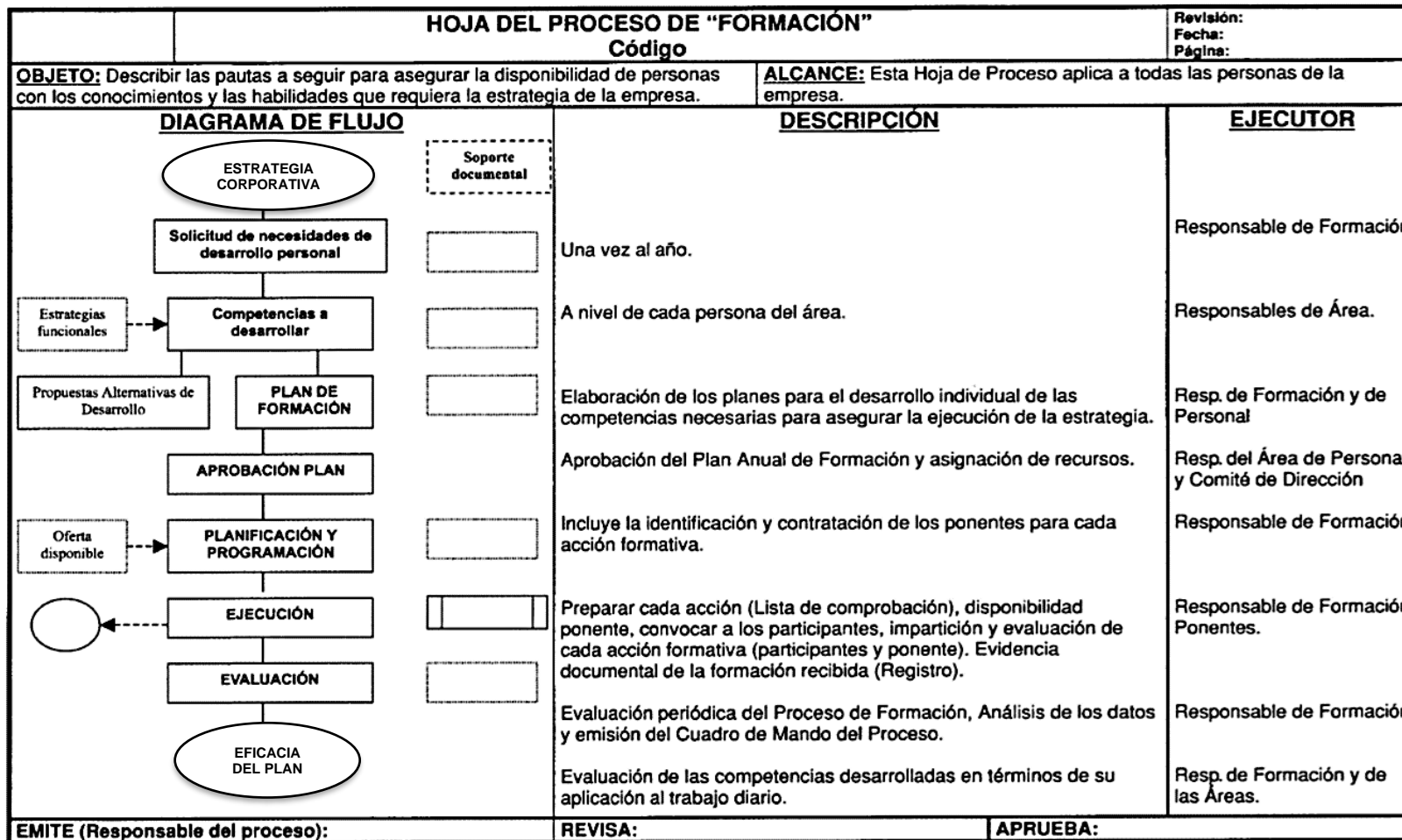


Figura 4. Hoja del proceso de "Formación". Tomado del libro *Gestión por procesos*, de Pérez- Fernández de Velasco, 2009.

2.2.1.5. Diagrama funcional

Realizar estos tipos de diagramas es recomendable para organizaciones con un alto contenido comercial. Enfocado desde la emisión del pedido del cliente hasta el cobro del mismo (Pérez-Fernandez de Velasco, 2009).

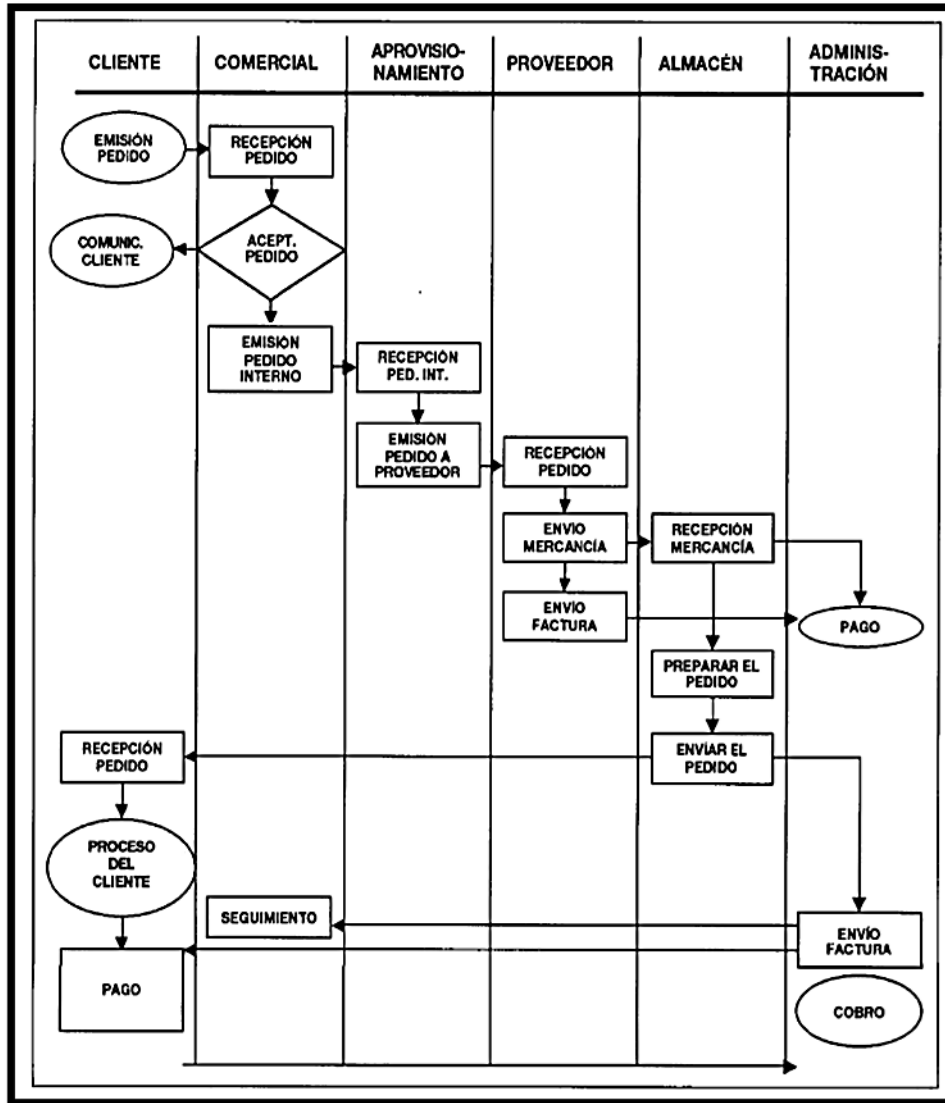


Figura 5. Diagrama de flujo «Proceso del negocio». Tomado del libro *Gestión por procesos*, de Pérez-Fernandez de Velasco, 2009.

2.2.1.6. Mapa de comunicaciones

Este instrumento es necesario y fundamental para el uso de chequeo de datos de entrada, que serán útiles para la toma de decisiones de los temas que hay que analizar. Precisaremos también que es utilizado para procesos de secuencia de actividades muy simples (Pérez-Fernandez de Velasco, 2009).

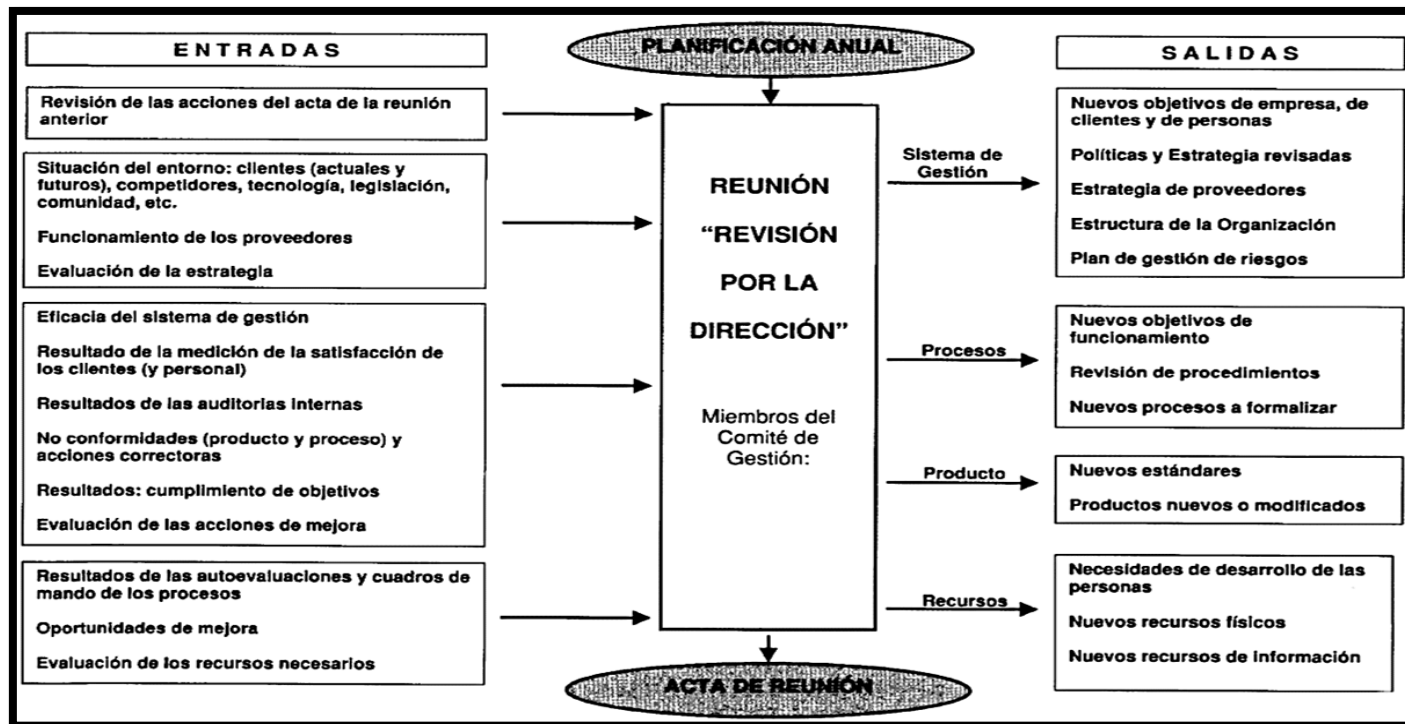


Figura 6. Proceso de planificación anual. Tomado del libro *Gestión por procesos*, de Pérez-Fernandez de Velasco, 2009.

2.2.1.7. Planning del proceso

Utilizado en los procesos de ejecución periódica y con objetivos críticos, este ayuda al seguimiento de la herramienta del diagrama de Gantt. Presentaremos un ejemplo (Pérez-Fernandez de Velasco, 2009).

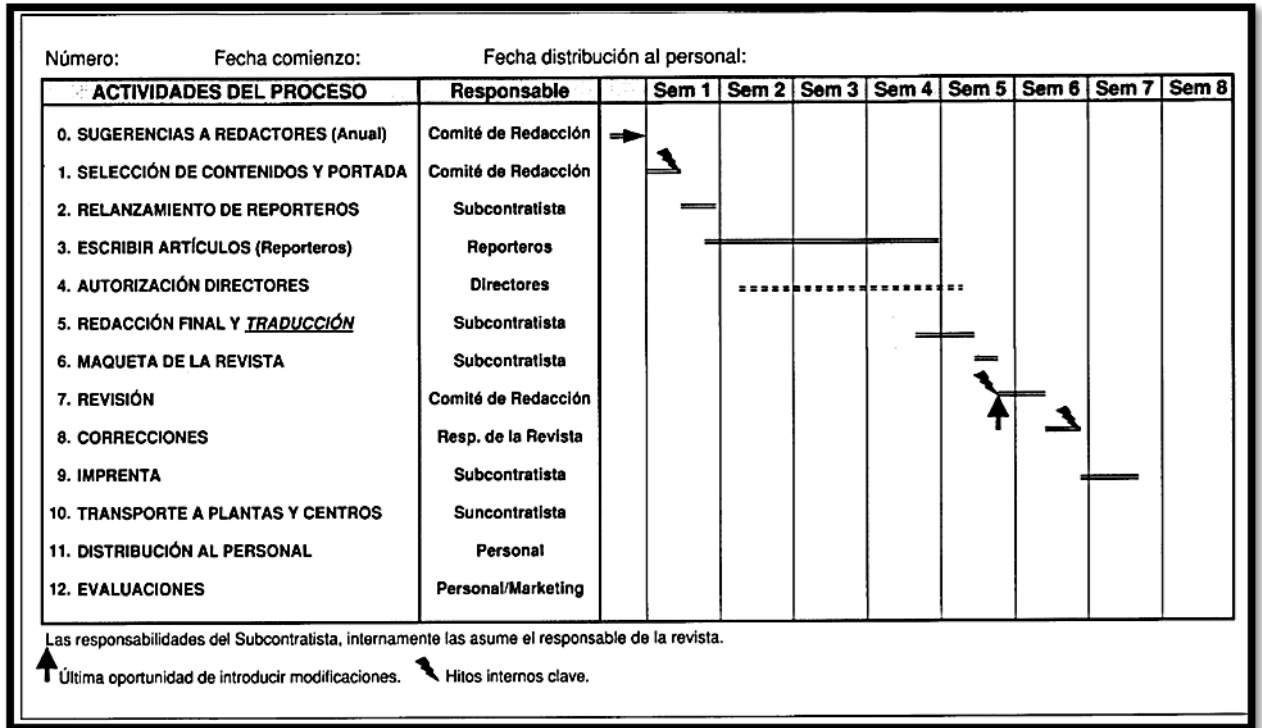


Figura 7. Planning estándar del proceso de elaboración, distribución y evaluación de la revista de empresa. Tomado del libro *Gestión por procesos*, de Pérez-Fernandez de Velasco, 2009.

2.1.2. Ciclo de gestión

Comprendido como un modelo del cual el instituto deberá hacer una aplicación diaria, con miras al corto, mediano y largo plazo y a los siguientes ciclos que desarrolle el instituto. A continuación, un ciclo de *Deming* o PDCA.

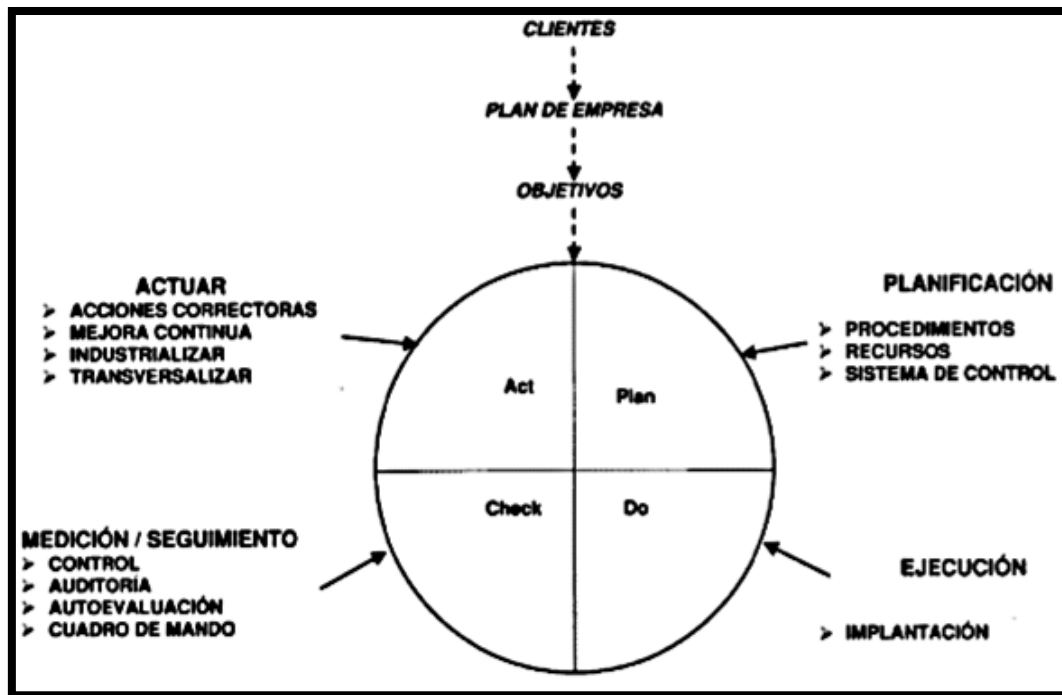


Figura 8. Ciclo PDCA. Tomado del Libro *Gestión por procesos*, de Pérez-Fernandez de Velasco, 2009.

2.1.2.1. Planificación

Para este caso debemos de tener muy claros los objetivos que pretendemos alcanzar. Es decir que para realizar las acciones que vamos a realizar en el tiempo, se debe de tener muy claro a donde queremos llegar.

Es un plan de acciones a tomar y la determinación de los recursos disponibles, tanto personales, materiales, financieros y asignación de responsabilidades (Pérez-Fernandez de Velasco, 2009).

2.1.2.2. Ejecución

Son las acciones que han sido planificadas y que deberán ser realizadas. Todas estas acciones tendrán buenos resultados, si es que la planificación es coherente y está bien estructurada (Pérez-Fernandez de Velasco, 2009).

2.1.2.3. Comprobación

En esta etapa ha de pasar por una medición y evaluación, ya que, en este punto, tendremos los resultados esperados, caso contrario deberá

de considerarse elementos de acciones complementarios (Pérez-Fernandez de Velasco, 2009).

2.1.2.4. Actuar

Es una de las últimas etapas donde se estudia los resultados finales y se les contrasta con los datos arrojados antes de la mejora implantada en los procesos. Si en el caso que los resultados son satisfactorios, pues estos deberán de ser implantados de forma definitiva dentro de una organización. Si los resultados son insatisfactorios, estos deberán pasar al análisis y ser reimplantados, y nuevamente deberá de repetirse el ciclo (Pérez-Fernandez de Velasco, 2009).

2.1.3. La gestión de un proceso

Dentro de una organización debemos de gestionar los procesos, de modo que los objetivos se logren en el corto, mediano y largo plazo (Pérez-Fernandez de Velasco, 2009):

- a. Acciones preliminares
 - Todos los responsables, ejecutores y auditores internos deberán de saber cuál es el proceso y adecuarlo al ámbito de responsabilidad.
 - Tener bien claro lo que significa el término de gestión.
- b. La gestión de un proceso: Etapas
 - Se deberá comprender los objetivos, metas, costos que involucran desarrollar los servicios y productos, los posibles riesgos y requisitos de calidad que vayan alineados a los requisitos exigidos por los clientes.
 - Hacer la determinación de los proveedores y clientes que serán parte del proceso. Establecer los límites del proceso.
 - Se debe de planificar los procesos, estableciendo todas sus características y procedimientos. Se debe definir las hojas de procesos y los sistemas de control que se usarán de acuerdo a los indicadores estipulados.
 - Se debe comprender e identificar los vínculos necesarios que existe entre todos los procesos, incluyendo el proceso del cliente y el mapa de procesos de empresa como facilitador.
 - La disponibilidad de los activos físicos como las máquinas, materia prima, accesorios, herramientas, ambientes y medios en general se deberán asegurar.

- Una vez que se ha iniciado la ejecución de las actividades, el ejecutor deberá tomar posturas de soluciones a problemas o incidencias que se vayan presentando, de forma tal que se controle todos los posibles elementos que no dejen cumplir con los objetivos.
- Los controles y las mediciones se deberán hacer de forma periódica, conllevando al cumplimiento de los requisitos del cliente. Realizar correcciones oportunas durante el proceso, si así se amerite.
- Nuestros procesos deberán de ser flexibles siempre, para así optar por nuevos procesos de mejoras.

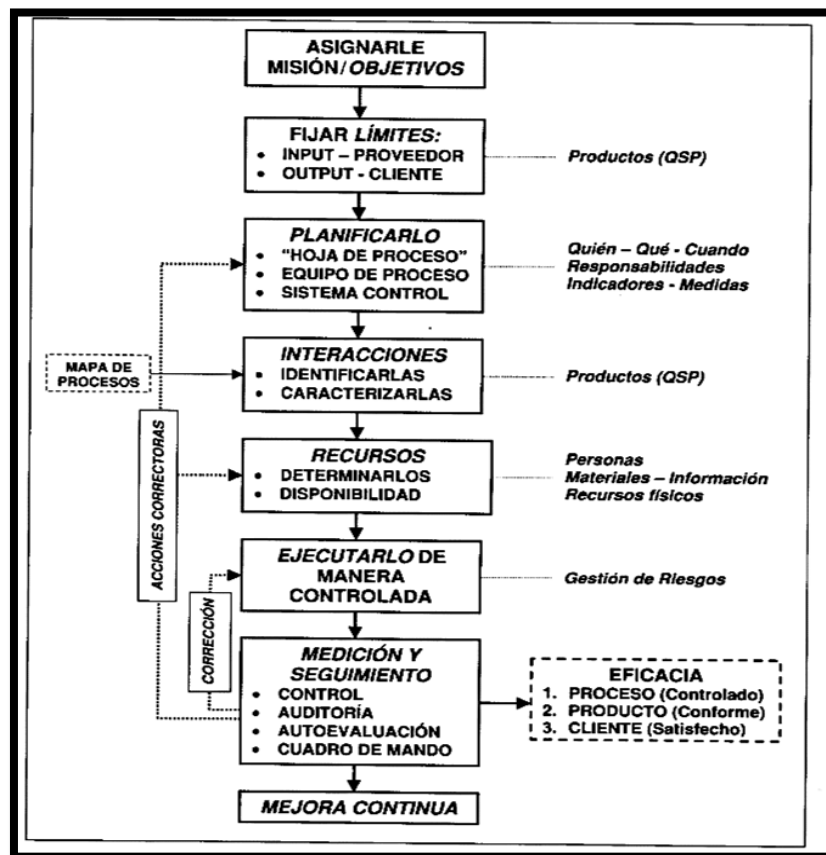


Figura 9. Gestión de mapa de proceso. Tomado del libro *Gestión por procesos*, de Pérez-Fernandez de Velasco, 2009.

2.1.4. Operaciones de proceso

Son aquellas que pasan por distintas etapas, después de las cuales se percibe un cambio en la forma o aspecto que tenían. Podemos mencionar uno de los ejemplos más claros y que tiene relevancia con nuestro tema de estudio: las operaciones de fresado, torneado, etc. Estas operaciones mencionadas se caracterizan por un efecto de arranque de viruta que sufren los materiales. Para

este caso, las máquinas herramientas usadas son el torno y fresado que funcionan mediante el uso de energía.

«[...] Utiliza energía para alterar la forma, las propiedades físicas o el aspecto de una pieza de trabajo a fin de agregar valor al material» (Coronado, 2005).

2.1.4.1. Procesos de formado

Este tipo de proceso se realiza con la aplicación de calor y una fuerza mecánica, con los que se llega a obtener una variación de la materia prima en una pieza a la que se ha dado un valor añadido. Para el caso de un proceso por formado, mencionaremos cuatro categorías (Coronado, 2005).

- a. Fundición y moldeo: esto es en los casos en que los materiales pasan de un estado sólido a un estado líquido o que los materiales sufren un calentamiento con una determinada temperatura, para luego pasar por un moldeo, haciendo uso de moldes permanentes o moldes desechables.
- b. El procesado de partículas: podemos definir que se inicia desde un polvo y que luego de ello se ve sometido a tratamiento de calentamiento, para luego llegar a obtener una determinada geometría con ciertas características y medidas.
- c. Proceso de deformación: es aquel en donde los materiales se encuentran en un estado sólido (dúctil) y se ven sometidos a deformaciones, cambiando su geometría inicial a una geometría deseada.
- d. Proceso por remoción de material: es aquel material sometido a una serie de operaciones por las cuales, de forma progresiva, su forma o geometría va adquiriendo una forma deseada y por efecto su masa se ve afectada; de una manera u otra su masa disminuye.

2.1.5. Operaciones de ensamble

Son las operaciones donde se ejecuta la unión de dos o más piezas, para la transformación en una sola. La unión de estas operaciones puede ser por medio del soldeo, que será un ensamblaje permanente. También tenemos una unión de una forma semipermanente, es decir que, cuando sea el caso, se puede desarmar sus partes (Pérez-Fernandez de Velasco, 2009).

2.1.6. Máquina de producción y herramientas

El avance en la industria se ve constantemente en el uso de las máquinas y las herramientas. Años atrás, se ha evidenciado el uso de maquinaria con operación manual, ahora podemos ver maquinaria implementada con procesos de automatización. Las herramientas, de la misma manera, en el transcurso del tiempo, han ido evolucionando al punto que sus características y diseño son más asequibles y brindan mayor confianza en las funciones que realizan (Pérez-Fernandez de Velasco, 2009).

Los tipos de máquinas y herramientas dependerán de la actividad a realizar. Presentaremos un listado de las mismas.

Tabla 3. Equipos y herramientas utilizados en los procesos identificados

Proceso	Equipo	Herramienta especial (función)
Fundición	Varios	Molde (cavidad para metal fundido)
Moldeado	Máquina moldeadora	Molde (cavidad para polímero caliente)
Laminado	Molino laminador	Rodillos (reduce el espesor del material)
Forjado	Martinete de forja	Dados (comprimen el material para formarlo)
Extrusión	Prensa	Dados de extrusión (reducen la sección transversal)
Estampado	Prensa	Dados (cortan y forman láminas de metal)
Maquinado	Máquinas herramienta	Herramientas de corte (remueven material)
		Accesorios (sostienen la pieza de trabajo)
Esmerilado	Máquina esmeriladora	Plantillas (guían las herramientas)
		Rueda de esmeril (remueve material)

Soldadura	Máquina	Electrodos (funden el metal de la pieza)
	soldadora	Accesorios (sostienen la pieza durante la operación de soldado)

Nota: Proceso, equipo y funciones de la herramienta especial. Tomado del libro *Fundamentos de Manufactura Moderna* de Groover, 2007.

2.1.7. Optimización del proceso de manufactura

Podemos mencionar que los costos de manufactura en mecanizado involucran todos los costos que este efectúa, hasta el tiempo que se necesita para lograr un producto determinado (Groover, 2007).

«[...] Tiempo del ciclo de producción de una pieza (maximización del ciclo de producción) depende de dos factores» (Groover, 2007).

- El acabado y la exactitud dimensional de la superficie
- De la cantidad de material para remover

$$TP = Td + Tm + \frac{Tc}{Np}$$

Donde:

Td= tiempo para montar y desmontar la pieza en la máquina herramienta

Tm= tiempo que la herramienta utiliza para maquinar durante un ciclo

Tc= tiempo de cambio de la herramienta cuando se desgasta

Np= cantidad de piezas que se maquinan con un filo cortante

Fuente: Economía en el maquinado para la industria metalmeccánica

Para la determinación del tiempo de mecanización, mediante la máquina herramienta torno, la expresión matemática para calcular será la siguiente (Groover, 2007).

$$Tm = \frac{\pi * D * L}{Vc * F}$$

La velocidad de corte para máxima velocidad, se puede calcular de acuerdo a la siguiente fórmula (Groover, 2007).

$$V_{max} = \frac{C}{\left[\left(\frac{1}{n} - 1\right) Tc\right]^n}$$

Para minimizar los costos por cada unidad de pieza, debemos tener en consideración dos factores (Groover, 2007):

- a. Vida de la herramienta de corte
- b. La fuerza y potencia

Para que nosotros podamos conocer el costo de la herramienta de corte, debemos de aplicar la siguiente ecuación presentada.

$$Cf = \frac{Pf}{Ne}$$

Presentaremos a continuación unas tablas con parámetros de mecanizado

Tabla 4. Parámetros de corte en materiales para herramientas

Material	n	C (m/min)	Tt	Precio \$
HSS	0.125	70	3 min	37.50 (vástago)
Carburo cementado	0.25	500	1 min	15.00 (inserto)
Cerámica	0.6	3000	1 min	20.00 (inserto)

Nota: Tomado del Artículo Economía en el Maquinado para la Industria Metalmeccánica, de Coronado, 2005.

Tabla 5. Parámetros de corte para maximizar la producción

Velocidad	Acero rápido	Carburo cementado	Cerámica
V _{máx} (mts/min)	47.84	379.92	3826.27
T _{máx} (min)	21	3	0.67
T _p (min/pieza)	7.9	2.87	2.16

Nota: Tomado del Artículo Economía en el Maquinado para la Industria Metalmeccánica, de Coronado, 2005.

Tabla 6. Parámetros de corte para minimizar el costo

Velocidad	Acero rápido	Carburo cementado	Cerámica
Vmin (m/min)	42.32	242.75	1305.80
Tmin (min)	56	9	2.44
Cp (\$/pieza)	10.50	3.80	2.875

Nota: Tomado del Artículo *Economía en el Maquinado para la Industria Metalmeccánica*, de Coronado, 2005.

2.1.8. Filosofía Kaizen

2.2.8.1. Definición de filosofía Kaizen

La filosofía Kaizen, la podemos definir como la vinculación de todas las actividades hacia el mejoramiento continuo.

«[...] Actividades continuas, donde las personas involucradas juegan un rol explícito, para identificar y asegurar impactos o mejoras en los objetivos estratégicos de la organización». (Suarez-Barraza, 2009).

Los principios rectores del Kaizen son:

- a. **Los elementos básicos:** Tienen como propósito central generar el punto de partida hacia la mejora continua, incremental y sostenida por la organización. Se basa en los dos sistemas de trabajo fundamentales: las 5'S y la estandarización (Suarez-Barraza, 2009).
- b. **La mejora y el mantenimiento de estándares:** Este principio está compuesto por dos sistemas de implantación, los ciclos PDCA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar) y la planeación por despliegue de políticas, la cual ayuda a orientar la visión y la estrategia de la organización con el trabajo operativo de mantener y mejorar los procesos (Suarez-Barraza, 2009).
- c. **El enfoque a los procesos:** Todo trabajo organizacional es una serie de procesos y cada proceso está compuesto por actividades básicas que permiten que se opere a través de las personas, entonces, cada una de estas actividades de los procesos son factibles de ser mejoradas con el fin de mantener el ciclo de mejoramiento de los estándares y evitar así, la declinación del

rendimiento organizacional. Y es precisamente en los procesos donde se encuentra la operación clave de la organización (Suarez-Barraza, 2009).

- d. **El enfoque a las personas:** Este principio rector representa uno de los ejes básicos del Kaizen, es decir, uno de los motores para lograr la mejora continua, innovativa, holística e incremental, meta final de esta filosofía. En el Kaizen las personas representan el medio por el cual se pueden mantener y mejorar los estándares de los procesos establecidos. Por lo que, para lograrlo, el principio se basa en cuatro sistemas de trabajo básicos: la relación tutor-aprendiz, la educación y el entrenamiento, el autodesarrollo y facultamiento, y la red de equipos de mejora (Suarez-Barraza, 2009).
- e. **La mejora del trabajo cotidiano:** Este principio vuelve operativos los otros cuatro y mantiene el statu quo de la organización (Suarez-Barraza, 2009).

2.1.9. Distribución en planta

Es la determinación de ubicación de las máquinas, equipos, recursos y colaboradores que forman parte de una línea de producción, en una determinada organización. Con los fines de optimizar la productividad en un periodo de tiempo (Palacios-Acero, 2016).

2.1.9.1. Principios de la distribución en planta

- a. Principio de integración de conjunto
Mencionar que el integrar a todos los recursos y, por ende, al mismo colaborador, hace resaltar su gran importancia, desarrollando el trabajo con compromiso de todos.
- b. Principio de la mínima distancia recorrida
Precisar que todas las actividades a desarrollar por todos los colaboradores tienen que tener las distancias más cortas posibles, para el desarrollo de estas.
- c. Principio de la circulación o flujo de materiales
Basado en secuencias ordenadas, dando o partiendo desde la materia prima hasta el producto terminado.

Los principios mencionados son vitales, y dan inicio a este procedimiento para la obtención de una buena distribución de la

planta y que esta optimice todos los procesos y como resultado final se obtenga a bajo costo (Palacios-Acero, 2016).

2.1.9.2. Tipos de distribución de planta

Mencionaremos algunos tipos de distribución de planta (Palacios-Acero, 2016).

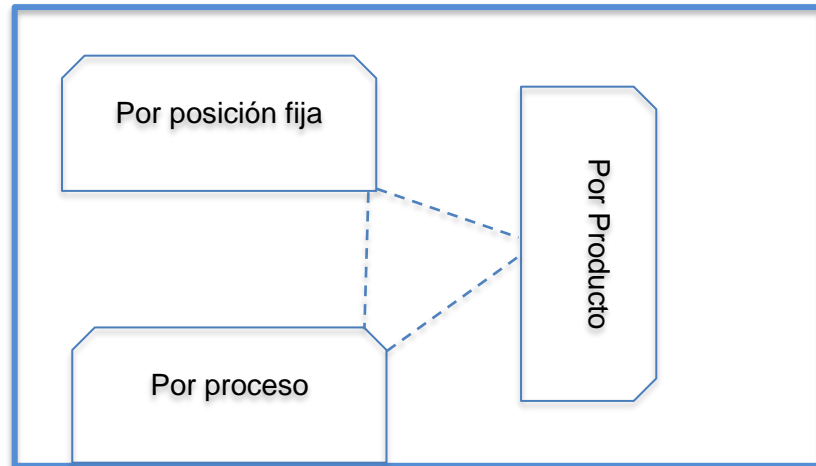


Figura 10. Tipos de distribución de planta. Elaboración propia.

2.1.10. Estudio de tiempos

El establecimiento de los tiempos para el cumplimiento de resultados es necesario, para lo cual los colaboradores que forman parte de una línea de producción deben estar altamente calificados y tener todas las habilidades y destrezas. Entonces, ver las estimaciones de los tiempos necesarios tiene las siguientes razones (Palacios-Acero, 2016):

- a. Las compañías deben cotizar un precio competitivo.
- b. Para hacer una oferta se debe estimar el tiempo y costo de manufactura.
- c. Establecer un programa de fabricación.
- d. Evitar tiempos ociosos de máquinas y operarios.
- e. Cumplir las fechas de embarque a los clientes.
- f. Planear las llegadas de la materia prima.
- g. Realizar mantenimiento de los equipos, instalaciones, orden y aseo de las plantas.

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Eficiencia

Tiene como fin entender que son los usos adecuados de los recursos para producir una cantidad de productos. Es decir que, si en la construcción de camisas dos operarios usaron la misma cantidad de material, uno de ellos obtuvo una camisa más que el otro (Pérez-Fernandez de Velasco, 2009).

2.3.2. Eficacia

Conseguir y cumplir con los objetivos propios de una organización dentro del tiempo establecido. Es decir que, si queremos mencionar el ejemplo anterior, podemos mencionar que una de las personas sería ineficaz si sus productos no cumplieran con los requisitos del cliente (Pérez-Fernandez de Velasco, 2009).

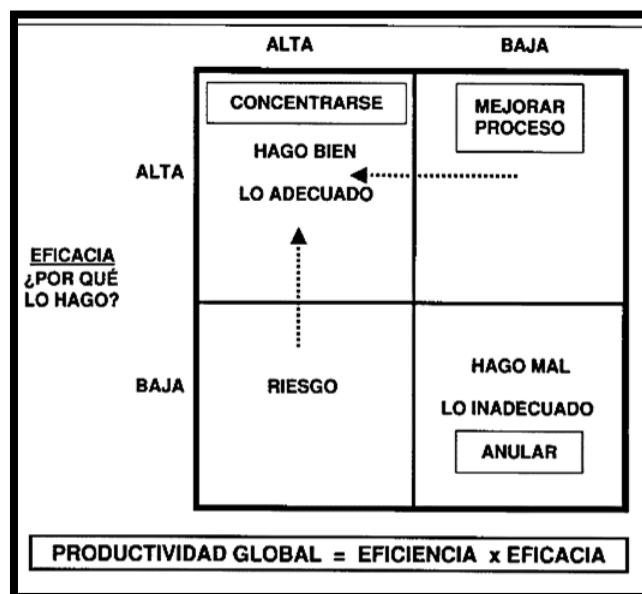


Figura 11. La eficiencia y la eficacia. Tomado del libro *Gestión por procesos*, de Pérez-Fernandez de Velasco, 2009.

2.3.3. Flexibilidad

Es todo aquello que tiene el grado de facilidad de adaptación, frente a una situación que pueda suceder o desarrollarse en un tiempo determinado. Para este caso, como ejemplo podemos mencionar que todo proceso documentado debe ser flexible. Si en el caso de que existiera una mejora

del proceso, esta debe adecuarse a las nuevas medidas (Pérez-Fernandez de Velasco, 2009).

2.3.4. Competitividad

Podemos mencionar a la competitividad como:

- a. Capacidad de la empresa para suministrar productos o prestar servicios con la calidad deseada y exigida por los clientes, al coste más bajo posible (Rojas-Moya, 2003).
- b. Capacidad de la empresa para añadir valor al cliente al menor coste (Rojas-Moya, 2003).

2.3.5. Indicadores

Llamamos a los indicadores como los valores que miden todos los procesos que realizamos en una organización, y luego a ello realizar un conjunto de medidas correctivas.

«[...] Detectan como está influyendo el cambio sobre la organización»
(Pérez-Fernandez de Velasco, 2009).

Características de indicadores y medidas según (Pérez-Fernandez de Velasco, 2009):

- Identificables, medibles e interpretables con mucha facilidad y que estas sean confiables.
- Los indicadores deben ser aceptados por todos los responsables y que cada uno de los colaboradores tenga el compromiso y la motivación para cumplirlos.
- Los indicadores deberán de responder a los objetivos trazados por la organización. Por ello deberemos de distinguir lo que es prioridad y lo que no.
- Cada indicador debe responder a un conjunto de mejoras en los procesos y, por ende, en los objetivos y objetivos estratégicos de la organización.
 - a. Indicadores de eficacia
 - b. Indicadores de calidad
 - c. Indicadores de eficiencia (productividad)
 - d. Indicadores de flexibilidad (adaptabilidad)
 - e. Indicadores de personal

2.3.6. DOP (Diagrama de operaciones del proceso)

Es una representación gráfica, en este caso, de la elaboración de un bien o la prestación de un servicio, para lo cual muestra de forma cronológica cada una de las operaciones y las inspecciones que se deben realizar, así como los materiales que se deben utilizar, pero sin considerar ni quién debe realizarlas ni en dónde debe hacerlo (Pérez-Fernandez de Velasco, 2009).

2.3.7. DAP (Diagrama de actividades del proceso)

Es una representación simbólica, en donde se grafica un proceso ya realizado o pendiente por realizar, durante su paso por cada una de las fases o etapas por las que debe pasar desde su inicio hasta su fin (Pérez-Fernandez de Velasco, 2009).

Con este diagrama se podrá identificar: Cantidad de material, tiempo para realizar el trabajo, distancia que se debe recorrer, maquinaria y herramientas que se deben utilizar.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Métodos y alcance de la investigación

3.1.1. Método de investigación

Para el caso de este estudio, se ha visto pertinente usar el método científico descriptivo, que consiste en la capacidad de poder observar hechos diferentes, tal cual los encontramos y presenciamos en el medio que nos rodea, para luego aplicar una lógica solucionable a esas realidades. (Tamayo, 2004).

3.1.2. Tipo de investigación

Abordaremos para este estudio una investigación aplicada, que consiste o tiene el enfoque de determinar soluciones en base a un conjunto de contenidos teóricos y a los experimentos realizados dentro de una realidad (Tamayo, 2004).

3.1.3. Nivel de investigación

Se ha determinado que el nivel es de una investigación explicativa o analítica que nos ayude al logro de resultados en base al análisis, con el propósito de poder explicar las causas encontradas y constatadas de los efectos estudiados en un ambiente, con ciertas condiciones y medios (Salinas, 2012).

3.1.4. Diseño de investigación

Podemos hacer mención, que hemos escogido el diseño de tipo pre experimental, porque se requiere un grupo para aplicar una prueba previa; luego a este se le da el tratamiento, para después aplicar una prueba posterior al estímulo (Hernández-Sampieri, y otros, 2014).

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Para el caso de una población con un enfoque cuantitativo, esta debe situarse claramente en torno a sus características de contenido, de lugar y en el tiempo (Hernández-Sampieri, y otros, 2014).

Entonces, la población estará conformada por todos los procesos de mecanizado, ejecutados por los 18 estudiantes del periodo IV, del programa de estudios de Mecánica de producción del Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Chalhuanahuacho, ya que se puede afirmar que se trata de una población finita.

3.2.2. Muestra

Para este caso, se propone una muestra probabilística porque todas las unidades de estudio integrantes de la población, tienen la posibilidad de ser elegidas en base a las características del universo, tamaño de muestra, con selección aleatoria o mecánica (Hernández-Sampieri, y otros, 2014).

Finalmente, la muestra se obtendrá a partir de la fabricación de los elementos mecánicos seleccionados, es decir, todos los procesos de transformación realizados por los 18 estudiantes, que partirán desde la materia prima hasta la obtención del producto, hecho en el Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Chalhahuacho.

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.3.1. Técnicas de análisis de datos

Las técnicas de análisis que abordaremos para esta investigación son:

a. La observación

La técnica de observación se realizó en base a la examinación de las acciones realizadas por los estudiantes del IV periodo académico de la carrera profesional técnica, lo cual comprendió desde la semana I hasta la semana V.

3.3.2. Instrumentos de recolección de datos

Emplearemos los siguientes instrumentos de medición.

a. Registro de los tiempos de mecanizado en máquina herramienta

Mediante este instrumento obtendremos información necesaria con los fines de medir cuánto es el tiempo estimado que le toma al estudiante para realizar el mecanizado en las operaciones de fresado y taladrado para la obtención de la placa porta punzón. La información a recabar empezará desde la primera hasta la quinta semana.

b. Registro de tiempos de los procesos sin considerar los tiempos de mecanizado para la fabricación de la placa porta punzón.

Son aquellos tiempos y distancias, que serán medidos en el momento que el estudiante inicia los procesos de fabricación de la placa porta punzón. La información a recabar empezará desde la primera hasta la quinta semana.

c. Registro de tiempos y distancias de desplazamientos del estudiante para la fabricación de la placa porta punzón.

Son aquellos tiempos y distancias, que serán medidos en el momento de que el estudiante inicia los procesos de fabricación de la placa porta punzón. La información a recabar empezará desde la primera hasta la quinta semana.

d. Hojas de diagramas DOP y DAP

Estas herramientas nos sirven para conocer las distancias recorridas, atrasos y almacenamiento en los procesos de manufactura, realizado por los estudiantes del IV periodo académico del Programa de Estudios de Mecánica de Producción. Dicha observación, fue desde la semana I hasta la semana V.

3.3.3. Procesamiento de datos y análisis

Podemos mencionar los medios que usamos para el procedimiento de datos, los cuales son:

- a. Excel
- b. Tablas
- c. Figuras
- d. Real Statistics (prueba de estadística con un nivel de confianza del 95 %).

Es un *software* de análisis estadístico, de datos reales, complemento del programa informático Excel, que contiene un conjunto de herramientas avanzadas y funciones estadísticas. Su uso es muy sencillo, ya que funciona como complemento del mismo Excel, que luego consiste solo en determinar los datos a analizar.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información

Es necesario tener y dar a conocer que los datos que fueron procesados, están basados en la aplicación del uso de la filosofía Kaizen, para mejorar la productividad de los estudiantes del Programa de Estudios de Mecánica de Producción.

Es así que hemos usado una serie de herramientas de medición que nos permitan lograr el objetivo general del estudio y del mismo modo, los objetivos específicos que hemos planteado para este trabajo de investigación.

Tabla 7. Formulación del modelo Kaizen

Modelo KAIZEN				
Principio Rector		El enfoque a los procesos		
Objetivo		Optimizar los procesos de mecanizado en la fabricación de la placa porta punzón.		
N°	Pasos	Descripción		
		Problema	Procesos de mecanizado inadecuados	
		Ítem	Recurso	
			Contenido	
1.	Plan	Plan de acción	Humano	❖ Análisis de desplazamiento del estudiante
			Tecnológico	❖ Estudio de tiempos de mecanizado
				❖ Análisis de diseño de planta
				❖ Análisis de herramienta de corte para el mecanizado
				❖ Análisis de la materia prima
Logístico	❖ Análisis de disponibilidad y número de máquinas y docente especializado			
2.	Hacer	Acciones	Humano	❖ Realización de diagrama de recorrido del estudiante, para la fabricación de la placa porta punzón.
			Tecnológico	❖ Medición de tiempos de mecanizado en fresadora para la fabricación de la placa porta punzón.
				❖ Medición del tiempo de desplazamiento que tienen los estudiantes e implantación de mejoras, durante todo el proceso para la fabricación de la placa porta punzón.
				❖ Realización de diseño de planta, para los procesos de fabricación de la placa porta punzón.
				❖ Eficacia y eficiencia de las herramientas de corte para la fabricación de la placa porta punzón.
Logístico	❖ Verificación de la materia prima de acuerdo a especificaciones del plano.			
Financiero	❖ Verificación del número necesario de máquinas herramientas (fresadoras), así mismo, de docentes capacitados para procesos de mecanizado.			
3.	Comprobar	Medios de verificación de resultados	Humano	❖ Hoja de tiempos de mecanizado
			Tecnológico	❖ Diagrama y registros de desplazamiento
				❖ Hoja de análisis de herramientas de corte

			❖ Hojas de control de herramientas– <i>Check list</i>
		Logístico	❖ Hojas de control de material - <i>Check list</i>
		Financiero	❖ Hojas de control de fresadoras - <i>Check list.</i>
4.	Actuar	Acciones	❖ Fijación de mejoras de desplazamiento de los estudiantes para la fabricación de la placa porta punzón
			❖ Fijación de actividades de los procesos de mecanizado, para la fabricación de la placa porta punzón.
			❖ Fijación de innovación de herramientas de corte para el mecanizado
			❖ Fijación de diseño mejorado de planta de producción para la fabricación de la placa porta punzón
			❖ Fijación de procedimientos de control de compra y entrega al estudiante, de la materia prima de acuerdo a especificaciones del plano
		Financiero	❖ Fijación de recomendaciones de implementación de equipamiento con la ayuda del gobierno local, regional y la empresa minera.

Nota: Modelo Kaizen principio rector y objetivos. Elaboración propia

4.1.1. Diagnóstico actual de los procesos de mecanizado y la productividad del proceso de mecanizado de la placa porta punzón.

Se ha podido constatar en el Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Chalhuanahuacho, Programa de Estudios de Mecánica de Producción, que los procesos han arrojado datos suficientes y valiosos para nuestra investigación. El proyecto realizado mediante mecanizado es una placa porta punzones. Para ello, referenciamos el plano para mayor entendimiento en el Anexo 2.

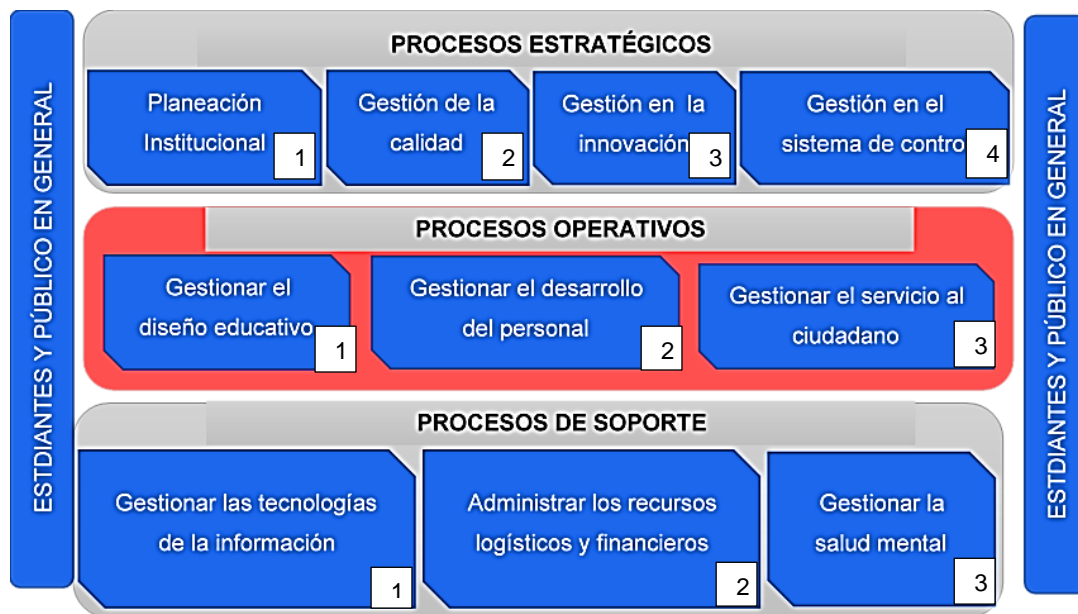


Figura 12. Mapa de proceso Institucional. Elaboración propia.

Hemos podido identificar los procesos institucionales que tiene la entidad, pues esta no presentaba un mapa de procesos, el cual es clave y agrega un valor añadido a dicha casa de estudios. Entonces, nos enfocaremos en el proceso de gestión del diseño educativo, el cual contiene uno de los programas de estudios, que es materia de interés de esta investigación y que se denomina Mecánica de Producción.

La Figura 12, Proceso general institucional, muestra tres procesos. El primero es el operativo, acciones que están directamente involucradas con los procesos académicos de los estudiantes de los tres programas de estudios; seguidamente están los procesos estratégicos, involucrados en las acciones de plantear objetivos hacia donde la institución quiere llegar y cuáles serán los medios necesarios para cumplirlos en un cierto tiempo. Finalmente están los procesos de soporte, acciones y procedimientos que dan soporte a los procesos operativos, es decir, que ayudan y complementan sus tareas.

- Los procesos operativos se basan en tres subprocesos, los cuales son: gestionar el diseño educativo, encargado de gestionar las actualizaciones de los planes de estudios, las propias experiencias formativas en situaciones reales de trabajo, convenios o alianzas con las empresas y otros procesos académicos que ayuden a la mejora constante de la formación técnica de los tres programas de estudios de mecánica de producción, explotación minera y administración de negocios agropecuarios; por otro lado, la gestión del desarrollo del personal, se encarga o cumple los roles de mejorar la

práctica docente con respecto al proceso de enseñanza-aprendizaje, esto para mejorar sus competencias específicas de acuerdo a cada programa de estudios y darles las mejores herramientas para que brinden una educación de calidad. Finalmente, la gestión de servicio al ciudadano, que tiene las funciones de identificar y mejorar las acciones de atención a los estudiantes y público en general y como resultado se obtenga una atención satisfactoria y agradable.

- b. Los procesos estratégicos son aquellos que fortalecen y ayudan permanentemente a los procesos operativos a cumplir las metas proyectadas. Entonces, mencionamos que la planeación institucional tiene el rol de fijar las orientaciones y formulación hacia donde se quiere llegar, mediante planes y proyectos alcanzables que definan el futuro institucional. Así mismo, la parte de gestión de la calidad tienen la función de garantizar que los procesos académicos e institucionales en general, sean sólidos y coherentes, demostrando calidad y pertinencia. Y si hablamos de la gestión de la innovación, es la responsable de mejorar los procesos a nivel institucional, creando un cambio en beneficio de la comunidad estudiantil y público en general. Finalmente, la gestión en el sistema de control, encargada de la parte de evaluación de todos los procesos establecidos en la institución y el establecimiento del grado de cumplimiento de los objetivos planeados.
- c. En los procesos de soporte se considera también el subproceso gestionar las tecnologías de información, orientado a realizar las acciones de suministro de las tecnologías de la información, para hacer más eficaces los procesos institucionales. Así también, el subproceso administrar los recursos logísticos y financieros que tiene las funciones de gestionar el conjunto de recursos o bienes de la organización, el cual se encarga de administrar de forma efectiva la parte financiera. Finalmente, el subproceso gestionar la salud mental, que tiene el encargo de dar orientaciones y lineamientos sobre la salud mental de los colaboradores de la institución.

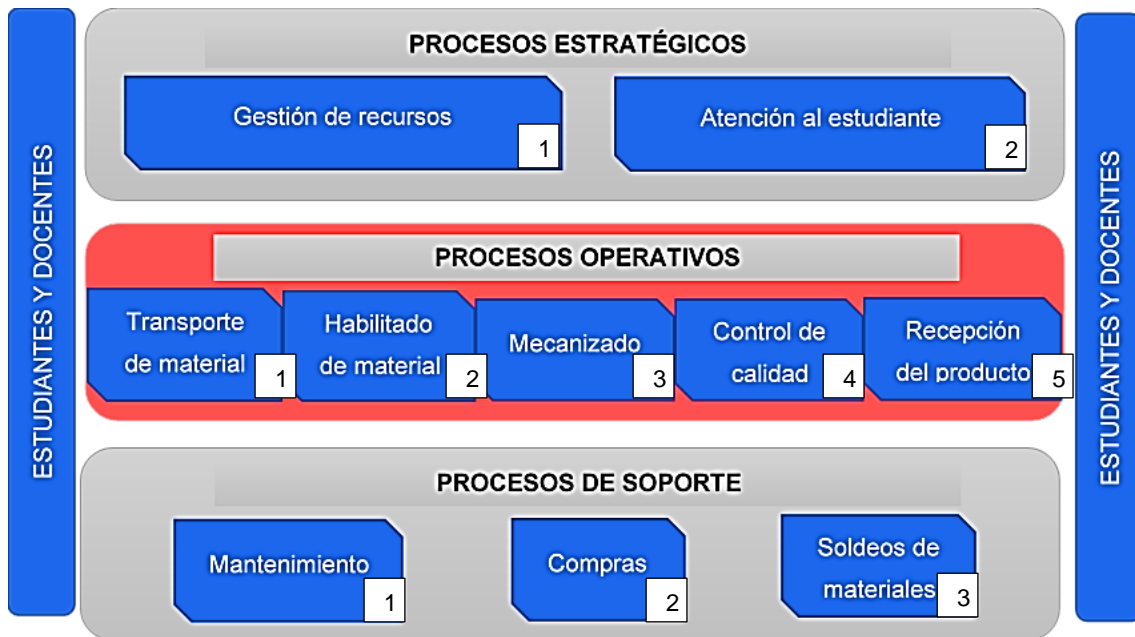


Figura 13. Proceso de mecanizado del instituto tecnológico. Elaboración propia.

En la Figura 13, Procesos de mecanizado del Instituto Tecnológico, se muestra tres procesos, los cuales son: el proceso operativo, acciones que están directamente involucradas con la fabricación y control del producto, luego están los procesos estratégicos, involucrados en las acciones estratégicas para el pleno cumplimiento del proceso operativo. Finalmente, está los procesos de soporte, acciones y procedimientos que dan soporte a los procesos operativos, como por ejemplo, el propio mantenimiento de los equipos y máquinas.

- a. En los procesos operativos se tiene cinco subprocesos, uno de ellos es el transporte de material, cuyo rol es, el transporte de material de un lugar a otro; seguidamente tenemos el habilitado de material, que consta en realizar las acciones para dar el material a medida de acuerdo al plano de la pieza; posterior a ello, tenemos al mecanizado, subproceso que se encarga de dar a medida, según las dimensiones del plano, mediante la fresadora (máquina herramienta; después de ello tenemos el control de calidad que consta de una serie de acciones de control de las dimensiones de la pieza (de acuerdo a especificación del plano). Finalmente, tenemos a la recepción del producto que consta en la recepción del producto terminado.
- b. En los procesos estratégicos se tiene dos subprocesos, uno de ellos es la gestión de recursos, los cuales son las acciones que prevén la recaudación de recursos necesarios para el cumplimiento de los procesos operativos y de los procesos de soporte. Finalmente, tenemos al proceso de atención al

estudiante, que consiste en brindar un servicio de atención al estudiante, oportuna y eficiente, creando en ellos una experiencia inolvidable.

- c. Finalmente, en los procesos de soporte tenemos tres subprocesos, uno de ellos es el mantenimiento que consiste en la realización de tareas de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo y así, los equipamientos del área tengan una disponibilidad, seguidamente tenemos al subproceso de compras, encargado de realizar las tareas de realizar las compras de los materiales, insumos, herramientas y otros que sean necesarios para el funcionamiento del área y, posterior a ello, se tiene al proceso de soldeo de materiales, cuyo rol es la realización de las tareas de soldeo a piezas mecanizadas según diseño o por algún error que haya tenido el operador al haber mecanizado por demás la pieza de trabajo.

Este proceso de mecanizado, es realizado por los estudiantes de mecánica de producción de nivel profesional técnico, durante un periodo de 18 semanas, que viene a ser un semestre, proceso que es realizado de acuerdo al plan de estudios del programa académico en mención.

Como primer momento, dentro de las 18 semanas los estudiantes tienen tareas académicas realizadas en las horas teórico - prácticas y horas netamente prácticas. Por tal razón, dentro de las 18 semanas, existen dos productos que deben realizar haciendo uso de máquinas herramientas. Estas máquinas herramientas realizan operaciones de arranque de viruta, ya que, a través de una herramienta de corte a altas revoluciones de giro, producen este efecto.

Nos centraremos para este estudio en el primer producto, que es realizado durante las primeras semanas dentro del periodo académico (un total de 18 semanas). Dentro de este proceso de mecanizado, utilizan como máquina herramienta principal a la fresadora universal, accesorios, herramientas manuales, brocas, limas y otras herramientas o materiales.

Para el análisis de estos procesos de conformado de material mediante la mecanización, formularemos diagramas de operaciones de procesos. Estas herramientas son de un alto grado de importancia para la identificación de todo el proceso y así obtener el proyecto, ya sea ejecutado de forma individual o grupal y que lleve a los estudiantes a adquirir las habilidades y destrezas necesarias para ser competentes frente a otros profesionales técnicos.

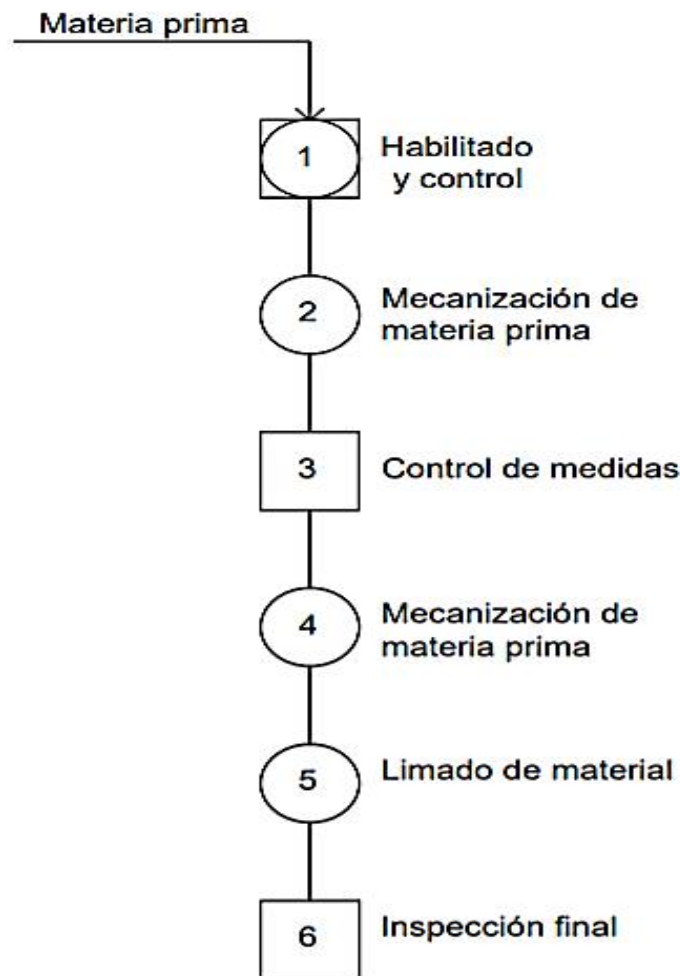
La determinación de los tiempos de mecanizado que debe tener un estudiante para la realización de este producto, es fundamental y necesario. Por tal razón,

es oportuno registrar y mejorar los tiempos de mecanización para obtener resultados óptimos dentro de los plazos establecidos por el instructor.

Los desplazamientos que recorre un estudiante para la ejecución de estas tareas académicas son vitales, ya que disminuyendo estos desplazamientos se podrá evitar o disminuir el cansancio en transitividad dentro de los ambientes de aprendizaje.

Tabla 8. Diagrama de operaciones de procesos para mecanizado.

Diagrama de Operaciones de Procesos	
Proceso:	Mecanizado de placa porta punzón
Lugar:	I.E.S T.P. Chalhuanhuacho
Proyecto:	Placa porta punzones




Resumen	
Actividad	Cantidad
Operación	3
Inspección	2
Mixta	1
Total	6

Nota: Diagrama de proceso mecanizado de placa porta punzón. Elaboración propia.

En la Tabla 8, Diagrama de operaciones de procesos de placa porta punzones, mencionamos que hemos encontrado tres operaciones, dos inspecciones y una operación mixta. Con esto, podemos decir que hemos culminado este diagrama de operaciones de procesos, el cual nos servirá para la siguiente elaboración del diagrama de análisis de procesos.

Tabla 9. Diagrama de análisis de procesos para mecanizado

Diagrama de Análisis de Procesos							
 Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Chalhuahuacho							
Proyecto	Placa porta punzones		Diagnóstico				
Descripción de la actividad	○	□	◻	⇨	▽	Tiempo (min)	Distancia (m)
Transporte de material a fresadora						0.30	2
Limado de rebabas						2	
Habilitado de máquina						4	
Sujeción de pieza						3	
Fresado a medida						120	
Transporte de material a taller de mecánica de banco						4	88
Trazado y control						6	
Transporte de material a taller de mantenimiento						3	68
Habilitado de taladro de columna						5	
Taladrado según plano						30	
Limado de rebabas						2	
Transporte de material a taller de mecanizado						3	68
Sujeción de pieza en prensa de la fresadora						4	
Habilitado de fresadora						5	
Fresado						180	
Limado de rebabas						3	
Recepción del producto						0.30	
Total						374.6	226

Nota: Diagrama de proceso placa porta punzones. Elaboración propia.

En esta Tabla 9, Diagrama de análisis de procesos de placa porta punzones, podemos explicar que, existen ocho (8) operaciones, cuatro (4) operaciones mixtas y cuatro (4) transportes. Además de ello, también hacemos mención de que tiene una cantidad de 374.6 minutos, más una distancia de 226 metros.

También mostraremos las instalaciones por las que recorre todo el proceso para la fabricación de la placa porta punzones.

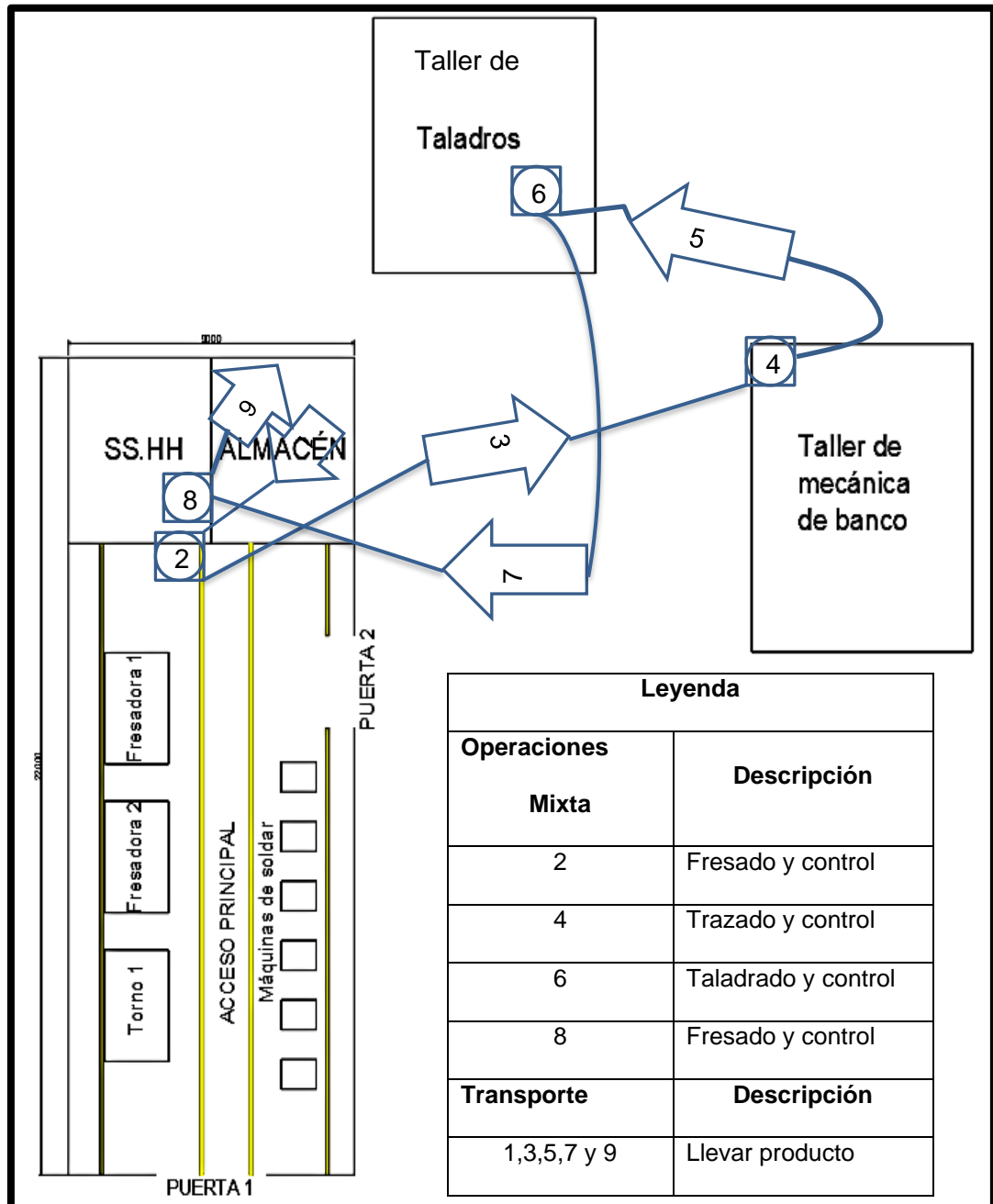


Figura 14. Diagrama de recorrido para la fabricación del producto, método original. Elaboración propia.

En esta gráfica de recorrido para la fabricación del producto, podemos mencionar lo siguiente:

- a. El inicio del proceso para la fabricación de la placa porta punzones ocurre con la recepción del material en el taller de mecanizado.
- b. Se prepara la máquina y material para el mecanizado a medida.
- c. El estudiante transporta el material hacia el taller de mecánica de banco, para poder limar, trazar y controlar, para su posterior taladrado.
- d. El estudiante traza y controla el material para su taladrado.
- e. El estudiante traslada el material desde el taller de mecánica de banco, hasta el taller de mantenimiento.
- f. El estudiante realiza la operación de taladrado y control.
- g. Luego de hacer los taladros del material, el estudiante transporta el material desde el taller de mantenimiento hasta el taller de mecanizado.
- h. El estudiante realiza el mecanizado del material y controla, dando por culminado el producto.
- i. El estudiante transporta el producto al almacén para su entrega y calificación por parte del docente.

Luego de haber presentado los procedimientos, mencionaremos algunos aspectos importantes para su mayor comprensión.

- Entre el taller de mecanizado y el taller de mecánica de banco, existe una distancia de 88 metros.
- La distancia entre el taller de mecánica de banco y el taller de mantenimiento es de 68 metros.
- La distancia entre el taller de mantenimiento y el taller de mecanizado es de 68 metros.
- El taller de mecanizado tiene un área de 198 m²
- En el taller de mecánica de banco es donde el estudiante se desplaza para hacer uso de los tornillos de banco, ya que el taller de mecanizado no cuenta con tornillos de banco.
- En el taller de mantenimiento es donde el estudiante se desplaza para realizar o hacer uso de los taladros de columna y hacer sus controles de medida.
- En el taller de mecanizado es donde el estudiante realiza u opera las máquinas herramientas como la fresadora universal.

Tabla 10. Hoja análisis de desplazamiento de taller a taller (Resumen)

Controlado por: Investigadores				Cantidad de horas/ semana:																
Inicia: lunes				Cantidad de estudiantes: 18																
Termina: viernes				Producto: Placa porta punzón																
Instrumento usado para medición	Cronómetro	Finalidad de desplazamiento	1.- Para el limado de rebabas, trazado y control, para luego ser taladrado. (Actividad 1)																	
			2.- Para el taladrado de la pieza que anterior ha sido trazado. (Actividad 2)																	
			3.- Para el mecanizado final de la placa porta punzón. (Actividad 3)																	
Actividades del proceso			Estudiantes																	
			Tiempo (minutos)																	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1.- Desplazamiento de taller de mecanizado a taller de mecánica de banco			2.10	2.15	2.05	2.09	2.11	2.08	2.08	2.07	2.05	2.10	2.10	2.11	2.09	2.10	2.09	2.05	2.08	2.09
2.- Desplazamiento desde el taller de mecánica de banco hasta el taller de taladros			1.50	1.51	1.52	1.51	1.50	1.49	1.53	1.54	1.54	1.54	1.53	1.56	1.54	1.54	1.54	1.55	1.53	1.53
3.- Desplazamiento desde el taller de taladros hasta el taller de mecanizado.			3.45	3.42	3.40	3.45	3.42	3.44	3.44	3.42	3.42	3.45	3.48	3.46	3.44	3.45	3.46	3.45	3.46	3.45
TOTAL			7.05	7.08	6.97	7.05	7.03	7.01	7.05	7.03	7.01	7.09	7.11	7.13	7.07	7.09	7.09	7.05	7.07	7.07
Tiempo promedio			7.06																	

Nota: Resumen control de investigadores por cantidad de horas/semana. Elaboración propia.

En la Tabla 10, podemos visualizar el tiempo de desplazamiento de los 18 estudiantes, que han tenido que desplazarse de un taller a otro. El tiempo promedio de los 18 estudiantes es de 7.06 min, este dato nos dará la referencia para mejorar los desplazamientos.

4.1.1.1. Diagnóstico de productividad original

Para el cumplimiento de nuestro objetivo general y de los objetivos específicos, es una buena práctica realizar un diagnóstico de la productividad obtenida por los propios estudiantes del Programa de Estudios de Mecánica de Producción. Así mismo, es necesario aplicar las mediciones a través de los indicadores planteados para este trabajo de investigación.

Precisar que este estudio sólo estará enfocado en el primer producto mediante mecanizado que tiene por nombre placa porta punzón, realizado por los estudiantes del programa de estudios de mecánica de producción.

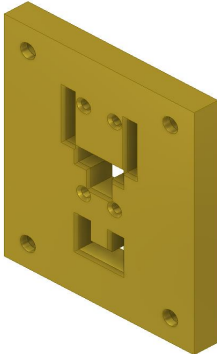
Para este caso, los estudiantes solo cuentan con cinco semanas para poder realizar el producto mencionado líneas arriba. Este producto académico consiste en realizar el mecanizado a un material de acero en bruto para poder así, evidenciar sus habilidades y destrezas en la operación de fresado, haciendo uso de procesos y procedimientos óptimos.

La cantidad de estudiantes que tiene esta unidad didáctica (Fresadora universal I), en el Programa de Estudios de Mecánica de Producción es de un número de 18, donde el cumplimiento o entrega de este producto es de forma individual.

La máquina herramienta necesaria para el cumplimiento en la producción de este producto es la fresadora universal, de la cual el Instituto de Educación Superior sólo cuenta con dos unidades, por ello, los estudiantes se ven en la necesidad de cronometrar sus tiempos de permanencia en cada una de ellas para poder realizar, en lo posible, los procesos adecuados.

Tabla 11. Metas de cumplimiento (placa porta punzón)

Denominación de pieza		Placa porta punzón	
Tiempo de elaboración		5 semanas	
Elaboración		Individual	
Material		Acero	
Inicia	Semana 1	Termina	Semana 5
N°	Dimensión del producto	Cantidad	Máquina(s) a usar
1	98mmx80mm	1	Fresadora universal Taladro de columna



Programa de estudio	Mecánica de Producción
---------------------	------------------------

Nota. Placa porta punzón. Elaboración propia.

Tabla 12. Resumen de desplazamiento (método original)

N°	Desplazamiento	Distancia original (m)
1.	Taller de mecanizado hasta el taller de mecánica de banco	88
2.	Taller de mecánica de banco hasta el taller de taladros	68
3.	Taller de mantenimiento hasta el taller de mecanizado	68
Total		224 m

Nota: Método original de desplazamiento. Autoría propia

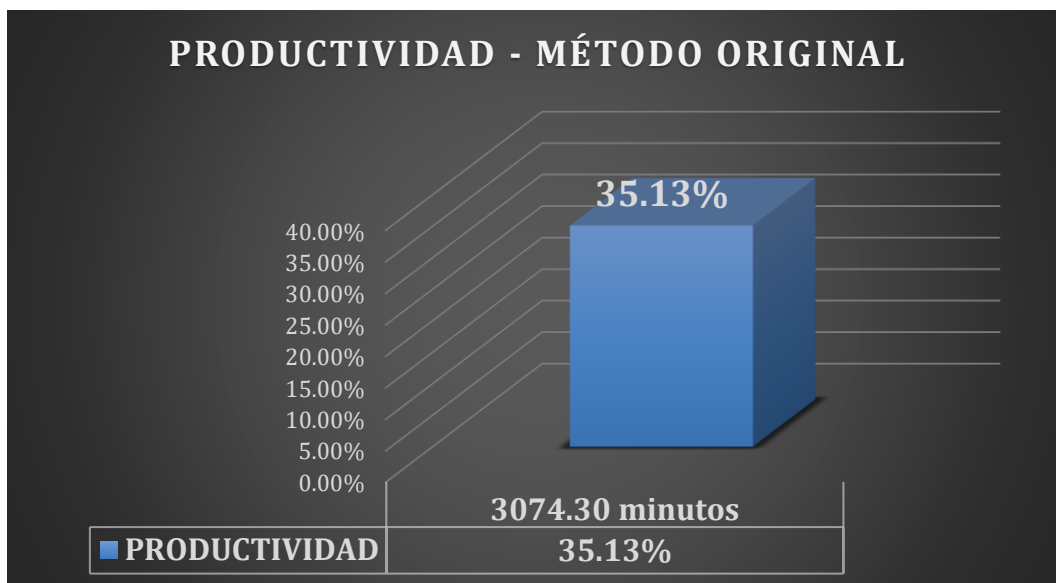


Figura 15. Diagnóstico de la productividad, método original. Elaboración propia.

La Figura15, Diagnóstico de la productividad, nos muestra una productividad de 35.13%, donde los estudiantes, para la realización de las 18 piezas, han tenido un tiempo de 51.24 horas (3074.30 minutos), que sobrepasa el tiempo límite de 2700 minutos que establece la institución para la fabricación de los 18 porta punzones; además de ello, los resultados obtenidos arrojan que los estudiantes fabricaron 0.35 piezas por hora.

4.1.2. Diagnóstico de los procedimientos usados en las etapas de mecanizado de la placa porta punzón.

4.1.2.1. Recepción del material

Mencionar que es una etapa de inicio del proceso para la fabricación de la placa porta punzones. Es un procedimiento donde el estudiante, una vez recibido la orden de fabricación del producto en mención por parte del docente, procede con la solicitud de requerimiento de material.

Para esta etapa el estudiante hará uso de un calibrador o pie de rey, escuadra y otros para el control de las dimensiones de la materia prima, que deberá de recibir después de haber entregado la solicitud de pedido de materia prima al encargado de almacén.

Tabla 13. Instrumentos y herramientas usados por los estudiantes

Instrumentos de Medición		
N	Denominación	Descripción
1.	Calibrador de 6"	Es un instrumento utilizado para medir piezas en unidades de milímetros hasta las décimas de milímetros. También a ello se puede medir en pulgadas
2.	Escuadra	Es una herramienta para medir la perpendicularidad de la materia prima recibida y de esta manera sea idónea para su mecanizado.

Nota: Denominación y descripción de los instrumentos de medición. Elaboración propia

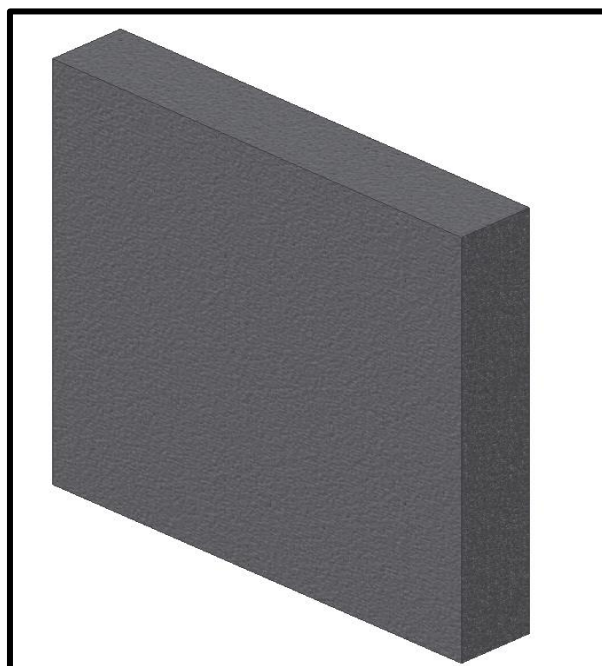


Figura 16. Material en bruto para mecanizado. Elaboración propia, mediante *software* Inventor.

La Figura 16 es una representación de la materia prima que recibe el estudiante por parte del almacén, para luego ser procesada hasta obtener un producto terminado. Esta materia prima en bruto pesa 0.841 kg y es un material de acero dúctil.

4.1.2.2. Mecanizado a medida y trazado de material

Este proceso tiene que ver con la continuidad de la etapa de recepción del material. En esta siguiente etapa, se procede a realizar el mecanizado a medida según plano, y luego al trazado y limado de la pieza que será producto del mecanizado.

Primeramente, el material pasa por una operación de mecanizado en la fresadora universal, dejándolo a medida en su ancho, profundidad y altura.

Finalmente es trasladado al taller de mecánica de banco para realizar la operación de trazado, ya que dicho ambiente cuenta con todas las condiciones para poder aplicar dichos procedimientos.

Entonces, estas operaciones en mención se llevan a cabo en dos talleres, el de mecanizado y el de mecánica de banco. Las herramientas de corte, insumos, instrumentos y máquinas herramientas a usar son:

Tabla 14. Máquinas, instrumentos, herramientas e insumos para mecanizado a medida y trazado para la placa porta punzón

Inventario		
N	Denominación	Descripción
1.	Calibrador de 6"	Es un instrumento, utilizado para medir piezas en unidades de milímetros hasta las décimas de milímetros. También a ello se puede medir en pulgadas.
2.	Escuadra de bisel	Es una herramienta para medir la perpendicularidad de la materia prima recibida, y de esta manera sea idónea para su mecanizado.
3.	Lima bastarda	Es una herramienta que sirve para arrancar viruta de forma manual.
4.	Plumón	Es un instrumento que sirve para marcar o escribir.

5.	Punzón	Es una herramienta que sirve para realizar puntos en un metal.
6.	Gramil de altura	Es un instrumento de medición y control para piezas mecánicas.
7.	Fresa de planeado	Es una herramienta usada para el arranque de viruta, usada en la fresadora.
8.	Prensa	Es un accesorio usado en la fresadora, que sirve para sujetar piezas para ser fresados.
9.	Rayador	Es una herramienta que te permite marcar o trazar líneas.
10.	Fresadora universal	Es una máquina herramienta que se emplea para el mecanizado de materiales ferrosos y no ferrosos, mediante una herramienta de corte, que está a altas velocidades de corte.

Nota: Denominación y descripción del inventario para mecanizado a medida y trazado para la placa porta punzón. Elaboración propia.

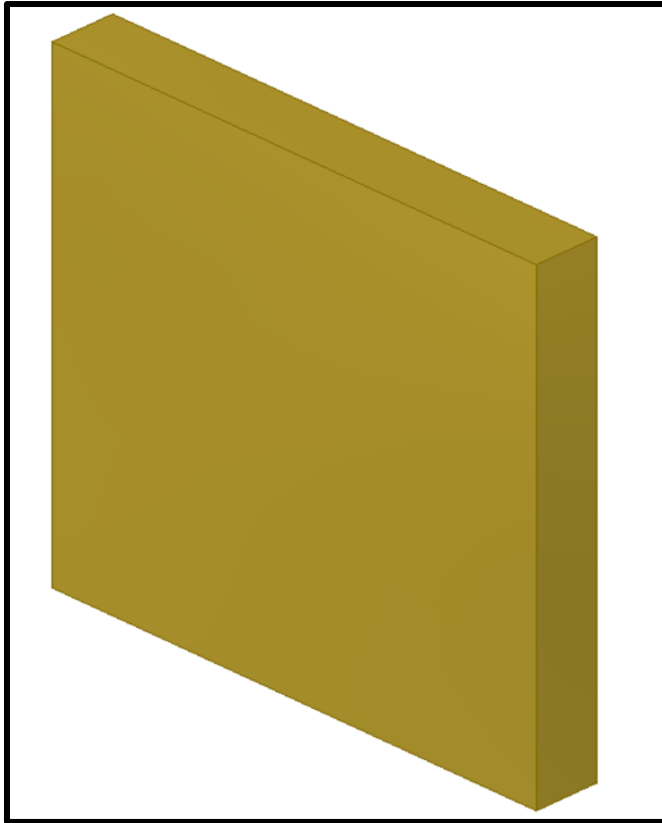


Figura 17. Fresado de material según medidas de plano. Elaboración propia, mediante el *software* Inventor.

La Figura 17 muestra el material que ha sido fresado mediante una máquina herramienta, fresadora universal, teniendo una masa de 0.561 kg.

Posteriormente, el material pasará por una actividad de trazado de material, para luego ser taladrado.

4.1.2.3. Taladrado de material

Para este caso, podemos decir que, el material pasará por la operación de taladrado por la parte interna de los contornos de los acanalados, para que, de una manera más rápida, se quite el material y luego pase por el maquinado.

Esta operación en mención, es realizada en el ambiente de aprendizaje del taller de taladrado, entonces quiere decir que el estudiante, para realizar esta operación, ha debido trasladarse del taller de mecánica de banco al taller de taladros.

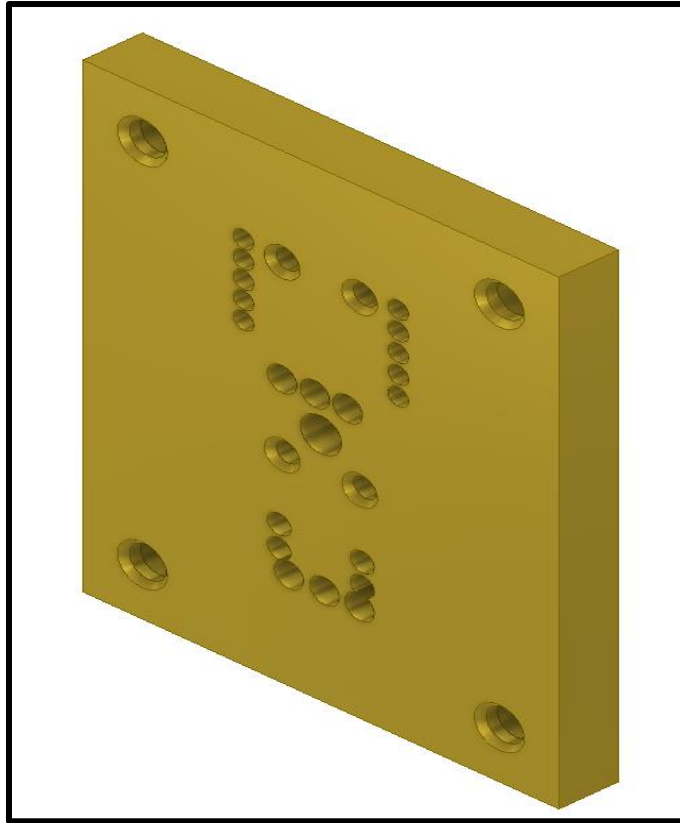


Figura 18. Material taladrado. Elaboración propia, mediante *software* Inventor.

Podemos ver que, en la Figura 18, el material ha sido taladrado por la parte interior por donde irá el acanalado. Esta operación se lleva a cabo con el fin de quitar el material de manera más rápida, para luego ser fresado todo el contorno.

Tabla 15. Máquinas, instrumentos, herramientas e insumos para el taladrado de la placa porta punzón.

Inventario		
N	Denominación	Descripción
1.	Calibrador de 6"	Es un instrumento utilizado para medir piezas en unidades de milímetros hasta las décimas de milímetros. También a ello se puede medir en pulgadas.
2.	Escuadra de bisel	Es una herramienta para medir la perpendicularidad de la materia prima recibida y de esta manera sea idónea para su mecanizado.
3.	Lima bastarda	Es una herramienta que sirve para arrancar viruta de forma manual.
4.	Plumón	Es un instrumento que sirve para marcar o escribir.
5.	Punzón	Es una herramienta que sirve para realizar puntos en un metal.
6.	Broca Φ 3 mm Broca Φ 4 mm Broca Φ 5 mm Broca Φ 6 mm Broca Φ 10 mm(avellanador)	Es una herramienta de corte HSS, que sirve para realizar agujeros.
7.	Prensa	Es un accesorio usado en el taladro, que sirve para sujetar piezas para el taladrado.
8.	Refrigerante de corte para maquinado	Es un insumo que sirve para refrigerar las herramientas de corte y a la misma pieza, con los fines de alargar la vida útil de la herramienta y evitar que se desgaste el ángulo de corte.
9.	Taladro de columna	Es una máquina herramienta que se emplea para realizar agujeros, usando y ajustando en el Chuck la broca, para luego dar las revoluciones necesarias para realizar los agujeros.

Nota: Denominación y descripción del inventario para la placa porta punzón. Elaboración propia.

4.1.2.4. Mecanizado final de placa porta punzón

Este es el procedimiento final por el cual pasa el material. Este procedimiento consiste en mecanizar mediante el arranque de viruta, por el contacto de la herramienta de corte y el material.

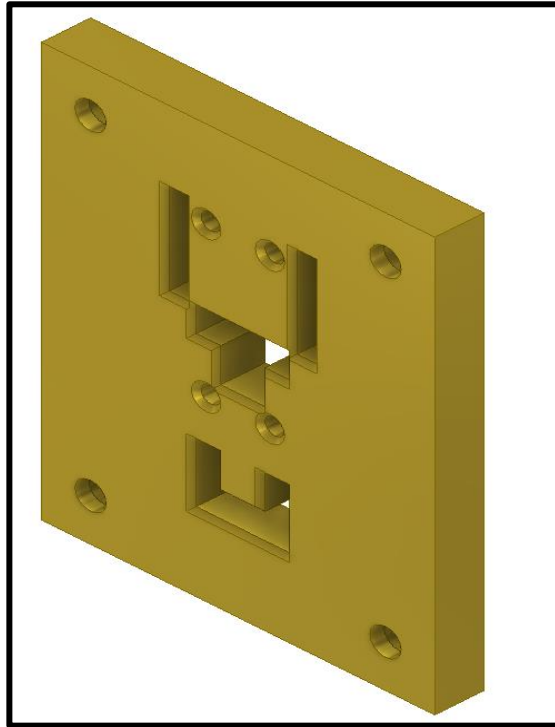


Figura 19. Material taladrado. Elaboración propia, mediante el software Inventor

Esta pieza terminada tiene un peso aproximado de 0.498 kg de masa. Ha sido transformado mediante todos los procesos mencionados anteriormente hasta esta etapa presentada.

Tabla 16. Máquinas, instrumentos, herramientas e insumos para el taladrado de la placa porta punzón.

Inventario		
N	Denominación	Descripción
1.	Calibrador de 6"	Es un instrumento utilizado para medir piezas en unidades de milímetros hasta las décimas de milímetros. También se puede medir en pulgadas.
2.	Escuadra de bisel	Es una herramienta para medir la perpendicularidad de la materia prima recibida y de esta manera sea idónea para su mecanizado.
3.	Lima bastarda	Es una herramienta que sirve para arrancar viruta de forma manual.
4.	Plumón	Es un instrumento que sirve para marcar o escribir.
5.	Punzón	Es una herramienta que sirve para realizar puntos en un metal.
6.	Fresa de dedo $\Phi 4$ Fresa de dedo $\Phi 6$	Es una herramienta de corte HSS, que sirve para realizar fresados laterales.
7.	Prensa	Es un accesorio usado en el taladro, que sirve para sujetar piezas para el fresado
8.	Martillo de aluminio	Es una herramienta de un material de aluminio, usado para dar pequeños golpes a la pieza y pueda asentar bien sobre las paralelas.
9.	Paralelas	Son piezas que sirven como apoyo para colocar la pieza en el momento de realizar el mecanizado.
10.	Refrigerante de corte para maquinado	Es un insumo que sirve para refrigerar las herramientas de corte y a la misma pieza, con los fines de alargar la vida útil de la herramienta y evitar que se desgaste el ángulo de corte.
11.	Fresadora universal	Es una máquina herramienta que se emplea para el mecanizado de materiales ferrosos y no ferrosos, mediante una herramienta de corte que está a altas velocidades de corte.

Nota: Denominación y descripción para el taladro de la placa porta punzón. Elaboración propia.

4.1.3. Diagnóstico de herramientas y accesorios de los procesos de mecanizado de la placa porta punzón

4.1.3.1. Herramientas y accesorios

Dentro de todo el proceso de fabricación de la placa porta punzón, se usan muchas herramientas de corte, como también accesorios que ayudan a la culminación de la tarea. Entonces, dentro del análisis del conjunto de herramientas que son usadas para este proceso, se ha identificado una herramienta principal, que por nombre tiene fresa de planeado.

La fresa de planeado es una herramienta de corte que es usado en las fresadoras. En el mercado existe gran variedad con características técnicas de acuerdo a su diámetro, cantidad de dientes y el tipo de material del cual están compuestos sus dientes.

En el método original de los estudiantes, se ha evidenciado que han estado usando una fresa HSS (Fresa de acero rápido).

Mencionaremos los factores con los cuales trabajan estas herramientas de corte HSS.

Avance recomendado (fresa de alta velocidad)												
	Fresas de careado o refrentado		Fresas helicoidales		Fresas de ranurado y de corte lateral		Fresas frontales		Cortadores de formado de relieve		Sierras circulares	
Material	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm
Acero aleado	.006	0.15	.005	0.12	.004	0.1	.003	0.07	.002	0.05	.002	0.05
Aluminio	.022	0.55	.018	0.45	.013	0.33	.011	0.28	.007	0.18	.005	0.13
Latón y bronce	.014	0.35	.011	0.28	.008	0.2	.007	0.18	.004	0.1	.003	0.08
Hierro fundido	.013	0.33	.010	0.25	.007	0.18	.007	0.18	.004	0.1	.003	0.08
Acero de maquinado libre	.012	0.3	.010	0.25	.007	0.17	.006	0.15	.004	0.1	.003	0.07
Acero para maquinaria	.012	0.3	.010	0.25	.007	0.18	.006	0.15	.004	0.1	.003	0.08
Acero inoxidable	.006	0.15	.005	0.13	.004	0.1	.003	0.08	.002	0.05	.002	0.05
Acero para herramienta	.010	0.25	.008	0.2	.006	0.15	.005	0.13	.003	0.08	.003	0.08

Figura 20. Avance recomendado de fresa con proceso original. Tomado de la página web IBRA Manufacturing, 2019.

La Figura 20, Avance recomendado de fresa con proceso original, nos dice que para una herramienta HSS, el avance es de 0.15 mm, con el que los estudiantes han venido trabajando.

Además del avance de corte, que es uno de los parámetros que se utiliza en el mecanizado, también se utiliza las velocidades de corte de la máquina fresadora, que era de 35 m/min. A continuación, mostraremos una tabla de velocidad de corte:

Velocidad de corte de la maquina fresadora				
Material	Fresa de acero de alta velocidad		Fresa de carburo	
	Pie/min	m/min	Pie/min	m/min
Acero aleado	40 a 70	12 a 20	150 a 250	45 a 75
Aluminio	500 a 1000	150 a 300	1000 a 2000	300 a 600
Bronce	65 a 120	20 a 35	200 a 400	60 a 120
Hierro fundido	50 a 80	15 a 25	125 a 200	40 a 60
Acero de maquinado libre	100 a 150	30 a 45	400 a 600	120 a 180
Acero para maquina	70 a 100	21 a 30	150 a 250	45 a 75
Acero inoxidable	30 a 80	10 a 25	100 a 300	30 a 90
Acero para herramienta	60 a 70	18 a 20	125 a 200	40 a 60

Figura 21. Velocidad de corte de la maquina fresadora en proceso original. Tomado de la página web IBRA Manufacturing, 2019.

Tabla 17. Parámetros de la Fresa HSS en proceso original

Fresa HSS	
Aplicación	Fresa de planeado
Ángulo de corte	30°
Avance por diente (ligero-corte semi pesado)	0.15
Velocidad de corte (m/min)	30
Material a maquinar	Acero dulce
Número de dientes	8
Diámetro (mm)	60

Nota: Aplicación y fresa de planeado. Elaboración propia.

Las ventajas de las fresas HSS es que se adquieren en el mercado a un costo bajo y su gran desventaja es que no igualan a las fresas de carburo, pues no ofrecen la misma dureza.

Tabla 18. Parámetros de corte de la herramienta HSS, en proceso original

Características	Número	Unidad de medida	Significado
VC	35	m/min	Velocidad de corte
S _z	0.15	mm	Avance por diente
i	1	cortes	Número de cortes
l	102	mm	Longitud de pieza a trabajar
l _a	10.8	mm	Arranque
d	60	mm	Diámetro de la fresa
a	2	mm	Profundidad de corte
l _u	4	mm	Movimiento perdido
L	116.8	mm	Longitud de fresado total
n	185.8	1/min	Número de revoluciones de la fresa
S	1.2	mm	Avance por revolución
z	8	dientes	Número de dientes
s'	222.9	Mm/min	Velocidad de avance
Ancho de corte	82	mm	Ancho de la pieza a trabajar
Ángulo	30	Grados	Ángulo de la herramienta
Rendimiento	95	%	Eficiencia de máquina
Factor de desgaste	5	%	Factor de desgaste del filo de corte

Nota: Características, numero, unidad de medida y significado en proceso original. Elaboración propia.

En la Figura 22, Análisis de tiempo – máquina, método original, que mostramos, podemos decir que para el fresado (planeado) de una pieza con los parámetros y características requeridos, tenemos un tiempo de mecanizado de 39.52 segundos, con un volumen de arranque de viruta de 26.75 cm³/min, el espesor de viruta es de 0.05 hm | mm, y se necesita una potencia de 1.40 Pmot | KW.

Espesor medio de viruta	0.05 hm mm
Volumen de arranque de viruta	26.75 cm ³ /min
Tiempo de mecanizado	39.52 segundos
Par	68.50 Mc Nm
Potencia	1.40 Pmot KW

Figura 22. Análisis de tiempo – máquina, método original. Tomado de la página web Walter Machining Calculator, s/f.

4.1.4. Diagnóstico de los tiempos de mecanizado de la placa porta punzón

4.1.4.1. Tiempos para procedimientos del mecanizado

Mediante una hoja de registros de tiempos, plasmaremos todas las actividades que forman parte del proceso, sin considerar los tiempos de mecanizado en la fresadora y taladrado para la obtención de la placa porta punzón. Todas estas actividades fueron ejecutadas en los ambientes de aprendizaje del Programa de Estudio de Mecánica de Producción.

Tabla 19. Tiempos para procedimientos del mecanizado

Controlado por: El docente responsable de la unidad didáctica										Cantidad de horas/ semana:								
Inicia: lunes										Cantidad de estudiantes: 18								
Termina: viernes										Producto: Placa porta punzón								
Actividades del proceso	Estudiantes																	
	Tiempo (minutos)																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Transporte de material a fresadora	0.25	0.22	0.24	0.22	0.21	0.2	0.25	0.24	0.23	0.23	0.2	0.21	0.22	0.2	0.2	0.25	0.28	0.3
Limado de rebabas	1.1	1.12	1.12	1.11	1.13	1.14	1.9	1.10	1.11	1.12	1.14	1.12	1.52	1.52	1.53	1.55	2	1.45
Habilitado de fresadora 1	3.4	3.3	3.32	3.35	3.31	3.31	3.31	3.3	3.31	3.33	3.33	3.4	3.12	3.33	3.33	3.35	3.34	3.34
Sujeción de pieza	2.45	2.35	2.38	2.4	2.42	2.39	2.39	2.39	2.4	2.42	2.41	2.39	2.4	2.41	2.42	2.43	2.48	2.52
Fresado a medida	TIEMPO NO CONSIDERABLE EN ESTA TABLA																	
Transporte de material a taller de mecánica de banco	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1
Trazado y control	7.1	6.55	6.8	6.9	7	7.1	7	7.88	7.74	7.6	7.58	7	7.1	7.5	7.78	7.65	7.78	8

Transporte de material a taller de mantenimiento	3.01	3.02	3.04	3.05	3.01	3.03	3.03	3.04	3.05	3.02	3.05	3.02	3.03	3.05	3.04	3.02	3.03	3.03
Habilitado de taladro de columna	2.23	2.21	2.20	2.21	2.21	2.21	2.21	2.23	2.25	2.31	2.31	2.21	2.21	2.33	2.34	2.33	2.31	2.33
Taladrado según plano	TIEMPO NO CONSIDERABLE EN ESTA TABLA																	
Limado de rebabas	1.5	1.4	1.45	1.46	1.48	1.47	1.46	1.45	1.45	1.48	1.48	1.46	1.45	1.43	1.5	1.5	2	2.3
Transporte de material a taller de mecanizado	3.4	3.2	3	3.1	3.1	3.1	3.2	3.3	2.89	3.1	3	3	3.2	3.1	3.2	3.2	3.4	3.5
Habilitado de fresadora 2	4.1	4	4.1	4.1	4.2	4.3	4.1	4.2	4.2	4.2	4.2	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.2
Sujeción de pieza en prensa de la fresadora	2	2.1	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.4	2.3	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
Fresado de material y control	TIEMPO NO CONSIDERABLE EN ESTA TABLA																	
Fresado de material y control	55	56	55.8	55.2	55.5	55.2	55.8	55.5	55.7	55.1	55.7	55.8	55.1	55.9	56.2	57	57.2	55.4

Nota: Cantidad de horas/semana para procedimientos del mecanizado. Elaboración propia.

En la Tabla 19 se puede observar la cantidad de tiempo en minutos, de los procedimientos para el mecanizado de la placa porta punzón. El estudiante 18 es aquel que demanda más tiempo para la realización de sus actividades.

4.1.4.2. Tiempos de mecanizado

Tabla 20. Tiempo de mecanizado en fresadora Universal

Controlado por: El docente responsable de la unidad didáctica										Cantidad de horas/ semana:								
Inicia: lunes										Cantidad de estudiantes: 18								
Termina: viernes										Producto: Placa porta punzón								
Actividades del proceso	Estudiantes																	
	Tiempo (minutos)																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Fresado a medida	Dimensión (inicio)				118.5 * 84 * 14				Dimensión (Final)				118.5 * 84 * 10					
Planeado Cara A	5.37	5.45	5.4	5.54	5.54	5.43	5.49	5.45	5.44	5.52	5.37	5.45	5.55	5.58	5.58	5.39	5.53	5.65
Planeado Cara B	7.41	7.76	7.42	7.58	7.54	7.41	7.49	7.53	7.52	7.52	7.49	7.45	7.55	7.58	7.58	7.45	7.58	7.57
Planeado Cara C	7.3	7.49	7.34	7.49	7.49	7.28	7.31	7.31	7.31	7.34	7.31	7.32	7.35	7.35	7.34	7.31	7.54	7.58
Planeado Cara D	8.4	8.57	8.4	8.47	8.45	8.41	8.46	8.45	8.45	8.46	8.41	8.43	8.45	8.46	8.47	8.41	8.58	8.56
Planeado Cara E	7.5	7.59	7.52	7.55	7.53	7.55	7.53	7.52	7.55	7.55	7.51	7.54	7.56	7.57	7.56	7.51	7.59	7.58
Planeado Caraca F	9.02	9.14	9.02	9.17	9.15	9.02	9.02	9.04	9.03	9.01	9.01	9.01	9.04	9.06	9.17	9.03	9.18	9.16
Taladrado según plano	12.0	12.10	12.40	12.20	12.30	12.40	12.20	12.20	12.20	12.30	12.40	12.80	13.00	12.10	12.70	12.70	12.10	12.90
Fresado final	55.0	56.0	55.80	55.20	55.50	55.20	55.80	55.50	55.70	55.10	55.70	55.80	55.10	55.90	56.20	57.0	57.20	55.40

Nota: Cantidad de horas/semana para mecanizado en fresadora universal. Elaboración propia.

En la Tabla 20, Tiempo de mecanizado en fresadora Universal, mostramos los tiempos demandados por todos los estudiantes al momento de realizar las operaciones de fresado en una máquina herramienta (fresadora universal), donde en un primer momento se puede ver que se realiza un fresado a medida del material. Mecanizan una cara «A», luego pasan a mecanizar la cara «B». Una vez terminadas dichas caras, pasan a realizar un fresado a las caras laterales, que son «C» y después «D». Posteriormente, realizan el fresado de medida de la longitud de la pieza, desde una cara «E» y finalmente terminan en la «F».

Todo este mecanizado, cumple con el requerimiento de que sus caras sean paralelepípedos y mediante la utilización de una escuadra y por medio de un calibrador o pie de rey, realizan las acciones de control.

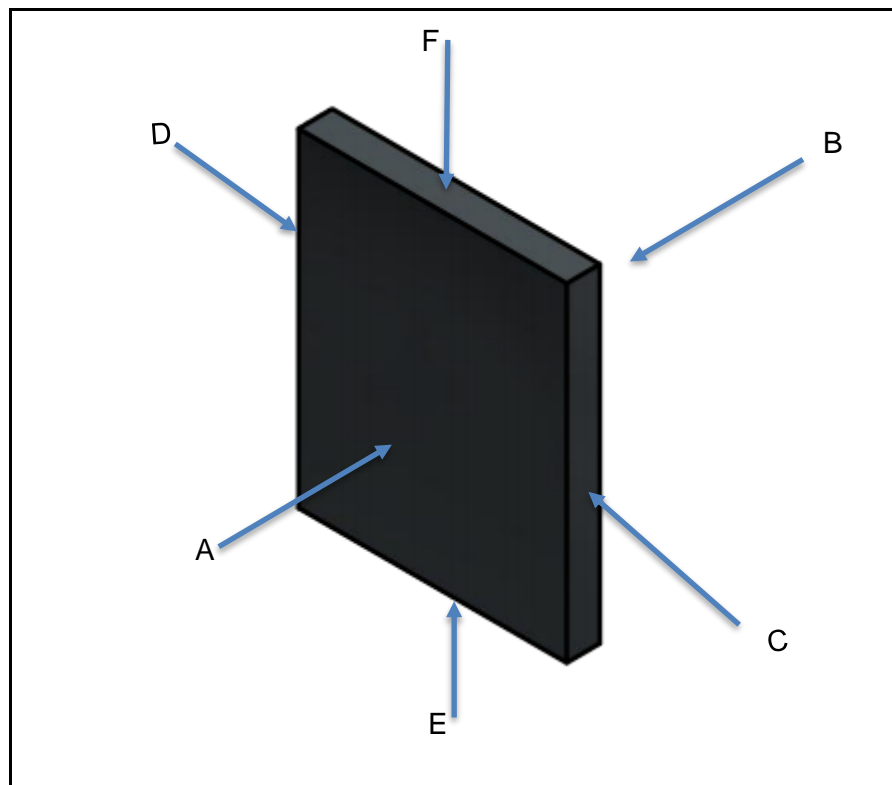


Figura 23. Material en forma de paralelepípedo. Elaboración propia.

Tabla 21. Resumen total de tiempos de procedimientos (método original)

Resumen		
Medición de Tiempos (sin mecanizado)		
Duración de proyecto	5 semanas	Tolerancia
Cantidad de piezas a fabricar	18 unidades	Es un tiempo admisible que se le dará a los estudiantes, dentro de la etapa de fabricación de la placa porta punzones. Se le asignará una tolerancia de 15 % del tiempo total de fabricación de la pieza.
Total de horas disponibles para fabricar	60 h	
Hora pedagógica	45 min.	
Total de minutos disponibles para fabricar las 18 piezas	2700 min.	
Tiempo máximo para producir una pieza	150 min	
Estudiantes	Tiempo total de procedimientos	Tolerancia de tiempo
1.	31.24	35.93
2.	33.57	38.61
3.	34.05	39.16
4.	34.30	39.45
5.	34.47	39.64
6.	34.65	39.85
7.	35.25	40.54
8.	35.43	40.74
9.	34.93	40.17
10.	35.31	40.61
11.	35.10	40.37
12.	34.41	39.57
13.	34.85	40.08
14.	35.37	40.68
15.	35.84	41.22
16.	35.87	41.15
17.	37.12	42.69
18.	37.17	42.75
Tiempo total (min)	628.84	723.17
Tiempo total (horas)	10.48	12.05

Nota: Resumen medición de tiempos por estudiante. Elaboración propia.

Tabla 22. Resumen total de tiempos de mecanizado (método original)

Resumen		
Medición de Tiempos de Mecanizado		
Duración de proyecto	5 semanas	Tolerancia
Cantidad de piezas a fabricar	18 unidades	Es un tiempo admisible que se le dará a los estudiantes, dentro de la etapa de fabricación de la placa porta punzones.
Total de horas disponibles para fabricar	60 h	
Hora pedagógica	45 min.	
Total de minutos disponibles para fabricar las 18 piezas	2700 min	Se le asignará una tolerancia de 15 % del tiempo total de fabricación de la pieza
Tiempo máximo para producir una pieza por estudiante	150 min	
Estudiantes	Tiempo total de mecanizado	Tolerancia de tiempo
1.	112.00	128.80
2.	114.10	131.22
3.	113.30	130.30
4.	113.20	130.18
5.	113.50	130.53
6.	112.70	129.61
7.	113.30	130.30
8.	113.00	129.95
9.	113.20	130.18
10.	112.80	129.72
11.	113.20	130.18
12.	113.80	130.87
13.	113.60	130.64
14.	113.60	130.64
15.	113.60	131.79
16.	114.80	132.02
17.	115.30	132.60
18.	114.40	131.56
Tiempo total (min)	2044.40	2351.06
Tiempo total (horas)	34.07	39.18

Nota: Resumen medición de tiempos por estudiante. Elaboración propia.

Tabla 23. Tiempo total de fabricación de la porta punzón (método original)

Resumen		
Medición de Tiempo Total		
Duración de proyecto	5 semanas	Tolerancia
Cantidad de piezas a fabricar	18 unidades	Es un tiempo admisible que se le dará a los estudiantes, dentro de la etapa de fabricación de la placa porta punzones.
Total de horas disponibles para fabricar	60 h.	
Hora pedagógica	45 min	
Total de minutos disponibles para fabricar las 18 piezas	2700 min.	Se le asignará una tolerancia de 15 % del tiempo total de fabricación de la pieza
Tiempo máximo para producir una pieza	150 min	
Estudiantes	Tiempo total	Tolerancia de tiempo
1.	143.24	164.73
2.	147.67	169.83
3.	147.35	169.46
4.	147.5	169.63
5.	147.97	170.17
6.	147.35	169.46
7.	148.55	170.84
8.	148.43	170.69
9.	148.13	170.35
10.	148.11	170.33
11.	148.3	170.55
12.	148.21	170.44
13.	148.45	170.72
14.	148.97	171.32
15.	149.44	173.01
16.	150.67	173.17
17.	152.42	175.29
18.	151.57	174.31
Tiempo total (min)	2672.33	3074.30
Tiempo total (horas)	44.54	51.24

Nota: Resumen medición de tiempo total por estudiante. Elaboración propia

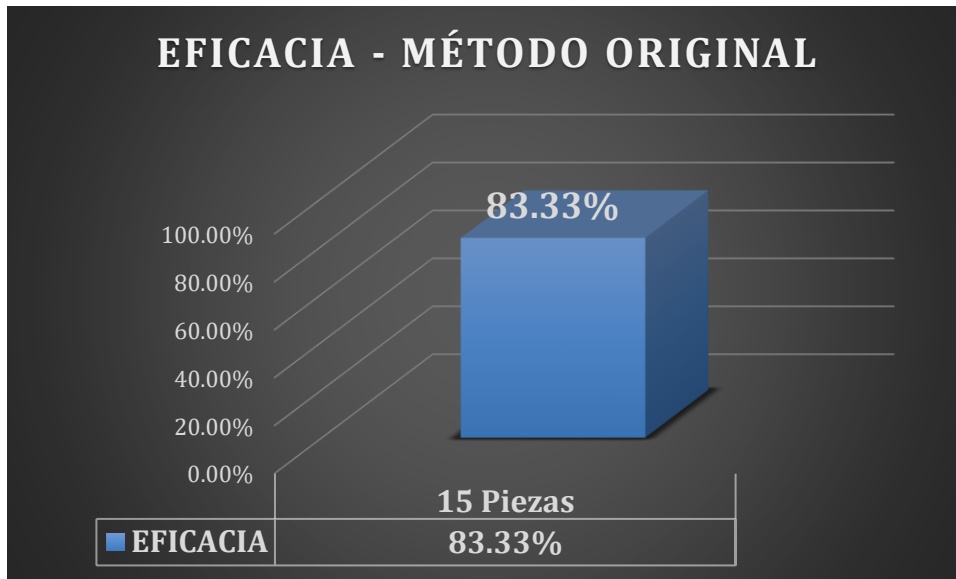


Figura 24. Diagnóstico de la eficacia, método original. Elaboración propia.

La Figura 24, Diagnóstico de la eficacia, método original, nos muestra una eficacia de 83.33 %, donde el tiempo máximo estimado que tenían los estudiantes era de 2700 minutos, y en ese tiempo solo se logró realizar 15 unidades de porta punzones.

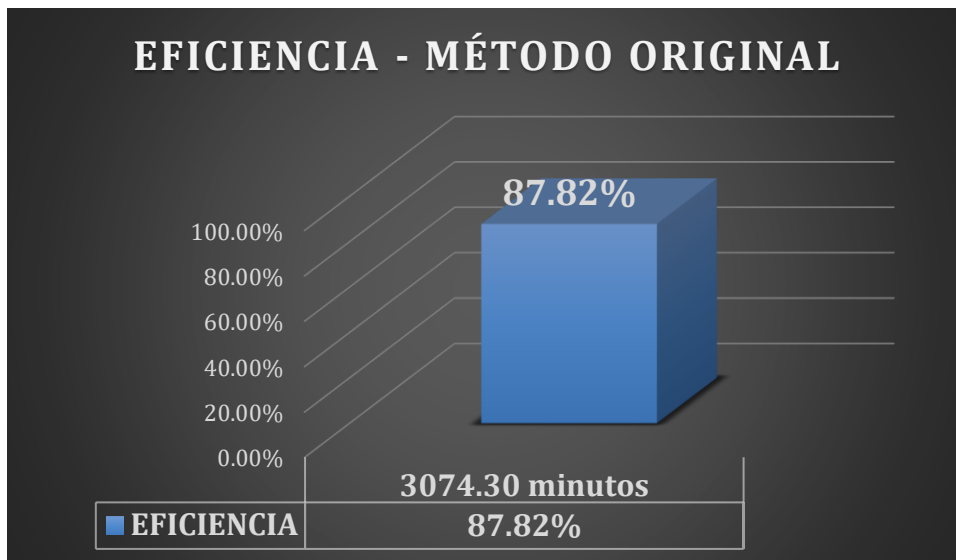


Figura 25. Diagnóstico de la eficiencia, método original. Elaboración propia

En la Figura 25., Diagnóstico de la eficiencia, se aprecia una eficiencia de 87.82 %, donde los estudiantes del programa de estudios de mecánica de producción demandan, para la construcción de la placa porta punzón, de 3074.30 minutos. Podemos mencionar que dicho tiempo ha sobrepasado el tiempo máximo permitido que es de 2700 minutos.

Finalmente, se puede mencionar que han tenido 374.30 minutos de más para la obtención de las 18 piezas (porta punzón).

4.1.5. Optimización de los procesos de mecanizado, mediante la filosofía Kaizen

4.1.5.1. Recorrido o desplazamiento del estudiante

Los desplazamientos de los estudiantes en un primer momento (método original), se presentaron en un recorrido de taller a taller, invirtiendo un gran tiempo y por causa a ello una fatiga por el desplazamiento. Como resultado ha demandado bastante tiempo para la fabricación de la porta punzón.

Se ha analizado todos los desplazamientos de los 18 estudiantes y se ha optado por rediseñar la planta de producción del producto mencionado. Por la naturaleza del producto, del cómo se llega a producir, se han eliminado distancias entre todos los procesos.

Tanto los taladros como las mesas de banco, instrumentos y accesorios, se han logrado movilizar a un solo taller, donde se encuentran las máquinas herramientas.

Tabla 24. Resumen de desplazamiento mejorado

N°	Desplazamiento	Distancia original	Distancia mejorada
		(m)	(m)
1.	Taller de mecanizado hasta el taller de mecánica de banco	88	0
2.	Taller de mecánica de banco hasta el taller de taladros.	68	0
3.	Taller de mantenimiento hasta el taller de mecanizado	68	0
Total		224 m	0 min

Nota: Resumen de desplazamiento, distancia original y distancia mejorada. Elaboración propia.

En la Tabla 24, Resumen de desplazamiento mejorado, se aprecia que en un primer momento los estudiantes realizaban un desplazamiento total de 224 metros, cuyos

recorridos se debía a que los equipos o máquinas se encontraban repartidos en lugares distintos. Finalmente, gracias a un adecuado diseño de planta, dichos equipos y máquinas se organizaron en solo taller. De esta manera, se logró eliminar dichas distancias que perjudicaban a los estudiantes en la fabricación de la porta punzón.

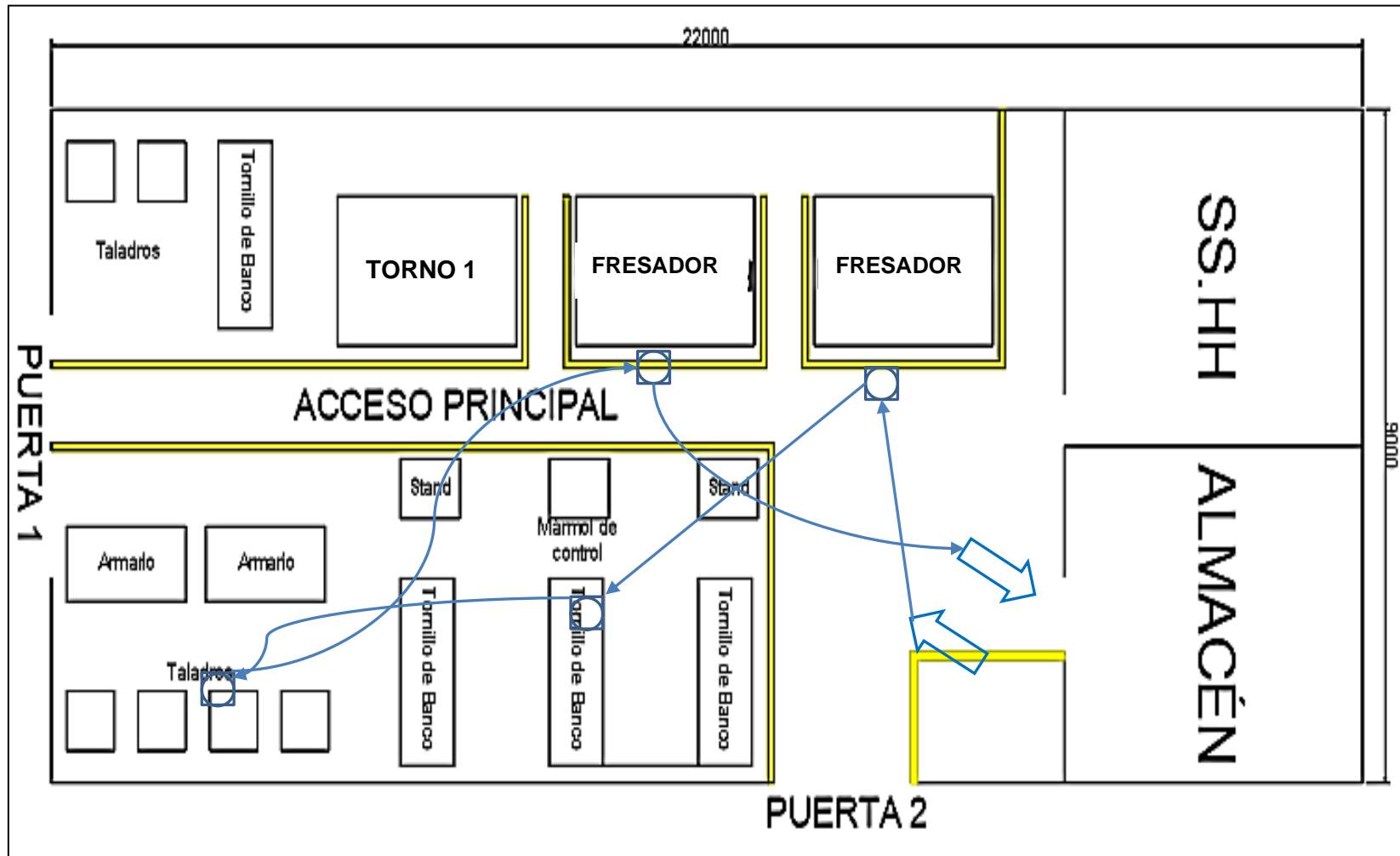


Figura 26. Gráfica de recorrido de los procesos, método mejorado. Elaboración propia.

En la figura 26. Se muestra un ambiente de mecanizado con dimensiones de 9 metros de ancho por una longitud de 22 metros, con un área total de 198 m².

En el método mejorado no sólo cambia el diseño de planta, sino también se realizará la producción en serie, que quiere decir que, una vez recepcionado el material, el primer estudiante lo trasladará a la fresadora; luego, habilitará y colocará la pieza hasta mecanizarla de acuerdo a las medidas dadas. Posteriormente, irá a trazar y realizar el control para luego ir a taladrar. Después, irá a la fresadora n.º 2, habilitará la máquina, acto seguido, realizará el mecanizado a medida y trasladará el producto para la entrega. Para el segundo estudiante se ha previsto que eliminará el habilitado de fresadora 1 y 2 y habilitado de taladro, pues estas ya habrán sido habilitadas por el primer estudiante.

Tabla 25. Implementación de las 5 «S» dentro del taller de procesos de mecanizado (método mejorado).

Implementación de las 5 «S» en el taller de mecanizado (Método mejorado)			
Fases	n.º	Ítem	Actividad
Clasificación (Seiri)	1.	Espacio de trabajo	Las máquinas herramientas son ubicadas en espacios que permitan su mantenimiento, uso y seguridad por los estudiantes y docentes.
	2.	Herramientas de corte	Las herramientas de corte se clasifican de acuerdo a su uso y mantenimiento.
	3.	Insumos	Los insumos se clasifican en espacios seguros e higiénicos.
Orden (Seiton)	1.	Ubicación de máquinas herramientas	La ubicación de las máquinas herramientas, se encuentra en el orden establecido de acuerdo al nuevo diseño de planta.
	2.	Acceso a las máquinas herramientas	Existe facilidad de acceso a la operación de las máquinas herramientas (ergonomía).
	3.	Codificación de las máquinas herramientas	Las máquinas herramientas deben de mantenerse codificadas permanentemente para un control correcto en el taller de mecanizado.
	4.	Codificación de las herramientas de corte	Las herramientas de corte deben de mantenerse codificadas permanentemente para un control correcto, en el taller de mecanizado.

Limpieza (Seiso)	1.	Inspección de máquinas herramientas	Se programa inspecciones a las máquinas herramientas de acuerdo a un cronograma establecido por el Instituto.
	2.	Inspección de herramientas de corte	Se programa inspecciones a las herramientas de corte de acuerdo a un cronograma de inspecciones de herramientas de corte.
	3.	Superficies limpias	Los estudiantes deben de mantener limpias las superficies, antes, durante y después del uso de las instalaciones del taller de mecanizado.
	4.	Cultura de limpieza	Se inculca en los estudiantes una cultura de limpieza.
Estandarización (Seiketsu)	1.	Las tres primeras «S»	El sostenimiento de las tres primeras «s», contribuirá en el logro de los rendimientos alcanzados en la presente tesis.
	2.	Inspección del uso correcto de las máquinas herramientas y herramientas de corte	El instructor realiza la evaluación del uso correcto de las máquinas herramientas y herramientas de corte, bajo la configuración correcta respecto al uso.
	3.	Uso de EPP para el mecanizado	Se implementa el uso obligatorio de los EPP (Guantes, lentes y overol), para los procesos de mecanizado dentro del taller.
Disciplina (Shitsuke)	1.	Protocolos	Se implementa protocolos para el sostenimiento de las cinco primeras «S» en el taller de mecanizado.

Nota: Descripción de la implementación de las 5 «S» dentro del taller de procesos de mecanizado. Elaboración propia.

4.1.5.2. Sistema de producción y roles

Es necesario conocer el sistema de producción que ejecutarán los estudiantes, procedimientos y a la vez las responsabilidades de todas las partes involucradas, así mismo se debe tener conocimiento de las áreas por donde se realizarán los desplazamientos, para los fines de pleno cumplimiento y así lograr la optimización planificada y mejorar y cumplir con las actividades académicas.

Las mejoras obtenidas son muy satisfactorias en beneficio de todos sus estudiantados de la carrera. Mencionaremos a continuación los logros obtenidos:

- a. Reducción del distanciamiento a desplazar

- b. Alto grado organizacional
- c. Mejoramiento en la distribución de equipos, máquinas, herramientas y accesorios
- d. Reducción del tiempo para la fabricación del producto
- e. El estudiante logra obtener mayor calificación, por el hecho de entregar sus productos en el tiempo estipulado por el instructor.
- f. Mayor disponibilidad de las máquinas
- g. Menor fatiga del estudiante, gracias a la reducción de desplazamientos alargados.

4.1.5.2.1. Sistema de producción

El sistema de mecanizado para la fabricación de la placa porta punzón en el instituto tecnológico, se lleva a cabo mediante un sistema en serie. Todos los procedimientos inician en la máquina fresadora n.º 1, y terminan en la fresadora n.º 2.

Todas las tareas son precedidas por otra, que una vez realizada, permite el paso a la siguiente.

4.1.5.2.2. Proceso de fresado

Este proceso es la acción de realizar el arranque de viruta a un material, a través de una máquina herramienta (fresadora universal) a la cual se sujeta una herramienta de corte (fresa de planear), que dando giros a altas revoluciones produce arranque de viruta.

4.1.5.2.3. Proceso de trazado

Son todos los procedimientos que el estudiante realiza a una pieza en fabricación, haciendo uso de instrumentos, herramientas de trazados y marcadores. Todos estos procedimientos ayudan y facilitan la realización de operaciones de fresado y taladrado.

4.1.5.2.4. Proceso de taladrado

Son operaciones de arranque de viruta que se realizan a una pieza mecánica; esto por el efecto de giro a altas revoluciones que tiene una broca. Como resultado se obtienen perforaciones o agujeros que pueden ser pasantes o ciegos.

4.1.5.2.5. Proceso del control de calidad

Son todos los procedimientos que se realizan por medio del uso de instrumentos de medición, como el calibrador o pie de rey, escuadra de tope y otros, los cuales hacen posible verificar que se cumpla con todas las especificaciones y dimensiones.

4.1.5.2.6. Docente

El docente o instructor es el encargado de supervisar y guiar todos los procedimientos de sus estudiantes antes, durante y después del proceso de elaboración de la placa porta punzón.

4.1.5.2.7. Estudiantes

Tienen la responsabilidad de aplicar todos los procedimientos planificados y verificados por el docente a cargo. Aplicarán y tendrán en cuenta procedimientos seguros que ayuden al cuidado de todos los recursos de la institución, cuidado de la integridad de sus compañeros, docentes y personas presentes y finalmente, ayudarán al cuidado del medio ambiente, realizando el correcto segregado de los residuos, producto del mecanizado.

4.1.5.3. Evaluación de los tiempos en los procedimientos (sin mecanizado), con la filosofía Kaizen

Analizaremos los tiempos de todos los procedimientos, sin tener en consideración los tiempos de mecanizado. Por tal, se ha realizado una muestra a todos los estudiantes en general. Es decir, se ha cronometrado los tiempos de los 18 estudiantes que participan en esta fabricación de la porta punzón.

Tabla 26. Medición de tiempos con el método de Kaizen

Controlado por: El docente responsable de la unidad didáctica										Cantidad de horas/ semana:								
Inicia: lunes										Cantidad de estudiantes: 18								
Termina: viernes										Producto: Placa porta punzón								
Actividades del proceso	Estudiantes																	
	Tiempo (minutos)																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Transporte de material de fresadora	0.25	0.22	0.24	0.22	0.21	0.20	0.25	0.24	0.23	0.23	0.20	0.21	0.22	0.20	0.20	0.25	0.28	0.30
Limado de rebabas	1.10	1.12	1.12	1.11	1.13	1.14	1.9	1.11	1.11	1.12	1.14	1.12	1.52	1.52	1.53	1.55	2.0	1.45
Habilitado de fresadora 1	3.40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sujeción de pieza	2.45	2.35	2.38	2.40	2.42	2.39	2.39	2.39	2.40	2.42	2.41	2.39	2.40	2.41	2.42	2.43	2.48	2.52
Fresado a medida	TIEMPO NO CONSIDERABLE EN ESTA TABLA																	
Trazado y control	7.10	6.55	6.80	6.90	7.0	7.1	7.0	7.88	7.74	7.60	7.58	7.0	7.1	7.5	7.78	7.65	7.78	8.0
Habilitado de taladro	4.23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Taladrado	TIEMPO NO CONSIDERABLE EN ESTA TABLA																	
Limado de rebabas del taladrado	1.50	1.40	1.45	1.46	1.48	1.47	1.46	1.45	1.45	1.48	1.48	1.46	1.45	1.43	1.50	1.50	2.0	2.3
Habilitado de fresadora 2	4.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sujeción de pieza en fresadora	2.0	2.1	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.4	2.3	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
Fresado de material y control	TIEMPO NO CONSIDERABLE EN ESTA TABLA																	

Nota: Medición de tiempo cantidad horas/semana con el método Kaizen. Elaboración propia.

Según la Tabla 26, Medición de tiempos con el método Kaizen, podemos decir que:

- a. En la actividad de habilitado de fresadora 1, sólo un estudiante tiene o está empleando un tiempo, esto se debe a que se ha implementado un sistema de producción «en serie», es así que esta ha sido preparada por el primer estudiante y los que vienen a futuro ya encontrarán todo preparado para realizar las operaciones de fresado (planeado)
- b. En la actividad de habilitado de taladro, también de la misma manera, se ha estimado el tiempo de un solo estudiante, por el hecho que se está usando un sistema en serie de la producción.
- c. En la tarea de habilitado de fresadora 2, también sucede lo mismo que en los casos anteriores, pues esto hace que los tiempos se vean más acortados en su dimensión.
- d. Finalmente, se menciona que los desplazamientos de taller a taller ya se han eliminado debido a que todos los equipos, máquinas, herramientas y accesorios se encuentran ubicados en sólo taller.

4.1.5.4. Evaluación de mejoramiento de las herramientas mediante la filosofía Kaizen

Se ha evaluado el conjunto de herramientas de corte que usan los estudiantes, y a la misma vez, hay una serie de consideraciones que se ha tomado en cuenta para estos procesos de fabricación que realizaron los señores estudiantes, los cuales mencionaremos a continuación:

- a. Se ha visto que los estudiantes tienen pocas horas de práctica en las máquinas fresadoras, ya que son sólo dos unidades para el programa de estudios.
- b. Los estudiantes del programa de estudios no tienen las habilidades y destrezas para mecanizar.
- c. El instituto de Educación Superior Tecnológico, a través de su Coordinación del área, no tiene los medios suficientes para adquirir nuevas herramientas, esto por el costo elevado que representan.
- d. Así mismo, se ha evidenciado que los estudiantes tienen un gran registro de antecedentes y que, debido a esto, acortan la vida útil de las herramientas de corte, por las malas prácticas y deficientes procedimientos en los procesos de mecanizado.

Finalmente, se ve conveniente que en el primer procedimiento que corresponde al fresado a medida, utilicen la herramienta con insertos

carburados ASX 445, con una calidad de insertos de MP6130, cuyas características técnicas mostraremos a continuación.

Tabla 27. Características de la herramienta

ASX 445 CALIDAD MP6130 (Referencia -100a07R)	
Aplicación	Fresa de planeado
Ángulo de corte	45°
Avance por diente (ligero-corte semipesado)	0.2 (0.1-0.3)
Velocidad de corte (m/min)	240 (190-290)
Material a maquinar	Acero dulce
Número de dientes	7
Diámetro	100

Nota: Aplicación de Fresa de Planear. Tomado de la página web Mitsubishicarbide, 2014.

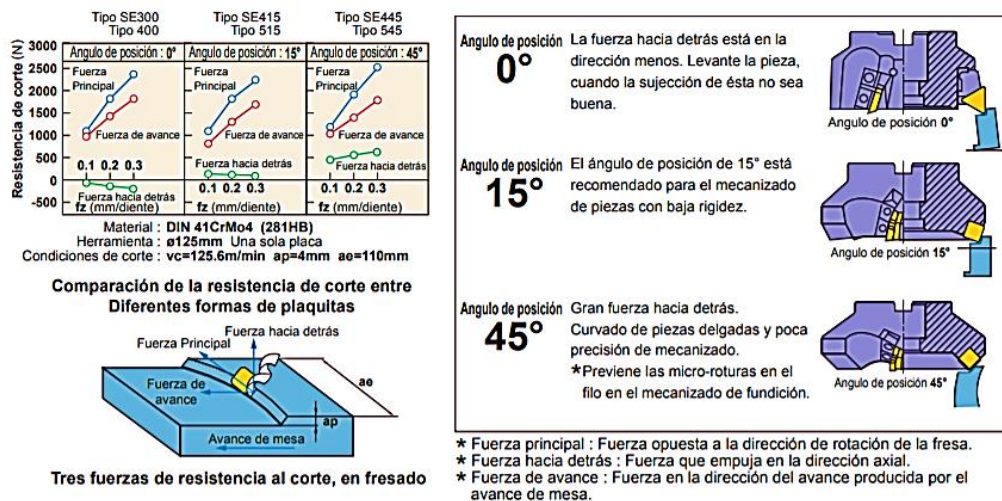


Figura 27. Características de herramienta de corte para mecanizado. Tomado de la página web Mitsubishicarbide, 2014.

Tabla 28. Parámetros de corte de una herramienta ASX 445

Características	Número	Unidad de medida	Significado
VC	240	m/min	Velocidad de corte
S _z	0.2	mm	Avance por diente
i	1	cortes	Número de cortes
l	102	mm	Longitud de pieza a trabajar
l _a	14.0	mm	Arranque
d	100	mm	Diámetro de la fresa
a	2	mm	Profundidad de corte
l _u	4	mm	Movimiento perdido
L	120.0	mm	Longitud de fresado total
n	764.3	1/min	Número de revoluciones de la fresa
S	1.4	mm	Avance por revolución
z	7	dientes	Número de dientes
s'	1070.1	Mm/min	Velocidad de avance
Ancho de corte	82	mm	Ancho de la pieza a trabajar
Angulo	45	Grados	Ángulo de la herramienta
Rendimiento	95	Por ciento	Eficiencia de máquina
Factor de desgaste	5	Por ciento	Factor de desgaste del filo de corte

Nota: Características, número, unidad de medida de corte de una herramienta ASX 445. Elaboración propia.

En la Tabla 28, Parámetros de corte de una herramienta ASX 445, se muestran todos los cálculos de parámetros de trabajo de la herramienta en mención. Con estos parámetros podemos verificar cuál es el tiempo - máquina que se necesita para fresar una cara de 120 mm de longitud x un ancho de 82 mm y por una altura de corte de 2 mm.

En la Figura 28, Análisis de tiempo – máquina, método mejorado, acerca de la herramienta de corte ASX 445 que mostramos, podemos decir que para el fresado (planeado) de una pieza con los parámetros y características que posee, tenemos un tiempo de mecanizado de 9.53 segundos, un volumen de arranque de viruta de 175.50 cm³/min, el espesor de viruta es de 0.10 mm, y se necesita una potencia de 7.84 Pmot | KW.

Esesor medio de viruta	0.10 mm mm
Volumen de arranque de viruta	175.50 cm ³ /min
Tiempo de mecanizado	9.53 segundos
Par	93.20 Mc Nm
Potencia	7.84 Pmot KW

Figura 28. Análisis de tiempo - máquina, método mejorado. Tomado de la página web Walter Machining Calculator, s/f.

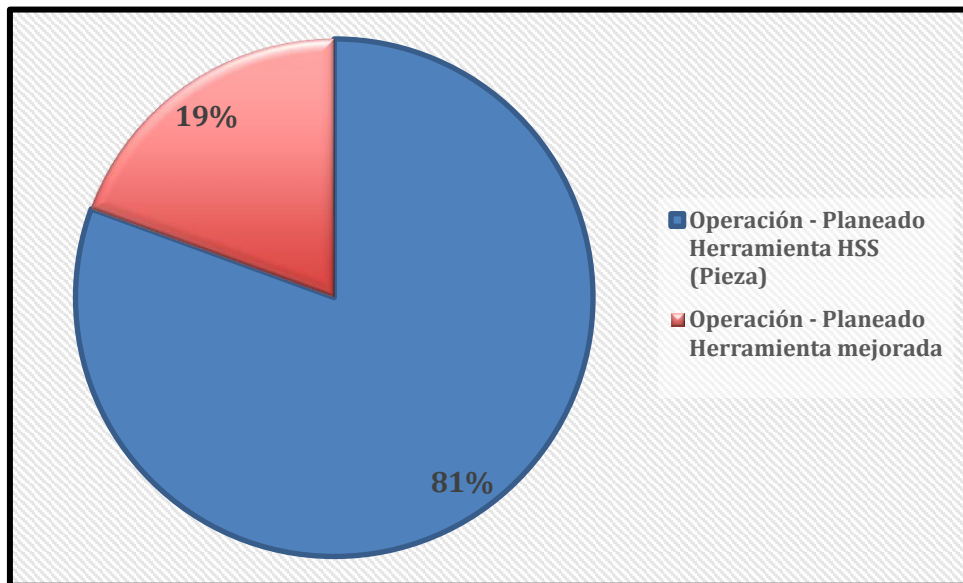


Figura 29. Eficiencia de la herramienta ASX 445, herramienta mejorada. Elaboración propia.

En la Figura 29, Eficiencia de la herramienta ASX 445, método mejorado, se puede apreciar que la herramienta HSS demanda, para una operación de planeado, la mayor cantidad de tiempo de máquina, con unos 39,52 segundos que equivale al 81 %. En

cuanto a la herramienta ASX 445, demuestra que el tiempo máquina lo reduce a un 19 %, que equivale a 9.53 segundos de tiempo - máquina para la misma operación.

4.1.5.5. Evaluación de los tiempos de mecanizado, con la filosofía Kaizen

Tabla 29. Evaluación de los tiempos de mecanizado con la aplicación de la filosofía Kaizen.

Controlado por: El docente responsable de la unidad didáctica										Cantidad de horas/ semana:								
Inicia: lunes										Cantidad de estudiantes: 18								
Termina: viernes										Producto: Placa porta punzón								
Actividades del proceso	Estudiantes																	
	Tiempo (minutos)																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Fresado a medida	Dimensión (inicio)				118.5 * 84 * 14				Dimensión (Final)				118.5 * 84 * 10					
Planeado Cara A	1.22	1.24	1.23	1.25	1.25	1.23	1.24	1.24	1.23	1.25	1.22	1.24	1.25	1.26	1.26	1.22	1.25	1.27
Planeado Cara B	1.61	1.67	1.61	1.64	1.63	1.61	1.62	1.63	1.63	1.63	1.62	1.62	1.63	1.64	1.64	1.62	1.64	1.64
Planeado Cara C	1.59	1.62	1.59	1.62	1.62	1.58	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.60	1.60	1.59	1.59	1.63	1.64
Planeado Cara D	1.80	1.83	1.80	1.81	1.81	1.80	1.81	1.81	1.81	1.81	1.80	1.80	1.81	1.81	1.81	1.80	1.83	1.83
Planeado Cara E	1.63	1.64	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.64	1.64	1.64	1.63	1.64	1.64
Planeado Caraca F	1.91	1.94	1.91	1.94	1.94	1.91	1.91	1.92	1.92	1.91	1.91	1.91	1.92	1.92	1.94	1.92	1.94	1.94
Taladrado según plano	12.0	12.10	12.40	12.20	12.30	12.40	12.20	12.2	12.20	12.30	12.4	12.8	13.0	12.1	12.7	12.7	12.1	12.9
Fresado final y control	55.0	56.0	55.80	55.20	55.50	55.20	55.80	55.5	55.70	55.10	55.7	55.8	55.1	55.9	56.2	57.0	57.2	55.4
								0			0	0	0	0	0	0	0	0

Nota: Evaluación de tiempos por cantidad horas/semana Elaboración propia.


Tabla 30. Resumen de los tiempos de mecanizado, con la filosofía Kaizen.

Resumen		
Medición de Tiempo Total		
Duración de proyecto	5 semanas	Tolerancia
Cantidad de piezas a fabricar	18 unidades	Es un tiempo admisible que se le dará a los estudiantes, dentro de la etapa de fabricación de la placa porta punzones.
Total de horas disponibles para fabricar	60 h.	
Hora pedagógica	45 min.	
Total de minutos disponibles para fabricar las 18 piezas	2700 min	Se le asignará una tolerancia de 15 % del tiempo total de fabricación de la pieza.
Tiempo máximo para producir una pieza	150 min	
Estudiantes	Tiempo total	Tolerancia de tiempo
1.	102.88	118.31
2.	91.78	105.55
3.	92.26	106.09
4.	91.69	105.45
5.	92.22	106.06
6.	91.97	105.76
7.	93.11	107.08
8.	92.78	106.69
9.	92.84	106.76
10.	92.48	106.35
11.	92.98	106.93
12.	92.77	106.69
13.	92.84	106.76
14.	93.02	106.97
15.	94.31	108.46
16.	94.95	109.19
17.	95.88	110.27
18.	94.93	109.17
Tiempo total (min)	1685.69	1938.54
Tiempo total (horas)	28.09	32.31

Nota: Medición de tiempo total. Elaboración propia.

La información mostrada pertenece a los tiempos medidos a los 18 estudiantes involucrados en los procesos de mecanizados.

En la figura 30, muestra un margen de 5% y con un nivel de confianza al 95%, considerando en ello una población de 18 estudiantados.



Asesoría Económica & Marketing
Copyright 2009

Calculadora de Muestras

Margen de error:
 ▼
 Nivel de confianza:
 ▼
 Tamaño de Poblacion:

Margen: 5%
Nivel de confianza: 95%
Poblacion: 18

Tamaño de muestra: 18

Ecuacion Estadistica para Proporciones poblacionales

n= Tamaño de la muestra
 z= Nivel de confianza deseado
 p= Proporcion de la poblacion con la caracteristica deseada (exito)
 q=Proporcion de la poblacion sin la caracteristica deseada (fracaso)
 e= Nivel de error dispuesto a cometer
 N= Tamaño de la poblacion

$$n = \frac{z^2(p \cdot q)}{e^2 + \frac{z^2(p \cdot q)}{N}}$$

Figura 30. Calculadora de muestras. Tomado de la página web Asesoría Económica & Marketing, 2009.

Tabla 31. Cantidad de piezas a fabricar

Mecánica de Producción			
Duración del proyecto			5 semanas
Inicia	Semana 1	Termina	Semana 5
Cantidad de estudiantes	18	Piezas	18 unidades
Pieza a fabricar		Placa porta punzones	
Trabajo		Individual	

Nota.

Mecánica de producción de demanda de piezas. Elaboración propia.

Tabla 32. Máquinas herramientas de la Institución

Programa de Estudio: Mecánica de Producción			
Semanas programadas para el proyecto			5 semanas
Inicia	Semana I	Termina	Semana V
Cantidad de estudiante	18	Piezas	18 unidades
Máquinas		Cantidad	
Fresadora universal		2 unid.	
Taladros		6 unid.	

Nota. Mecánica de producción de máquinas disponibles. Elaboración propia.

Tabla 33. Tiempo de programación para el mecanizado de la placa porta punzón

Programa de Estudio: Mecánica de Producción			
Semanas programadas para el proyecto			5 semanas
Inicia	Semana I	Culmina	Semana V
Total de estudiantes	18	Pzas.	18 unid.

Ítem	Descripción
Tiempo máximo	150 minutos como máximo, para cada alumnado
Cantidad de horas disponibles semanales	El estudiantado tiene una cantidad de 12 horas pedagógicas para obtener el producto terminado
Equivalencia de una hora pedagógica	Equivalente a 45 minutos
Días laborables	Lunes a viernes
Hora de inicio	Desde las 8:00 horas
Hora a finalizar	Hasta las 13:00 horas
Instalaciones	Taller de mecanizado
Tipo de material a usar	Metal – Acero

Nota. Mecánica de producción de demanda de tiempo de producción. Elaboración propia.

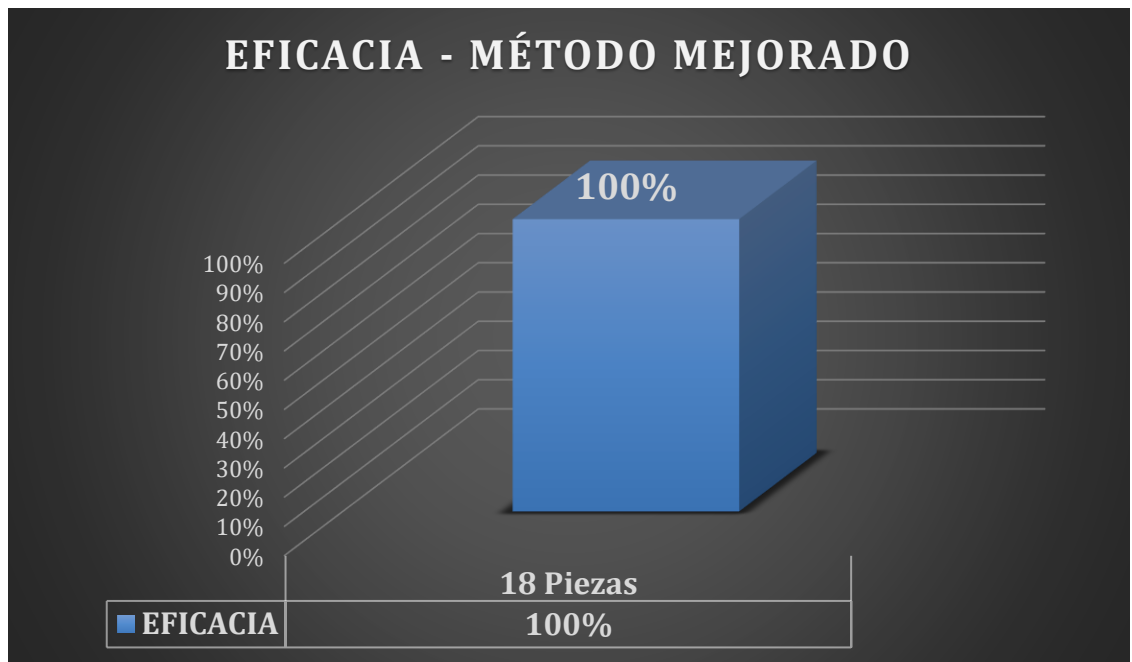


Figura 31. Eficacia - Método mejorado. Elaboración propia.

La Figura 31. Eficacia - Método mejorado, nos muestra una eficacia del 100.00 %, donde, el tiempo usado fue de 1938.54 minutos y el tiempo permitido era de 2700 minutos para la fabricación de las 18 piezas. Es decir, se obtuvo 18 porta punzones como meta programada.

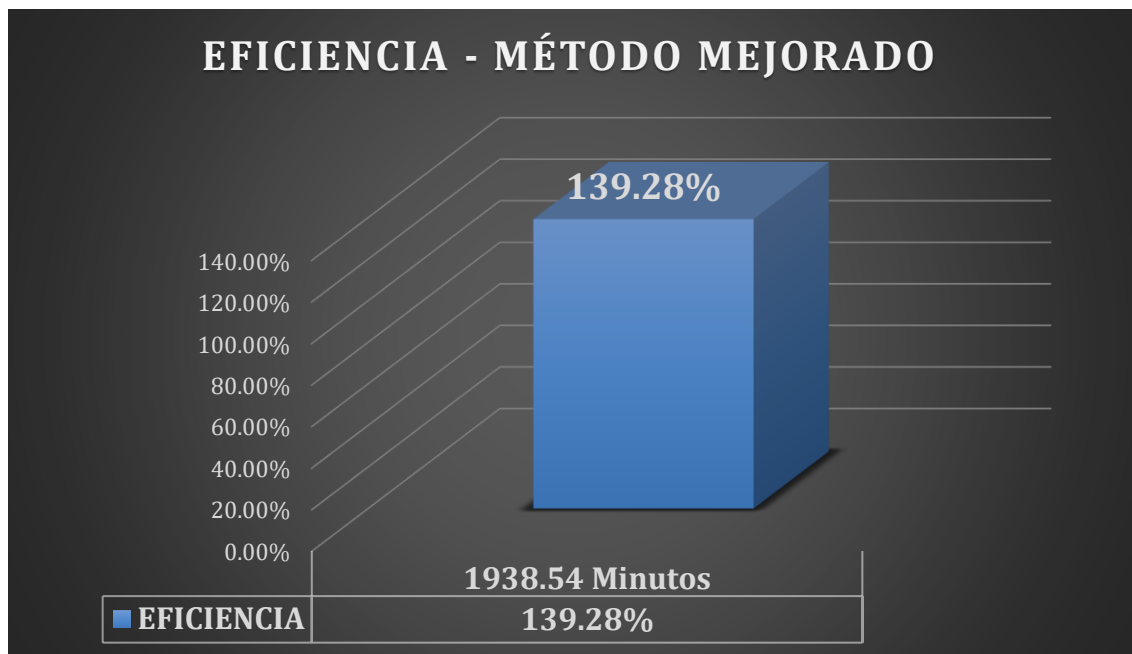


Figura 32. Eficiencia - Método mejorado. Elaboración propia

La Figura 32. Eficiencia - Método mejorado, nos muestra una eficiencia de 139.28 %, donde, los estudiantes del Programa de Estudios de Mecánica de Producción, invierten 1938.54 minutos para la construcción de la placa porta punzón. Se ha incrementado en un 39.28 % más. Esto se debe a que, según lo programado, el tiempo máximo para la fabricación de las 18 piezas era de 2700 minutos; entonces, se ha logrado reducir los tiempos a 1938.54 minutos.

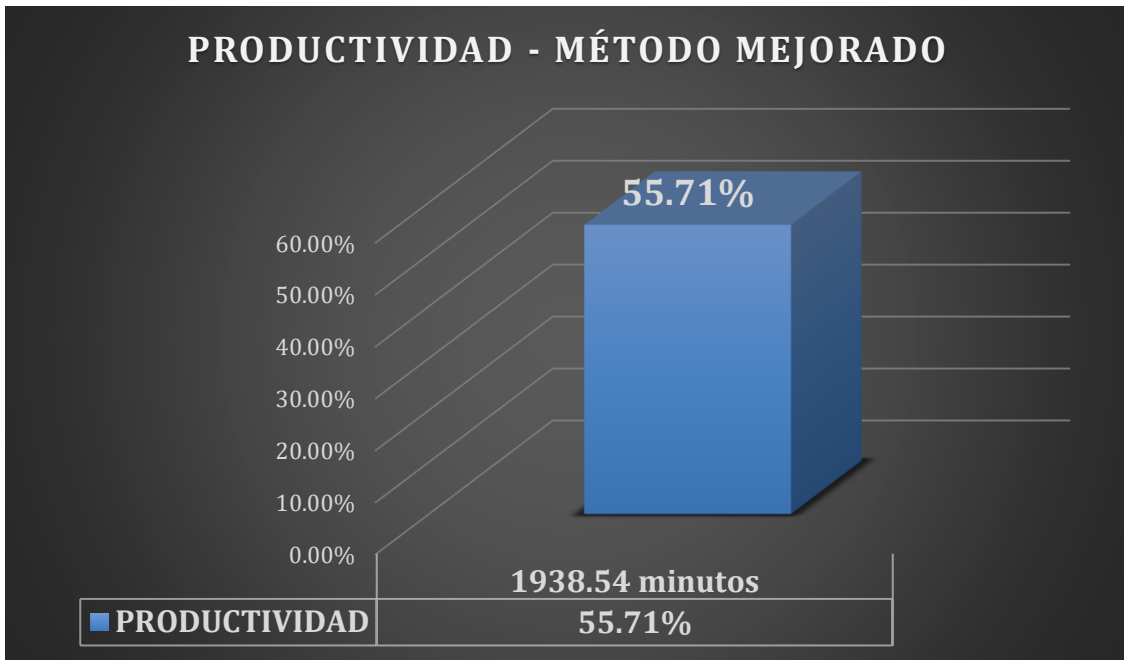


Figura 33. Productividad - Método mejorado. Elaboración propia.

La Figura 33, Productividad - Método mejorado, nos muestra una productividad de 55.71 %, en la cual, los estudiantes, para la realización de las 18 piezas, han tenido un tiempo de 32.31 horas, que quiere decir que fabricaron 0.56 piezas por hora.

4.2. Prueba de hipótesis

Para el contraste de la prueba de hipótesis, es necesario e importante revisar todos los datos recopilados de los tiempos de los procedimientos y los tiempos de mecanizado, para la fabricación de la placa porta punzones durante las cinco semanas que realizaron los estudiantes del Programa de Estudios de Mecánica de Producción.

Tabla 34. Análisis de contraste de tiempo de mecanizado - hipótesis general

Análisis de Tiempos		
Estudiante	Método original de los procesos	Método mejorado de los procesos después de Kaizen
1.	164.73	118.31
2.	169.83	105.55
3.	169.46	106.09
4.	169.63	105.45
5.	170.17	106.06
6.	169.46	105.76
7.	170.84	107.08
8.	170.69	106.69
9.	170.35	106.76
10.	170.33	106.35
11.	170.55	106.93
12.	170.44	106.69
13.	170.72	106.76
14.	171.32	106.97
15.	173.01	108.46
16.	173.17	109.19
17.	175.29	110.27
18.	174.31	109.17

Nota: Análisis de tiempos para el método original de los procesos y el método mejorado de los procesos después de Kaizen. Elaboración propia.

En la Tabla 34, Análisis de contraste de tiempos para la hipótesis general, mostramos las mediciones de los tiempos que ha tenido cada estudiante para la fabricación de una porta punzón, tanto en su método original, y después de la aplicación del método mejorado, gracias a la filosofía Kaizen. Todos estos datos servirán para la comprobación de nuestra hipótesis general.

Tabla 35. Análisis de métodos, original y mejorado.

Análisis		
Ítem	Método original	Método perfeccionado después de Kaizen
Eficacia	83.33 %	100 %
Eficiencia	87.82 %	139.28 %
Productividad	35.13 %	55.71 %

Nota: Análisis por método original y método perfeccionado después de Kaizen. Elaboración propia

La eficacia, en esta investigación, se ha mejorado, permitiendo cumplir con las 18 piezas (porta punzón), cuando con el método original, tan sólo se cumplía con 15 piezas.

Por otro lado, la eficiencia se ha mejorado un 39.28 % más, llegando a 139.28%. Esto debido a que se ha cumplido con la fabricación de las 18 piezas en un menor tiempo (1938.54 minutos) que el programado de 2700 minutos.

Finalmente, La productividad de los estudiantes con su método original era de 35.13 %; en cambio ahora, gracias al método mejorado mediante la filosofía Kaizen, es de 55.71 %.

4.2.1. Hipótesis general

La optimización de los procesos de mecanizado, mejora significativamente mediante la filosofía Kaizen en el Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Chalhahuacho, 2018-2019.

H0: No existe diferencia significativa en la optimización de los procesos de mecanizado en el Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Chalhahuacho antes y después de la filosofía Kaizen.

H1: Existe una diferencia significativa en la optimización de los procesos de mecanizado en el Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Chalhahuacho antes y después de la filosofía Kaizen.

Cabe mencionar también, que se ha trabajado con un nivel de confianza de 5 % = 0.05.

Tabla 36. Datos de los tiempos de los procesos de mecanizado

	Método original	Método mejorado
Mean	170.7944444	107.6966667
Standard Error	0.533300993	0.700153578
Median	170.495	106.76
Mode	169.46	106.69
Standard Deviation	2.262604492	2.970500057
Sample Variance	5.119379085	8.823870588
Kurtosis	2.717424412	10.19420491
Skewness	-0.411489711	2.967333738
Range	10.56	12.86
Maximum	175.29	118.31
Minimum	164.73	105.45
Sum	3074.3	1938.54
Count	18	18
Geometric Mean	170.7802394	107.6597268
Harmonic Mean	170.7659809	107.6244441
AAD	1.463703704	1.87962963
MAD	0.745	0.685
IQR	1.285	1.96

Nota: Descripción de Datos de estadística descriptiva de los tiempos de los procesos de mecanizado. Tomado del programa Real Statistics, s/f.

Tabla 37. Shapiro – Wisk Test - Tiempos de optimización.

	Método original de los procesos	Método mejorado de los procesos
W-stat	0.876995029	0.643205433
p-value	0.023244608	1.87388E-05
Alpha	0.05	0.05
Normal	no	No

Nota: Descripción de *Shapiro-Wisk* método original del proceso. Tomado del programa Real Statistics, s/f.

Podemos mencionar que en la Tabla 37, *Sahapiro – Wisk* Test para los tiempos de optimización de los procesos de mecanizado, el valor de p es menor a 0.05, entonces usaremos una herramienta para evaluar a continuación mediante el T de Student.

Tabla 38. T de Student en la optimización de los procesos de mecanizado

Summary		Alpha		0.05		Hyp Mean		0	
						Diff 0.5			
Groups	Count	Mean	Std Dev	Std Err	T	Df	Cohen d	Effect r	
Método original de los procesos	18	170.7944444	2.26260449						
Método mejorado de los procesos	18	107.6966667	2.97050006						
Difference	18	63.09777778	4.18831786	0.98719599	63.409676	17	14.945804	0.99789267	

T TEST						
	<i>p-value</i>	<i>t-crit</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>	<i>sig</i>	
One Tail	6.11954E-22	1.739606726			yes	
Two Tail	1.22391E-21	2.109815578	61.0149763	65.1805793	yes	

Nota: Descripción de T de Student. Tomado del programa Real Statistics, s/f.

De la Tabla 37, *Shapiro – Wisk Test* - Tiempos de optimización y la Tabla 38, T de Student para la optimización de los procesos de mecanizado, obtenemos la siguiente conclusión:

- a. Si p es menor que 0.05 se acepta H_1
- b. Por otro lado, podemos decir que se rechaza H_0

Se concluye que al 95 % de confianza, tanto el método original como método perfeccionado, tienen diferencias significativas en el presente estudio en la cual estamos abordando.

Lo mismo sucede en la prueba T de Student, con 18 casos, que es igual a un valor crítico de t (dos colas) de 2.109815578, teniendo una probabilidad de p ($T \leq t$) dos colas igual a 1.22391E-21.

4.3. Discusión de resultados

Se ha visto necesario y primordial realizar el análisis de los datos presentados, un claro ejemplo es que la optimización de los procesos de mecanizado mejora mediante la filosofía Kaizen, lo cual ha tenido resultados valorables y destacados para los estudiantes del Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Chalhuanhuacho.

Es decir que todas las hipótesis planteadas en esta investigación han resultado correctamente formuladas, ya que la productividad mejoró de la fabricación de 15 piezas en cinco semanas a 18 piezas, bajo el mismo tiempo señalado.

Asimismo, la eficacia que se obtuvo fue del 100 % y, por otro lado, la eficiencia se incrementó en un 39.28 %, llegando a superar el 100% esperado en beneficio de los estudiantes, y la productividad logró una diferencia de 19.93 %. También se ha logrado obtener en la eficiencia una diferencia de 20.58 %.

El logro del cumplimiento en la cantidad de 18 de piezas elaboradas por los estudiantes, se vio reflejado dentro del periodo estipulado por el Programa de Estudios de Mecánica de Producción.

Finalmente, los estudiantes del periodo académico III, de la Unidad didáctica de fresadora universal, obtuvieron calificaciones muy destacadas en su totalidad.

4.4. Cuadro comparativo (cualitativo y cuantitativo): sin la filosofía Kaizen/ con la filosofía Kaizen

Tabla 39. Comparativo cualitativo sin la filosofía Kaizen y con la filosofía Kaizen

CICLO DEMING	SIN KAIZEN	CON KAIZEN
Planear	Procedimientos estandarizados en el mecanizado.	no Se formula la planificación de acuerdo a los recursos con que cuenta la institución.
	Sin planificación para mejorar los procesos de mecanizado.	
Hacer	Desconocimiento de la filosofía Kaizen.	Implementación del ciclo DEMING (PDCA), para mejorar los procesos de mecanizado.
	Desconocimiento de la herramienta del ciclo DEMING (PDCA).	
Verificar	Inexistencia de la medición de la implementación del ciclo DEMING (PDCA).	Reducción de tiempos y distancias con la implementación de la filosofía Kaizen.
Actuar	Sin fijación de mejoras en las acciones de los procesos de mecanizado.	Se mantiene la mejora en el corto, mediano y largo plazo, en los procesos de mecanizado.

Nota: Comparativo cualitativo de sin y con la filosofía Kaizen. Elaboración propia.

Tabla 40. Comparativo cuantitativo sin la filosofía Kaizen y con la filosofía Kaizen.

Ciclo DEMING	Sin Kaizen	Con Kaizen
Planear	La ubicación de las máquinas herramientas y herramientas de corte al 04/04/2019, no tenía una distribución adecuada en el taller.	Al 08/11/2019 la planificación de reubicación de las máquinas herramientas se cumplió, mejorando los tiempos de mecanizado.
Hacer	La distancia total recorrida de taller a taller era de 224 m.	Con la implementación de la filosofía Kaizen la distancia recorrida de taller a taller se eliminó.
	El tiempo total de fabricación de las 18 placas porta punzón era de 51.24 h.	El tiempo total de fabricación de las 18 placas porta punzón se redujo a 32.31 h.
	La productividad era de 35.13 % (0.35 piezas/h)	La productividad alcanzó un 55.71 % (0.56 piezas/h)
	La eficiencia era de 83.33 % (15 piezas)	Se logró alcanzar una eficacia de 100 % (18 piezas)
Verificar	La eficiencia era de 87.82 % (3074.30 min)	Se logró alcanzar una eficiencia de 139.28 % (1938.54 min)
Actuar	Fase no promovida en los procesos de mecanizado.	Se sostiene la mejora continua en el corto, mediano y largo plazo

Nota: Comparativo cuantitativo de sin y con la filosofía Kaizen. Elaboración propia.

4.5. Análisis de costo-beneficio en relación a la energía consumida

Tabla 41. Comparativo de sin/con Kaizen análisis de costo beneficio en relación a la energía consumida

Potencia total de motores de máquinas herramientas utilizadas	15 Kw	
Costo de energía por KwH	S/ 0.2523	
Ahorros (beneficios)	Sin Kaizen	Con Kaizen
Horas de mecanizado en máquinas	39.18 h	23.38 h
E. consumida en máquinas	857.7 Kwh	350 Kwh
Costo total de energía	S/ 148.28	S/ 88.48
Ahorro/semestral	S/ 59.8	
Ahorro/anual	S/119.6	

Nota:

Comparativo de sin y con Kaizen de costo-beneficio en relación a la energía consumida.
Elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Para la aplicación del modelo de la filosofía Kaizen, en la fase de planeamiento en los procesos de mecanizado, se consideró el diagnóstico de los procesos, estudio de tiempos, productividad, eficiencia, eficacia, seguridad de los estudiantes y máquinas herramientas (fresadora universal), para la fabricación de la placa porta punzón.
2. La aplicación del modelo de la filosofía Kaizen, en la fase de hacer, ha logrado mejorar los tiempos de fabricación de la placa porta punzón, que inicialmente era de 3074.30 minutos, tiempo que sobrepasó las 5 semanas para la obtención de las 18 piezas. El tiempo permitido para la fabricación de las 18 piezas dentro de las 5 semanas era de un total de 2700 minutos; es decir, que los tiempos tanto de mecanizado y procesos en general, conllevaban a no tener una disponibilidad de máquinas, eficiencia y eficacia oportuna, obteniendo una productividad no pertinente.
3. La aplicación del modelo de la filosofía Kaizen, en la fase de verificar, ratifica que las actividades disminuyeron de 15 a una cantidad de 10 actividades, logrando un alto grado en la optimización de los procesos de mecanizado. Es decir que, durante las 5 semanas proyectadas, los estudiantes acabaron las 18 piezas en 1938.54 minutos, periodo por debajo de los 2700 minutos establecidos por el instituto tecnológico. En el mismo sentido, la eficacia se maximizó al pasar de un 83.33 % al 100% (innovando la herramienta de corte); la eficiencia mejoró yendo de un 87.82 % al 132.28 %; y por último, la productividad mejoró de un 35.13 % a un 55.71 %.
4. La aplicación del modelo de la filosofía Kaizen, en la fase de actuar, procedió con la fijación de procesos pertinentes, mejoras en la seguridad de las máquinas y desplazamientos de los estudiantes, diseño de planta y tiempos de mecanizado; por tanto, podemos afirmar que existe una mejora significativa en la optimización de los procesos de mecanizado de los estudiantes del Programa de Estudios de Mecánica de Producción.
5. El instituto tecnológico se encuentra en la capacidad de promover el desarrollo en la gestión de mecanización de sus estudiantes; asimismo, en la generación de la oferta de servicios hacia la sociedad civil del distrito, cuyo mecanismo contribuirá al autosostenimiento de la planta.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda establecer y mejorar cotidianamente el presente modelo Kaizen, con ayuda de la herramienta del ciclo DEMING (PDCA), con la participación de todos los estudiantes, docentes y coordinación académica del área de mecánica de producción, para fortalecer la parte académica y los servicios de mecanización para la población de Challhuahuacho.
2. Es recomendable que la coordinación académica de mecánica de producción y los docentes implicados, establezcan un estudio de tiempo de los procesos ejecutados, en el mecanizado establecido, el cual forma parte del proceso de aprendizaje enseñanza, que fortalecen las habilidades y destrezas de los estudiantes, y con ello, cumplir con los indicadores de logro establecidos en su plan de estudios.
3. Se recomienda que tanto docentes como estudiantes establezcan los protocolos y medidas de seguridad para así lograr los resultados previstos con respecto a la eficiencia, eficacia, desplazamientos y tiempo de mecanizado, lo cual permitirá alcanzar la productividad deseada en los tiempos establecidos. Así mismo, asegurar, monitorear y supervisar todas acciones realizadas por los estudiantes, para este proceso de mecanizado.
4. Se recomienda que los procesos de mecanizado sean evaluados permanentemente considerando la filosofía Kaizen, conllevando a una optimización sólida en el tiempo, para brindar servicios de mecanizado con precisión y calidad.
5. Se recomienda al Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Chalhuahuacho la adquisición de nuevas máquinas herramientas (fresadoras universales) y herramientas de corte de alta velocidad, que contribuirán al desarrollo profesional y en la oferta de servicios del distrito. Se debe priorizar la adquisición de estas a través del gobierno local, por cuanto dispone de recursos y/o con el aporte de la minera MMG Las Bambas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR-GARCÍA, D. Optimización de los procesos de transformación del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen en el Instituto Regional del Mármol. Tesis(Título Profesional de ingeniera Industrial). Lima: Universidad Continental, 2019, 131 pp. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/5807>
- ASESORÍA Económica & Marketing. Corporaciónaem. Calculadora de Muestras. [En línea] 2009. https://www.corporacionaem.com/tools/calc_muestras.php.
- BRAVO-CARRASCO, J. *Gestión de procesos (Con Responsabilidad Social)*. Santiago: Editorial Evolución, 2009. ISBN 956-7604-08-8.
- CORONADO, J. Economía en el Maquinado para la Industria Metalmeccánica. Universidad del Valle. *Estudios Gerenciales*. Enero, 2005, 21 (94) ISBN 0123-5923.
- GARCÍA, M., QUISPE, C. y RÁEZ, L. *Mejora continua de la calidad en los procesos*. Lima: Industrial data, 2003. ISBN: 1560-9146.
- GOMEZ-ACOSTA, A. Mejora en la calidad del proceso productivo de la empresa de cantera Jaramillo en Huichapan. Queretaro. Tesis de pregrado. México: Universidad Autónoma de Querétaro, 2014. Disponible en: <http://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/620>
- GOOGLE MAPS. s/f. Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Chalhahuacho. [En línea] s/f. <https://www.google.com/maps/place/Chalhahuacho/@-14.1159642,-72.24871,685m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x916c13d224b0dfd5:0x2198085ecc573a6a!8m2!3d-14.1187849!4d-72.2475967>.
- GRIFUL-POSANTI, E. y CANELA-CAMPOS, A. *Gestión de la calidad*. [ed.] Universidad Politécnica de Catalunya. Catalunya : s.n., 2010. pág. 236. Vol. 85 de Aula Politécnica. ISBN: 9788483017913.
- GROOVER, M. *Fundamentos de Manufactura Moderna*. México : Mc Graw Hill Interamericana, 2007. Vol. Tercera Edición . ISBN-13: 978-970-10-6240-1.
- HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ-COLLADO, C. y BAPTISTA-LUCIO, P. *Metodología de la investigación*. Mexico: Mcgraw-hill, 2014. Vol. Sexta Edición. ISBN 978-1-4562-2396-0.

- IBRA Manufacturing. Ibramanufacturing blogger. [En línea] Abril de 2019. <https://www.ibramanufacturing.com/2019/04/blog-post.html>.
- MITSUBISHICARBIDE. Fresa de planeado ASX445. Mediastore. [En línea] Enero de 2014. http://mhg-mediastore.net/download/B017%20ASX445/B017S_ASX445_update_SPANISH.pdf.
- PALACIOS-ACERO, L. *Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos*. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2016. ISBN 9789586486248.
- PÉREZ-FERNANDEZ DE VELASCO, J. *Gestión por Procesos*. Madrid: ESIC Editorial, 2009. ISBN: 978-84-7356-588-2.
- PEREZ-MONTIEL, C. Análisis y propuesta de mejora del proceso de manufactura de productos de línea blanca utilizando la metodología Kaizen. Tesis (Maestría en Ingeniería Industrial en Sistemas de Manufactura) México: Universidad Iberoamericana, 2014. Disponible en: <http://ri.ibero.mx/handle/ibero/942>
- REAL STATISTICS. Real Statistics Using Excel. [En línea] s/f. <https://www.real-statistics.com/>.
- ROJAS-MOYA, J. *Gestión de Procesos y Atención del Usuario en los Establecimientos del Sistema Nacional de Salud*. La Paz: Eumed.net, 2003. pág. Bolivia, Tesis Doctoral. ISBN 9788469061961.
- SALINAS, P. *Metología de la investigación científica*. Mérida: Universidad de los Andes, 2012. ISBN 9802211885.
- SUAREZ-BARRAZA, M. *El Kaizen/the Kaizen. La Filosofía de Mejora Continua e Innovación Incremental detrás de la Administración por Calidad Total*. México: Panorama Editorial, 2009, pág. 416.
- TAMAYO, M. *El proceso de la investigación científica. Incluye evaluación y administración de proyectos de investigación*. Cuarta edición. México: Editorial Limusa S.A, 2004. ISBN 968-18-5872-7.
- WALTER Machining Calculator. s/f. Walter Tools. [En línea] s/f. <https://www.walter-tools.com/SiteCollectionDocuments/wmc/index.html>.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz De Consistencia

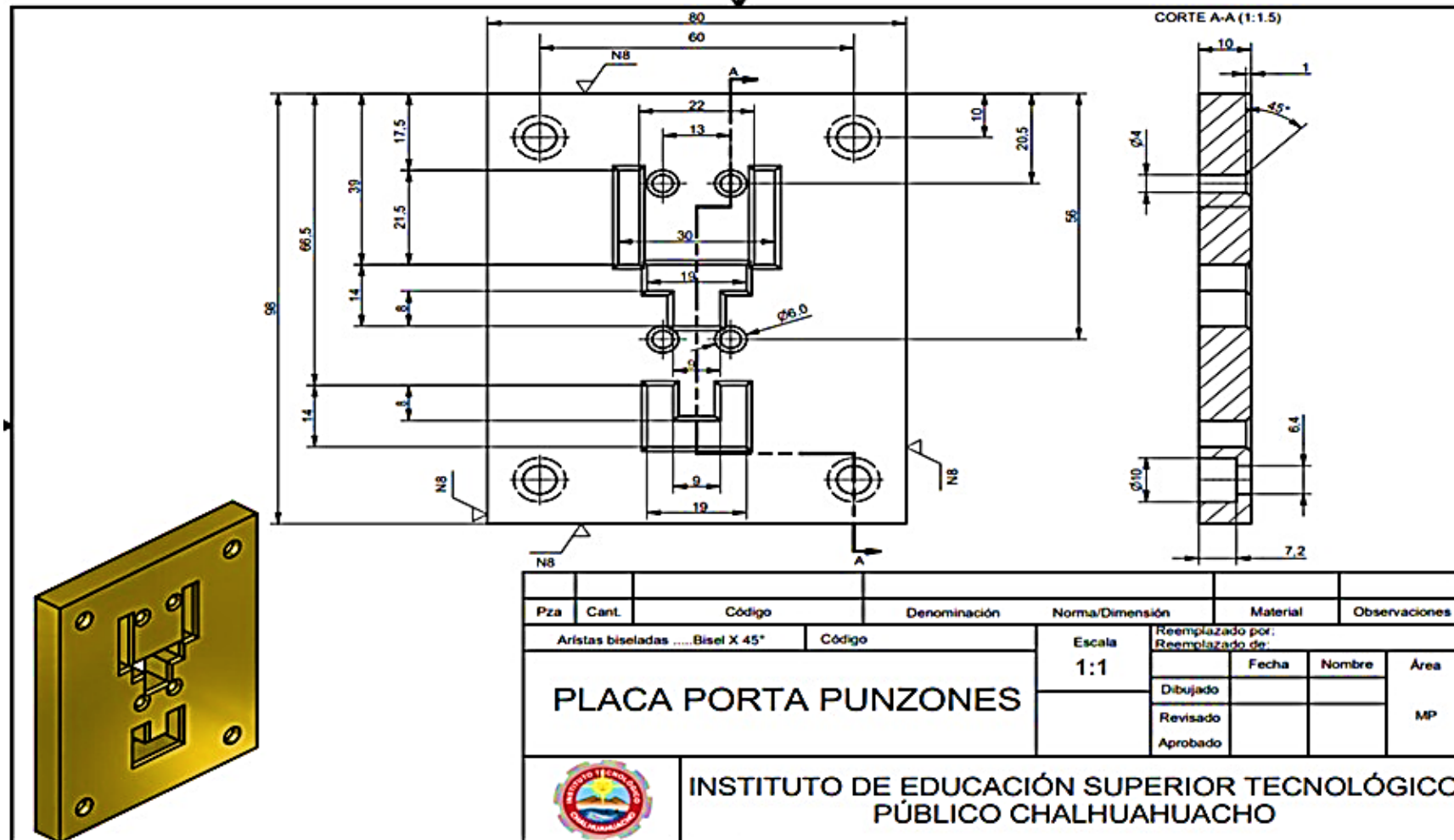
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE DEPENDIENTE	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN
¿Cómo los procesos en mecanizado se optimizan mediante la filosofía Kaizen, en el Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Chalhuahuacho, 2018-2019?	Optimizar los procesos de mecanizado, mediante la filosofía Kaizen en el Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Chalhuahuacho, 2018-2019.	La optimización de los procesos de mecanizado, mejora significativamente mediante la aplicación de la filosofía Kaizen en el Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Chalhuahuacho, 2018-2019.	Optimización de los procesos de mecanizado.	INVESTIGACIÓN APLICADA
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	VARIABLE INDEPENDIENTE	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
¿Cuál es el diagnóstico de los procesos de mecanizado y la productividad en el periodo 2018-2019, del Programa de Estudios de Mecánica de Producción?	Analizar el diagnóstico de los procesos de mecanizado y la productividad, en el periodo 2018-2019, del Programa de Estudios de Mecánica de Producción.	El análisis del diagnóstico en los procesos de mecanizado y la productividad, en el periodo 2018-2019, del Programa de Estudios de Mecánica de Producción .	Filosofía Kaizen	Pre – Experimental
¿Cuáles son los procedimientos adecuados en el proceso de mecanizado, en el periodo 2018-2019, del Programa de Estudios de Mecánica de Producción?	Analizar y definir los procedimientos adecuados en el proceso de mecanizado, en el periodo 2018-2019, del Programa de Estudios de Mecánica de Producción.	El análisis y definición de procedimientos adecuados en el proceso de mecanizado, en el periodo 2018-2019, del Programa de Estudios de Mecánica de Producción .	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	POBLACIÓN Y MUESTRA
¿Qué herramientas y accesorios son adecuados para el proceso de mecanizado en el periodo 2018-2019, del Programa de Estudios de Mecánica de Producción ?	Determinar las herramientas y accesorios adecuados para el proceso de mecanizado en el periodo 2018-2019, del Programa de Estudios de Mecánica de Producción .	La determinación de herramientas y accesorios adecuados para el proceso de mecanizado en el periodo 2018-2019, del Programa de Estudios de Mecánica de Producción Programa de Estudios de Mecánica de Producción.	TÉCNICA Observación	POBLACIÓN Todos los procesos del Instituto Tecnológico
			INSTRUMENTOS Hoja de registro de control de tiempos, diagrama de análisis de procesos y diagrama de operaciones de procesos.	MUESTRA Todos los procesos involucrados para la fabricación de la placa porta punzones CRITERIO DE INCLUSIÓN Los procesos para la fabricación del producto se eligieron porque son los medios de verificación y control para la mejora a realizar

¿Cuáles son los tiempos de mecanizado necesarios que debe tener un estudiante en el periodo 2018-2019, del Programa de Estudios de Mecánica de Producción ?

Analizar y definir tiempos de mecanizado, necesarios que debe tener un estudiante, en el periodo 2018-2019, del Programa de Estudios de Mecánica de Producción .

El análisis y definición de los tiempos de mecanizado, necesarios que debe tener un estudiante en el periodo 2018-2019, del Programa de Estudios de Mecánica de Producción .

Anexo 2. Plano para mecanizado



Anexo 3. Diagrama de Análisis de Procesos

Diagrama de análisis de procesos



Instituto de Educación Superior Tecnológico Público
Chalhuhahuacho

Proyecto

Placa porta punzones

Diagnóstico

Descripción de la actividad		Tiempo (min)	Distancia (m)
Transporte de material a fresadora		0.30	2
Limado de rebabas		2	
Habilitado de máquina		4	
Sujeción de pieza		3	
Fresado a medida		120	
Transporte de material a taller de mecánica de banco		4	88
Trazado y control		6	
Transporte de material a taller de mantenimiento		3	68
Habilitado de taladro de columna		5	
Taladrado según plano		30	
Limado de rebabas		2	
Transporte de material a taller de mecanizado		3	68
Sujeción de pieza en prensa de la fresadora		4	
Habilitado de fresadora		5	
Fresado		180	
Limado de rebabas		3	
Recepción del producto		0.30	
Total		374.6	226

Anexo 4. Diagrama de Operaciones de Proceso

Diagrama de operaciones de procesos

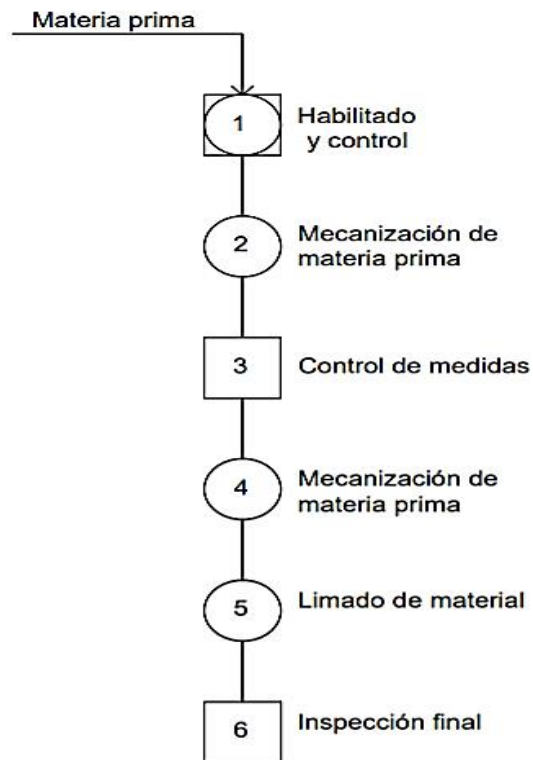


Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Chalhuanhuacho

Proyecto

Placa porta punzones

Diagnóstico



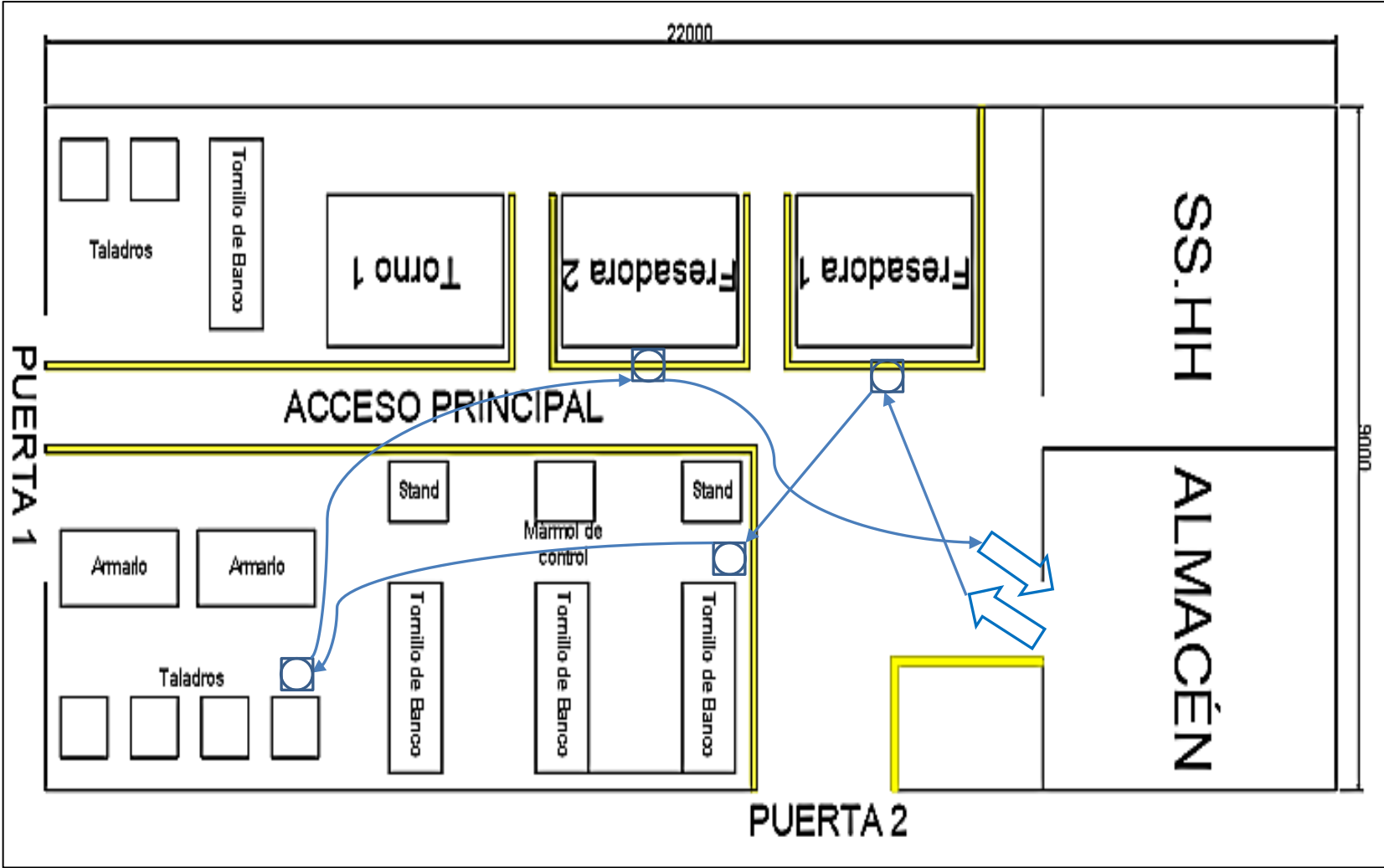
Resumen

Actividad	Cantidad
Operación	3
Inspección	2
Mixta	1
Total	6


Anexo 5. Hoja de Control del Proceso de Mecanizado

Herramientas y accesorios para el proceso de mecanizado.	SI	NO	N/A	Comentarios
¿Las máquinas herramientas utilizadas para el proceso de mecanizado, cumplen con el programa de mantenimiento preventivo, esto para evitar demoras en el proceso por desperfecto de máquinas?	X			
¿Las herramientas y accesorios utilizados para el mecanizado son los adecuados?	X			
¿El ángulo de corte de las herramientas, es el adecuado para el buen arranque de viruta?	X			
¿La velocidad de corte es el adecuado para el tipo de material que se está mecanizando?	X			
¿Existe una buena lubricación para evitar el desgaste prematuro de las herramientas de corte?	X			
Tiempo de mecanizado	SI	NO	N/A	Comentarios
¿Existe una hoja de procedimientos para cumplir con el tiempo de mecanizado?				
¿El tiempo para el mecanizado empleado por cada estudiante, es el adecuado?				
¿Los estudiantes cumplen con los procedimientos del mecanizado, esto para evitar tiempos muertos?				


Anexo 6. Diseño de Planta – Recorrido del Proceso




Anexo 7. Hoja de Análisis de Desplazamiento del Estudiante para Realizar la Placa Porta Punzón de Taller de Mecanizado a Taller de Mecánica de Banco

Hoja de Análisis de Desplazamiento			
	Estudiante	Estudiante 1	
	Semestre	IV	Fecha
	Programa de estudio	Mecánica de Producción	
	Inspección	Desde	Taller de mecanizado
Inspección	Hasta	Taller de mecánica de banco	
Hora de inicio	Hora de llegada	Actividad realizada	
10:15	10:17.10	Transporte de materia prima	
Observaciones	El traslado del estudiante se realizó caminando		
Tiempo total	2 minutos con 10 segundos		
Finalidad de desplazamiento	Para el limado de rebabas, trazado y control, para luego ser taladrado.		
Instrumento de medición	Cronómetro		
Hoja n.º	1		

Anexo 8. Hoja de Análisis de Desplazamiento del Estudiante para Realizar la Placa Porta Punzón de Taller de Mecánica de Banco a Taller de Taladros.

Hoja de Análisis de Desplazamiento			
	Estudiante	Estudiante 2	
	Semestre	IV	Fecha
	Programa de estudio	Mecánica de Producción	
	Inspección	Desde	Taller de mecánica de banco
Inspección	Hasta	Taller de taladros	
Hora de inicio	Hora de llegada	Actividad realizada	
12:08	12:09.30	Transporte de materia prima	
Observaciones	El traslado del estudiante se realizó caminando		
Tiempo total	1.5 minutos		
Finalidad de desplazamiento	Para el limado de rebabas, trazado y control, para luego ser taladrado.		
Instrumento de medición	Cronómetro		
Hoja n°	2		

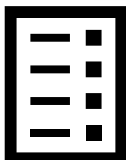
Anexo 9. Hoja de Análisis de Desplazamiento del Estudiante para Realizar la Placa Porta Punzón desde el Taller de Taladros hasta el Taller de Mecanizado

Hoja de Análisis de Desplazamiento			
	Estudiante		Estudiante 3
	Semestre	IV	Fecha
	Programa de estudio	Mecánica de Producción	
	Inspección	Desde	Taller de mantenimiento
Inspección	Hasta	Taller de mecanizado	
Hora de inicio	Hora de llegada	Actividad realizada	
09:31	09:34.45	Transporte de materia prima	
Observaciones	El traslado del estudiante se realizó caminando		
Tiempo total	3:45 minutos		
Finalidad de desplazamiento	Para el limado de rebabas, trazado y control, para luego ser taladrado.		
Instrumento de medición	Cronómetro		
Hoja N°	3		

Anexo 10. Panel Fotográfico de Ambiente y Máquinas

	
<p>Taller de mecanizado - Exterior</p>	<p>Máquina convencional – Fresadora Universal</p>
	
<p>Área de Taladros</p>	<p>Taller de mecanizado - Interior</p>

PLACA PORTA PUNZÓN



Dimensiones	Material	Peso	Partes	Uso
80mm*96mm	Acero Simple	0.498 kg	1	Es una pieza mecánica, usada en matricería, donde se sujeta el punzón, para posteriormente realizar cortes.

Aspecto: Rugosidad N8, sin materias extrañas, sin aristas vivas y material limpio.

Código:
PPP-

