



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

ESTUDIO DE TIEMPOS PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE
PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA FUNDYMEC.

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial.

Autores:

Guano Cando Hendry Vladimir.

Moposita Maiquiza Cristian Rolando.

Tutor Académico:

Ing. Espín Beltrán Cristian Xavier.

LATACUNGA – ECUADOR

2022



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Guano Cando Hendry Vladimir y Moposita Maiquiza Cristian Rolando declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“ESTUDIO DE TIEMPOS PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA FUDYMEC.”**, Siendo el Ing. MSc. Cristian Xavier Espín Beltrán, tutor del presente trabajo investigativo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Guano Cando Hendry Vladimir

C.C: 050385444-0

Moposita Maiquiza Cristian Rolando

C.C: 185022029-2



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“Estudio de tiempos para el mejoramiento del proceso de producción de la empresa Fundymec.”, de Guano Cando Hendry Vladimir y Moposita Maiquiza Cristian Rolando, de la carrera de Ingeniería Industrial, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 26 de agosto del 2022.

El Tutor



Ing. MSc. Cristian Xavier Espín Beltrán
C.C: 0502269368



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

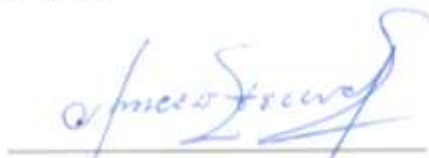
En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, el o los postulantes: Guano Cando Hendry Vladimir y Moposita Maiquiza Cristian Rolando, con el título de Proyecto de titulación: "Estudio de tiempos para el mejoramiento del proceso de producción de la empresa Fundymec.", han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 26 de agosto de 2022.

Para constancia firman:

Atentamente,



Lector 1 Presidente

Ing. MSc. Ángel Marcelo Tello Condor

CC: 050151855-9



Lector 2

Ing. MSc. Cristian Iván Eugenio Pilliza

CC: 172372747-3



Lector 3

PhD. Medardo Ángel Ulloa Enríquez

CC: 100097032-5

AVAL DE LA EMPRESA

Latacunga, 08 de agosto del 2022

CERTIFICO:

La empresa FUNDYMEC con Ruc 0502855638001 Representada por la Ing. Nancy Sangucho como Gerente General Avala a los Sres., **Guano Cando Hendry Vladimir** con C.I. 0503854440 y **Moposita Maiquiza Cristian Rolando** con C.I. 1850220292 estudiantes de la Universidad Técnica De Cotopaxi de la Carrera de Ingeniería Industrial que han desarrollado con éxito el tema de Investigación: **“ESTUDIO DE TIEMPOS PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE PRODUCCION DE LA EMPRESA FUNDYMEC”**, cumpliendo con las expectativas establecidas bajo la supervisión de la empresa.

En cuanto puedo certificar en honor a la verdad, se expide el presente para que los interesados puedan hacer uso del presente documento para los fines que crean conveniente.

Atentamente;

fundymec
fundición de metales y mecanizado
RUC: 0502855638001
H. 012597102 Salcedo - Ecuador



Ing. Nancy Sangucho
GERENTA GENERAL

AGRADECIMIENTO

Dios por otorgarme la vida e iluminar siempre mi camino para seguir adelante.

A mi madre Janet a mis tías Susana y Mariana por ser como mis segundas madres por su tiempo, cariño incondicional y enseñanzas que me ofrece todos los días.

Gracias a mi padre: Luis a mi tío Gerardo por ser como mi segundo padre que siempre han demostrado carácter y han hecho lo posible por que nunca nos falte nada demostrando cariño para todos a su manera.

Agradezco a mi hermano: Fernando, quien me han ayudado a llegar siempre lejos sin importar las circunstancias.

Al Ing. Xavier Espín por su conocimiento y experiencia al aceptar el reto de dirigir este proyecto

A mis amigos y compañeros que llegaron y se fueron dejando grandes recuerdos que vivirán en mí conciencia.

Hendry Vladimir Guano Cando

DEDICATORIA

Mi trabajo de investigación se lo dedico a mis padres: Janet, Luis, quienes han estado presentes durante todo mi desarrollo académico desde mi infancia hasta la adolescencia.

A mi hermano Fernando quien siempre me han apoyado a que cumpla todos mis sueños

A los que fueron mis docentes durante mi tiempo en la universidad que supieron compartir sus conocimientos con mi persona.

Hendry Vladimir Guano Cando

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi Dios por darme la oportunidad de vivir cada día y cumplir un escalón más en mi vida.

A mis padres, hermanos, primos, amigos y demás familiares por brindarme el apoyo incondicional y fortaleza de seguir adelante hasta cumplir el objetivo planteado.

A la empresa FUNDYMEC por darme la oportunidad de realizar el presente proyecto de investigación en el área de fundición de poleas de aluminio.

Y especialmente al Ing. Xavier Espín tutor del presente proyecto de titulación además por aarnos impartido todos sus conocimientos y a la Universidad Técnica de Cotopaxi por haberme abierto las prestigiosas puertas de esta institución de esta forma culminar el presente proyecto de investigación.

Cristian R Moposita Maiquiza

DEDICATORIA

A mi Dios quien ha forjado mi camino y me ha dirigido por el camino del bien, el que en todo momento ha estado conmigo ayudándome aprender de mis errores y a no cometerlos otra vez.

A mis padres Segundo Moposita y María Maiquiza quienes me han enseñado el valor de la humildad, respeto y su apoyo incondicional durante todos estos años y por ser esa razón más grande para cumplir mis objetivos planteados que significan alegría y orgullo para mí y también para ellos.

A mis hermanos/as en el día a día con su presencia y cariño me impulsaron para salir adelante, además de saber que mis logros también son los suyos.

A mis amigos y compañero de clase que me ayudaron a seguir desarrollando este trabajo investigativo y me dijeron que no me dé por vencido para terminar en el tiempo establecido

Que Dios les bendiga a todos y siempre los proteja.

Cristian R Moposita Maiquiza

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	iv
AVAL DE LA EMPRESA	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO	viii
DEDICATORIA	ix
ÍNDICE GENERAL	x
INFORMACIÓN GENERAL	xxi
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 RESUMEN.....	1
ABSTRACTC	2
AVAL DE TRADUCCIÓN	3
1.2 EL PROBLEMA.....	4
1.2.1 Situación problemática	4
1.2.2 Formulación del Problema	5
1.3 BENEFICIARIOS	5
1.4 JUSTIFICACIÓN	6
1.5 HIPÓTESIS	6
1.5.1 Variables	7
1.6 OBJETIVOS.....	7
1.6.1 Objetivo General.....	7
1.6.2 Objetivos Específicos.....	7
1.7 SISTEMA DE TAREAS	8
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	10

2.1	ANTECEDENTES	10
2.2	MARCO REFERENCIAL	12
2.2.1	La Ingeniería Industrial	12
2.2.2	Ingeniería de Métodos.....	12
2.2.3	Estudio de tiempos.....	19
2.2.4	Procedimiento para realizar el estudio de tiempos y formulario	22
2.2.5	Inicio del estudio de tiempos.....	23
2.2.6	Mejoramiento de la producción.....	29
3.	METODOLOGÍA.....	34
3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	34
3.1.1	Investigación descriptiva.....	34
3.2	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	34
3.2.1	Modalidades de investigación	34
3.3	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	35
3.3.1	Técnicas	35
3.3.2	Instrumentos	36
4.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	37
4.1	Resultados obtenidos en base al primer objetivo.....	37
	La empresa	37
	Misión	37
	Visión	37
4.1.1	Identificación del proceso productivo.....	37
4.1.2	Descripción de las actividades en el área de producción.....	41
4.1.3	Layout	46
4.1.4	Diagrama de flujo actual	46
4.1.5	Cursograma Analítico Actual.....	51
4.2	Resultados obtenidos en base al segundo objetivo	54

4.2.1	Estudio de tiempos actual.....	54
4.2.2	Capacidad de producción actual.....	64
4.3	RESULTADOS OBTENIDOS EN BASE AL TERCER OBJETIVO	66
4.3.1	Propuesta.....	66
4.3.2	Diagrama de flujo propuesto	66
4.3.3	Cursograma analítico propuesto	68
4.3.4	Estudio de tiempos propuesto.....	70
4.3.5	Capacidad de producción propuesta	80
4.3.6	Comparación de la situación actual vs la propuesta	81
4.3.7	Incremento de la Productividad.....	82
4.3.8	Comprobación de la hipótesis	83
4.4	IMPACTO TÉCNICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y/O ECONÓMICA	87
4.4.1	Impacto social.....	87
4.4.2	Impacto económico.....	87
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	89
5.1	CONCLUSIONES.....	89
5.2	RECOMENDACIONES	89
	REFERENCIAS.....	91
	ANEXOS	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Técnicas para la medición de trabajo [10].	15
Figura 2.2: Símbolos de diagrama de flujo de proceso de acuerdo con el estándar ASME [12]	17
Figura 2.3: Ejemplo de cursograma analítico [13].	18
Figura 2.5: Modelo de Formulario de estudio de tiempos [16].	22
Figura 2.6: Sistema de suplementos por descanso [16].	28
Figura 4.1: Organigrama de la empresa FUNDYMEC.	38
Figura 4.2 Materia Prima utilizada.	41
Figura 4.3 Transporte utilizado para transportar la materia prima.	42
Figura 4.4 Horno Utilizado.	42
Figura 4.5 Igualado de la manzana.	44
Figura 4.6 Mecanizado de la manzana, canal y perforado del eje guía.	44
Figura 4.7 Pintado del producto terminado.	45
Figura 4.8 Producto terminado.	46
Figura 4.9: Diagrama de flujo del proceso actual.	47
Figura 4.10: Diagrama de flujo del sub proceso de transporte de materia prima.	48
Figura 4.11: Diagrama de flujo del sub proceso de fundición.	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Beneficiarios del proyecto.	5
Tabla 2.1: Procedimiento para realizar el estudio de trabajo [10].	14
Tabla 2.2: Símbolos que se utilizan para realizar el diagrama de flujo [11].	16
Tabla 2.3: Comparación de métodos de estudios de tiempos [12].	23
Tabla 2.4: Métodos para la valoración del ritmo de trabajo [10].	26
Tabla 2.5: Factores que afectan la productividad.	32
Tabla 4.1 Datos historias de ventas del mes de mayo del año 2022.	40
Tabla 4.2: División de los subprocesos de la producción de poleas de aluminio.	50
Tabla 4.3: Cursograma analítico actual de la producción de polea de aluminio de 2 pulgadas con dos canales.	52
Tabla 4.4: Cursograma analítico actual del transporte de la materia prima.	53
Tabla 4.5: Cursograma analítico actual del horno de fundición.	54
Tabla 4.6: Descripción actual de las actividades del transporte de la materia prima.	55
Tabla 4.7: Tiempos observados del sub proceso del transporte de la materia prima.	55
Tabla 4.8 Calcular los límites de control.	56
Tabla 4.9: Reajuste de los tiempos cronometrados para encontrar el valor que tenga mayor desviación estándar.	56
Tabla 4.10: Número de muestras preliminares para el cálculo del estudio de tiempos.	57
Tabla 4.11: Valorización y suplementos en el sub proceso del transporte de materia prima. .	57
Tabla 4.12: Calculo del tiempo estándar del sub proceso del transporte de la materia prima. .	58
Tabla 4.13: Descripción actual de las actividades del horno de fundición.	59
Tabla 4.14: Tiempos observados del sub proceso de fundición.	59
Tabla 4.15 Calcular los límites de control.	60
Tabla 4.16: Reajuste de los tiempos cronometrados para encontrar el valor que tenga mayor desviación estándar.	60
Tabla 4.17: Número de muestras preliminares para el cálculo del estudio de tiempos.	61
Tabla 4.18: Valorización y suplementos en el sub proceso del horno de fundición.	62
Tabla 4.19: Calculo del tiempo estándar del sub proceso de fundición.	63
Tabla 4.20: Resumen de los cálculos del tiempo estándar del proceso productivo.	64
Tabla 4.21: Resumen de la capacidad de producción de las poleas de aluminio.	65
Tabla 4.22: División de los procesos de la producción de poleas de aluminio propuesto.	67

Tabla 4.22: Cursograma analítico propuesto de la producción de la polea de aluminio de 2 pulgadas por 2.....	68
Tabla 4.24: Cursograma analítico propuesto de la materia prima.	70
Tabla 4.25: Descripción propuesta de las actividades del transporte de la materia prima.....	71
Tabla 4.26: Calculo de los nuevos tiempos de la actividad combinada y la nueva desviación estándar.....	72
Tabla 4.27: Número de muestras preliminares para el cálculo del estudio de tiempos presentadas en segundos.	72
Tabla 4.28: Valorización y suplementos en el sub proceso del transporte de materia prima. .	73
Tabla 4.29: Calculo del tiempo estándar propuesto del sub proceso del transporte de la materia prima.	74
Tabla 4.30: Descripción propuesta de las actividades del horno de fundición.	75
Tabla 4.31: Calculo de los nuevos tiempos de la actividad combinada y la nueva desviación estándar.....	76
Tabla 4.32: Número de muestras preliminares para el cálculo del estudio de tiempos presentadas en segundos.	76
Tabla 4.33: Valorización y suplementos en el sub proceso de fundición.	77
Tabla 4.34: Calculo del tiempo estándar propuesto del sub proceso de fundición.....	78
Tabla 4.35: Resumen de los cálculos propuestos del tiempo estándar del proceso productivo.	79
Tabla 4.36: Resumen de la capacidad de producción de las poleas de aluminio.	80
Tabla 4.37: Comparación de la situación actual vs la propuesta de la polea de 2 pulgadas. ...	81
Tabla 4.38: Comparación de la situación actual vs la propuesta de la polea de 2 pulgadas. ...	82
Tabla 4.39 Comparación de los tiempos actuales vs la propuesta en tiempos y en %.	84
Tabla 4.39 Incremento de la productividad de la polea en unidades y en %.	85
Tabla 4.40 Análisis económico al día.	86
Tabla 4.41 Análisis económico al mes.....	86

ÍNDICE DE ECUACIONES

(2.1).....	24
(2.2).....	26
(2.3).....	27
(2.4).....	28
(2.5).....	29
(2.6).....	31
(2.7).....	31
(2.8).....	33

ÍNDICE DE ANEXO

ANEXO I. Informe Urkund.....	93
ANEXO II. Layout de la Empresa Fundymec.	94
ANEXO III. Diagramas de flujo de los subprocesos.....	95
Figura III. 1: Diagramas de flujo del subproceso del subproceso de la colada.....	96
Figura III. 2: Diagramas de flujo del subproceso de mecanizado.	96
Figura III. 3: Diagramas de flujo del subproceso de perforado y roscado.....	97
Figura III. 4: Diagramas de flujo del subproceso de pintura.....	98
Figura III. 2: Diagramas de flujo del subproceso de almacenamiento y embalado.....	99
ANEXO IV. Cursogramas Analíticos de los subprocesos.....	100
Tabla IV. 1: Cursograma analítico actual de la colada.	100
Tabla IV. 2: Cursograma analítico actual del mecanizado.....	101
Tabla IV. 3: Cursograma analítico actual del perforado y roscado.	102
Tabla IV. 4: Cursograma analítico actual de la pintura.	103
Tabla IV. 5: Cursograma analítico actual del almacenamiento y embalado.....	104
Tabla IV. 6: Cursograma analítico actual de la polea de 4 pulgadas.....	105
Tabla IV. 7: Cursograma analítico actual del subproceso de transporte de la materia prima.	106
Tabla IV. 8: Cursograma analítico actual del subproceso de fundición.	106
Tabla IV. 9: Cursograma analítico actual del subproceso de colada.	107
Tabla IV. 10: Cursograma analítico actual del subproceso de mecanizado.....	108
Tabla IV. 11: Cursograma analítico actual del subproceso de perforado y roscado.	108
Tabla IV. 12: Cursograma analítico actual del subproceso de pintura.	109

Tabla IV. 13: Corsograma analítico actual del subproceso de almacenamiento y embalado.	109
ANEXO V. Estudio de Tiempos.	110
Tabla V. 1: Descripción actual de las actividades de la colada.	110
Tabla V. 2: Muestras tomadas de cada actividad del subproceso de colada.	110
Tabla V. 3: Calculo de los límites de control.	111
Tabla V. 4: Reajuste de los tiempos cronometrados para encontrar el valor que tenga mayor desviación estándar.	111
Tabla V. 5: Número de muestras preliminares para el cálculo del estudio de tiempos.	112
Tabla V. 6: Valorización y suplementos del subproceso de la colada.	112
Tabla V. 7: Calculo del tiempo estándar actual del sub proceso de colada.	113
Tabla V. 8: Descripción actual de las actividades del mecanizado.	114
Tabla V. 9: Muestras tomadas de cada actividad del subproceso de colada.	114
Tabla V. 10: Calculo de los límites de control.	115
Tabla V. 11: Reajuste de los tiempos cronometrados para encontrar el valor que tenga mayor desviación estándar.	115
Tabla V. 12: Número de muestras preliminares para el cálculo del estudio de tiempos.	116
Tabla V. 13: Valorización y suplementos del subproceso del mecanizado.	116
Tabla V. 14: Calculo del tiempo estándar actual del sub proceso de mecanizado.	117
Tabla V. 15: Descripción actual de las actividades del perforado y roscado.	118
Tabla V. 16: Muestras tomadas de cada actividad del subproceso de colada.	118
Tabla V. 17: Calculo de los límites de control.	119
Tabla V. 18: Reajuste de los tiempos cronometrados para encontrar el valor que tenga mayor desviación estándar.	119
Tabla V. 19: Número de muestras preliminares para el cálculo del estudio de tiempos.	120
Tabla V. 20: Valorización y suplementos del subproceso del perforado y roscado.	120
Tabla V. 21: Calculo del tiempo estándar actual del sub proceso de perforado y roscado.	121
Tabla V. 22: Descripción actual de las actividades de la pintura.	122
Tabla V. 23: Muestras tomadas de cada actividad del subproceso de colada.	122
Tabla V. 24: Calculo de los límites de control.	122
Tabla V. 25: Reajuste de los tiempos cronometrados para encontrar el valor que tenga mayor desviación estándar.	123
Tabla V. 26: Número de muestras preliminares para el cálculo del estudio de tiempos.	123
Tabla V. 27: Valorización y suplementos del subproceso de la pintura.	123

Tabla V. 28: Calculo del tiempo estándar actual del sub proceso de la pintura.....	124
Tabla V. 29: Descripción actual de las actividades del almacenamiento y embalado.....	124
Tabla V. 30: Muestras tomadas de cada actividad del subproceso de colada.	125
Tabla V. 31: Calculo de los límites de control.	125
Tabla V. 32: Reajuste de los tiempos cronometrados para encontrar el valor que tenga mayor desviación estándar.	125
Tabla V. 33: Número de muestras preliminares para el cálculo del estudio de tiempos.	126
Tabla V. 34: Valorización y suplementos del subproceso del mecanizado y embalado.	126
Tabla V. 35: Calculo del tiempo estándar actual del sub proceso de almacenamiento y embalado.	127
Tabla V. 36: Calculo del tiempo estándar actual del sub proceso de transporte de materia prima.	128
Tabla V. 37: Calculo del tiempo estándar actual del sub proceso de fundición.....	129
Tabla V. 38: Calculo del tiempo estándar actual del sub proceso de colada.	130
Tabla V. 39: Calculo del tiempo estándar actual del sub proceso mecanizado.....	131
Tabla V. 40: Calculo del tiempo estándar actual del sub proceso de perforado y roscado....	132
Tabla V. 41: Calculo del tiempo estándar actual del sub proceso de la pintura.....	133
Tabla V. 42: Calculo del tiempo estándar actual del sub proceso de almacenamiento y embalado.	134
ANEXO VI. Cursogramas Analíticos Propuestos.....	135
Tabla VI. 1: Cursograma analítico propuesto del subproceso de colada.	135
Tabla VI. 2: Cursograma analítico propuesto del subproceso de mecanizado.....	136
Tabla VI. 3: Cursograma analítico propuesto del subproceso de perforado y roscado.	136
Tabla VI. 1: Cursograma analítico propuesto del subproceso de pintura.	137
Tabla VI. 5: Cursograma analítico propuesto del subproceso del transporte de la materia prima.	137
Tabla VI. 6: Cursograma analítico propuesto del subproceso de fundición.	138
Tabla VI. 7: Cursograma analítico propuesto del subproceso de colada.	139
Tabla VI. 8: Cursograma analítico propuesto del subproceso de mecanizado.....	139
Tabla VI. 9: Cursograma analítico propuesto del subproceso de perforado y roscado.	140
Tabla VI. 10: Cursograma analítico propuesto del subproceso de pintura.	141
ANEXO VII. Estudio de Tiempos Propuestos	142
Tabla VII. 1: Descripción propuesta de las actividades de la colada.....	142
Tabla VII. 3: Número de muestras preliminares para el cálculo del estudio de tiempos.....	142

Tabla VII. 2: Reajuste de los tiempos cronometrados para encontrar el valor que tenga mayor desviación estándar.	143
Tabla VII. 4: Valorización y suplementos del subproceso de la colada.	143
Tabla VII. 5: Calculo del tiempo estándar propuesto del subproceso de colada.	144
Tabla VII. 6: Descripción propuesta de las actividades del mecanizado.	145
Tabla VII. 7: Reajuste de los tiempos cronometrados para encontrar el valor que tenga mayor desviación estándar.	145
Tabla VII. 8: Número de muestras preliminares para el cálculo del estudio de tiempos.	146
Tabla VII. 9: Valorización y suplementos del subproceso de mecanizado.	146
Tabla VII. 10: Calculo del tiempo estándar propuesto del subproceso de mecanizado.	147
Tabla VII. 11: Descripción propuesta de las actividades del perforado y roscado.	148
Tabla VII. 12: Reajuste de los tiempos cronometrados para encontrar el valor que tenga mayor desviación estándar.	148
Tabla VII. 13: Número de muestras preliminares para el cálculo del estudio de tiempos.	149
Tabla VII. 14: Valorización y suplementos del subproceso del perforado y roscado.	149
Tabla VII. 15: Calculo del tiempo estándar propuesto del subproceso de perforado y roscado.	150
Tabla VII. 16: Descripción propuesta de las actividades de la pintura.	150
Tabla VII. 17: Reajuste de los tiempos cronometrados para encontrar el valor que tenga mayor desviación estándar.	151
Tabla VII. 18: Número de muestras preliminares para el cálculo del estudio de tiempos.	151
Tabla VII. 19: Valorización y suplementos del subproceso de la pintura.	151
Tabla VII. 20: Calculo del tiempo estándar propuesto del subproceso de la pintura.	152
Tabla VII. 21: Descripción propuesta de las actividades del traslado de la materia prima. ..	152
Tabla VII. 22: Reajuste de los tiempos cronometrados para encontrar el valor que tenga mayor desviación estándar.	153
Tabla VII. 23: Número de muestras preliminares para el cálculo del estudio de tiempos.	153
Tabla VII. 24: Valorización y suplementos del subproceso del transporte de la materia prima.	153
Tabla VII. 25: Calculo del tiempo estándar propuesto del subproceso del transporte de la materia prima.	154
Tabla VII. 26: Descripción propuesta de las actividades de fundición.	154

Tabla VII. 27: Reajuste de los tiempos cronometrados para encontrar el valor que tenga mayor desviación estándar.	155
Tabla VII. 28: Número de muestras preliminares para el cálculo del estudio de tiempos.....	155
Tabla VII. 29: Valorización y suplementos del subproceso de fundición.	155
Tabla VII. 30: Calculo del tiempo estándar propuesto del subproceso de fundición.	156
Tabla VII. 31: Descripción propuesta de las actividades de la colada.....	157
Tabla VII. 32: Número de muestras preliminares para el cálculo del estudio de tiempos.....	157
Tabla VII. 33: Reajuste de los tiempos cronometrados para encontrar el valor que tenga mayor desviación estándar.	158
Tabla VII. 34: Valorización y suplementos del subproceso del transporte de la colada.	158
Tabla VII. 35: Calculo del tiempo estándar propuesto del subproceso de colada.....	159
Tabla VII. 36: Descripción propuesta de las actividades del mecanizado.....	160
Tabla VII. 37: Reajuste de los tiempos cronometrados para encontrar el valor que tenga mayor desviación estándar.	160
Tabla VII. 38: Número de muestras preliminares para el cálculo del estudio de tiempos.....	161
Tabla VII. 39: Valorización y suplementos del subproceso del mecanizado.....	161
Tabla VII. 40: Calculo del tiempo estándar propuesto del subproceso del mecanizado	162
Tabla VII. 41: Descripción propuesta de las actividades del perforado y roscado.....	163
Tabla VII. 42: Reajuste de los tiempos cronometrados para encontrar el valor que tenga mayor desviación estándar.	163
Tabla VII. 43: Número de muestras preliminares para el cálculo del estudio de tiempos.....	164
Tabla VII. 44: Valorización y suplementos del subproceso de perforado y roscado.	164
Tabla VII. 45: Calculo del tiempo estándar propuesto del sub proceso de perforado y roscado.	165
Tabla VII. 46: Descripción propuesta de las actividades de la pintura.....	165
Tabla VII. 47: Reajuste de los tiempos cronometrados para encontrar el valor que tenga mayor desviación estándar.	166
Tabla VII. 48: Número de muestras preliminares para el cálculo del estudio de tiempos.....	166
Tabla VII. 49: Valorización y suplementos del subproceso de la pintura.	166
Tabla VII. 50: Calculo del tiempo estándar propuesto del sub proceso de la pintura.	167

INFORMACIÓN GENERAL

Título: “ESTUDIO DE TIEMPOS PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA FUNDYMEC”

Fecha de inicio: 18 de abril del 2022.

Fecha de finalización: agosto 2022.

Lugar de ejecución: Provincia de Cotopaxi, Cantón Salcedo, Sector Rumipamba de la Rosas, Empresa FUNDYMEC.

FACULTAD que auspicia: Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas (CIYA).

Carrera que auspicia: Ingeniería Industrial.

Proyecto de investigación vinculado: No aplica.

Equipo de Trabajo:

Tutor del Proyecto de Investigación:

MSc. Espín Beltrán Cristian Xavier.

Autores del Proyecto de Investigación.

Guano Cando Hendry Vladimir.

Moposita Maiquiza Cristian Rolando.

Área de Conocimiento:

El estudio que se realizara pertenece al área de conocimiento 07 Ingeniería, Industria y Construcción, a la subárea de conocimiento 072 Fabricación y procesos y a la subárea específica de conocimiento 0722 Materiales (vidrio, papel, plástico y madera).

Línea de investigación:

- Procesos Industriales.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

- Investigación de operaciones y de tecnología.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 RESUMEN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

Título: Estudio de tiempos para el mejoramiento del proceso de producción de la empresa FUNDYMEC.

Autores:

Guano Cando Hendry Vladimir

Moposita Maiquiza Cristian Rolando

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene por objeto desarrollar un estudio de tiempos en la empresa FUNDYMEC dedicada a fabricación de piezas de fundición en aluminio. Considerando que las poleas de transmisión en aluminio en sus dos presentaciones poleas de diámetro de 2 y 4 pulgadas, son los productos más comercializados en el mercado se toma la decisión de aplicar el estudio al proceso productivo de estos elementos. Dentro de la línea de producción de poleas de aluminio es afectadas por cuellos de botella, tiempos improductivos, paros de maquinarias, y demoras. Por ende, es primordial contar con un estudio de tiempos del área de producción, por lo que el presente proyecto esté enfocado a ello, aplicando una investigación descriptiva, empleando el método inductivo, se determina las actividades realizadas en las áreas que requieren análisis para una optimización posterior. Es necesario identificar todos los procesos mediante un diagrama de flujo general del proceso para tener una idea más clara de cómo se realiza una polea de transmisión de movimiento, conjuntamente con un cursograma analítico en donde se presenta las actividades específicas. La base fundamental del proyecto radica en el estudio de tiempos, mediante la técnica de regreso a cero una vez identificado el proceso general y las áreas de análisis, tomando en cuenta factores claves como la valoración del ritmo de trabajo, el tiempo básico y los suplementos para obtener el tiempo estándar que a su vez permite determinar la capacidad actual de la planta. Finalmente, tras el estudio realizado y su respectivo análisis se propone una mejora al eliminar o combinar ciertas actividades con una reducción del tiempo estándar de la polea de 2 pulgadas con dos canales de 3.01 minutos para realizar una unidad, incrementando sus índices de producción de 24 a 29 poleas diarias, de la misma forma con la polea de 4 pulgadas con un canal reduciendo 2.96 minutos su tiempo estándar y con un aumento de productividad de 22 a 26 poleas diarias.

Palabras Claves: Mejoramiento de la productividad, Optimización, Proceso, Polea, Diagrama, Tiempo estándar, Mejora continua.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

Title: Study of times for the improvement of the production process of the company FUNDYMEC.

Authors:

Guano Cando Hendry Vladimir

Moposita Maiquiza Cristian Rolando

ABSTRACTC

The purpose of this research project is to develop a time study in the FUNDYMEC company dedicated to the manufacture of aluminum castings. Considering that aluminum transmission pulleys in their two pulley presentations with a diameter of 2 and 4 inches, are the most commercialized products in the market, the decision is made to apply the study to the production process of these elements. Within the aluminum pulley production line, it is affected by bottlenecks, downtime, machine stoppages, and delays. Therefore, it is essential to have a time study of the production area, so the present project is focused on it, applying a descriptive investigation, using the inductive method, the activities carried out in the areas that require analysis for a post optimization. It is necessary to identify all the processes through a general flow diagram of the process to have a clearer idea of how a movement transmission pulley is carried out, together with an analytical flowchart where the specific activities are presented. The fundamental basis of the project lies in the study of times, through the technique of returning to zero once the general process and the areas of analysis have been identified, taking into account key factors such as the assessment of the pace of work, the basic time and the supplements. to obtain the standard time which in turn allows to determine the current capacity of the plant. Finally, after the study carried out and its respective analysis, an improvement is proposed by eliminating or combining certain activities with a reduction in the standard time of the 2-inch pulley with two channels of 3.01 minutes to make a unit, increasing its production rates of 24 to 29 pulleys per day, the same way with the 4-inch pulley with a groove, reducing its standard time by 2.96 minutes and with an increase in productivity from 22 to 26 pulleys per day.

Keywords: Productivity improvement, Optimization, Process, Pulley, Diagram, Standard time, Continuous improvement.

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del trabajo de titulación cuyo título versa: **“ESTUDIO DE TIEMPOS PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA FUNDYMEC.”** presentado por: **Guano Cando Hendry Vladimir** y **Moposita Maiquiza Cristian Rolando**, estudiantes de la Carrera de: **Ingeniería Industrial**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, septiembre del 2022

Atentamente,

Mg. Marco Beltrán



DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 0502666514

1.2 EL PROBLEMA

La fundición es una técnica metalúrgica en la que el material fundido se vierte en un molde, en el cual se enfría y solidifica obteniendo la pieza fundida. Esta pieza se extrae del molde y puede ser acabada por procesos de rectificado, pulido y esmaltado. El proceso de fundición es una de las técnicas metalúrgicas más antiguas del mundo. A nivel mundial las industriales dedicadas a la fundición y elaboración de poleas de transmisión de movimiento que están formadas por uno o varios canales, estas empresas desarrollan sus productos ya sea de forma artesanal o de forma industrial. Los procesos de producción son el conjunto de diferentes actividades orientadas a la transformación de recursos o factores productivos en bienes o servicios dentro de estas etapas intervienen la información, la tecnología que interactúan con las empresas y las personas.

En la provincia de Cotopaxi las industrias dedicadas a la fundición y elaboración de poleas de aluminio, se han venido desarrollando de forma simple y artesanal. Fundymec es una empresa dedicada a la fundición y elaboración de piezas en aluminio, dentro de los principales productos que se elabora la empresa de la materia prima como el aluminio son las siguientes: moldes, matrices, poleas, collarines, sumideros y diferentes perfiles para la industria.

Los principales problemas identificados dentro de sus líneas de producción son los tiempos improductivos, paros de maquinarias, cuellos de botellas, las distancias que recorre el material de una estación de trabajo a otra son demasiadas extensas y la poca capacitación del personal para la elaboración de sus productos.

1.2.1 Situación problemática

En el proceso productivo de poleas de aluminio, los trabajadores no poseen tiempos establecidos para realizar sus respectivas actividades en donde se puede observar movimientos innecesarios en su línea de producción, los operarios no se encuentran capacitados correctamente lo que conduce a generar retrasos y una disminución de la productividad de poleas, y en la mayoría de los casos no se respeta el tiempo estimado al momento de la entrega de su producto lo que ha ocasionado una pérdida a la empresa FUNDYMEC.

En los subprocesos de transporte de la materia prima, fundición, colada, mecanizado, perforado, roscado y pintura existen ciertas actividades que generan tiempos innecesarios en la elaboración

del producto un claro ejemplo de ellas es al momento de mecanizar la polea el operario primero coloca la pieza en el torno CNC, la siguiente actividad que ejecuta es centrar la pieza de tal forma observando excesivas actividades dentro del proceso productivo.

Al no contar con el estudio de tiempos se ha generado los diferentes problemas mencionados anteriormente, que incide en el crecimiento a nivel empresarial y productivo, es por ello que resulta indispensable dar paso a un estudio de tiempos en el proceso de elaboración de poleas de aluminio, para determinar el tiempo que le toma al trabajador desarrollar una polea, además conociendo los principales problemas ocasionados dentro del proceso productivo. El estudio de tiempos es primordial en esta industria, de la misma manera, su estudio permite hacer un análisis de la empresa para dar posibles soluciones a los problemas detectados.

1.2.2 Formulación del Problema

¿Los tiempos improductivos pueden ocasionar demoras en la línea de producción de las poleas de aluminio de la empresa Fundymec?

1.3 BENEFICIARIOS

En la tabla 1.1 se muestra los beneficiarios del proyecto a continuación:

Tabla 1.1 Beneficiarios del proyecto.

Beneficiarios		Cantidad (personas)
Directos	Gerencia	1
	Empleados	16
Indirectos	Clientes	28
	Proveedores	15
Total beneficiarios		60

1.4 JUSTIFICACIÓN

El estudio del trabajo es un ente fundamental en las pequeñas, medianas y grandes empresas, esto implica distintos factores que permiten evaluar el desempeño de la empresa, así como también determinar problemas que pueden estar presentes en el proceso de producción mediante este trabajo de investigación se buscará la mejora continua en la empresa Fundymec, hoy en día las organizaciones se encuentran en un sistema automatizado y a la vez globalizado por esta razón se identificó los principales problemas y falencias que ocurren dentro de la línea de producción de poleas de aluminio, de esta forma se buscará dar posibles soluciones para obtener mejores métodos de trabajo, lo cual ayudará al funcionamiento del proceso productivo generando confianza entre sus trabajadores.

Esta investigación es de gran importancia ya que dará como resultado la reducción de los tiempos improductivos y movimientos innecesarios en las operaciones realizadas durante el proceso de producción, disminuirá el esfuerzo de los operarios en realizar sus actividades y promoverá impulsar planes para la mejora del desempeño de la productividad, optimizando de esta manera el proceso productivo, eliminando el déficit en ciertas entregas y retrasos en las ordenes de producción, para cumplir a tiempo con los pedidos de sus clientes. Por tal motivo se debe contar con un estudio de tiempos lo cual ayudará a estandarizar su línea de producción, tomando en cuenta los puntos más críticos de las actividades realizadas por el operario que generan mayor tiempo en la fabricación de la polea.

Finalmente, el presente estudio de investigación permitirá identificar los puntos fundamentales para el análisis de las posibles debilidades dentro de la línea de producción de poleas de aluminio en el plan de mejoramiento de tiempos que permitirán el crecimiento de la compañía, mejorando su productividad.

1.5 HIPÓTESIS

El estudio de tiempos permitirá disminuir los tiempos improductivos y aumentar la productividad de la línea de fabricación de poleas de aluminio en la empresa Fundymec.

1.5.1 Variables

Variable independiente

Estudio de tiempos.

Variable dependiente

Mejora de la productividad

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo General

Elaborar el estudio de tiempos para el mejoramiento del proceso de la línea de producción de las poleas de aluminio en la empresa Fundymec.

1.6.2 Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico de las actividades que compone la línea de producción de las poleas de aluminio en la empresa Fundymec, a través de diagramas de flujo de procesos y cursogramas analíticos para conocer el estado actual de la empresa.
- Determinar el tiempo de ciclo mediante un estudio de tiempos de las poleas de aluminio por medio del método de regreso a cero para la obtención de la capacidad de producción.
- Desarrollar una propuesta de mejoramiento del proceso de producción de las poleas de aluminio para el aumento de la productividad en la empresa Fundymec.

1.7 SISTEMA DE TAREAS

En la tabla 2.2 se muestra el sistema de tareas a continuación:

Tabla 2.2: Sistemas de Tareas.

Objetivos Específicos	Actividades (Tareas)	Resultados Esperados	Técnicas, Medios e Instrumentos
<p>Realizar un diagnóstico de las actividades que compone la línea de producción de las poleas de aluminio en la empresa Fundymec, a través de diagramas de flujo de procesos y cursogramas analíticos para conocer el estado actual de la empresa.</p>	<p>Visita e observación de la empresa y sus instalaciones de trabajo.</p> <p>Identificación y toma de datos del proceso de toda la línea de producción para la fabricación de las poleas de aluminio.</p> <p>Desarrollar diagramas de flujo de procesos.</p> <p>Desarrollar cursogramas analíticos del proceso productivo.</p>	<p>Recopilación de la información de cómo está constituida la línea de producción de las poleas de aluminio.</p> <p>Conocer el proceso general de la línea del proceso productivo.</p> <p>Conocer el tiempo que se demora el proceso productivo y las distancias que recorre le material de un área a otra.</p>	<p>Técnicas:</p> <p>Observación.</p> <p>Investigación de Campo</p> <p>Instrumentos:</p> <p>Diagrama de flujo de procesos.</p> <p>Cursogramas Analíticos.</p>

<p>Determinar el tiempo de ciclo mediante un estudio de tiempos de las poleas de aluminio por medio del método de regreso a cero para la obtención de la capacidad de producción.</p>	<p>Registro de tiempos en los procesos productivos. Cálculo del tiempo estándar de cada sub proceso. Cálculo de la capacidad actual de la planta.</p>	<p>Tabla de registro de tiempos del proceso productivo. Tiempo estándar de toda la línea de producción. Capacidad actual de la planta.</p>	<p>Técnicas: Regreso a cero. Estudio de tiempos. Instrumentos: Formularios de Estudio de Tiempos. Cronometro. Tablas de la valoración del ritmo de trabajo. Tablas de suplementos por descanso. Word. Excel.</p>
<p>Desarrollar una propuesta de mejoramiento del proceso de producción de las poleas de aluminio para el aumento de la productividad en la empresa Fundymec.</p>	<p>Propuesta de mejora del proceso productivo.</p>	<p>Proceso mejorado y reducción del tiempo estándar en la línea de producción de las poleas de aluminio.</p>	<p>Técnicas: Optimización. Instrumentos: Word. Excel.</p>

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 ANTECEDENTES

Según el autor Jijón K. en su trabajo de investigación con el tema **“Estudio de tiempos y movimientos para mejoramiento de los procesos de producción de la empresa calzado Gabriel”**, que tiene como objetivo mejorar los procesos productivos en cada área de trabajo. Para la optimización una de las herramientas más importantes es el estudio de tiempos y movimiento [1].

En sus sugerencias de los estudios de tiempos y movimientos se realizó un análisis para cada sub proceso de producción de calzado Gabriel, mediante la entrevista realizada al jefe de producción de esta área se pudo identificar que las piezas trasportan una distancia excesiva y además no contaban ni con herramientas necesarias. Se ha presentado un nuevo layout de la fábrica, que permite reducir las distancias innecesarias de un puesto de trabajo hacia otro que provocan retrasos en el proceso productivo, y también se propone mejorar las condiciones de trabajo de cada proceso, con el fin de mejorar los sus puestos de trabajo tomando en cuenta la ergonomía para así a futuro no contar con enfermedades profesionales. Con el estudio de tiempos y movimientos como resultado, si es posible aumentar la productividad de la empresa, disminuyendo la distancia que recorre la materia prima de un puesto de trabajo hacia el otro y de esta forma obtener mejores condiciones del trabajo y de esta forma los trabajadores sean más eficientes.

Por otra parte, en la tesis propuesta por Alomoto Nelson. se contempla con el tema: **“Estudio de tiempos y movimientos del proceso productivo para el diseño de un plan de producción en la sección hornos rotativos de la empresa industria metálica Cotopaxi”** un estudio de tiempos y movimientos del proceso productivo para el diseño de un plan de producción en la sección hornos rotativos lo cual tuvo como finalidad, la reducción de tiempos, eliminado actividades innecesarias y mejorando la distribución de equipos y maquinaria con el fin de mejor y elevar los índices de productividad.

A través de las entrevistas y la técnica de la observación en campo, se demostró que existe un tiempo elevado en el proceso de fabricación de hornos, por este motivo se realizó un estudio de

tiempos y movimientos que permita resolver dichas anomalías. Por lo tanto, los investigadores propusieron aplicar diagramas de flujo, diagramas de proceso, diagrama hombre maquina en la línea de producción y cronometrar los tiempos reales de cada actividad de esta forma eliminar los tiempos improductivos paros de maquinarias que permitan establecer una mejor planificación y un control adecuado en el proceso de fabricación de su producto y además aumentar el índice de productividad mejorando la calidad del producto [2].

En el trabajo realizado por Chasiluisa L. **“Estudio de tiempos y movimientos en el área de confección para mejoramiento de los procesos productivos de la empresa Impactex”** en el área de confección para mejoramiento de los procesos productivos, su objetivo es estandarizar los procesos de producción reduciendo tiempos muertos, cuellos de botella, movimientos innecesarios y largas distancias de transporte, que permita mejorar los procesos de producción del producto de mayor demanda.

En su requerimiento de mejora, se propuso determinar tiempos y movimientos de la línea de producción de esta forma estandarizar el proceso productivo tomado cuenta los tiempos necesarios para su proceso. A demás utilizando el diagrama de recorrido para determinar una nueva distribución de planta satisfaciendo la necesidad de la línea de producción. Con la nueva distribución de proceso se pudo reducir sus distancias de cada área de trabajo y con el balance de líneas su proceso abastece con 9 operarios de esta forma reduciendo costos, mejorando la eficiencia y mejorando su productividad de la empresa [3].

En el 2013, se presenta el siguiente trabajo de investigación se realizó el **“Estudio de métodos y tiempos en los procesos de la planta de producción en Sertecpet S.A”** el objetivo principal es aumentar la productividad reduciendo costos de producción, eliminando tiempos improductivos y reduciendo cuellos de botella de esta forma utilizando la combinación más eficiente entre el hombre y la máquina mejorando las condiciones de trabajo.

Después de realizar la investigación, el autor demostró, que genera demoras en la planta, se realizó diagramas de procesos, tipo flujo, recorrido, hombre-máquina en el torneado y un estudio de tiempos y movimientos para que el operario realice sus actividades con el método de trabajo más adecuado de esta forma reducir tiempos de producción, desgaste físico empleando en una jornada de trabajo. A través de la hoja de preparación y la ruta programada

permite reducir tiempos de producción que lleva a optimizar los procesos aumentando la producción [4].

Con trabajos de investigación relacionados con el tema, esto puede ser considerado como una guía para el desarrollo del trabajo de titulación.

2.2 MARCO REFERENCIAL

2.2.1 La Ingeniería Industrial

La ingeniería industrial alcanzó su potencial desde el inicio de la revolución industrial, su importancia va creciendo significativamente por el aporte que ofrece a la eficiencia y la productividad empresarial [5].

La ingeniería industrial implica el diseño, desarrollo y montaje de sistemas integrados de trabajo, materias primas y maquinaria. Utiliza conocimientos y habilidades profesionales en matemáticas, física y ciencias sociales, así como los principios y métodos de análisis y diseño de ingeniería, para explicar, predecir y evaluar los resultados producidos por estos sistemas [6].

La ingeniería industrial se ocupa de la optimización de procesos, sistemas u organizaciones complejos mediante el desarrollo, la mejora y la implementación de sistemas integrados de personas, riqueza, conocimiento, información y equipamiento, energía, materiales y procesos.

2.2.2 Ingeniería de Métodos

Desde un enfoque analítico, la ingeniería de métodos se define como la técnica de analizar meticulosamente cada actividad de una tarea específica, con el objetivo de eliminar todas las actividades innecesarias y hallar la mejor forma de realizar esas actividades, incluida la optimización de equipos y las condiciones de trabajo [7].

La ingeniería de métodos incluye diseñar, crear y seleccionar los mejores métodos de elaboración, procesos, herramientas, maquinarias y habilidades para producir productos de acuerdo con las especificaciones establecidas, una vez que el método está completamente establecido, se debe determinar el tiempo estándar para la elaboración del producto [8].

El objetivo final de la ingeniería de métodos es el incremento de la productividad y las utilidades de la organización con la ingeniería de métodos, las mejoras en la producción no tienen límites. De modo habitual, la ingeniería de métodos sigue objetivos de gran importancia como:

- Aumentar la productividad.
- Reducir o eliminar desperdicios y costos.
- Incrementar la producción.
- Mejorar el ambiente laboral.

2.2.2.1 Importancia de la ingeniería de métodos

La importancia de la ingeniería de métodos radica en el desempeño del personal, debido a que el costo de contratación, y capacitación es alto. Evidentemente, desde hace mucho tiempo, el ser humano es una parte muy fundamental dentro del proceso productivo de cualquier tipo de empresa, pero es cierto que su mejor aprovechamiento dependerá del uso intelectual, su empresa y su potencial creativo [9].

Por otra parte, la ingeniería de métodos estará enfocada siempre en el análisis sistemático de todas las actividades que compone un proceso productivo con el fin de realizar su trabajo con mayor facilidad y brindar mejores condiciones de seguridad y salud a los colaboradores, lo que permite realizar las actividades en un menor tiempo con menor inversión.

2.2.2.2 Estudio del trabajo

El estudio del trabajo genéricamente como ciertas técnicas, y en particular el estudio de métodos y la medición del trabajo, que se realizan para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada, con el fin de efectuar mejoras [10].

2.2.2.2.1 Estudio del trabajo como medio directo para aumentar la productividad

Son muchos los factores que actúan en la productividad de cualquier organización, existen diferentes técnicas para aumentar la productividad sin mencionar las inversiones de capital en instalaciones y maquinaria, partiendo del supuesto que sea posible aumentar su productividad utilizando los mismos recursos existentes dentro de la organización. Se verá que, el estudio del trabajo tiende a enfocar el problema del aumento de la productividad mediante el análisis sistemático de las operaciones, procedimientos y métodos de trabajo existentes con objetivo de mejorar su eficacia. Por lo tanto, el estudio del trabajo ayuda a aumentar la productividad acudiendo poco o nada a inversiones suplementarias de capital como las mejoras de instalaciones, rediseños de plantas, cambios de maquinarias, entre otras [10].

2.2.2.2 Procedimiento para realizar estudio de trabajo

Es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador en llevar a cabo una tarea específica. Es preciso recorrer ocho etapas fundamentales para realizar un estudio del trabajo completo en la tabla 2.1: se muestran los procedimientos del estudio de trabajo:

Tabla 2.1: Procedimiento para realizar el estudio de trabajo [10].

ETAPA	DESARROLLO
SELECCIONAR	El trabajo o proceso a estudiar.
REGISTRAR	Recolectar todos los datos relevantes acerca de la tarea o proceso utilizando técnicas más apropiadas y disponiendo los datos en la forma más cómoda para analizarlos.
EXAMINAR	Los hechos registrados con espíritu crítico, preguntándose si se justifica lo que se hace, según el propósito de la actividad, el lugar donde se llevara a cabo, el orden en que se ejecutan, y los medios empleados.
ESTABLECER	El método más económico tomando en cuenta las circunstancias y utilizando las diferentes técnicas de gestión.
EVALUAR	Los resultados obtenidos con el nuevo método en comparación con la cantidad de trabajo necesario y establecer un tiempo tipo.
DEFINIR	El nuevo método, y el tiempo correspondiente, presentar dicho método, ya sea verbalmente o por escrito, a todas las personas

	interesadas, utilizando demostraciones.
IMPLEMENTAR	El nuevo método, formando a las personas interesadas, como practica general con el tiempo normalizado.
CONTROLAR	La aplicación de la nueva norma siguiendo los resultados obtenidos y comparándolos con los objetivos

2.2.2.2.3 Medición del trabajo

La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma preestablecida [10].

2.2.2.2.4 Técnicas para la medición de trabajo

Cuando mencionábamos que el término Medición del Trabajo no era equivalente al término Estudio de Tiempos, nos referíamos a que el Estudio de Tiempos es tan solo una de las técnicas contenidas en el conjunto medición. Las principales técnicas que se emplean en la medición del trabajo. A continuación, se muestra la figura 2.1.



Figura 2.1: Técnicas para la medición de trabajo [10].

2.2.2.3 Herramientas para el análisis de la ingeniería de métodos






2.2.2.3.1 Diagramas

Para facilitar el estudio del proceso de desarrollo, se utilizan diagramas de resumen utilizando lenguaje y símbolos con diferentes conjuntos y tipos de elementos, con los que se puede describir la secuencia de actividades de producción de manera más rápida y precisa. Estos lenguajes y símbolos fueron propuestos y publicados por ASME y son muy utilizados en la actualidad debido a su facilidad de comprensión [9].

2.2.2.3.2 Diagrama de flujo

Es una herramienta de análisis que personifica gráficamente los pasos de una serie de actividades que componen un proceso productivo y se consiguen identificar mediante símbolos según su naturaleza, es de suma importancia porque nos ayuda a comprender y estudiar para intentar mejorar sus procedimientos [11]. A continuación, se muestra la tabla 2.2:

Tabla 2.2: Símbolos que se utilizan para realizar el diagrama de flujo [11].

Símbolo	Representa	Significado
	Operación.	Muestra las principales etapas del proceso, método o procedimiento.
	Inspección.	Indica que se verifica el control de calidad y/o cantidad de algo.
	Desplazamiento o transporte.	Indica el movimiento de los trabajadores, material y equipos de una estación de trabajo a otra.
	Demora.	Indica demoras o interrupción en el desarrollo del proceso.
	Almacenamiento.	Indica el depósito de un producto terminado en un almacén.

2.2.2.3.3 Diagrama de flujo de proceso

Este diagrama está destinado a registrar gráficamente todas las operaciones, inspecciones, transportes, retrasos y almacenamiento que debe atravesar un producto o servicio en el proceso de transformación en una línea de producción. Una vez que se identifican las actividades que no aportan valor se pueda analizar y tomar medidas para minimizarlas [12]. A continuación, se muestra la figura 2.2:










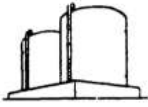
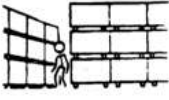




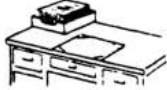




Operación  Un círculo grande indica una operación, como	 Clavar	 Mezclar	 Taladrar orificio
Transporte  Una flecha indica transporte, como	 Mover material mediante un carro	 Mover material mediante una banda transportadora	 Mover material transportándolo (mediante un mensajero)
Almacenamiento  Un triángulo representa almacenamiento, como	 Materia prima en algún almacenamiento masivo	 Producto terminado apilado sobre tarimas	 Archiveros para proteger documentación
Retrasos  Una letra D mayúscula indica un retraso, como	 Esperar un elevador	 Material en un camión o sobre el piso en una tarima esperando a ser procesado	 Documentos en espera a ser archivados
Inspección  Un cuadrado indica inspección, como	 Examinar material para ver si está bien en cuanto a cantidad y calidad	 Leer el medidor de vapor en el quemador	 Analizar las formas impresas para obtener información

Figura 2.2: Símbolos del diagrama de flujo de proceso de acuerdo con el estándar ASME [12].

2.2.2.3.4 Cursograma analítico

Es un diagrama que representa todas las acciones como una operación, transporte, inspección, espera y almacenaje que tienen lugar en el desarrollo de un trabajo, mostrando de este modo, las etapas que intervienen en el proceso de fabricación de un producto e incluyendo los tiempos requeridos para cada actividad y las distancias recorridas [13]. Se realiza en relación de tres variables: el operario, el material y el equipo como se presenta en la Figura 2.3.

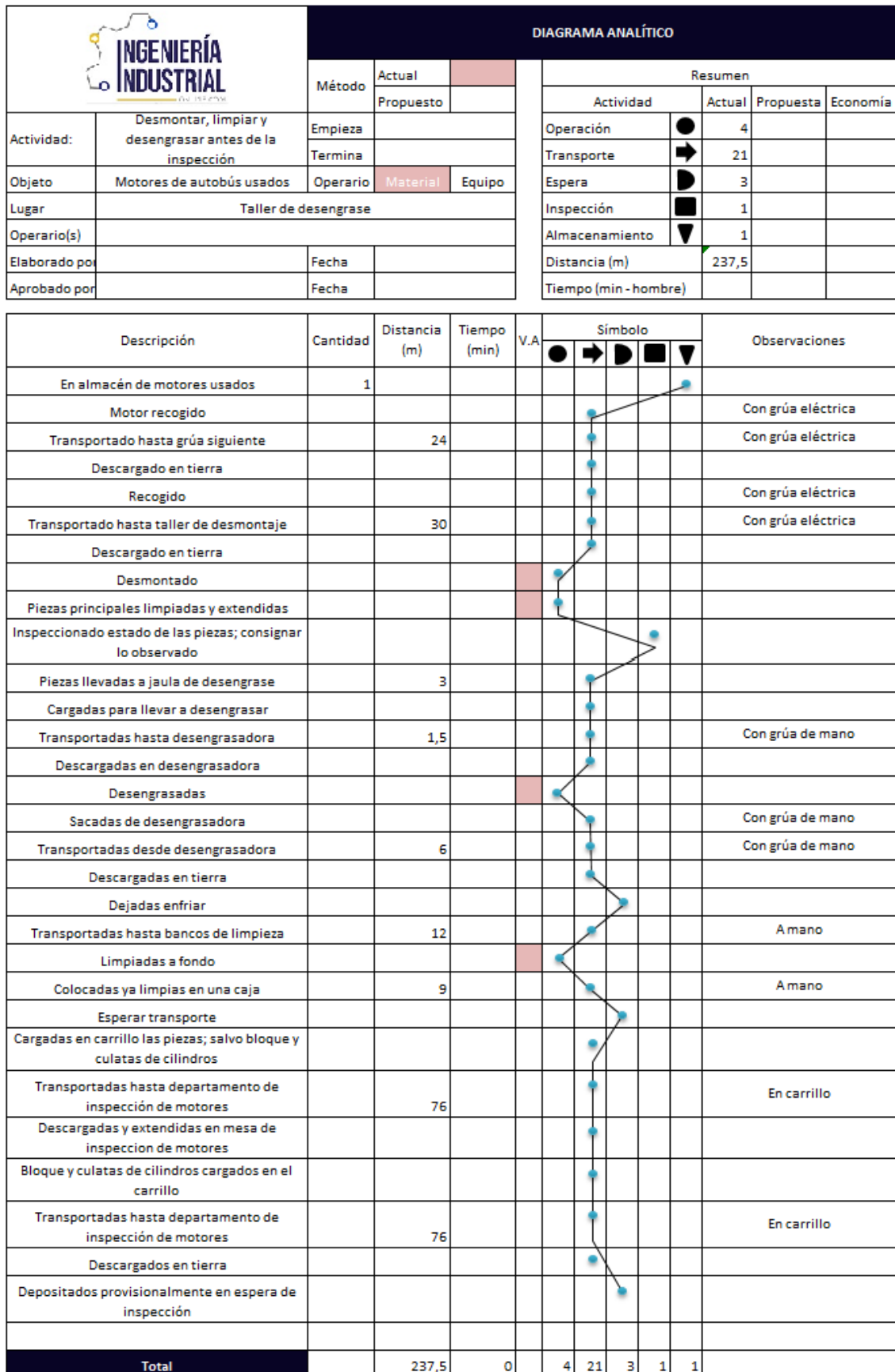


Figura 2.3: Ejemplo de un cursograma analítico [13].

2.2.3 Estudio de tiempos

Los estudios de tiempos y movimientos se remontan desde hace varios años, más o menos por los años 80s, donde se conoce que Frederick W. Taylor fue la primera persona en medir el trabajo con un cronómetro y, a lo largo de los años, en la década de 1990, la pareja Frank y Lillian Gilbreth ayudaron a estudiar los métodos de lo que ahora se conoce como el estudio de los movimientos.

Nacido en Filadelfia, Pensilvania, Frederick W. Taylor (1856-1915), más conocido como el padre de la administración científica y la ingeniería industrial, se inició en una familia inteligente y aprobó los exámenes de ingreso a la Universidad de Harvard con honores, pero con una buena visión. No pudo enfrentar el desafío, sin embargo, recibió una licenciatura en ingeniería mecánica del Instituto Stevens en 1883 y, a lo largo de los años, demostró sus logros a través de sus cuatro principios de administración científica:

- Desarrollar la ciencia para cada elemento de la actividad humana, reemplazando los métodos experimentales.
- Escoger al mejor trabajador para las distintas tareas y entrenarlo en el método a utilizar.
- Promoción de la cooperación entre empleados y empleadores.
- Divide el trabajo en partes para que cada uno haga su mejor trabajo.

Gracias a la contribución de Taylor, quien es conocido como el creador del estudio de tiempos, se debe las siguientes innovaciones [14]:

- Estudio de tiempos con cronómetro.
- Reglas de cálculo.
- Organizaciones de tipo funcional.

El estudio de tiempos es un procedimiento que se utiliza para medir el tiempo requerido por los trabajadores calificados, que trabajan a un nivel de desempeño normal y realizan una tarea determinada. El desarrollo de un lugar de trabajo eficiente depende del tiempo estándar para cada proceso, estos se pueden determinar mediante el uso de estimaciones, registros históricos y procedimientos de medición del trabajo [12].

2.2.3.1 Finalidad del estudio de tiempos

La finalidad del estudio de tiempos es hacer que la ejecución de un trabajo sea más fácil y productiva, mejorando los tiempos en que se lleva a cabo ese trabajo. La rutina seguida en el estudio de métodos como es la investigación, las técnicas y la actitud adecuada para un estudio de métodos se aplica de igual forma en el estudio de tiempos [15].

2.2.3.2 Importancia del estudio de tiempos

Lo más importante de este estudio es detectar tiempos innecesarios. El estudio de tiempos es una ayuda al estudio de movimientos. La prueba de un método mejorado es validada mediante una reducción del tiempo. Mide el trabajo necesario para elaborar un producto y este estudio se justifica por ser una de las bases para el pago de salarios. Su objetivo principal es determinar el tiempo estándar para una actividad, es decir el tiempo que requiere un operador calificado para realizar una operación empleando un método específico y trabajando a un ritmo de trabajo normal [15].

2.2.3.3 Equipos para el estudio de tiempos

Los equipos más importantes que se deberían considerar para realizar un estudio de tiempos son [12]:

- Un cronómetro.
- Un tablero de estudio de tiempos.
- Formularios de Estudio de Tiempos.
- Una Calculadora de bolsillo.
- Un equipo de videgrabación.

2.2.3.3.1 Cronometro

La oficina del trabajo recomienda para efectos del estudio de tiempos 2 tipos de cronómetros.

- **El mecánico:** Que a su vez puede subdividirse en ordinario, vuelta a cero y el cronometro de registro tradicional de segundos.

- **El electrónico:** Que a su vez puede subdividirse en el que se utiliza solo y el que se encuentra en un instrumento para registrar.

Se consideran dos métodos para el cronómetro mecánico. Una de las desventajas del método de regreso a cero, que implementa el tiempo de cada actividad restableciéndola a cero, es que no captura los retrasos, la confusión y los errores que pueden ocurrir como resultado del tiempo. Por otro lado, el método continuo proporciona un registro completo de todas las observaciones durante el estudio, pero requiere más trabajo, ya que es necesario establecer puntos de corte para los cálculos posteriores [10].

2.2.3.3.2 Tablero de estudio de tiempos

Cuando se usa un cronómetro, los analistas encuentran conveniente tener un tablero adecuado para sostener el estudio de tiempos y el cronómetro. El tablero debe ser ligero, de manera que no se canse el brazo, ser fuerte y suficientemente duro para proporcionar el apoyo necesario. El tablero debe tener contactos para el brazo y el cuerpo con el propósito de que el ajuste sea cómodo y resulte fácil escribir mientras se sostiene.

2.2.3.3.3 Formulario de Estudio de Tiempos

Registro físico para registrar la información, adaptados acorde a la necesidad del evaluador y de los datos requeridos para el estudio.

Todos los detalles del estudio se registran en una forma de estudio de tiempos. La operación en estudio se identifica mediante información como nombre y número del operario, descripción y número de la operación, nombre y número de la máquina, herramientas especiales usadas y sus números respectivos, el departamento donde se realiza la operación y las condiciones de trabajo prevalecientes. Es mejor proporcionar demasiada información concerniente al trabajo estudiado que tener muy poca como se muestra en la figura 2.4.


				ESTUDIO DE TIEMPOS: CICLO CORTO										
				Departamento:				Estudio Nº						
				Hoja Nº		De								
Operación:				Comienzo:										
				Final:										
Estudio Nº:		Instalación:		Tiempo trans.										
Herramientas y calibradores:				Operario:										
				Ficha Nº:										
Método actual:		Piezas / Unidad		Observado por:										
Producto:		Número:		Fecha:										
Plano Nº:		Material:		Aprobado por:										
Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total TO	Media TO	V	TB
V = Valoración / T.O = Tiempo Observado / T.B = Tiempo básico														

Figura 2.4: Modelo de Formulario de estudio de tiempos [16].

2.2.3.3.4 Equipo de videgrabación

Permite grabar los detalles del procedimiento, que es un elemento muy básico, describiendo la duración de la actividad dentro del estudio de tiempos, y por tanto, utilizando herramientas que les permitan documentar el proceso a través de un video clip, contribuyendo a un análisis detallado. de la investigación realizada en esta área de estudio, confirmando o ayudando a identificar detalles que no eran perceptibles en el momento del estudio y generando información confiable para resultados efectivos.

2.2.3.3.5 Calculadora

Herramienta que permite realizar cálculos de manera rápida, exacta y efectiva.

2.2.4 Procedimiento para realizar el estudio de tiempos y formulario

2.2.4.1 Seleccionar el trabajo a estudiar

Se debe elegir el área o las áreas de trabajo donde se va a realizar el estudio de tiempos.

2.2.4.2 Seleccionar al trabajador

El analista debe seleccionar dos o tres empleados, por lo que debe tener en cuenta que el empleado seleccionado debe tener antigüedad en su puesto de trabajo y se encuentre bien capacitado.

2.2.4.3 Recabar información sobre el trabajo

Se necesita saber qué procesos se realizan en esta área de trabajo, por lo que los diagramas realizados anteriormente le serán de gran utilidad.

2.2.5 Inicio del estudio de tiempos

Una vez que se cuente con todas las herramientas y la información necesaria se puede empezar a realizar el estudio con un cierto número de observaciones. El realizar el estudio incluye la identificación del tiempo promedio, la valoración del ritmo de trabajo, tiempo básico, tiempo total, los tiempos por suplementos y el tiempo estándar.

2.2.5.1 Tipos de métodos para el estudio de tiempos

Existen dos métodos de operar un cronómetro durante un estudio de tiempos.

- 1) Lectura acumulada o continua (también conocida como toma de tiempo dividido).
- 2) Lectura con regreso a cero.

Tabla 2.3: Comparación de métodos de estudios de tiempos [12].

Acumulado	Con regreso a Cero
Ventajas: <ul style="list-style-type: none">• Fácil de enseñar.• Brinda tiempo de rendimiento total preciso.• Empleados más confiados porque se incluyen todos los elementos.	Ventajas: <ul style="list-style-type: none">• Bueno para ciclos irregulares.• No obstaculizado por retrasos.• Ahorra resta en los cálculos.• Variaciones evidentes en tiempos de elementos.

<p>Desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Variaciones del operario se confunden. • Elementos irregulares se confunden. • Retrasos se confunden. • Más cálculos, pues se necesita restar para obtener el tiempo de cada elemento. • Variaciones en tiempo de elementos no evidentes durante el estudio. 	<p>Desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Más abierto al error humano. • Operarios y supervisores confían menos en la inclusión de todos los elementos. • Operarios y supervisores más acostumbrados a comparar tiempos de ciclos que tiempos de elementos.
---	--

2.2.5.2 Cálculo para el número de observaciones

El tamaño de la muestra o cálculo de número de observaciones es un proceso vital en la etapa del cronometraje dado que de este depende en gran medida el nivel de confianza del estudio de tiempos. Este proceso tiene como objetivo determinar el valor del promedio representativo para cada proceso.

El método estadístico establece que hay que efectuar un cierto número de observaciones preliminares (n') y luego se aplicará la ecuación (2.1) para obtener un nivel de confianza de 95 % con un margen de error de $\pm 5\%$ [10].

Fórmula del método estadístico.

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\sum x - \sum(x)^2}}{\sum x} \right)^2 \quad (2.1)$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra que deseamos calcular (número de observaciones).

n' = Numero de observaciones del estudio preliminar.

Σ = Suma de los valores.

x = Valor de las observaciones.

40 = Constante para un nivel de confianza de 95%.

2.2.5.3 Valoración del ritmo

La valoración del ritmo de trabajo se lo define como:

La valoración del ritmo de trabajo es la justipreciación por correlación con el concepto que se tiene de lo que es el ritmo estándar [10].

Esto significa comparar el ritmo real del trabajador con cierta idea que tenga el especialista de lo que debería ser el ritmo estándar; esta idea se debe formar mentalmente al apreciar cómo trabajan de manera natural los trabajadores calificados cuando utilizan el método de ejecución en el que se basa el estudio de tiempos.

2.2.5.3.1 Método de nivelación

Este método de valoración considera cuatro (4) factores: **habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.**

La habilidad se define como el aprovechamiento al seguir un método dado, el observador debe de evaluar y calificar dentro de seis (6) clases la habilidad desplegada por el operario: habilísimo, excelente, bueno, medio, regular y malo. Luego, esta clasificación de la habilidad se traduce a su equivalencia porcentual, que va de 15% a -22%.

El esfuerzo se define como una demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia. El esfuerzo es representativo de la velocidad con que se aplica la habilidad y es normalmente controlada en un alto grado por el operario.

Las condiciones son aquellas condiciones (temperatura, ventilación, alumbrado, ruido) que afectan solo al operador y no a la operación.

La consistencia es el grado de variación en los tiempos transcurridos, mínimos y máximos, en relación con la media, juzgado con arreglo a la naturaleza de las operaciones y a la habilidad y esfuerzo del operador. Es sumamente importante considerar que una vez un elemento como la

iluminación afecte un factor como las condiciones, se deberá descartar de considerarse en la determinación de los suplementos, el cual se presenta en la Tabla 2.4.

Tabla 2.4: Métodos para la valoración del ritmo de trabajo [10].

HABILIDAD		ESFUERZO		CONDICIONES	
+0.15	A1	+0.15	A1	+0.06	A – Ideales
+0.13	A2 – Habilísimo	+0.13	A2 – Habilísimo	+0.04	B – Excelentes
+0.11	B1	+0.11	B1	+0.02	C – Buenas
+0.08	B2 – Excelente	+0.08	B2 – Excelente	+0.00	D – Promedio
+0.06	C1	+0.06	C1	-0.03	E – Regulares
+0.03	C2 – Bueno	+0.03	C2 – Bueno	-0.07	F – Malas
+0.00	D – Promedio	+0.00	D – Promedio	CONSISTENCIA	
-0.05	E1	-0.05	E1	+0.04	A – Perfecto
-0.10	E2 - Regular	-0.10	E2 - Regular	+0.03	B – Excelente
-0.15	F1	-0.15	F1	+0.01	C – Buena
-0.22	F2 – Deficiente	-0.22	F2 – Deficiente	+0.00	D – Promedio
				-0.02	E – Regular
				-0.04	F – Deficiente

2.2.5.4 Tiempo promedio

Este se obtiene de la sumatoria de los tiempos cronometrados de una misma actividad dividida para la muestra total al ritmo tipo como se representa en la ecuación (2.2).

$$T_e = \frac{\sum Xi}{LC} \quad (2.2)$$

Donde:

X_i = Sumatoria de todas las lecturas.

LC = Lecturas Consistentes.

2.2.5.5 Tiempo normal o básico

Es el tiempo que ocupa un trabajador en ejecutar una actividad a un determinado ritmo de trabajo observado por el analista con relación al ritmo tipo como se representa en la ecuación (2.3).

$$Tn = Te * \frac{V}{Vt} \quad (2.3)$$

Donde:

Tn = Tiempo Normal o básico.

Te = Tiempo Promedio.

V = Valoración del ritmo observado.

Vt = Valoración del ritmo tipo.

2.2.5.6 Tiempo concedido elemental (suplementos)

Ningún operador puede mantener un ritmo estándar cada minuto dentro de una jornada laboral. Pueden ocurrir tres tipos de interrupciones, para las cuales se deben asignar horas extraordinarias [12].

- El primero es la interferencia personal, como ir al baño y beber agua.
- El segundo es la fatiga.
- En tercer lugar, existen retrasos inevitables, como herramientas rotas, interrupciones, cambio de herramientas y materiales, a la cual se debe agregar una holgura.

2.2.5.6.1 Suplementos por descanso

El conjunto de los suplementos por descanso se conforma por los suplementos fijos y variables y se define como. Suplemento por descanso se agregan al tiempo básico para permitir que el empleado se recupere de los efectos fisiológicos y psicológicos de realizar ciertas tareas bajo ciertas condiciones y para satisfacer sus necesidades personales. La cantidad depende del tipo de trabajo [10].

Los porcentajes de cada suplemento acorde al género del trabajador y poder realizar los cálculos se presentan en la Figura 2.5.

SUPLEMENTOS CONSTANTES			SUPLEMENTOS VARIABLES		
	HOMBRE	MUJER		HOMBRE	MUJER
Necesidades personales	5	7	e) Condiciones atmosféricas		
Básico por fatiga	4	4	Índice de enfriamiento, termómetro de KATA (milicalorías/cm2/segundo)		
SUPLEMENTOS VARIABLES					
a) Trabajo de pie			16		0
Trabajo se realiza sentado(a)	0	0	14		0
Trabajo se realiza de pie	2	4	12		0
b) Postura normal			10		3
Ligeramente incómoda	0	1	8		10
Incómoda (inclinación del cuerpo)	2	3	6		21
Muy incómoda (Cuerpo estirado)	7	7	5		31
			4		45
			3		64
			2		100
c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)			f) Tensión visual		
Peso levantado por kilogramo			Trabajos de cierta precisión	0	0
2,5	0	1	Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
5	1	2	Trabajos de gran precisión	5	5
7,5	2	3	g) Ruido		
10	3	4	Sonido continuo	0	0
12,5	4	6	Sonidos intermitentes y fuertes	2	2
15	5	8	Sonidos intermitentes y muy fuertes	5	5
17,5	7	10	Sonidos estridentes	7	7
20	9	13	h) Tensión mental		
22,5	11	16	Proceso algo complejo	1	1
25	13	20 (máx)	Proceso complejo o de atención dividida	4	4
30	17		Proceso muy complejo	8	8
33,5	22		i) Monotonía mental		
d) Iluminación			Trabajo monótono	0	0
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Trabajo bastante monótono	1	1
Bastante por debajo	2	2	Trabajo muy monótono	4	4
Absolutamente insuficiente	5	5	j) Monotonía física		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo aburrido	2	2
			Trabajo muy aburrido	5	5

Figura 2.5: Sistema de suplementos por descanso [16].

Para la obtención de este resultado se procede a multiplicar el tiempo normal por la suma entre 1 y más los suplementos. Su cálculo se efectúa mediante la ecuación (2.4).

$$Tt: Tn * (1 + Suplementos) \quad (2.4)$$

Donde:

Tt= Tiempo concedido elemental.

Tn= Tiempo Normal

2.2.5.7 Tiempo estándar

El tiempo estándar se obtiene del sumatorio total de todos tiempos concedidos para cada actividad que es parte de la operación, de esta forma se obtiene el tiempo estándar por operación [12]. Su cálculo se lo efectúa mediante la ecuación (2.5).

$$\Sigma T_{ct} = \text{Tiempo Estandar} \quad (2.5)$$

2.2.6 Mejoramiento de la producción

2.2.6.1 Que es producción

La producción es un proceso que conduce a la producción o desarrollo de un producto que satisface una necesidad. Cuando hablamos de producción industrial el enfoque está en el conocimiento del proceso, que a su vez sigue una serie de pasos, métodos de transformación de materias primas con la ayuda de máquinas y mano de obra calificada [17].

2.2.6.1.1 Línea de producción

Es una distribución de áreas de trabajo donde las operaciones consecutivas están colocadas inmediatamente y mutuamente adyacentes, donde el material se mueve a un ritmo uniforme a través de una serie de operaciones equilibradas que permite la actividad de todos los puntos, moviéndose el producto hacia el fin de su elaboración.

2.2.6.1.2 Su clasificación

La línea de producción se clasifica en dos partes que se detalla a continuación:

- La línea de Fabricación construye componentes, tales como llantas, cervezas, botellas, etc.
- La línea de ensamble junta las partes fabricadas en una serie de estaciones de trabajo, como línea de ensamble de un carro.

2.2.6.2 Tipos de producción

Dentro de una industria se debe identificar los principales tipos de producción que lo realizan en una empresa dependiendo el proceso que lo realice o elabore, desde el ingreso de la materia prima hasta el producto terminado. A continuación, se lo describe los tipos de producción que pueden existir en una empresa industrial:

2.2.6.2.1 Producción bajo pedido

La empresa que trabaja con este tipo de producción de bienes o servicios solo cuando el cliente lo solicita, con requerimientos específicos, además requiere mucha mano de obra y se trata principalmente de bienes especializados.

2.2.6.2.2 Producción por lotes

Las empresas que producen por lotes trabajan con un sistema de producción en el que se produce un número limitado de productos con características idénticas. La producción por lotes también se produce varios productos idénticos en una cantidad limitada. Requiere utilizar una plantilla o modelo y eso permite reducir el tiempo de fabricación.

2.2.6.2.3 Producción en masa

Las empresas que trabajan con este sistema de producción fabrican unidades idénticas del mismo producto se producen en grandes cantidades. Gracias a su línea de producción automatizada lograr mayores volúmenes de producción sin aumentar el número de trabajadores el establecimiento de un sistema de este tipo requiere una demanda alta y frecuente de productos básicos.

Para implementar un sistema de este tipo se necesita una demanda alta y frecuente de la mercancía. De lo contrario, quedaría stock sin vender.

2.2.6.2.4 Producción de flujo continuo

Este proceso industrial se mantiene activo las 24 horas del día divididos 3 jornadas de trabajo. La producción continua es una forma de organizar el flujo de materiales dentro de una empresa que incluye dicho flujo como continuo, sin pausa y sin ningún tipo de transición entre procesos, actividades determinadas u otras actividades. Para implementar este tipo de proceso, se necesita una demanda continua [18].

2.2.6.3 Capacidad de producción

La capacidad de producción es el número de unidades a producir mediante un determinado tiempo, su cálculo se efectúa mediante la ecuación (2.6) [19].

$$CP = \frac{1}{TS} \quad (2.6)$$

Donde:

CP= Capacidad de producción.

TS= Tiempo estándar

2.2.6.4 Que es productividad

La productividad está relacionada con la mejora del proceso de producción. Mejora significa una comparación favorable entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de bienes y servicios producidos. Así, la productividad es un indicador que lo producido por un sistema (salida o producto) y los recursos utilizados para producirlo (entradas o insumo) [20].

La única manera de que una empresa o negocio crezca y aumente sus ganancias es aumentando la productividad. La mejora de la productividad se refiere al aumento de la cantidad de producción por cada hora de trabajo invertida. Su cálculo se efectúa mediante la ecuación (2.7).

$$\text{Producción Mensual} = CP * \# \text{ días laborables} \quad (2.7)$$

Donde:

CP= Capacidad de producción.

#= Número de días laborales.

La producción determina la capacidad del sistema para producir los productos requeridos y al mismo tiempo evalúa el grado en que el sistema utiliza los recursos utilizados, es decir, el valor agregado. Tiene dos aspectos para incrementarlo:

- Producir cosas que el mercado (clientes) necesite.
- Hacerlo con el menor consumo de recursos.

“La productividad no es una medida en cantidad de la producción, sino la eficiencia del proceso productivo” [8].

2.2.6.4.1 Importancia de la productividad

Dentro de la productividad es importante la innovación porque impacta la creación de productos, servicios y procesos que generan cambios internos, mejorando la calidad del servicio al cliente para desarrollar y crear ventajas competitivas ante los demás. También dentro de una empresa se trata de poder aprovechar todos los elementos disponibles para lograr grandes resultados [21].

2.2.6.4.2 Factores que afectan la productividad

Tabla 2.5: Factores que afectan la productividad.

FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD	
Internos.	Disponibilidad de materiales o materias primas
Externos (Terrenos y edificios)	Mano de obra calificada.
Materiales.	Políticas estatales relativas a tributación y aranceles.
Energía.	Infraestructura existente.
Máquinas y equipo.	Disponibilidad de capital e interés.
Recurso humano.	Reglamentación del Gobierno.
Medidas de ajuste aplicadas	Vida de la planta y el equipo.
Inversión.	Costos de Energía.
Razón Capital / Trabajo.	Mezcla de la Fuerza de Trabajo.
Investigación y Desarrollo.	Ética del Trabajo.
Utilización de la Capacidad	Influencia Sindical.

2.2.6.5 Incremento de la productividad (Δt)

Incremento de productividad o aumento de productividad es tan importante porque permite mejorar la calidad de vida de una sociedad, repercutiendo en los sueldos y la rentabilidad de los proyectos, lo que a su vez permite aumentar la inversión y el empleo. Su cálculo se efectúa mediante la ecuación (2.8).

$$\Delta t = \frac{p2 - p1}{p1} * 100\% \quad (2.8)$$

Donde:

P2= Productividad en el periodo 2.

P1= Productividad en el periodo 1.

Δt = Incremento de la productividad.

Además, esta diferencia de incrementos de productividad (Δt) puede ser positivo o negativo [22].

3. METODOLOGÍA

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 Investigación descriptiva

Esta investigación como su nombre lo dice describe los procedimientos, procesos y subprocesos, hace referencia de todas las actividades que se generan dentro del proceso productivo de las poleas de aluminio, nos ayudara a proporcionar mayor información conociendo así el estado inicial de la empresa Fundymec, su volumen de producción de las diferentes medidas que posee la organización, lo cual permitirá identificar las actividades más decisivas dentro proceso productivo, así analizar con profundidad todos los procesos involucrados a través de herramientas de diagnóstico, con el fin de optimizar los tiempos innecesarios del proceso de producción y aumentar la productividad.

3.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

En la presente investigación se utilizará el método inductivo por ser un trabajo específico de una organización, ya que permite determinar las características y propiedades de cada proceso y sus subprocesos, las operaciones que realizan las personas en la línea de producción de poleas de aluminio de la empresa FUNDYMEC, este método ayudará a determinar si el proceso de fabricación realizado en el marco de este proyecto es el apropiado y por lo tanto se puede realizar el análisis de los resultados, cumpliendo con nuestros objetivos planteados para el mejoramiento y su incremento de la productividad.

3.2.1 Modalidades de investigación

En el presente trabajo de titulación está enfocado a la investigación cuantitativa, consiste en recolectar datos, información y comprender, analizar el problema sobre la situación inicial de la organización, a través del método de trabajo, se realizó del estudio de tiempos de cada actividad en el proceso de fabricación de poleas de aluminio, permitiendo conocer el tiempo requerido para cada operación y así optimizar el tiempo de producción de cada proceso y subproceso, contribuyendo al aumento de la productividad.

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

3.3.1 Técnicas

3.3.1.1 Observación

En esta técnica se aplicará la observación directa y cuidadosa de fenómenos, eventos o casos, para obtener información y registrarla con el fin de obtener información necesaria para su posterior análisis.

Esta técnica es aplicable dentro de este proyecto porque está relacionada directamente con la observación, por lo que se debe observar y analizar cada operación del proceso y subprocesos productivos que se llevarán a cabo en la elaboración de poleas de aluminio, a través de mediciones esto permite realizar el cálculo del tiempo necesario para cada operación, con ella a través de un análisis para sugerir mejoras en el proceso de fabricación de las poleas de aluminio.

3.3.1.2 Investigación de campo

En este proyecto de investigación es necesario cumplir con el objetivo planteado, la investigación realizada es directamente en la organización FUNDYMEC, esta técnica nos ayudó a recopilar datos reales en la línea de producción de poleas de aluminio con los que se ha venido manejando hasta el momento desde la recepción de materia prima hasta obtener el producto terminado, detectando inconsistencias en cada proceso que provocan retrasos en el proceso productivo.

3.3.1.3 Regresión a cero.

Esta técnica se lo realiza mediante la medición de un cronometro del tiempo necesario que se invierte para realizar una determinada tarea, o el tiempo que dura un proceso.

Usando esta técnica de regreso a cero, se registrará directamente el tiempo requerido para cada proceso de producción de la polea de aluminio con esta técnica se registrará de manera directa los tiempos necesarios de cada sub proceso de producción de las poleas de aluminio, utilizando

la técnica de medición de regreso a cero se toma el tiempo de una tarea específica para volver a cero el cronometro y tomar nuevamente el tiempo necesario de la siguiente tarea, con el fin de determinar el tiempo utilizado para cada operación.

3.3.2 Instrumentos

Con las herramientas de investigación que se presentan a continuación, es posible registrar datos observados para procesar la información y sacar conclusiones satisfactorias dentro de este proyecto, reduciendo así el tiempo requerido para cada subproceso de fabricación poleas de aluminio a continuación, se presenta los instrumentos necesarios que se utilizaron en nuestro trabajo.

- Software Excel.
- Software Word.
- Software Visio.
- Software AutoCAD.
- Diagrama de Flujo de procesos.
- Simbología de la normativa ANSI.
- Cursogramas Analíticos.
- Tablero para el formulario
- Formularios de Estudio de Tiempos.
- Cronometro.
- Tablas de valoración del ritmo de trabajo,
- Tablas de suplementos por descanso.
- Calculadora.

4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 Resultados obtenidos en base al primer objetivo

1. Realizar un diagnóstico de las actividades que compone la línea de producción de las poleas de aluminio en la empresa Fundymec, a través de diagramas de flujo de procesos y cursogramas analíticos para conocer el estado actual de la empresa.

La empresa

Desde el año 2011 que fue fundada FUNDYMEC “fundición y mecanizado” se ha dedicado a fabricar piezas de aluminio que son de trascendental utilidad para el desarrollo industrial y otras aplicaciones. La empresa FUNDYMEC actualmente fabrica rejillas para baño en sus diversas dimensiones, poleas de transmisión de aluminio de diferentes medidas y aplicaciones.

Esta organización tiene como mercados actualmente la mayor parte de la zona centro del país y parte de la costa ecuatoriana con sus productos actuales, lo cual quiere decir que nuestros productos tienen gran aceptación dentro del mercado.

Misión

Elaboramos nuestros productos con el mejor aluminio posible, practicando la mejora continua y la innovación para consolidar nuestra presencia en el mercado nacional.

Visión

Ser una entidad manufacturera de primera clase que produce productos en sus diferentes dimensiones y servicios de calidad, enfocada a satisfacer las necesidades de nuestros clientes.

4.1.1 Identificación del proceso productivo

Esta organización llamada FUNDYMEC. Dedicada a la fabricación de poleas de aluminio, tiene posibles problemas que se pretenden arreglar mediante alternativas para optimizar sus procesos

productivos. El primer pasó es identificar el proceso y los sub procesos que se encuentran involucrados en el área de producción, a continuación:

- Transporte de Materia Prima.
- Fundición.
- Colada.
- Mecanizado.
- Perforado y Roscado.
- Pintura.
- Almacenamiento y embalado.

4.1.1.1 Organigrama de la Empresa

Mediante el organigrama general presentado de la empresa FUNDYMEC en la Figura 4.1 se puede determinar el rango y el nivel de responsabilidad de cada uno de los cargos que ocupan en la organización.

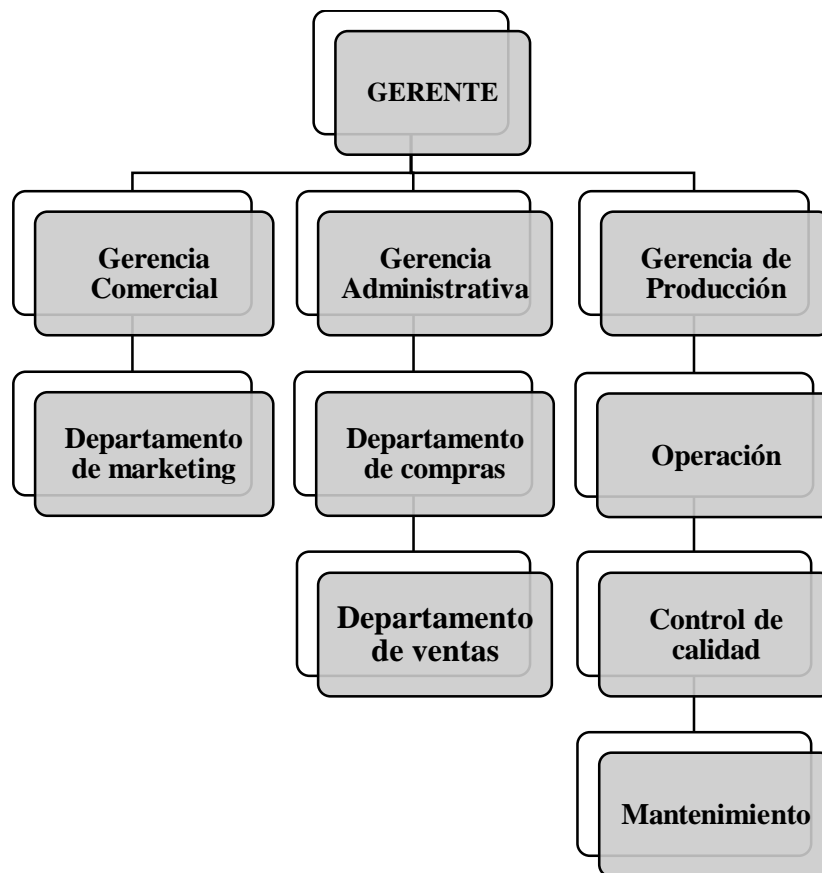


Figura 4.1: Organigrama de la empresa FUNDYMEC.

4.1.1.2 Poleas producidas en la empresa

FUNDYMEC, es una empresa que se dedica exclusivamente a la producción de artículos aluminio en sus diversas presentaciones. A continuación, se detallan todas las poleas elaboradas en esta planta que son las siguientes:

- Poleas en banda A desde 2 pulg. hasta 20 pulg. en uno y dos canales.

4.1.1.3 Poleas de mayor demanda

Sé realizo un breve análisis de todos los productos que se elaboran en esta fábrica y se determinó, que los dos productos que tiene mayor demanda dentro del mercado nacional son: las poleas de 2 pulgadas. con dos canales de banda A, y las poleas de 4 pulgadas con un canal de banda A, los mismos que nos servirá como objeto de nuestro estudio. Estos productos son los que generan mayor utilidad para la empresa y conforme mientras crezca la población la demanda crecerá de igual manera.

4.1.1.3.1 Historial de las poleas de mayor demanda

Mediante la visita insitu a la planta se observó la distribución física y se registró el proceso de producción que se lleva a cabo para la elaboración de diferentes productos que ofrece, logrando identificar el flujo que sigue el proceso de fabricación de poleas de aluminio. La empresa elabora 36 productos en diferentes medidas, aunque la mayoría sigue un flujo similar, las ultimas ventas son aquellas poleas que dan una presentación de la polea, debido a ello con el fin de enfocarnos en la investigación, para selección de los productos a estudiar, se tomó el histórico de ventas del mes de mayo como se puede visualizar en la tabla 4.1 y se seleccionaron los productos que tiene mayor presentación en las ventas de acuerdo a la información interna proporcionada. Para que el estudio y los resultados tengan mayor beneficio en la empresa.

La empresa Fundymec dedicada a la fundición y elaboración de poleas de aluminio dentro del mercado competitivo durante las ventas del mes de mayo en su línea de poleas de aluminio se ve una gran demanda en la polea de diámetro de 2 pulgadas con dos canales de banda A y la de 4 pulgadas con un canal de banda A, de las ventas que hasta el momento tiene la empresa. Este

método fue seleccionado debido al tipo de producción que maneja la empresa que es bajo pedido.

Los resultados de aquí en adelante presentaran el proceso de fabricación mediante el estudio la puesta y mejora se centran en los productos mencionados en el párrafo anterior. Para la elaboración de los productos se cumplen actividades constantes, repetitivos, mecánicas y dominantes estas actividades son necesarias para la fabricación de todos los productos sin embargo de los sub procesos que redactarán a continuación únicamente las actividades que realicen los trabajadores serán tomadas para la presente investigación

Tabla 4.1: Datos históricos de ventas del mes de mayo del año 2022.

HISTORIAL DE VENTAS DE POLEAS DE ALUMINIO				
VENTAS DEL MES DE JULIO POLEAS DE BANDA A				
N°-	PRODUCTO	CATEGORIA	CANTIDAD DE VENTAS	PORCENTAJE
1	Polea de 2x1	Polea tipo A	63	6.53%
2	Polea de 2x2	Polea tipo A	74	7.67%
3	Polea de 3x1	Polea tipo A	57	5.91%
4	Polea de 3x2	Polea tipo A	66	6.84%
5	Polea de 4x1	Polea tipo A	82	8.50%
6	Polea de 4x2	Polea tipo A	56	5.80%
7	Polea de 4x4	Polea tipo A	49	5.08%
8	Polea de 5x1	Polea tipo A	47	4.87%
9	Polea de 5x2	Polea tipo A	51	5.28%
10	Polea de 6x1	Polea tipo A	28	2.90%
11	Polea de 6x2	Polea tipo A	27	2.80%
12	Polea de 7x1	Polea tipo A	19	1.97%
13	Polea de 7x2	Polea tipo A	19	1.97%
14	Polea de 8x1	Polea tipo A	19	1.97%
15	Polea de 8x2	Polea tipo A	17	1.76%
16	Polea de 11x1	Polea tipo A	17	1.76%
17	Polea de 11x2	Polea tipo A	17	1.76%
18	Polea de 12x1	Polea tipo A	18	1.87%
19	Polea de 12x3	Polea tipo A	18	1.87%
20	Polea de 13x1	Polea tipo A	18	1.87%
21	Polea de 13x2	Polea tipo A	17	1.76%
22	Polea de 14x1	Polea tipo A	15	1.55%
23	Polea de 14x2	Polea tipo A	16	1.66%
24	Polea de 15x1	Polea tipo A	16	1.66%
25	Polea de 15x2	Polea tipo A	18	1.87%
26	Polea de 16x1	Polea tipo A	16	1.66%

27	Polea de 16x2	Polea tipo A	19	1.97%
28	Polea de 16x4	Polea tipo A	19	1.97%
29	Polea de 18x1	Polea tipo A	18	1.87%
30	Polea de 18x2	Polea tipo A	18	1.87%
31	Polea de 20x1	Polea tipo A	15	1.55%
32	Polea de 20x2	Polea tipo A	16	1.66%
Suma total			995	100%

4.1.2 Descripción de las actividades en el área de producción

4.1.2.1 Materia prima

En el área de materia prima en la empresa “FUNDYMEC” en la línea de producción para la elaboración de poleas son los lingotes de aluminio de 5 kg, estos lingotes se obtienen de la recuperación de chatarra de aluminio esta materia prima se compra a los centros de acopio de la provincia de Cotopaxi o provincia de pichincha. También se reutilizan residuos de mecanizados y fundiciones de un proceso ya realizado como se muestra en la figura 4.2.



Figura 4.2 Materia Prima utilizada.

La materia prima se procede a transportar los lingotes de aluminio al área de fundición y se los colocamos en el horno para su fusión como se muestra en la figura 4.3.



Figura 4.3 Transporte utilizado para transportar la materia prima.

La fabricación de este producto para su estudio se realiza de la misma forma hasta que el lingote (aluminio) se disuelve y el líquido está listo para comenzar a colar.

4.1.2.2 Fundición

En la área de fundición se procede a preparar el horno para fundir o diluir la chatarra recolectada, el horno de fundición debe estar a unas temperaturas entre 660°C - 680°C lo cual está conectado a un panel de control, este proceso se realiza en un horno el cual tiene un diámetro de 610mm y una altura de 710mm, la fundición del aluminio aquí también la fundición se realiza una combinación de diferentes materiales clasificados ciertas proporciones de estos materiales pueden ser hierro para que el material sea más fuerte se obtiene un líquido que sea óptimo, para complementar este proceso, con un sistema de ventilador para una buena inyección de combustible como se muestra en la figura 4.4.



Figura 4.4 Horno Utilizado.

También en este proceso cuando se funde el aluminio se forma una escoria, se eliminan o limpian todas las impurezas que quedan en la parte superior de la colada y las que quedan en la parte interior del líquido, tales como: escorias, materiales sin fundir como el acero entre otros de sus materiales.

En este proceso de producción lo realizan dos personas capacitadas en esta actividad, una persona se encarga de quitar las impurezas del horno y una persona se encarga de separar las impurezas o escorias del aluminio recalentado y las escorias que quedan en el fondo.

4.1.2.3 Colada

Para continuar con el proceso productivo en el área de colada se procede a colar y calentar el molde estos moldes para la fundición de poleas se componen de dos partes hembra y macho, se calienta estos moldes para que el proceso de fundición no se acumule el líquido en el molde y sea fácil el colado y sean fácil de retirar sus moldes. Cuando los moldes ya están calientes se procede a llevar a la mesa de trabajo para pasa un cepillo de esta forma eliminar cualquier obstáculo o impureza que dificulte el montaje del molde, es decir, el molde hembra y macho.

Para finalizar este proceso de fundición se pasa a ensamblado de los moldes de diferentes medidas los operarios que están en este proceso bajan disminuyen la temperatura para no ocasionar quemaduras o algún accidente, una vez equilibrado la temperatura se transporta el líquido en la cuchara para verter, cuando se vierte el líquido se transporta la cuchara al horno, luego se aplana la manzana para evitar que se chupe, esta operación se realiza con la máquina molinillo es hecho especialmente para esto y le quedan unos 60 segundos para desmoldar y retirar la fundición como se puede ver en el gráfico. El proceso es iterativo y se realizan pruebas en cada producto moldeado y se coloca en un recipiente para almacenar y luego ser trasportados hasta el área de mecanizado como se muestra en la figura 4.5.



Figura 4.5: Igalado de la manzana.

4.1.2.4 Mecanizado

En este subproceso de la elaboración de poleas el producto llega desde el área de colada donde ya se funden las poleas este producto se transporta a un torno CNC industrial automatizado para su mecanizado donde primero configura sus medidas exactas y una calibración adecuada se procede a coloca y se centra la polea para de esta forma gira la manzana, para darle forma de un canal o varios, luego se perfora un orificio guía para el eje del motor este proceso esta automatizado que no interviene el operario como se muestra en la figura 4.6.



Figura 4.6: Mecanizado de la manzana, canal y perforado del eje guía.

Su tiempo que demora el mecanizado es de 3 a 4 minutos. Pasado este tiempo se procede a retirar la polea para colocar en un almacenamiento que será transportado hasta el área de taladrado y roscado donde complementan su proceso

4.1.2.5 Perforado y roscado

En este proceso la polea llega del área de mecanizado donde el operario calificado lo recibe desde aquí se transporta la polea a la entenalla donde se realiza su respectiva sujeción para de esta forma el taladrado y roscado para el prisionero y seguidamente en esta área se realiza un control de producto para pulirlo para no tener inconvenientes de cualquier tipo de rebaba o cortantes.

4.1.2.6 Pintura

En este proceso la polea llega al área de pintura o acabado en donde el operario calificado debe estar con su equipo de protección para proceder a pintar la polea lo cual mejorar la presentación ante los clientes y el mercado como se muestra en la figura 4.7.



Figura 4.7 Pintado del producto terminado.

4.1.2.7 Almacenado y embalado

Al finalizar el proceso de fabricación de poleas de aluminio el producto llega desde el área de pintura o acabado para su almacenamiento en donde el producto es clasificado por diferentes

tamaños y medidas luego se procede a embalaje en perchas de diversos productos terminados de esta forma el producto llegue a sus clientes como se muestra en la figura 4.8.



Figura 4.8 Producto terminado.

4.1.3 Layout

Para conocer más detalladamente las estaciones de trabajo que recorre el material y las maquinarias que están inmersos en la elaboración del proceso productivo se procede a elaborar el layout de la empresa, el mismo que se encuentra en el Anexo II.

4.1.4 Diagrama de flujo actual

Para conocer más detalladamente el proceso general de la fabricación de poleas de aluminio, con la información recopilada anteriormente se procede a elaborar el diagrama de flujo general que se presenta a continuación en la Figura 4.9.

4.1.4.1 Diagrama de flujo de los sub procesos actuales

Con la descripción de cada sub proceso se realiza los diagramas de flujo representadas en las Figuras 4.10; 4.11; en donde se representan las actividades de cada uno de los sub procesos que se realizan en el área de producción, mediante símbolos de operación, inspección y control para una mejor visualización del proceso.

Los demás diagramas de los subprocesos se encuentran en el Anexo III, correspondientes a la figura III.1, figura III.2, figura III.3, figura III.4 y figura III.5.

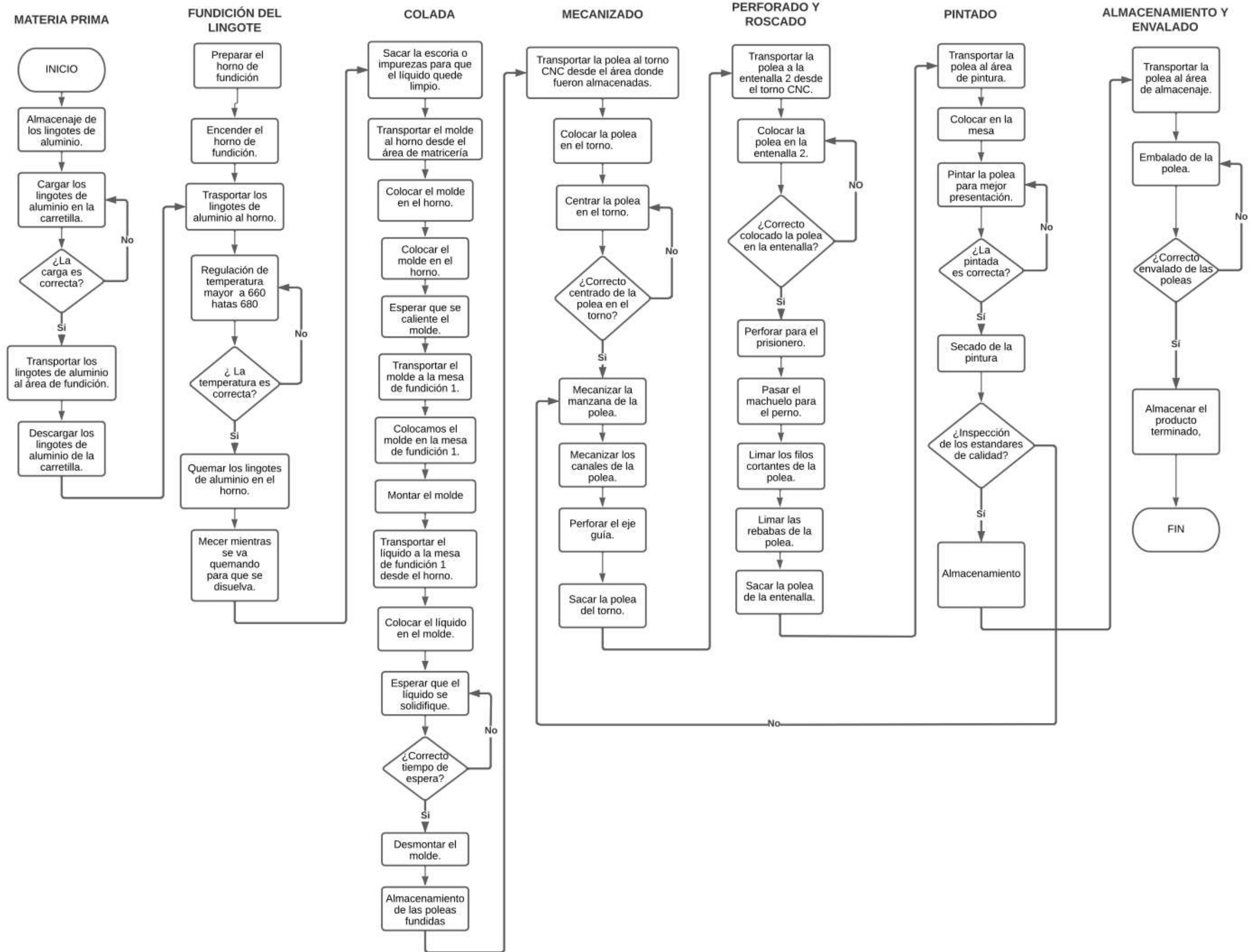


Figura 4.9: Diagrama de flujo del proceso actual.

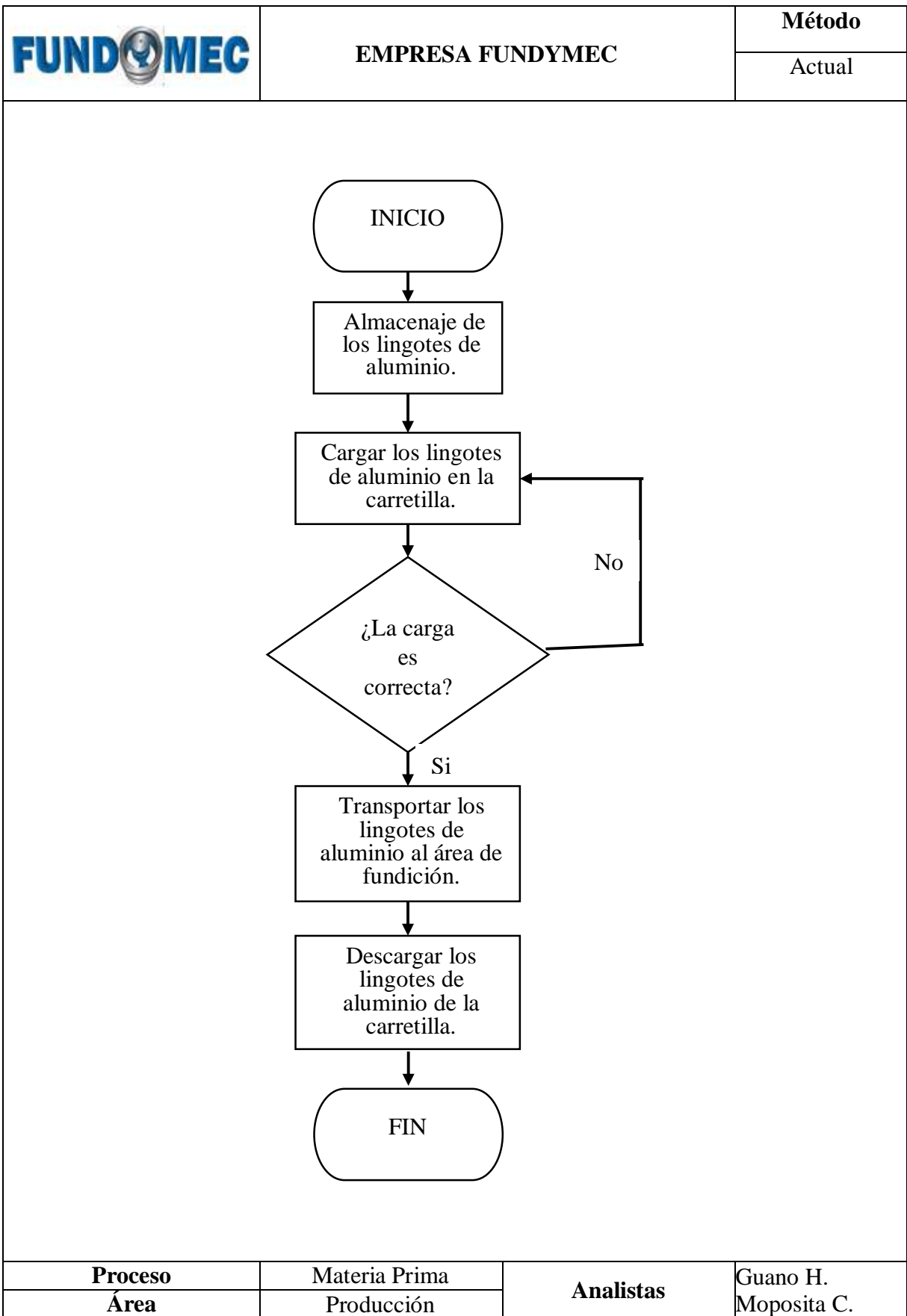


Figura 4.10: Diagrama de flujo del sub proceso de transporte de materia prima.

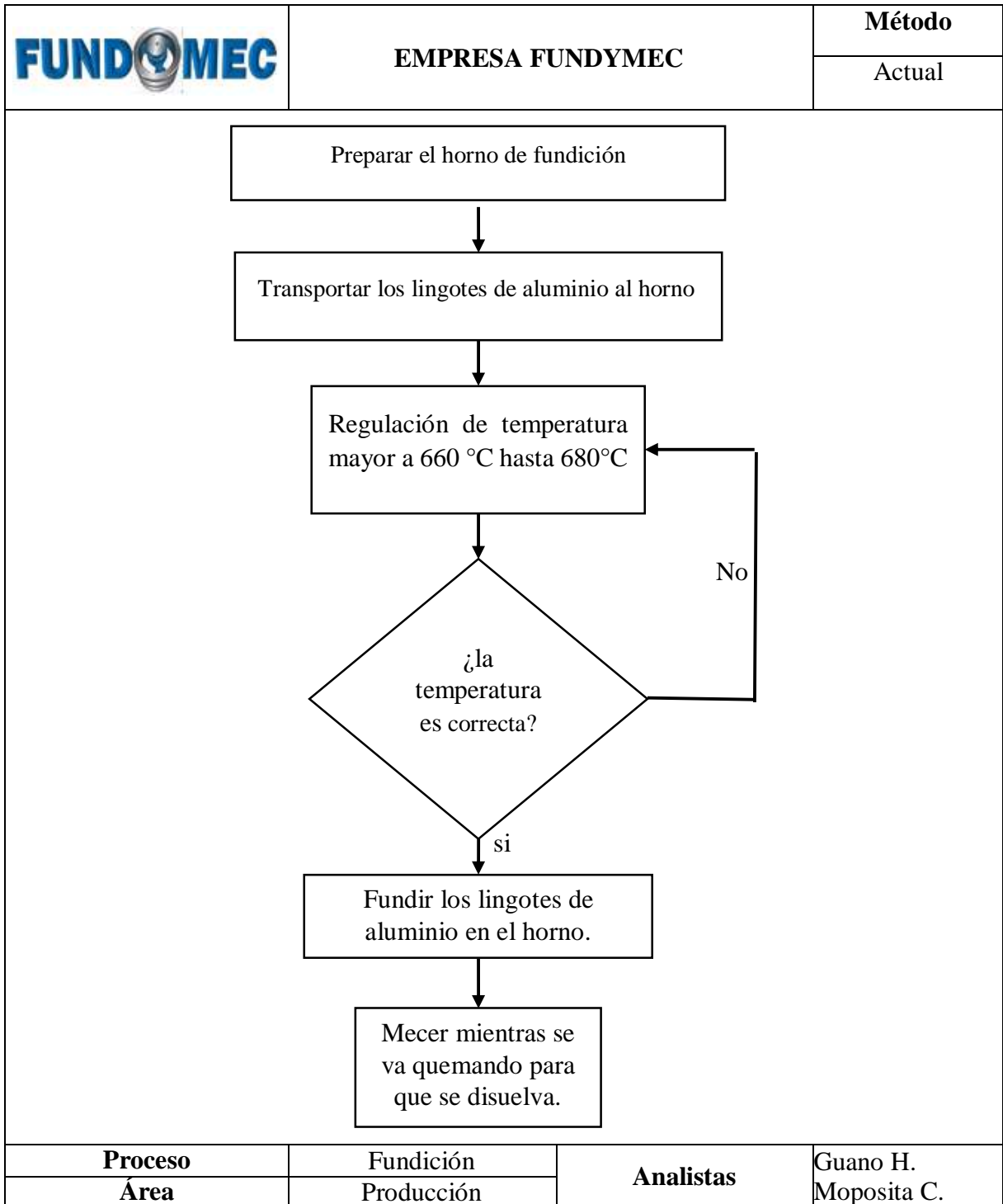


Figura 4.11: Diagrama de flujo del sub proceso de fundición.

4.1.4.2 División de operaciones en elementos del proceso de producción de poleas

Con la descripción de las actividades que se realiza en la empresa, se procede a descomponer en elementos cada una de las operaciones que se encuentran dentro del proceso de producción de las poleas de transmisión de movimiento, como se muestra en la Tabla 4.2.

Tabla 4.3: División de los subprocesos de la producción de poleas de aluminio.







PROCESO DE LA ELABORACION DE POLEAS DE TRANSMISIÓN DE MOVIMIENTO	Operación	Nro.	Descripción de actividades
		1	Cargar los lingotes de aluminio en la carretilla.
		2	Transportar los lingotes de aluminio al área de fundición.
		3	Descargar los lingotes de aluminio de la carretilla.
	Fundición	4	Transportar los lingotes de aluminio al horno.
		5	Quemar los lingotes de aluminio en el horno.
		6	Mecer mientras se va quemando para que se disuelva.
	Colada	7	Transportar el molde al horno desde el área de matricería.
		8	Colocar el molde en el horno.
		9	Esperar que se caliente el molde.
		10	Transportar el molde a la mesa de fundición 1.
		11	Colocamos el molde en la mesa de fundición 1.
		12	Montar el molde.
		13	Transportar el líquido a la mesa de fundición 1 desde el horno.
		14	Colocar el líquido en el molde.
		15	Igualar la manzana
		16	Esperar que el líquido se solidifique.
		17	Desmontar el molde.
		18	Inspeccionar
		19	Colocar las poleas en un recipiente.
		20	Demora hasta terminar la fundición de todas las poleas.
	Mecanizado	21	Transportar la polea al torno CNC desde el área donde fueron almacenadas.
		22	Colocar la polea en el torno.
		23	Centrar la polea en el torno.
		24	Mecanizar la manzana de la polea.
		25	Mecanizar los canales de la polea.
		26	Perforar el eje guía.
		27	Sacar la polea del torno.
		28	Inspeccionar la polea mecanizada.
	Perforado y Roscado	29	Transportar la polea a la entenalla 2 desde el torno CNC.
		30	Colocar la polea en la entenalla 2.
		31	Perforar para el prisionero.
		32	Pasar el machuelo para el perno.
		33	Limar los filos cortantes de la polea.
		34	Limar las rebabas de la polea.
		35	Sacar la polea de la entenalla.
		36	Inspeccionar.
	Pintura	37	Transportar la polea al área de pintura.
		38	Colocar en la mesa.
		39	Pintar la polea.
		40	Inspeccionar.
	Almacenamiento y embalado	41	Transportar la polea al área de almacenaje.
		42	Embalado de la polea.
43		Almacenar el producto terminado,	

4.1.5 Cursograma Analítico Actual

Ante los problemas presentados de la pérdida de tiempos, se elaboró el cursograma analítico general de los subprocesos que pueden ayudar a optimizar el proceso, como se muestra en la Tabla 4.3.

El cursograma analítico de la polea de 4 pulgadas con un canal se encuentra en el Anexo IV.

Tabla 4.3: Cursograma analítico actual de la producción de polea de aluminio de 2 pulgadas con dos canales.

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO										
Hoja N° 01		Diagrama N°: 01		OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO						
Proceso General de la polea de Aluminio					RESUMEN					
Fecha: 08/07/2022.					ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO			
El estudio Inicia:					Operación	26				
Método: Actual X Propuesto ___					Transporte	9				
Producto: Polea de Aluminio 2 pulgadas en dos vias de Banda A.					Espera	3				
Nombre del Operario: Trabajadores que componen el area de producción.					Inspección	4				
Elaborado por: Guano H. y Moposita C.					Almacenamiento	2				
					Total actividades realizadas	44				
					Distancia Total en metros	66,75				
					Tiempo minutos	19,19				
N°	DESCRIPCIÓN	Unidad	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
										
1	Almacenaje de los lingotes de aluminio.			-						
2	Cargar los lingotes de aluminio en la carretilla.			1,99						A mano
3	Transportar los lingotes de aluminio al área de fundición.		13,60	12,67						En carretilla
4	Descargar los lingotes de aluminio de la carretilla.			1,97						A mano
5	Trasportar los lingotes de aluminio al horno.		4,60	5,58						A mano
6	Quemar los lingotes de aluminio en el horno.			17,21						
7	Mecer mientras se va quemando para que se disuelva.			64,75						Con una cuchara
8	Transportar el molde al horno desde el área de matricería.		4,50	11,99						A mano
9	Colocar el molde en el horno.			7,93						
10	Esperar que se caliente el molde.			121,84						
11	Transportar el molde a la mesa de fundición 1.			5,79						
12	Colocamos el molde en la mesa de fundición 1.			4,85						
13	Montar el molde.			10,03						A mano
14	Transportar el líquido a la mesa de fundición 1 desde el horno.		3,60	5,45						Con una cuchara
15	Colocar el líquido en el molde.			7,90						
16	Igualar la manzana			8,89						Con un aplastador
17	Esperar que el líquido se solidifique.			55,11						
18	Desmontar el molde.			9,18						A mano
19	Inspeccionar.			9,98						
20	Colocar las poleas en un recipiente.			3,89						
21	Demora hasta terminar la fundición.			43,43						
22	Transportar las poleas al torno CNC desde el área de colada.		17,30	16,21						Con un recipiente
23	Colocar la polea en el torno.			4,76						A mano
24	Centrar la polea en el torno.			26,27						
25	Mecanizar la manzana de la polea.			183,11						
26	Mecanizar los canales de la polea.			132,87						
27	Perforar el eje guía.			41,06						
28	Desmonar la polea del torno.			3,52						A mano
29	Inspeccionar la polea mecanizada.			10,56						
30	Transportar la polea a la entenalla 2 desde el torno CNC.		3,00	4,45						Con un recipiente
31	Colocar la polea en la entenalla 2.			13,04						A mano
32	Perforar el prisionero.			25,71						
33	Pasar el machuelo para el perno.			68,87						
34	Limar los filos cortantes de la polea.			60,92						
35	Limar las rebabas de la polea.			5,92						
36	Desmontar la polea de la entenalla.			3,01						A mano
37	Inspeccionar la polea perforada.			9,95						
38	Transportar la polea al área de pintura.		8,85	12,94						Con un recipiente
39	Colocar en la mesa.			3,51						A mano
40	Pintar la polea terminada.			64,39						
41	Inspeccionar la polea pintada.			9,96						
42	Transportar la polea al área de almacenamiento y embalado.		11,30	14,88						Con un recipiente
43	Embalado de la polea terminada.			15,97						A mano
44	Almacenar el producto terminado,			8,87						A mano
Tiempo Minutos: = 19,19		<u>m</u>	66,75	1151,18	<u>s</u>					

4.1.5.1 Cursogramas analíticos actuales de los subprocesos de la polea de 2 pulgadas con dos canales de banda A

Ante el problema presentado de pérdida de tiempos se elaboraron los cursogramas analíticos de los subprocesos más relevantes que nos podrían ayudar a mejorar el proceso productivo.

4.1.5.1.1 Transporte de la materia prima

Para el transporte de la materia prima se cuentan con 2 trabajadores y las actividades que realizan en esta área se detallan a continuación en el cursograma presentado en la tabla 4.4.



























Tabla 4.4: Cursograma analítico actual del transporte de la materia prima.

CURSOGRAMA ANÁLITICO DEL PROCESO					FUNDOMECH						
Hoja N° 01 Diagrama N°: 02			<u>OPERARIO</u> / MATERIAL / EQUIPO								
Sub Proceso: Materia Prima			RESUMEN								
Fecha: 08/07/2022.			ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTO					
El estudio Inicia:			Operación	●	2						
Método: Actual X Propuesto			Transporte	→	1						
Producto: Polea de Aluminio 2 pulgadas en una via de Banda A.			Espera	●							
			Inspección	■							
Nombre del Operario: Santiago J.			Almacenamiento	▽	1						
Elaborado por: H. Guano y C. Moposita.			Total actividades realizadas		4						
			Distancia Total en metros		13,6						
			Tiempo minutos		0,28						
N°	DESCRIPCIÓN	Unidad	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES	
					●	→	●	■	▽		
1	Almacenaje de los lingotes de aluminio.			-							
2	Cargar los lingotes de aluminio en la carretilla.			1,99							
3	Transportar los lingotes de aluminio al área de fundición.		13,6	12,67							
4	Descargar los lingotes de aluminio de la carretilla.			1,97							
Tiempo Minutos: 0,28		m	13,6	16,63	s						

4.1.5.1.2 Fundición

En esta área de trabajo existen 2 operarios, las actividades que se realizan en esta área se detallan a continuación y se presenta el cursograma en la tabla 4.5.

Tabla 4.5: Cursograma analítico actual del horno de fundición.

CURSOGRAMA ANÁLITICO DEL PROCESO										
Hoja N° 01	Diagrama N°: 03	<u>OPERARIO</u> / MATERIAL / EQUIPO								
Sub Proceso: Fundición		RESUMEN								
Fecha: 08/07/2022.		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTO					
El estudio Inicia:		Operación 	2							
Método: Actual X Propuesto _____		Transporte 	1							
Producto: Polea de Aluminio 2 pulgadas en dos vias de Banda A.		Espera 								
		Inspección 								
Nombre del Operario: Cristian A y Jairo V.		Almacenamiento 								
Elaborado por: H. Guano y C. Moposita.		Total actividades realizadas	3							
		Distancia Total en metros	4,6							
		Tiempo minutos	0,39							
N°	DESCRIPCIÓN	Unidad	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
										
1	Transportar los lingotes de aluminio al horno.		4,6	5,58						
2	Quemar los lingotes de aluminio en el horno.			17,21						
3	Mecer mientras se va quemando para que se disuelva.			0,46						
Tiempo Minutos: 0,39		m	4,6	23,25	s					

Análisis actual: En la organización se pudo evidenciar algunas tareas que están generando tiempos improductivos, esto se pudo evidenciar en los cursogramas analíticos previamente elaborados, mismos que tras un estudio de tiempos se pueden optimizar.

Los cursogramas analíticos de los sub procesos de colada, mecanizado, perforado-roscado, y almacenamiento-embalado, además el cursograma analítico general y todos los sub procesos de la polea de aluminio de 4 pulgadas con un canal se encuentran en el Anexo IV, se pueden ver desde Tabla IV.1 hasta la Tabla IV.13.

4.2 Resultados obtenidos en base al segundo objetivo

- Determinar el tiempo de ciclo mediante un estudio de tiempos de las poleas de aluminio por medio del método de regreso a cero para la obtención de la capacidad de producción.

4.2.1 Estudio de tiempos actual

En el estudio de tiempos actual se procesa a calcular el tiempo estándar de los subprocesos que se elaboraron los cursogramas analíticos con la técnica del cronómetro con regreso a cero. El primer paso necesario para realizar el estudio es cronometrar los tiempos que se demoran cada

actividad, luego de eso calculamos los límites de control seguidamente es necesario calcular el número de observaciones para que el estudio tenga un 95 % de confiabilidad, seguidamente se procesara a calcular la valoración de ritmo de trabajo, el cálculo de suplementos por descanso, el tiempo promedio y tiempo normal para posteriormente obtener el tiempo estándar actual de cada actividad que compone la línea de producción.

4.2.1.1 Materia prima

Tabla 4.6: Descripción actual de las actividades del transporte de la materia prima.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
A	Almacenaje de los lingotes de aluminio.
B	Cargar los lingotes de aluminio en la carretilla.
C	Transportar los lingotes de aluminio al área de fundición.
D	Descargar los lingotes de aluminio de la carretilla.

Tabla 4.7: Tiempos observados del sub proceso del transporte de la materia prima.

Actividad	TIEMPOS OBSERVADOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	1,94	1,99	1,96	1,91	2,05	2,10	2,06	1,96	1,93	2,02
C	12,84	12,62	12,90	12,78	12,65	12,67	12,41	12,52	12,72	12,52
D	2,33	1,95	2,25	1,90	1,85	1,83	2,03	2,18	1,81	1,91

Calculo para la asignación de los límites de control

Una vez tomados los 10 tiempos cronometrados de cada actividad que compone el sub proceso de transporte de materia prima se procede calcular la media aritmética, la desviación estándar de cada actividad, con estos datos obtenidos procedemos a calcular los límites de control superior e inferior ya que estos nos servirán para verificar si las muestras antes obtenidas se encuentran dentro o fuera de los límites, Si los datos se encuentran fuera de los límites se proceden a reemplazar por otros nuevos tiempos cronometrados, los cuales se presenta en la Tabla 4.8.

Tabla 4.8: Calcular los límites de control.

Sub proceso	N°	Descripción	TIEMPOS OBSERVADOS										Media	DS	LCS	LCI	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Transporte de Materia Prima	1	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	B	1,94	1,99	1,96	1,91	2,05	2,10	2,06	1,96	1,93	2,02	1,99	0,06	2,06	1,93	
	3	C	12,84	12,62	12,90	12,78	12,65	12,67	12,41	12,52	12,72	12,52	12,66	0,15	12,82	12,51	
	4	D	2,33	1,95	2,25	1,90	1,85	1,83	2,03	2,18	1,81	1,91	2,00	0,19	2,19	1,82	

Una vez ya reemplazados los datos que se encontraban fuera de los límites de control procedemos a calcular la media aritmética y la desviación estándar de cada actividad, con estos datos obtenidos procedemos a buscar el número que tenga mayor desviación estándar.

En nuestro caso vamos a utilizar el valor 0,14 porque es el que tiene mayor desviación estándar de las demás actividades, este nos servirá para el siguiente paso que es el número de muestras que se requiere cronometrar en el sub proceso de transporte de materia prima, los cuales se presenta en la Tabla 4.9.

Tabla 4.9: Reajuste de los tiempos cronometrados para encontrar el valor que tenga mayor desviación estándar.

Sub proceso	N°	Descripción	TIEMPOS OBSERVADOS										Media	DS
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Transporte de Materia Prima	1	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	B	1,94	1,99	1,96	1,98	2,05	2,04	2,06	1,96	1,93	2,02	1,99	0,05
	3	C	12,81	12,62	12,72	12,77	12,65	12,67	12,55	12,52	12,72	12,52	12,66	0,10
	4	D	2,19	1,95	1,98	1,90	1,85	1,83	2,03	2,18	1,81	1,91	1,96	0,14

Para el número de muestras se tomarán 10 tiempos cronometrados que le corresponden a 0.14 ya que tiene mayor desviación estándar, mediante la ecuación (2.1) a continuación procedemos a determinar n.

Tabla 4.1: Número de muestras preliminares para el cálculo del estudio de tiempos.

	OBSERVACIONES										TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
X	2,19	1,95	1,98	1,90	1,85	1,83	2,03	2,18	1,81	1,91	19,62
X²	4,80	3,80	3,92	3,61	3,42	3,35	4,12	4,75	3,28	3,65	38,71

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos.

$$n = \left(\frac{40\sqrt{10(38,71) - (19,62)^2}}{19,62} \right)^2$$

$$n = 8,95$$

$$n = 9 \text{ observaciones}$$

Calculo del tiempo estándar en el sub proceso del transporte de la materia prima

Para valorar el desempeño en el sub proceso del transporte de la materia prima que se muestra a continuación en la Tabla 4.11, se toma como base una persona con mayor experiencia en este caso, un operario del sexo masculino, teniendo como resultado un total de 96% debido a que mantiene un ritmo de trabajo normal. Se añaden los suplementos conforme a las especificaciones de trabajo que se mantienen en un 12%.



El tiempo estándar en este subproceso desde cargar y transportar los lingotes de aluminio hasta descargar los lingotes de aluminio en el área de fundición, es de 17,18 segundos que un operario requiere para cumplir con esta actividad, tomando en cuenta que de cada 100 libras de aluminio se obtienen 142 poleas con un desperdicio de 14,80 libras.

Tabla 4.2: Valorización y suplementos en el sub proceso del transporte de materia prima.

FUNDOMEC		FACTOR DE VALORACIÓN			SUPLEMENTOS		FUNDOMEC
Actividad		Transporte Materia P.			Actividad		Transporte Materia P.
HABILIDAD		ESFUERZO			Suplementos constantes		
C2	Bueno	0,03	E1	Regular	-0,05	Suplementos constantes	
CONDICIONES		CONSISTENCIA			Hombre (%)		
E	Regulares	-0,02	D	Promedio	0	Necesidades personales	
TOTAL (S)					-0,04	Fatiga	
						Suplementos variables	
						Suplementos variables	
						Hombre (%)	
						Trabajo de pie	
						Uso de Energía o fuerza muscular KG	
						Hombre (%)	
						5 kg	
						S	
						0,12	

Fuente: Los analistas.

Tabla 4.3: Calculo del tiempo estándar del sub proceso del transporte de la materia prima.

	ESTUDIO DE TIEMPOS																		
Departamento:	Producción										Estudio N°:	1							
Proceso:	Transporte de la materia prima										Hoja N°:	1 de 1							
Método:	Actual:	X									Propuesto:					Fecha:	18/7/2022		
Producto:	Polea de Aluminio de 2 pulgadas con dos canales de banda A										Observado por:	H. Guano y C. Moposita.							
El estudio Inicia:	Colocar carretilla a lado de los lingotes de aluminio										Unidad de tiempo:	Segundos (s)							
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLOS										RESÚMEN								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Te	V	Tn	S	Tt				
A	-	-	-	-	-	-	-		-	-									
B	1,94	1,99	1,96	1,98	2,05	2,04	2,06	1,96	1,93		1,99	96	1,91	0,12	2,14				
C	12,84	12,62	12,72	12,77	12,65	12,67	12,55	12,52	12,72		12,67	96	12,17	0,12	13,63				
D	2,19	1,95	1,98	1,90	1,85	1,83	2,03	2,18	1,81		1,97	96	1,89	0,12	2,12				
																		Ts = 17,88	
Especificaciones: Te= Tiempo promedio; V= Valoración del ritmo de trabajo; Tn= Tiempo básico o normal; S= Suplementos en segundos; Tt= Tiempo concedido por cada elemento y Ts= Tiempo estándar.																			

4.2.1.2 Fundición

Tabla 4.4: Descripción actual de las actividades del horno de fundición.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
A	Trasportar los lingotes de aluminio al horno.
B	Fundir los lingotes de aluminio en el horno.
C	Mecer mientras se va fundiendo para que se disuelva.

Tabla 4.5: Tiempos observados del sub proceso de fundición.

Actividad	TIEMPOS OBSERVADOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	5,30	4,85	5,68	6,05	5,55	4,90	6,30	5,90	5,45	6,01
B	2400	2466	2389	2446	2550	2480	2545	2400	2500	2398
C	61,20	66,00	65,20	65,40	62,40	61,80	60,75	66,60	65,40	63,75

Calculo para la asignación de los límites de control

Una vez tomados los 10 tiempos cronometrados de cada actividad que compone el sub proceso de fundición se procede calcular la media aritmética, la desviación estándar de cada actividad, con estos datos obtenidos procedemos a calcular los límites de control superior e inferior ya que estos nos servirán para verificar si las muestras antes obtenidas se encuentran dentro o fuera de los límites, Si los datos se encuentran fuera de los límites se proceden a reemplazar por otros nuevos tiempos cronometrados, los cuales se presenta en la Tabla 4.15.

Tabla 4.6 Calcular los límites de control.

Sub proceso	N.º	Descripción	TIEMPOS OBSERVADOS										Media	DS	LCS	LCI
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
Fundición	1	A	5,30	4,85	5,68	6,05	5,55	4,90	6,30	5,90	5,45	6,01	5,60	0,49	6,08	5,11
	2	B	2400	2466	2389	2446	2550	2480	2545	2400	2500	2398	2457,40	61,08	2518,48	2396,32
	3	C	61,20	66,00	65,20	65,40	62,40	61,80	60,75	66,60	65,40	63,75	63,85	2,15	66,00	61,70

Una vez ya reemplazados los datos que se encontraban fuera de los límites de control procedemos a calcular la media aritmética y la desviación estándar de cada actividad, con estos datos obtenidos procedemos a buscar el número que tenga mayor desviación estándar.

En nuestro caso vamos a utilizar el valor 46,10 porque es el que tiene mayor desviación estándar de las demás actividades, este nos servirá para el siguiente paso que es el número de muestras que se requiere cronometrar en el sub proceso de fundición, los cuales se presenta en la Tabla 4.16.

Tabla 4.7: Reajuste de los tiempos cronometrados para encontrar el valor que tenga mayor desviación estándar.

Sub proceso	N.º	Descripción	TIEMPOS OBSERVADOS										Media	DS
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Fundición	1	A	5,30	5,32	5,68	6,05	5,55	5,83	5,98	5,90	5,45	6,01	5,71	0,29
	2	B	2400	2466	2404	2446	2506	2480	2500	2400	2500	2398	2450,00	46,10
	3	C	64,75	66,00	65,2	65,40	62,40	61,80	63,45	64,32	65,40	63,75	64,25	1,38

Para el número de muestras se tomarán 10 tiempos cronometrados que le corresponden 46,10 ya que tiene mayor desviación estándar, mediante la ecuación (2.1) a continuación procedemos a determinar n.

Tabla 4.8: Número de muestras preliminares para el cálculo del estudio de tiempos.

OBSERVACIONES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
X	2400	2466	2404	2446	2506	2480	2500	2400	2500	2398	24500.00
X²	5760000	6081156	5779216	5982916	6280036	6150400	6250000	5760000	6250000	5750404	60044128.00

Fuente: Datos obtenidos del proceso productivo.

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{10(60044128.00) - (24500.00)^2}}{24500.00} \right)^2$$

$$n = 0,51$$

$$n = 1 \text{ observaciones}$$

Calculo del tiempo estándar en el sub proceso de fundición.

Para valorar el desempeño en el sub proceso de fundición de los lingotes de aluminio que se muestra a continuación en la Tabla 4.18, se toma como base una persona con mayor experiencia en este caso, un operario del sexo masculino, teniendo como resultado un total de 95% debido a que mantiene un ritmo de trabajo normal. Se añaden los suplementos conforme a las especificaciones de trabajo que se mantienen en un 14%.



El tiempo estándar en este subproceso desde transportar los lingotes de aluminio al horno de fundición para quemar a una temperatura de 660 a 680 °C y disolver y mecer los lingotes de aluminio ya diluidos en el área de fundición, es de 25,18 segundos o 0,42 minutos que un operario requiere para cumplir con esta actividad.

Tabla 4.9: Valorización y suplementos en el sub proceso del horno de fundición.

FUNDOMECH		FACTOR DE VALORACIÓN				SUPLEMENTOS		FUNDOMECH	
		Actividad		Fundición		Actividad			
HABILIDAD			ESFUERZO			Suplementos constantes			
B2	Promedio	0,00	C2	Bueno	0,02	Suplementos constantes		Hombre (%)	
CONDICIONES			CONSISTENCIA			Necesidades personales		5	
F	Malas	-0,07	D	Promedio	0,00	Fatiga		4	
TOTAL (S)					-0,05				
						Suplementos variables			
						Suplementos variables		Hombre (%)	
						Trabajo de pie		2	
						Incomoda (inclinado)		2	
						Uso de Energía o fuerza muscular KG		Hombre (%)	
						5 kg		1	
						S		0,14	

Fuente: Los Analistas.

Tabla 4.10: Cálculo del tiempo estándar del sub proceso de fundición.

	ESTUDIO DE TIEMPOS																				
Departamento:	Producción										Estudio N°:	1									
Proceso:	Fundición										Hoja N°:	1 de 1									
Método:	Actual:	X									Propuesto:					Fecha:	18/07/2022				
Producto:	Polea de aluminio de 2 pulgadas con dos canales de banda A.										Observado por:	H. Guano y C. Moposita.									
El estudio inicia:	Introducir la materia prima en el horno de fundición.										Unidad de tiempo:	Segundos (s)									
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLOS										RESÚMEN										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Te	V	Tn	S	Tt						
A	5.30	5.32	5.68	6.05	5.55						5.58	95	5.30	0.14	6.04						
B	2400	2466	2404	2446	2506	Tiempo para 142 poleas				2444.40											
						Tiempo para 1 polea				17.21	95	16.35	0.14	18.64							
C	64.75	66.00	65.20	65.40	62.40	Tiempo para 142 poleas				64.75											
						Tiempo para 1 polea				0.46	95	0.43	0.14	0.49							
														Ts =	25.18						
Especificaciones: Te= Tiempo promedio; V= Valoración del ritmo de trabajo; Tn= Tiempo básico o normal; S= Suplementos en segundos; Tt= Tiempo concedido por cada elemento y Ts= Tiempo estándar.																					

Los cálculos del tiempo estándar de los procesos de colada, mecanizado, perforado-roscado, pintura y almacenamiento-embalado, además de todos los cálculos del tiempo estándar de la polea de 4 pulgadas con un canal se encuentran en el Anexo V, se pueden observar desde la Tabla V.1 hasta la Tabla V.42.

4.2.1.3 Tiempo Estándar del ciclo total de la producción de la polea de 2 pulgadas con dos canales y la polea de 4 pulgadas con un canal.

El tiempo estándar total del proceso de las poleas de Aluminio de 2 pulgadas con dos canales y la polea de 4 pulgadas con un canal de Banda A, se ve reflejada a continuación mediante una sumatoria de todos los sub procesos calculados con anterioridad mediante la ecuación (2.5), a continuación, se presenta la tabla 4.20.

Tabla 4.11: Resumen de los cálculos del tiempo estándar del proceso productivo.

Estudio de Tiempos Actual de la polea de 2 y 4 pulgadas			
N.º	Sub Procesos	Ts (min)	Ts (min)
1	Materia Prima.	0.30	0.30
2	Fundición.	0.42	0.55
3	Colada.	5.57	6.15
4	Mecanizado.	7.28	7.81
5	Perforado y roscado.	3.40	4.07
6	Pintura.	1.56	1.72
7	Almacenado y embalado.	0.69	0.75
	Total Tiempo Estándar =	19.22	21,35

Análisis: El tiempo estándar actual de todo el proceso productivo de la polea de aluminio de 2 pulgadas con dos canales de banda A, tiene un tiempo estándar de 19,22 minutos, para la polea de 4 pulgadas con un canal tiene un tiempo estándar de 21,35 minutos en el que se obtiene 1 unidad.

4.2.2 Capacidad de producción actual

Una vez ya obtenido el tiempo estándar T_s de la polea de 2 pulgadas con dos canales de 19.22 minutos y la polea de 4 pulgadas con un canal de 21.35 minutos y una jornada laboral de 8 horas, se aplicará la ecuación (2.6) para calcular la capacidad de producción actual que tiene la planta.

$$Cp = \frac{1}{TS}$$

$$Cp = \frac{1}{19,22 \text{ min}} = 0,052 \text{ min}$$

$$Cp = 0,052 \frac{\text{poleas}}{\text{min}}$$

$$Cp = 0,052 \frac{\text{poleas}}{\text{min}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}}$$

$$Cp = 3,12 \frac{\text{poleas}}{\text{hora}} * 8 \text{ horas}$$

$$Cp = 24,96 \frac{\text{poleas}}{\text{día}}$$

A continuación, se muestra la tabla 4.21 donde se presenta el resumen del cálculo de la capacidad actual de las 2 poleas que se encuentran en estudio.

Tabla 4.12: Resumen de la capacidad de producción de las poleas de aluminio.

Cálculo de la capacidad de producción	
Polea de 2 pulgadas x 2	Polea de 4 pulgadas x 1
24 poleas/día	22 poleas/día

Análisis: Después de conocer la capacidad de producción inicial de la polea de 2 pulgadas con dos canales es de 0.052 poleas por minuto se conoció que por cada hora laborable se producen 3.12 poleas, si se multiplica por una jornada laboral de 8 horas obtenemos una capacidad de producción de 24.96 poleas diarias para la polea de 4 pulgadas con un canal es de 0.047 poleas por minuto se conoció que por cada hora laborable se producen 2.82 poleas, si se multiplica por una jornada laboral de 8 horas obtenemos una capacidad de producción de 22.58 poleas diarias. Redondeando 24 y 22 poleas al día respectivamente.

4.3 RESULTADOS OBTENIDOS EN BASE AL TERCER OBJETIVO

3. Plantear una propuesta para el mejoramiento del proceso de producción de poleas en la empresa Fundymec.

4.3.1 Propuesta

Con el fin de comenzar con la propuesta de la optimización del proceso de producción de poleas de aluminio, en caso de ser necesario, se inicia la creación de diagramas mejorados.

4.3.2 Diagrama de flujo propuesto

El diagrama de flujo general del proceso productivo no es necesario modificarlo, pues el proceso para la elaboración va a seguir la misma secuencia.

4.3.2.1 Diagrama de flujo de los sub procesos propuestos

Los diagramas de flujo de cada subproceso que se realizaron en el área de producción no es necesario modificarlos los subprocesos para la elaboración de las poleas de aluminio van a seguir la misma secuencia de los diagramas anteriormente presentados estos se pueden observar en las Figuras 4.10; 4.11 y los demás sub procesos se encuentran en el Anexo III.

4.3.2.2 División de operaciones en elementos del proceso de producción de poleas propuesto

Con la descripción de las actividades de la organización, se procede a descomponer en elementos cada una de las operaciones que se realizan dentro del proceso de producción de poleas de aluminio, como se muestra en la Tabla 4.22.

Tabla 4.13: División de los procesos de la producción de poleas de aluminio propuesto.

PROCESO DE LA ELABORACION DE POLEAS DE TRANSMISIÓN DE MOVIMIENTO	Operación	Nro.	Descripción de actividades
	Transporte de Materia Prima	1	Cargar y descargar los lingotes de aluminio en la carretilla.
		2	Transportar los lingotes de aluminio al área de fundición.
	Fundición	3	Transportar los lingotes de aluminio al horno.
		4	Quemar y mecer los lingotes de aluminio en el horno para que se disuelvan.
	Colada	5	Transportar el molde al horno desde el área de matricería.
		6	Colocar el molde en el horno.
		7	Esperar que se caliente el molde.
		8	Transportar el molde a la mesa de fundición 1.
		9	Colocamos y montamos el molde en la mesa de fundición
		10	Transportar el líquido a la mesa de fundición 1 desde el h.
		11	Colocar el líquido en el molde e igualar la manzana.
		12	Esperar que el líquido se solidifique.
		13	Desmontar el molde.
		14	Inspeccionar polea fundida.
		15	Colocar las poleas fundidas en un recipiente.
	16	Demora hasta terminar la fundición de todas las poleas.	
	Mecanizado	17	Transportar las poleas al torno CNC desde el área de colada.
		18	Colocar y centrar la polea en el torno.
		29	Mecanizar la manzana y los canales de la polea.
		20	Perforar el eje guía.
		21	Desmontar la polea mecanizada del torno.
	22	Inspeccionar la polea mecanizada.	
	Perforado y Roscado	23	Transportar la polea a la entenalla 2 desde el torno CNC.
		24	Colocar la polea en la entenalla 2.
		25	Perforar y pasar el machuelo para el perno de la polea.
		26	Limar los filos y rebabas cortantes de la polea.
		27	Sacar la polea de la entenalla 2.
	28	Inspeccionar la polea perforada.	
	Pintura	29	Transportar la polea al área de pintura.
		30	Colocar y pintar la polea en la mesa de trabajo.
		31	Inspeccionar la polea pintada y terminada.
	Almacenamiento y embalado	32	Transportar la polea al área de almacenamiento.
		33	Embalar la polea terminada.
34		Almacenar el producto terminado.	

4.3.3 Cursograma analítico propuesto

Ante el problema presentado de la pérdida de tiempos, se elaboró el cursograma analítico propuesto general que pueden ayudar a optimizar el proceso, como se muestra en la Tabla 4.22.

Tabla 4.14: Cursograma analítico propuesto de la producción de la polea de aluminio de 2 pulgadas por 2.

CURSOGRAMA ANÁLITICO DEL PROCESO										
Hoja N° 01		Diagrama N°: 01		OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO						
Proceso General de la polea de Aluminio				RESUMEN						
Fecha: 28/07/2022.				ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO				
El estudio Inicia:				Operación 		18				
Método: Actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input checked="" type="checkbox"/>				Transporte 		9				
Producto: Polea de Aluminio 2 pulgadas en 2 vias de Banda A.				Espera 		3				
Nombre del Operario: Trabajadores que componen el area de producción.				Inspección 		4				
Elaborado por: Guano H y Moposita C.				Almacenamiento 		1				
				Total actividades realizadas		35				
				Distancia Total en metros		66,75				
				Tiempo minutos		15,46				
N°	DESCRIPCIÓN	Unidad	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
										
1	Cargar y descargar los lingotes de aluminio en la carretilla.			1,98						A mano
2	Transportar los lingotes de aluminio al área de fundición.		13,6	12,67						En una carretilla
3	Transportar los lingotes de aluminio al horno.		4,6	5,58						A mano
4	Quemar y mecer los lingotes de aluminio en el horno para que se disuelvan.			8,84						
5	Transportar el molde al horno desde el área de matricería.		4,5	11,99						A mano
6	Colocar el molde en el horno.			7,93						
7	Esperar que se caliente el molde.			121,84						
8	Transportar el molde a la mesa de fundición 1.			5,79						
9	Colocamos y montamos el molde en la mesa de fundición 1.			7,44						
10	Transportar el líquido a la mesa de fundición 1 desde el horno.		3,6	5,45						Con una cuchara
11	Colocar el líquido en el molde e igualar la manzana.			8,40						
12	Esperar que el líquido se solidifique.			55,11						
13	Desmontar el molde.			9,18						A mano
14	Inspeccionar la polea fundida.			9,98						
15	Colocar las poleas fundidas en un recipiente.			3,89						
16	Demora hasta terminar la fundición de todas las poleas.			43,43						
17	Transportar las poleas al torno CNC desde el área de colada.		17,3	16,15						Con un recipiente
18	Colocar y centrar la polea en el torno.			13,93						A mano
19	Mecanizar la manzana de la polea.			183,23						
20	Mecanizar los canales de la polea.			132,08						
21	Perforar el eje guía.			41,07						
22	Desmonar la polea mecanizada del torno.			3,54						A mano
23	Inspeccionar la polea mecanizada.			10,51						
24	Transportar la polea a la entenalla 2 desde el torno CNC.		3	4,51						Con un recipiente
25	Colocar la polea en la entenalla 2.			13,04						A mano
26	Perforar y pasar el machuelo para el perno de la polea.			47,25						
27	Limar los filos y rebabas cortantes de la polea.			33,44						
28	Desmontar la polea de la entenalla 2.			3,01						A mano
29	Inspeccionar la polea perforada.			9,90						
30	Transportar la polea al área de pintura.		8,85	12,93						Con un recipiente
31	Colocar y pintar la polea en la mesa de trabajo.			33,85						
32	Inspeccionar la polea pintada y terminada.			9,99						
33	Transportar la polea al área de almacenamiento.		11,3	14,88						Con un recipiente
34	Embalar la polea terminada.			15,97						A mano
35	Almacenar el producto terminado,			8,87						A mano
	Tiempo Minutos: = 15,46	<u>m</u>	66,75	927,66	<u>s</u>					

4.3.3.1 Cursogramas analíticos propuestos

Posteriormente con un análisis elaborado en el estudio inicial de la organización, es factible realizar algunos cambios en sus actividades para mejorar el proceso productivo y reducir los tiempos de operación en los mismos. En el caso del almacenamiento y embalaje el diagrama no ha sido modificado. Los demás cursogramas analíticos propuestos tanto de la polea de 2 pulgadas con dos canales y la polea de 4 pulgadas con una canal se encuentran en el Anexo VI.

4.3.3.1.1 Transportar la materia prima

En el transporte de la materia prima, mediante el cursograma propuesto, con la misma cantidad de trabajadores se consiguió efectuar algunos cambios:

Se excluirán las siguientes actividades:

- 1) Cargar los lingotes de aluminio en la carretilla.
- 3) Descargar los lingotes de aluminio de la carretilla.

En este subproceso, se combinó las actividades 1 y 3 y se obtuvo una sola actividad número 1.

Además, se lograron reducir ciertas actividades, reduciendo tiempos con los mismos recursos. De 4 actividades se redujo a 2 y se economiza un 50%. De la misma forma, con el tiempo se redujo de 0,28 a 0,24 minutos, lo que representa un ahorro del 14%. Como se muestra en la tabla 4.24.

Tabla 4.15: Cursograma analítico propuesto de la materia prima.

CURSOGRAMA ANÁLITICO DEL PROCESO										
Hoja N° 01	Diagrama N°: 01	<u>OPERARIO</u> / MATERIAL / EQUIPO								
Sub Proceso: Materia Prima		RESUMEN								
Fecha: 28/07/2022.		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTO					
El estudio Inicia:		Operación			1					
Método: Actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input checked="" type="checkbox"/>		Transporte			1					
Producto: Polea de Aluminio 2 pulgadas en 2 vias de Banda A.		Espera								
Nombre del Operario: Santiago J.		Inspección								
Elaborado por: H. Guano y C. Moposita.		Almacenamiento								
		Total actividades realizadas			2					
		Distancia Total en metros			13,6					
		Tiempo minutos			0,24					
N°	DESCRIPCIÓN	Unidad	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
1	Cargar y descargar los lingotes de aluminio en la carretilla.			1,98						A mano
2	Transportar los lingotes de aluminio al área de fundición.		13,6	12,67						En una carretilla
	Tiempo Minutos: 0,24	m	13,6	14,65	s					

Los cursogramas analíticos propuestos de los demás subprocesos se encuentran en el Anexo VI, se pueden observar desde la Tabla VI.1 hasta la Tabla VI.10.

Análisis de la propuesta: Mediante los diferentes cursogramas analíticos propuestos se muestra una mejora de sus tiempos, sin embargo, el tiempo estándar mejorado se verá reflejado mediante el estudio de tiempos con las mejoras propuestas.

4.3.4 Estudio de tiempos propuesto

Con los diferentes cambios que se realizaron con la finalidad de un mejoramiento de su proceso productivo mediante los diagramas antes analizados, se realizará nuevamente otro estudio de tiempos como se realizó con la situación inicial de la organización calculando nuevamente el número de observaciones, la valoración de ritmo de trabajo, el cálculo de suplementos por descanso, el tiempo promedio y tiempo normal para posteriormente obtener el tiempo estándar propuesto de cada polea.

4.3.4.1 Transporte de la materia prima

Tabla 4.16: Descripción propuesta de las actividades del transporte de la materia prima.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
A	Cargar y descargar los lingotes de aluminio en la carretilla.
B	Transportar los lingotes de aluminio al área de fundición.

Calculo para las actividades combinadas propuestas

Con los 10 tiempos cronometrados antes tomados para el estudio de tiempos actual procedemos a sacar un promedio de las 2 actividades que van a ser combinadas de esta manera obtenemos 10 nuevos tiempos que vamos a utilizar para la nueva actividad combinada y procedemos a calcular nuevamente la media aritmética y la desviación estándar de cada actividad, con estos datos obtenidos procedemos a buscar el número que tenga mayor desviación estándar, los cuales se presentan en la tabla 4,26.

En nuestro caso vamos a utilizar el valor 0,10 porque es el que tiene mayor desviación estándar de las demás actividades, este nos servirá para el siguiente paso que es el número de muestras que se requiere cronometrar en el sub proceso de transporte de materia prima.

Tabla 4.17: Calculo de los nuevos tiempos de la actividad combinada y la nueva desviación estándar.

Sub proceso	N°	Descripción	TIEMPOS OBSERVADOS										Media	DS
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Traslado materia prima	1	A	2,07	1,97	1,97	1,94	1,95	1,94	2,05	2,07	1,87	1,97	1,98	0,06
	2	B	12,81	12,62	12,72	12,77	12,65	12,67	12,55	12,52	12,72	12,52	12,66	0,10

Para el número de muestras se tomarán 10 tiempos cronometrados que le corresponden a 0.10 ya que tiene mayor desviación estándar, mediante la ecuación (2.1) a continuación procedemos a determinar n.

Tabla 4.18: Número de muestras preliminares para el cálculo del estudio de tiempos presentadas en segundos.

OBSERVACIONES											
X	12,81	12,62	12,72	12,77	12,65	12,67	12,55	12,52	12,72	12,52	126,55
X^2	164,10	159,26	161,80	163,07	160,02	160,53	157,50	156,75	161,80	156,75	1601,58

Fuente: Datos obtenidos del proceso productivo.

$$n = \left(\frac{40\sqrt{10(15808290,04) - (12571,24)^2}}{12571,24} \right)^2$$

$$n = 0,09$$

$$n = 1 \text{ observaciones}$$

Cálculos para la valoración del ritmo y los suplementos

Para valorar el desempeño en el sub proceso del transporte de la materia prima que se muestra a continuación en la Tabla 4.28, se toma como base una persona con mayor experiencia en este caso, un operario del sexo masculino, teniendo como resultado un total de 96% debido a que mantiene un ritmo de trabajo normal. Se añaden los suplementos conforme a las especificaciones de trabajo que se mantienen en un 8%.



Tabla 4.19: Valorización y suplementos en el sub proceso del transporte de materia prima.

FUNDOMEC			FACTOR DE VALORACIÓN			SUPLEMENTOS		FUNDOMEC
Actividad		Transporte Materia P.	Actividad		Trasporte Materia P.			
HABILIDAD			ESFUERZO			Suplementos constantes		
C2	Bueno	0,03	E1	Regular	-0,05	Suplementos constantes		Hombre (%)
CONDICIONES			CONSISTENCIA			Necesidades personales		5
E	Regulares	-0,02	D	Promedio	0,00	Suplementos variables		
TOTAL (S)					-0,04	Suplementos variables		Hombre (%)
						Trabajo de pie		2
						Uso de Energía o fuerza muscular KG		Hombre (%)
						5 kg		1
						S		0,08

Fuente: Los Analistas.

Con los 10 datos tomados anteriormente procedemos a realizar el estudio de tiempos propuesto, obtenemos como resultado un tiempo estándar de 15,02 segundos, el mismo que es igual a 0,25 minutos, como muestra en la Tabla 4.29.

Tabla 4.20: Calculo del tiempo estándar propuesto del sub proceso del transporte de la materia prima.

	ESTUDIO DE TIEMPOS																		
Departamento:	Producción										Estudio N°:	2							
Proceso:	Transporte de la materia prima										Hoja N°:	1 de 1							
Método:	Actual:										Propuesto:	X				Fecha:	01/08/2022		
Producto:	Polea de aluminio de 2 pulgadas en dos vías de banda A.										Observado por:	H. Guano y C. Moposita.							
El estudio inicia:	Colocar carretilla a lado de los lingotes de aluminio										Unidad de tiempo:	Segundos (s)							
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLOS										RESÚMEN								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Te	V	Tn	S	Tt				
A	2.07	1.97	1.97	1.94	1.95	1.94	2.05	2.07	1.87	1.97	1.98	96	1.89	0.08	2.04				
B	12.81	12.62	12.72	12.77	12.65	12.67	12.55	12.52	12.72	12.52	12.67	96	12.02	0.08	12.98				
														Ts =	15.02				
Especificaciones: Te= Tiempo promedio; V= Valoración del ritmo de trabajo; Tn= Tiempo básico o normal; S= Suplementos en segundos; Tt= Tiempo concedido por cada elemento y Ts= Tiempo estándar.																			

4.3.4.2 Fundición

Tabla 4.21: Descripción propuesta de las actividades del horno de fundición.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
A	Trasportar los lingotes de aluminio al horno.
B	Fundir y mecer los lingotes de aluminio en el horno para que se disuelvan.

Calculo para las actividades combinadas propuestas

Con los 10 tiempos cronometrados antes tomados para el estudio de tiempos actual procedemos a sacar un promedio de las 2 actividades que van a ser combinadas de esta manera obtenemos 10 nuevos tiempos que vamos a utilizar para la nueva actividad combinada y procedemos a calcular nuevamente la media aritmética y la desviación estándar de cada actividad, con estos datos obtenidos procedemos a buscar el número que tenga mayor desviación estándar, los cuales se presentan en la tabla 4,31.

En nuestro caso vamos a utilizar el valor 22.84 porque es el que tiene mayor desviación estándar de las demás actividades, este nos servirá para el siguiente paso que es el número de muestras que se requiere cronometrar en el sub proceso de fundición.

Tabla 4.22: Calculo de los nuevos tiempos de la actividad combinada y la nueva desviación estándar.

Sub proceso	N°	Descripción	TIEMPOS OBSERVADOS										Media	DS
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Fundición	1	A	5,30	5,32	5,68	6,05	5,55	5,83	5,98	5,90	5,45	6,01	5,71	0,29
	2	B	1232,38	1266,00	1234,60	1255,70	1284,20	1270,90	1281,73	1232,16	1282,70	1230,88	1257,12	22,84

Para el número de muestras se tomarán 10 tiempos cronometrados que le corresponden a 22.84 porque tiene mayor desviación estándar, mediante la ecuación (2.1) a continuación procedemos a determinar n.

Tabla 4.23: Número de muestras preliminares para el cálculo del estudio de tiempos presentadas en segundos.

	OBSERVACIONES										TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
X	1232,38	1266,00	1234,60	1255,70	1284,20	1270,90	1281,73	1232,16	1282,70	1230,88	12571,24
X^2	1518748,14	1602756,00	1524237,16	1576782,49	1649169,64	1615186,81	1642818,98	1518218,27	1645319,29	1515053,27	15808290,04

Fuente: Datos obtenidos del proceso productivo.

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{10(15808290,04) - (12571,24)^2}}{12571,24} \right)^2$$

$$n = 0,47$$

$$n = 1 \text{ observaciones}$$

Cálculos para la valoración del ritmo y los suplementos

Para valorar el desempeño en el sub proceso de fundición que se muestra a continuación en la Tabla 4.33, se toma como base una persona con mayor experiencia en este caso, un operario del sexo masculino, teniendo como resultado un total de 95% debido a que mantiene un ritmo de trabajo normal. Se añaden los suplementos conforme a las especificaciones de trabajo que se mantienen en un 14%.



Tabla 4.24: Valorización y suplementos en el sub proceso de fundición.

FUNDOMEC			FACTOR DE VALORACIÓN			SUPLEMENTOS		FUNDOMEC
Actividad			Fundición			Actividad	Horno de Fundición	
HABILIDAD			ESFUERZO			Suplementos constantes		
B2	Promedio	0,00	C2	Bueno	0,02	Suplementos constantes		Hombre (%)
CONDICIONES			CONSISTENCIA			Necesidades personales		5
F	Malas	-0,07	D	Promedio	0,00	Fatiga		4
TOTAL (S)					-0,05	Suplementos variables		
						Suplementos variables		Hombre (%)
						Trabajo de pie		2
						Incomoda (inclinado)		2
						Uso de Energía o fuerza muscular KG		Hombre (%)
						5 kg		1
						S		0,14

Fuente: Los Analistas.

Con los 5 datos tomados anteriormente procedemos a realizar el estudio de tiempos propuesto, se obtiene como resultado un tiempo estándar de 15,61 segundos, el mismo que es igual a 0,26 minutos, como muestra en la Tabla 4.34.

Tabla 4.25: Calculo del tiempo estándar propuesto del sub proceso de fundición.

	ESTUDIO DE TIEMPOS															
Departamento:	Producción										Estudio N°:	2				
Proceso:	Fundición										Hoja N°:	1 de 1				
Método:	Actual:					Propuesto:	X				Fecha:	01/08/2022				
Producto:	Polea de aluminio de 2 pulgadas en dos vías de banda A.										Observado por:	H. Guano y C. Moposita.				
El estudio inicia:	Encender el horno para fundir los lingotes de aluminio.										Unidad de tiempo:	Segundos (s)				
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLOS										RESÚMEN					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Te	V	Tn	S	Tt	
A	5.30	5.32	5.68	6.05	5.55						5.58	95	5.30	0.14	6.04	
B	1232.38	1266.00	1234.60	1255.70	1284.20	Tiempo para 142 poleas					1254.58					
						Tiempo para 1 polea					8.84	95	8.39	0.14	9.57	
														Ts =	15.61	
Especificaciones: Te= Tiempo promedio; V= Valoración del ritmo de trabajo; Tn= Tiempo básico o normal; S= Suplementos en segundos; Tt= Tiempo concedido por cada elemento y Ts= Tiempo estándar.																

Los cálculos del tiempo estándar de los sub procesos de la polea de 2 pulgadas con dos canales de colada, mecanizado, perforado y roscado, además todos los cálculos de los subprocesos de la polea de 4 pulgadas con un canal. Se encuentran en el Anexo VII, se pueden observar desde la Tabla VII.1 hasta la Tabla VII.50.

4.3.4.3 Almacenamiento y embalado

Considerando que en este sub proceso no hubo cambios, en el tiempo estándar sigue siendo el mismo como se muestra en el anexo V, es decir, para la polea de 2 pulgadas con dos canales es 41.22 segundos y para la polea de 4 pulgadas con un canal es 44.75 segundos, que es igual a 0.69 minutos y 0.75 minutos respectivamente.

4.3.4.4 Tiempo Estándar propuesto del ciclo total de la producción de la polea de 2 pulgadas con dos canales y la polea de 4 pulgadas con un canal.

El tiempo estándar total propuesto en el proceso de las poleas de Aluminio de 2 pulgadas con dos canales y la polea de 4 pulgadas con un canal de Banda A, se ve reflejada a continuación mediante una sumatoria de todos los sub procesos calculados con anterioridad mediante la ecuación (2.5), a continuación, se presenta la tabla 4.35.

Tabla 4.26: Resumen de los cálculos propuestos del tiempo estándar del proceso productivo.

Estudio de Tiempos propuesto de la polea de 2 y 4 pulgadas			
N.º	Sub Procesos	Ts (min)	Ts (min)
1	Materia Prima.	0.25	0.25
2	Fundición.	0.26	0.33
3	Colada.	5.28	5.86
4	Mecanizado.	6.78	7.45
5	Perforado y roscado.	1.97	2.37
6	Pintura.	0.98	1.38
7	Almacenado y embalado.	0.69	0.75
	Total Tiempo Estándar =	16.21	18.39

Análisis: El tiempo estándar propuesto de todo el proceso productivo de la polea de aluminio de 2 pulgadas con dos canales de banda A, tiene un tiempo estándar de 16,21 minutos, para la polea de 4 pulgadas con un canal tiene un tiempo estándar de 18.39 minutos en el que se obtiene 1 unidad.

4.3.5 Capacidad de producción propuesta

Con el nuevo tiempo estándar T_s mejorado de la polea de 2 pulgadas con dos canales de 16.21 minutos y la polea de 4 pulgadas con un canal de 28.39 minutos y una jornada laboral de 8 horas, se aplicará la ecuación (2.6) para calcular la nueva capacidad de producción que tendrá la planta.

$$Cp = \frac{1}{T_s}$$

$$Cp = \frac{1}{16,21 \text{ min}} = 0,062 \text{ min}$$

$$Cp = 0,062 \frac{\text{poleas}}{\text{min}}$$

$$Cp = 0,062 \frac{\text{poleas}}{\text{min}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}}$$

$$Cp = 3,72 \frac{\text{poleas}}{\text{hora}} * 8 \text{ horas}$$

$$Cp = 29,76 \frac{\text{poleas}}{\text{dia}}$$

A continuación, se muestra la tabla 4.36 donde se presenta el resumen del cálculo de la capacidad propuesta de las 2 poleas que se encuentran en estudio.

Tabla 4.27: Resumen de la capacidad de producción de las poleas de aluminio.

Cálculo de la capacidad de producción	
Polea de 2 pulgadas x 2	Polea de 4 pulgadas x 1
29 poleas/día	26 poleas/día

Análisis de la propuesta: La nueva capacidad de producción propuesta de la polea de 2 pulgadas con dos canales es de 0,062 poleas por minuto se conoció que por cada hora laborable

se producen 3.12 poleas, si se multiplica por una jornada laboral de 8 horas obtenemos una capacidad de producción de 24.96 poleas al día para la polea de 4 pulgadas con un canal es de 0.054 poleas por minuto se conoce que por cada hora laborable se producen a 3.26 poleas, si se multiplica por una jornada laboral de 8 horas obtenemos una capacidad de producción de 26.10 poleas al día. Redondeando 29 y 24 poleas al día respectivamente.

4.3.6 Comparación de la situación actual vs la propuesta

Para culminar con el estudio de tiempos realizado en el presente proyecto de investigación, se procederá a realizar una comparación de la situación inicial vs la propuesta mejorada, teniendo en cuenta los subprocesos inmersos que fueron analizados, el número de actividades, los tiempos estándar y las capacidades de producción de la polea de 2 pulgadas con dos canales y la polea de 4 pulgadas con un canal. Los resultados se presentan a continuación en la Tabla 4.37 y 4.38 respectivamente.

Tabla 4.28: Comparación de la situación actual vs la propuesta de la polea de 2 pulgadas.

SUB PROCESOS	N° Actividades		Tiempo Estándar (min)		Capacidad de Producción	
	Actual	Propuesto	Actual	Propuesto	Actual	Propuesto
Transporte materia prima	4	2	0,30	0,25	24 poleas diarias	29 poleas diarias
Horno de Fundición	3	2	0,42	0,26		
Colada	14	12	5,57	5,28		
Mecanizado	8	7	7,28	6,78		
Perforado y Rosado	8	6	3,4	1,97		
Pintura	4	3	1,56	0,98		
Almacenaje y Embalado	3	3	0,69	0,69		
Producción de la polea	44	35	19,22	16,21	24	29

Tabla 4.29: Comparación de la situación actual vs la propuesta de la polea de 4 pulgadas.

SUB PROCESOS	N° Actividades		Tiempo Estándar (min)		Capacidad de Producción	
	Actual	Propuesto	Actual	Propuesto	Actual	Propuesto
Transporte materia prima	4	2	0,30	0,25	22 poleas diarias	26 poleas diarias
Horno de Fundición	3	2	0,55	0,33		
Colada	14	12	6,15	5,86		
Mecanizado	8	7	7,81	7,45		
Perforado y Roscado	8	6	4,07	2,37		
Pintura	4	3	1,72	1,38		
Almacenaje y Embalado	3	3	0,75	0,75		
Producción de la polea	44	35	21,35	18,39		

4.3.7 Incremento de la Productividad

Con las dos capacidades de producción al día calculadas anteriormente y expresadas en unidades se procederá a calcular su aumento en la productividad relegada en porcentaje mediante la siguiente ecuación (2.8).

$$\Delta t = \frac{p2 - p1}{p1} * 100\%$$

$$\Delta t = \frac{29 \text{ poleas} - 24 \text{ poleas}}{24 \text{ poleas}} * 100\%$$

$$\Delta t = 21\%$$

$$\Delta t = \frac{p2 - p1}{p1} * 100\%$$

$$\Delta t = \frac{26 \text{ poleas} - 22 \text{ poleas}}{22 \text{ poleas}} * 100\%$$

$$\Delta t = 18\%$$

4.3.8 Comprobación de la hipótesis

4.3.8.1 Producción mensual actual de las poleas de 2 y 4 pulgadas de banda A.

Una vez ya calculada la capacidad de producción al día con una propuesta de mejora se puede determinar la producción mensual, teniendo en cuenta que la empresa trabaja 22 días al mes se procederá a calcular mediante la siguiente ecuación (2.7).

Donde:

Pm= Producción mensual.

$$Pm = Cp * \text{número días laborables}$$

$$Pm \text{ actual} = 24 \frac{\text{poleas}}{\text{dia}} * 22 \text{ dias}$$

$$Pm \text{ actual} = \mathbf{528} \frac{\text{poleas}}{\text{mes}}$$

Tabla 4.30: Resumen de la capacidad de producción actual de las poleas de aluminio.

Cálculo de la producción mensual actual	
Polea de 2 pulgadas x 2	Polea de 4 pulgadas x 1
528 poleas/mes	484 poleas/mes

4.3.8.2 Producción mensual propuesta de la polea de 2 pulgadas con 2 canales de banda A.

Una vez ya calculada la capacidad de producción al día con una propuesta de mejora se puede determinar la producción mensual, teniendo en cuenta que la empresa trabaja 22 días al mes se procederá a calcular mediante la siguiente ecuación (2.7) presentada anteriormente.

$$Pm = CP * \text{número días laborables}$$

$$Pm \text{ propuesta} = 29 \frac{\text{poleas}}{\text{dia}} * 22 \text{ dias}$$

$$Pm \text{ propuesta} = \mathbf{638} \frac{\text{poleas}}{\text{mes}}$$

Tabla 4.31: Resumen de la capacidad de producción propuesta de las poleas de aluminio.

Cálculo de la producción mensual propuesta	
Polea de 2 pulgadas x 2	Polea de 4 pulgadas x 1
638 poleas/mes	572 poleas/mes

4.3.8.3 Incremento de la productividad mensual de la polea de 2 pulgadas con 2 canales de banda A.

Con las capacidades de producción mensuales calculadas anteriormente y expresadas en unidades se procederá a calcular su aumento en la productividad relegada en porcentaje mediante la siguiente ecuación (2.8).

$$\frac{638 \text{ poleas} - 528 \text{ poleas}}{528 \text{ poleas}} * 100\%$$

$$\Delta t = 0,21 * 100\%$$

$$\Delta t = 21 \%$$

Incremento mensual en unidades = **110**

4.3.8.4 Comparación del tiempo estándar de la línea de producción (tiempo actual vs tiempo propuesto)

En las tablas 4,37 y 4.38 se pueden observar los tiempos estándar del método inicial como del método propuesto y el porcentaje que redujo cada tiempo en cada sub proceso.

Tabla 4.32 Comparación de los tiempos actuales vs la propuesta en tiempos y en %.

Tiempo Actual vs Propuesto de la polea de 2 pulgadas			
Subprocesos	Tiempo Estándar (min)		
	Actual	Propuesto	%
Transporte materia prima	0,30	0,25	16,67
Horno de Fundición	0,42	0,26	38,10
Colada	5,57	5,28	5,21
Mecanizado	7,28	6,78	6,87
Perforado y Roscado	3,4	1,97	42,06

Pintura	1,56	0,98	37,18
Almacenaje y Embalado	0,69	0,69	0,00
Producción de la polea	19,22	16,21	15,66

Mediante la comparación del tiempo estándar de la polea de 2 pulgadas con 2 canales entre el método actual vs el método propuesto se obtiene una reducción del tiempo estándar de 3.01 minutos con un 15.66 % en la elaboración de una polea.

Tabla 4.33 Comparación de los tiempos actuales vs la propuesta en tiempos y en %.

Tiempo Actual vs Propuesto de la polea de 4 pulgadas			
Subprocesos	Tiempo Estándar (min)		
	Actual	Propuesto	%
Transporte materia prima	0,30	0,25	16,67
Horno de Fundición	0,55	0,33	40,00
Colada	6,15	5,86	4,72
Mecanizado	7,81	7,45	4,61
Perforado y Roscado	4,07	2,37	41,77
Pintura	1,72	1,38	19,77
Almacenaje y Embalado	0,75	0,75	0,00
Producción de la polea	21,35	18,39	13,86

Mediante la comparación del tiempo estándar de la polea de 4 pulgadas con un canal entre el método actual vs el método propuesto se obtiene una reducción del tiempo estándar de 2.96 minutos con un 13.86 % en la elaboración de una polea.

Tabla 4.34 Incremento de la productividad de las poleas en unidades y en %.

Incremento de la productividad				
Productividad al mes	Unidades producidas			Productividad
	Actual	Propuesto	Incremento	
Polea de 2 pulgadas x 2	528	638	110	21 %
Polea de 4 pulgadas x 1	484	572	88	18 %

4.3.8.5 Análisis económico

El precio de comercialización de la polea de 2 pulgadas es de 2,64 dólares y el precio de la polea de 4 pulgadas es de \$ 3.07, este precio puede variar según el pedido de los clientes. Con ello procedemos a calcular los ingresos del método actual y el método propuesto como se muestra en la tabla 5,37 y 5,38.

Tabla 4.35 Análisis económico al día.

ANÁLISIS ECONÓMICO			
Método	Producción (poleas/día)	P.VP.	Ingresos
Polea de 2 pulgadas con dos canales			
Método Inicial	24 poleas/día	2.64 \$/u	\$ 63.36
Método Propuesto	29 poleas/día	2.64 \$/u	\$ 76.56
Polea de 4 pulgadas con un canal			
Método Inicial	22 poleas/día	3.07 \$/u	\$ 67.54
Método Propuesto	26 poleas/día	3.07 \$/u	\$ 79.82

Si hacemos una diferencia de análisis económico al día entre la producción actual de vs la producción propuesta para la polea de 2 pulgadas existe un aumento de 5 poleas al día, con un análisis económico de \$ 13.20, para la polea de 4 pulgadas se puede evidenciar un aumento de 4 poleas al día con un análisis económico de \$ 12.28 por día,

Tabla 4.36 Análisis económico al mes.

ANÁLISIS ECONÓMICO			
Método	Producción (poleas/mes)	P.VP.	Ingresos
Polea de 2 pulgadas con dos canales			
Método Inicial	528 poleas/mes	2.64 \$/u	\$ 1.393,92
Método Propuesto	638 poleas/mes	2.64 \$/u	\$ 1.684,32
Polea de 4 pulgadas con un canal			
Método Inicial	484 poleas/mes	3.07 \$/u	\$ 1.485,88
Método Propuesto	572 poleas/mes	3.07 \$/u	\$ 1.756,04

Incremento del análisis de producción (actual vs propuesto)

Si hacemos una diferencia de análisis económico al mes entre la producción actual de vs la producción propuesta para la polea de 2 pulgadas hay un aumento de 110 poleas al mes, con un análisis económico de \$ 290,40, para la polea de 4 pulgadas se puede evidenciar un aumento de 88 poleas al mes, con un análisis económico de \$ 270.16 al mes.

Análisis del trabajo final: Como se puede observar en la tabla 4.39 el incremento de la productividad actual es de 528 y 484 unidades producidas al mes, después de realizar el estudio de tiempos y con una mejora significativa se logra obtener una productividad de 638 y 572 unidades al mes obteniendo como resultado un incremento de 110 y 88 unidades mensuales con un porcentaje de 21 y 18 %, en la tabla 4.40 y 4.41 se obtuvo el análisis económico al día y al mes, la empresa al día tiene un incremento de \$ 13,20 y \$ 12.28, al mes obtiene un incremento económico de \$ 290,40 y \$ 270.16 al mes en su línea de producción de poleas de aluminio.

4.4 IMPACTO TÉCNICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y/O ECONÓMICA

4.4.1 Impacto social

Con el análisis realizado en la empresa Fundymec, las técnicas, herramientas del estudio de trabajo permitió analizar cuáles de las actividades que generan tiempos improductivos dentro de la línea de producción de poleas y a la vez poder relacionar la capacidad actual de la empresa con las mejoras realizadas, lo cual permite aumentar la productividad. Con en el mejoramiento de producción genera un mayor volumen de ventas de tal forma se puede implementar una mejor estabilidad laboral a los trabajadores eliminando actividades y mejorando su ambiente laboral de esta forma beneficiando el rendimiento de cada trabajador, si una persona no se encuentra en un ambiente laboral adecuado ocasiona bajo rendimiento lo cual su trabajo no es eficaz.

4.4.2 Impacto económico

Dentro de la empresa, para la polea de 2 y 4 pulgadas se logró aumentar la productividad 5 y 4 poleas diarias respectivamente, con ello las ventas aumentaron sus ingresos de \$ 13.20 y \$ 12.28

diarios y \$ 290,40 y \$ 270.16 al mes respectivamente, así mejoro las utilidades para todos sus colaboradores. Se puede crear un plan de incentivos a los trabajadores en relación a lo que produzcan y motivándolos a mejorar su desempeño dentro de la empresa.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Con las herramientas del estudio de trabajo se verifico todo el proceso que compone la línea de producción de las poleas de aluminio desde el ingreso de la materia prima hasta su producto terminado aprovechando el reciclaje, de esta forma se pudo establecer de manera detallada todas las actividades que se realizan en cada subproceso, permitiendo analizar los problemas existentes dentro de la línea de producción como tiempos improductivos también se lograron identificar las 2 poleas la de 2 pulgadas con 7.67% y la polea de 4 pulgadas con 8.50% que generan mayor rentabilidad a la empresa.
- Mediante un estudio de tiempos y aplicando la técnica de regresión a cero se logró establecer los tiempos necesarios para cada sub proceso en el área de producción, determinando los tiempos exactos para cada actividad como resultado final se obtuvo un tiempo estándar de 19,22 minutos para la polea de 2 pulgadas con dos canales por cada unidad producida y una capacidad de producción 24 poleas, para la polea de 4 pulgadas un tiempo estándar 21,35 minutos por cada unidad producida y una capacidad de producción de 22 poleas en una jornada de trabajo de 8 horas diarias.
- Mediante la combinación, reducción de ciertas actividades y el estudio de tiempos propuesto se planteó un plan de mejora en la línea de producción, para la polea de 2 pulgadas se pudo reducir un tiempo de 3,01 minutos por polea producida y aumentar la capacidad de producción en 21%, para la polea de 4 pulgadas se pudo reducir un tiempo de 2,96 minutos por polea producida y aumento la capacidad de producción un 18%

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda que la línea de producción de poleas de transmisión de movimiento tenga productos ya elaborados y guardados en el stock, puesto que de esta forma no esperar que los clientes lo soliciten.
- Se recomienda que el proceso debería estar estandarizado y de la misma manera asignar actividades específicas a los trabajadores, limitando lo más posible que los trabajadores

realicen múltiples actividades de una u otra forma, esto afecta los métodos de trabajo y pueden generar retrasos en la producción.

- Puesto que la producción de la empresa se enfoca en las poleas de transmisión de movimiento estas son utilizadas en mecanismo de transmisión de fuerza para mover motores, generadores etc. se recomienda diversificar sus productos, ampliando el mercado que implique el aluminio, incluso ser distribuidor del mismo, teniendo más clientes según los servicios que se incorpore y una demanda recurrente.

REFERENCIAS

- [1] Jijón Bautista Klever, «repositorio.uta.edu.ec,» 18 Abril 2013. [En línea]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/4962/1/t807id.pdf>. [Último acceso: Agosto 2022].
- [2] Alomoto Guanoluisa Nelson, «repositorio.utc.edu.ec,» julio 2014. [En línea]. Available: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/1892/1/T-UTC-1782.pdf>. [Último acceso: 18 08 2022].
- [3] Chasiluisa Unda Luis, «repositorio.uta.edu.ec,» julio 2019. [En línea]. Available: https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30078/1/Tesis_t1615id.PDF. [Último acceso: 18 08 2022].
- [4] ZHICAY ORDOÑEZ RAFAEL, «dspace.esPOCH.edu.ec,» Enero 2013. [En línea]. Available: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3017/1/85T00280.pdf>. [Último acceso: 18 08 2022].
- [5] Adolfo Acebedo Borrego y .. Martha Linares Barrantes, «El enfoque y rol del ingeniero industrial para la gestión y desición del mundo de las organizaciones.,» *Industrial Data*, vol. 15, nº 1, pp. 9-24, 2012.
- [6] .. Wilian K Hotson, Manual del Ingeniero Industrial, 4ta ed., Maynard, 2005.
- [7] F. Durán, Ingeniería de Métodos. Globalización: Técnicas para el Manejo Eficiente de Recursos en Organizaciones Fabriles, de Servicios y Hospitalarias, 2007.
- [8] García Criollo R, Estudio de Trabajo, Segunda Edición ed., Mcgraw-Hill, 1998.
- [9] C. L. Palacios Acero, Ingeniería de Métodos Movimientos y Tiempos, Segunda ed., 2016.
- [10] G. Kanawaty, OIT, Introducción al estudio del trabajo, Cuarta ed., (OIT), 1996.
- [11] L. M. Manene, «"Los diagramas de flujo: su definición, objetivo, ventajas, elaboración, fases, reglas y ejemplos de aplicaciones" .,» 28 Julio 2011. [En línea].
- [12] B. W. Nlebel, Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño de trabajo, Duodèsima ed., 2009, p. 614.
- [13] B. Salazar López, «Ingeniería Industrial Online,» 20 Junio 2019. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/ingenieria-de-metodos/diagrama-del-proceso-del-recorrido/>.

- [14] F. E. Meyers, Estudio de Tiempos y movimientos para la manufactura ágil, Segunda ed., Pearson Educacion, 2000.
- [15] J. Chese Alquilano, Administración de la producción y de operaciones, Octava ed., Mcgraw-Hill, 2000.
- [16] B. Salazar López, «Ingeniería Industrial Online,» 26 Junio 2019. [En línea]. Available: [https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/herramientas-para-el-estudio-de-tiempos/..](https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/herramientas-para-el-estudio-de-tiempos/)
- [17] R. B. Chase y F. R. Jacobs, ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES Producción y Cadena de Suministros., Decimotercera ed., McGraw-Hill, 2009.
- [18] G. Westreicher, «Tipos de producción industrial,» *Producción Industrial*, 2022.
- [19] D. V. R. YONET., «Capacidad de producción,» de *APLICACIÓN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS*, Peru, 2017, p. 140.
- [20] D. G. G. Roberto Carro Paz, «Concepto amplio de productividad,» *Productividad y Competitividad*, 2012.
- [21] E. Bonilla, «La importancia de la productividad,» *La importancia de la productividad como componente de la competitividad*, p. 6, 2012.
- [22] Z. Acevedo, «<https://slideplayer.es/slide/158378/>,» 2014. [En línea].
- [23] V. Yopez, «Diagrama de recorrido como herramienta de estudio de métodos,» 29 Marzo 2022. [En línea]. Available: [https://victoryepes.blogs.upv.es/2022/03/29/diagrama-de-recorrido-como-herramienta-de-estudio-de-metodos/..](https://victoryepes.blogs.upv.es/2022/03/29/diagrama-de-recorrido-como-herramienta-de-estudio-de-metodos/)
- [24] B. Salazar Lopez, «Ingeniería Industrial Online,» 28 Junio 2019. [En línea]. Available: [https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/suplementos-del-estudio-de-tiempos/.](https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/suplementos-del-estudio-de-tiempos/)

ANEXOS

ANEXO I. Informe Urkund.



Document Information

Analyzed document	HENDRY.docx (D143373139)
Submitted	8/30/2022 12:36:00 AM
Submitted by	Cristian Espin
Submitter email	cristian.espin@utc.edu.ec
Similarity	4%
Analysis address	cristian.espin.utc@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	TESIS - PROAÑO SÁNCHEZ RODRIGO FERNANDO.pdf Document TESIS - PROAÑO SÁNCHEZ RODRIGO FERNANDO.pdf (D40645288)		1
SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / Cayo Jhonatan_Tesis (Plagio).pdf Document Cayo Jhonatan_Tesis (Plagio).pdf (D110286930) Submitted by: cristian.espin@utc.edu.ec Receiver: cristian.espin.utc@analysis.orkund.com		16
SA	Informe Final del Trabajo de Titulación. Sr. Stalin Fabricio Espín Silva.docx Document Informe Final del Trabajo de Titulación. Sr. Stalin Fabricio Espín Silva.docx (D142189992)		1
SA	Mejia Tuston Bryan Marcelo -Trabajo Final de Titulación-.pdf Document Mejia Tuston Bryan Marcelo -Trabajo Final de Titulación-.pdf (D109907188)		1
SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / Tesis Jhonatan cayo (Plagio).pdf Document Tesis Jhonatan cayo (Plagio).pdf (D110502648) Submitted by: cristian.espin@utc.edu.ec Receiver: cristian.espin.utc@analysis.orkund.com		1
SA	TESIS MICHAEL GUDIÑO.pdf Document TESIS MICHAEL GUDIÑO.pdf (D20016852)		1
SA	RESUMEN DE OYM.docx Document RESUMEN DE OYM.docx (D12801091)		1
SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / TESIS JAVIER- LADY - URKUND.docx Document TESIS JAVIER- LADY - URKUND.docx (D143363939) Submitted by: cristian.espin@utc.edu.ec Receiver: cristian.espin.utc@analysis.orkund.com		3
SA	TESIS JAVIER NOVOA.pdf Document TESIS JAVIER NOVOA.pdf (D21851446)		2

ANEXO II. Layout de la Empresa Fundymec.



Nombre:	Fecha:	 Fundymec <small>Industria de Materia Plástica</small>	Distribución de la Planta Industrial		
Dibujado por: Los Analistas	07/07/2022				
Revisado por: Ing. Edwin S.	11/07/2022				
Escala:	1:1	EMPRESA FUNDYMEC		Plano N°:	01
				Sustituye a:	00

ANEXO III. Diagramas de flujo de los subprocesos.

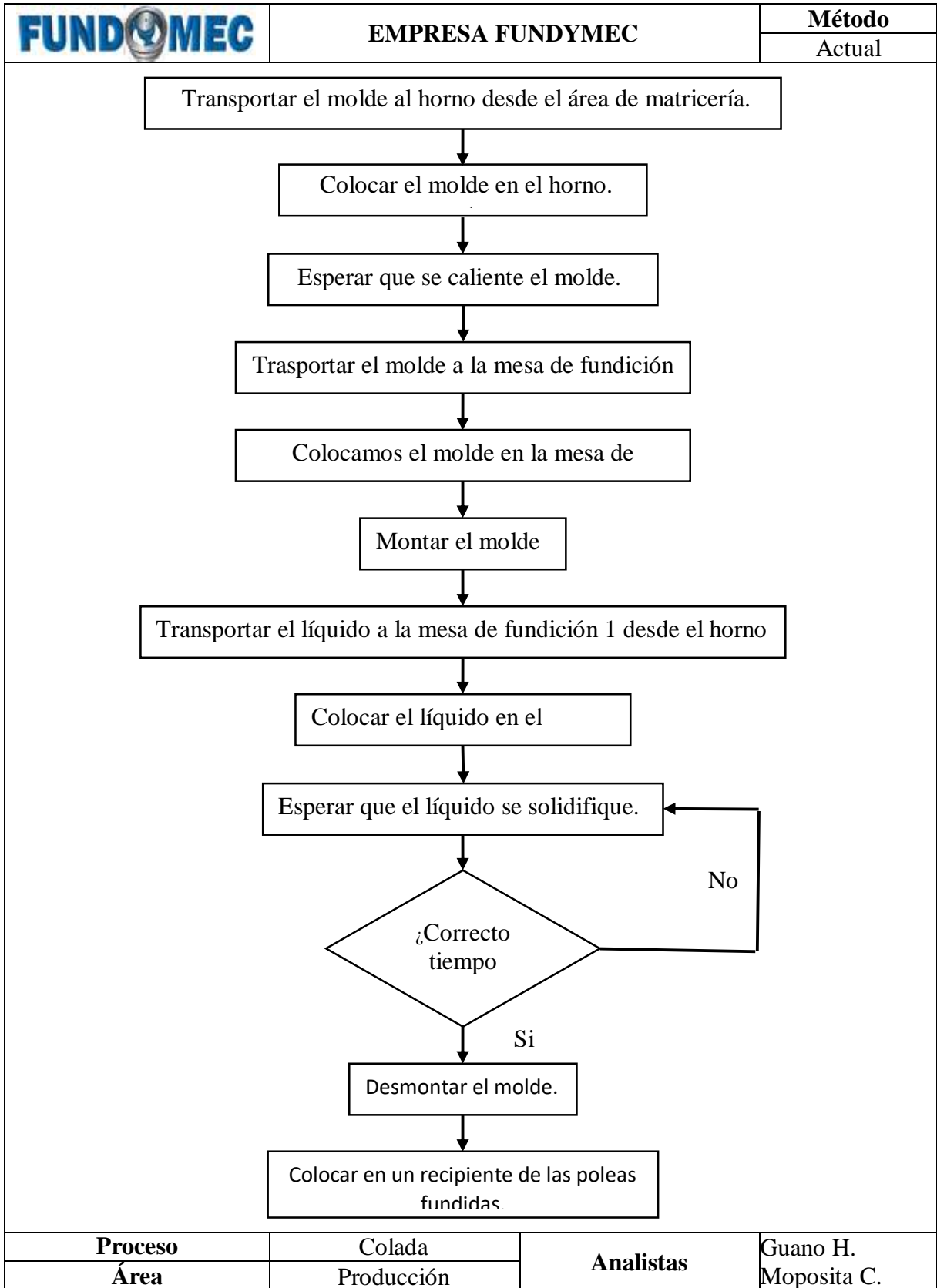


Figura III. 1: Diagramas de flujo del subproceso de colada.

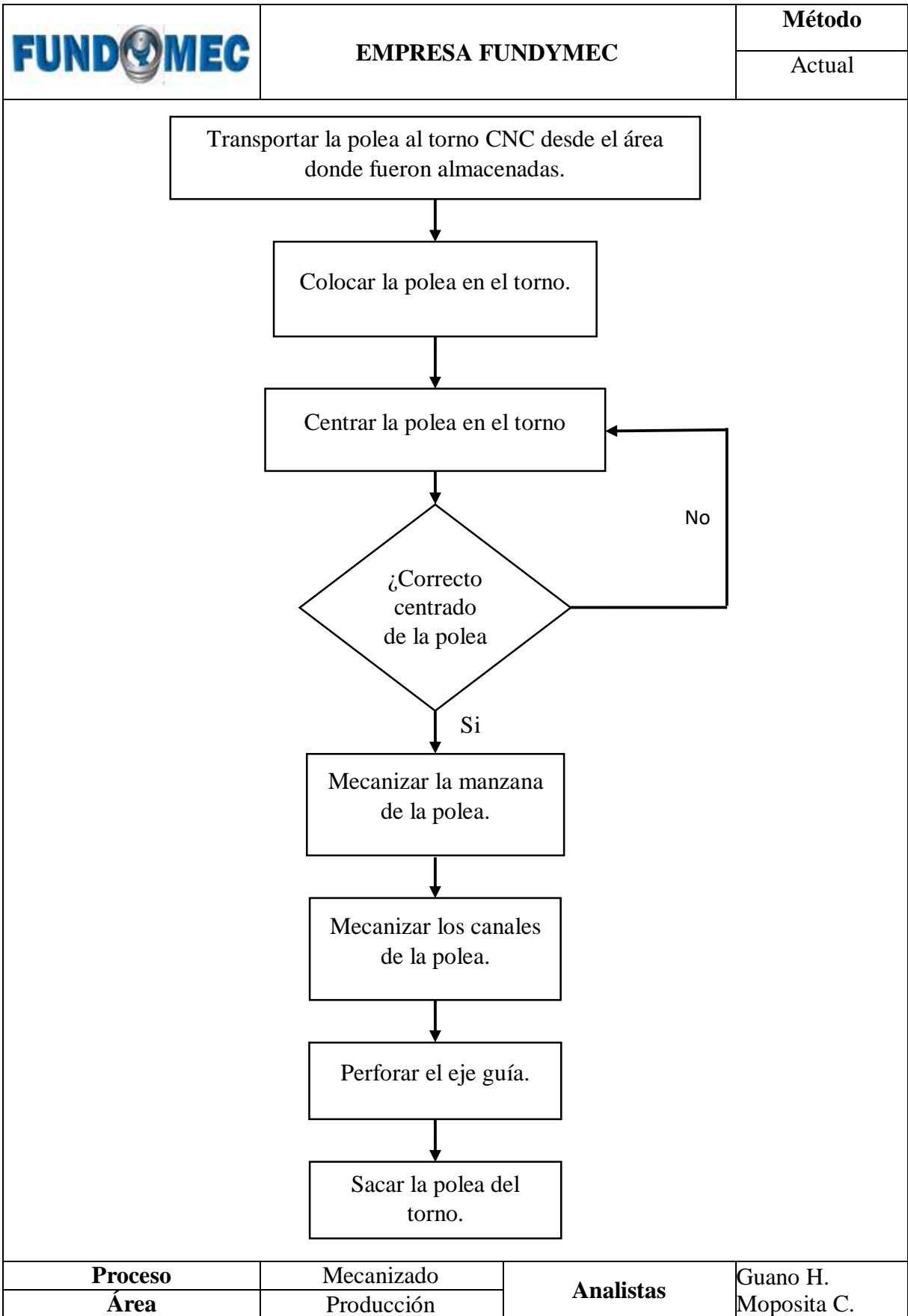


Figura III. 2: Diagramas de flujo del subproceso de mecanizado.

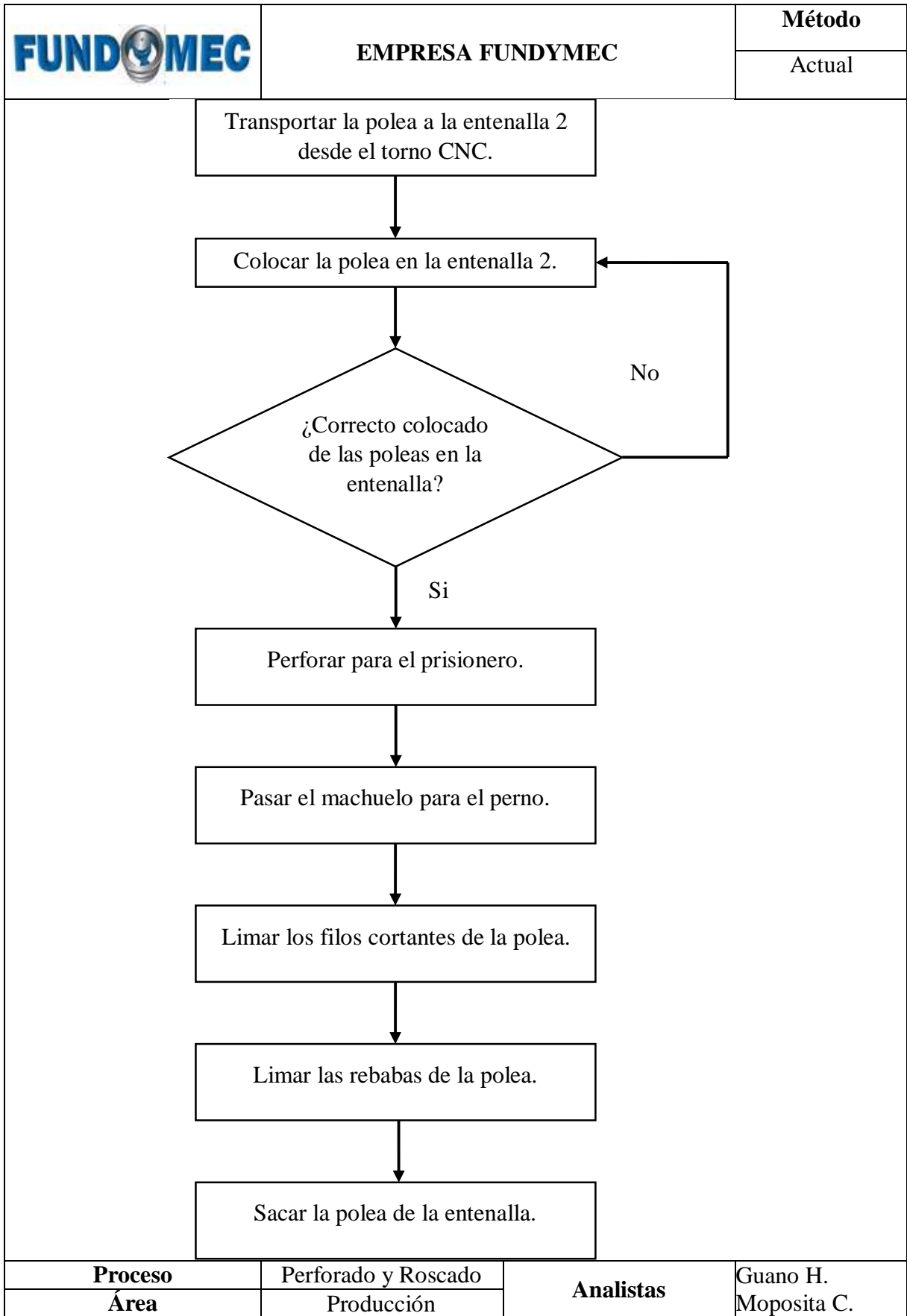


Figura III. 3: Diagramas de flujo del subproceso de perforado y roscado

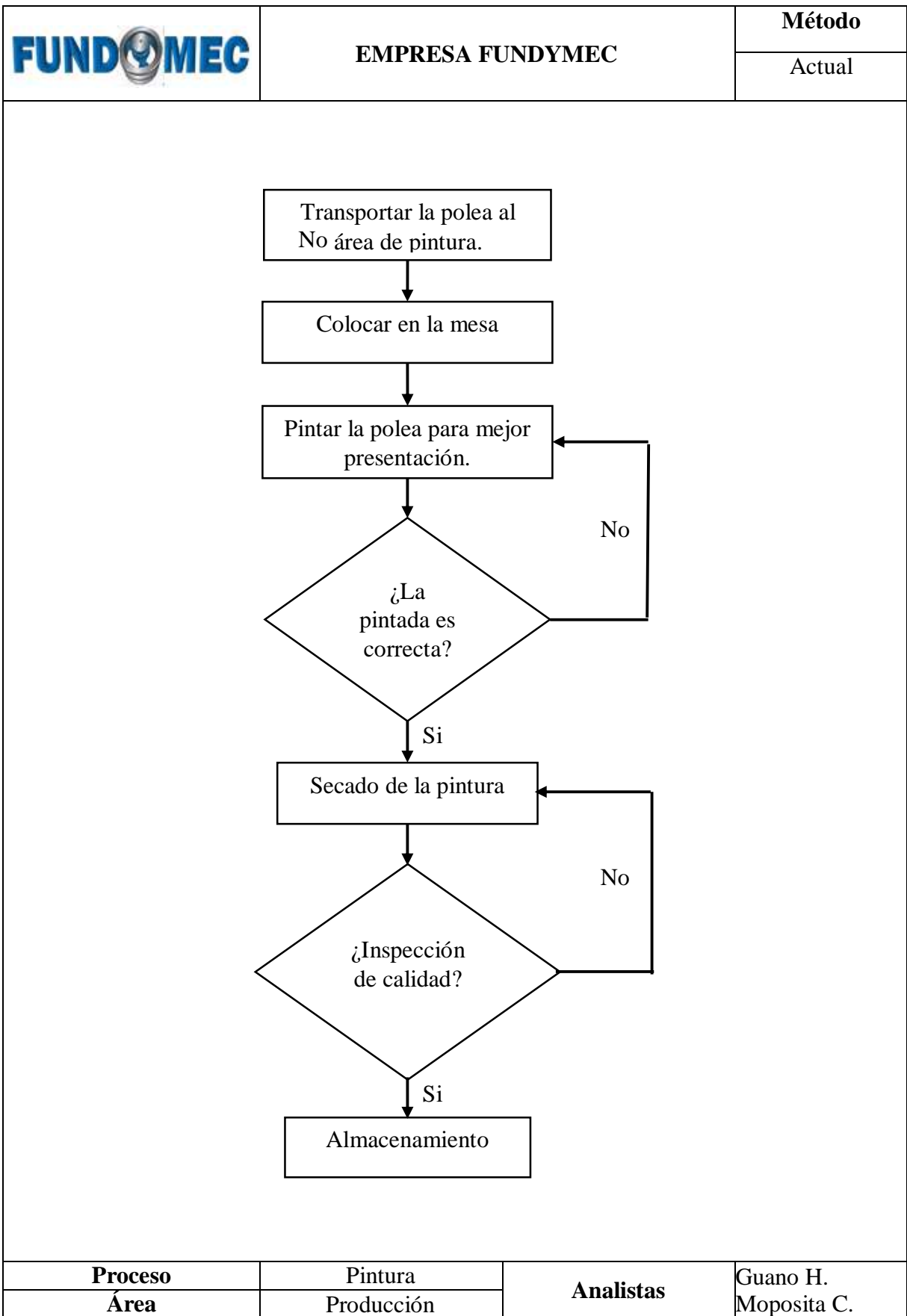


Figura III. 4: Diagramas de flujo del subproceso de pintura.

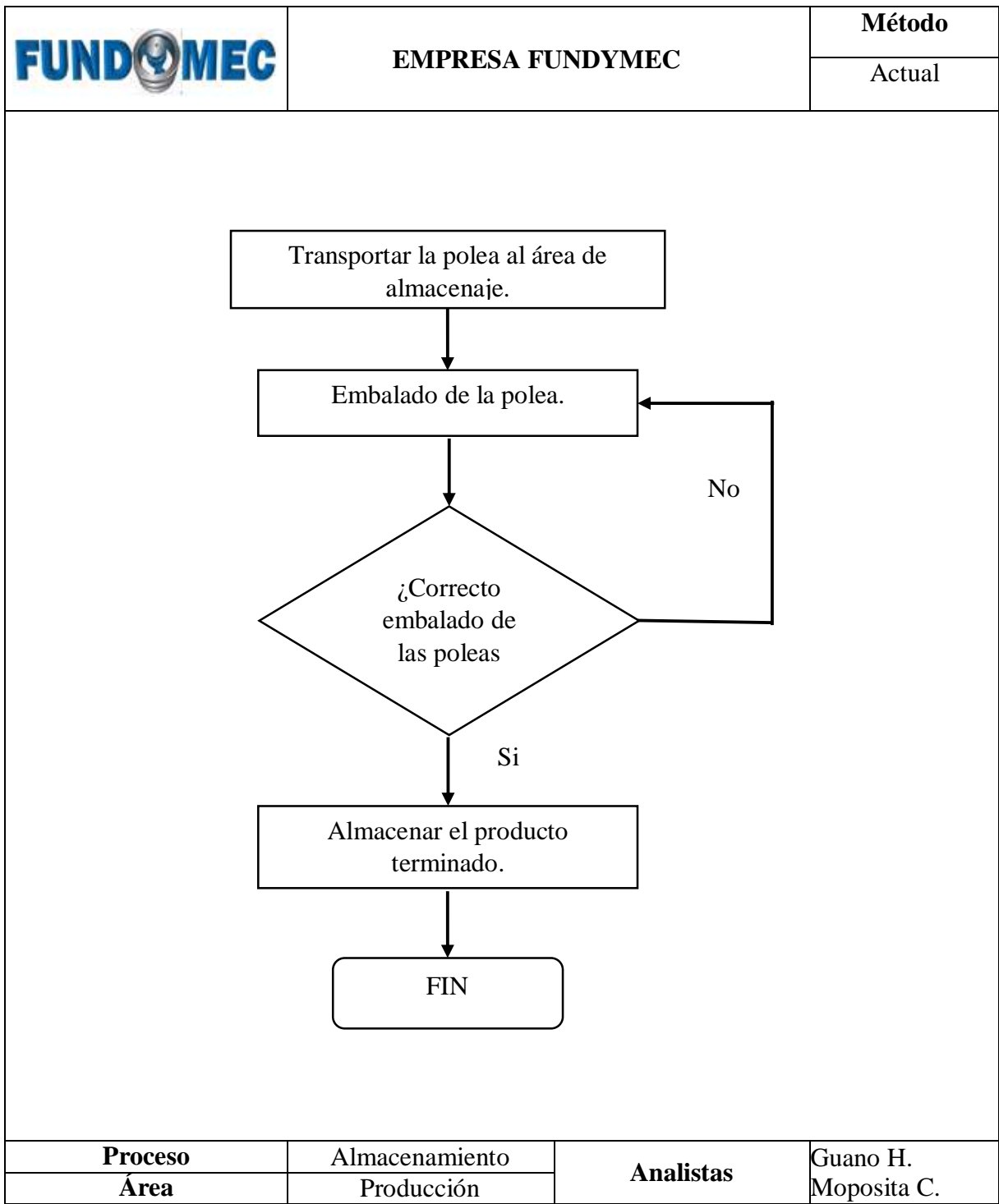













Figura III. 5: Diagramas de flujo del subproceso de almacenamiento y embalado.

ANEXO IV. Cursogramas Analíticos de los subprocesos.

Colada

La colada se lo realiza con 4 trabajadores y las actividades que se realizan en esta área se detallan a continuación en el cursograma presentado.












Tabla IV. 1: Cursograma analítico actual de la colada.

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO										
Hoja N° 01	Diagrama N°: 04	<u>OPERARIO</u> / MATERIAL / EQUIPO								
Sub Proceso: Colada		RESUMEN								
Fecha: 08/07/2022.		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO						
El estudio Inicia:		Operación 	6							
Método: Actual X Propuesto _____		Transporte 	3							
Producto: Polea de Aluminio 2 pulgadas en dos vías de Banda A.		Espera 	3							
Nombre del Operario: Fanny S. y Nancy S.		Inspección 	1							
Elaborado por: H. Guano y C. Moposita.		Almacenamiento 	1							
		Total actividades realizadas	14							
		Distancia Total en metros	8,1							
		Tiempo minutos	5,10							
N°	DESCRIPCIÓN	Unidad	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
										
1	Transportar el molde al horno desde el área de matricería.		4,5	11,99						
2	Colocar el molde en el horno.			7,928						
3	Esperar que se caliente el molde.			121,84						
4	Transportar el molde a la mesa de fundición 1.			5,794						
5	Colocamos el molde en la mesa de fundición 1.			4,854						
6	Montar el molde.			10,026						
7	Transportar el líquido a la mesa de fundición 1 desde el horno.		3,6	5,448						
8	Colocar el líquido en el molde.			7,904						
9	Igualar la manzana			8,89						
10	Esperar que el líquido se solidifique.			55,114						
11	Desmontar el molde.			9,18						
12	Inspeccionar la polea fundida.			9,98						
13	Colocar las poleas en un recipiente.			3,89						
14	Demora hasta terminar la fundición.			43,43						
Tiempo Minutos: 5,10		m	8,1	306,26	s					

Mecanizado

En esta área de trabajo existe 1 operario, las actividades que se realizan en esta área se detallan a continuación y se presenta el cursograma.



Tabla IV. 2: Cursograma analítico actual del mecanizado

CURSOGRAMA ANÁLITICO DEL PROCESO										
Hoja N° 01 Diagrama N°: 05		<u>OPERARIO</u> / MATERIAL / EQUIPO								
Sub Proceso: Mecanizado		RESUMEN								
Fecha: 08/07/2022.		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTO					
El estudio Inicia:		Operación 		6						
Método: Actual X Propuesto _____		Transporte 		1						
Producto: Polea de Aluminio 2 pulgadas en dos vías de Banda A.		Espera 								
Nombre del Operario: Edison S.		Inspección 		1						
Elaborado por: H. Guano y C. Moposita.		Almacenamiento 								
		Total actividades realizadas		8						
		Distancia Total en metros		17,3						
		Tiempo minutos		6,97						
N°	DESCRIPCIÓN	Unidad	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
										
1	Transportar las poleas al torno CNC desde el área de colada.		17,3	16,21						
2	Colocar la polea en el torno.			4,756						
3	Centrar la polea en el torno.			26,268						
4	Mecanizar la manzana de la polea.			183,11						
5	Mecanizar los canales de la polea.			132,87						
6	Perforar el eje guía.			41,06						
7	Desmonar la polea del torno.			3,516						
8	Inspeccionar la polea mecanizada.			10,556						
Tiempo Minutos: 6,97		m	17,3	418,35	s					

Perforado y roscado

En esta área de trabajo existen 1 operario, las actividades que realizan en esta área se detallan a continuación y se presenta el cursograma.

Tabla IV. 3: Cursograma analítico actual del perforado y roscado.



CURSOGRAMA ANÁLITICO DEL PROCESO										
Hoja N° 01	Diagrama N°: 06	<u>OPERARIO</u> / MATERIAL / EQUIPO								
Sub Proceso: Perforado y Roscado			RESUMEN							
Fecha: 09/07/2022.			ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO					
El estudio Inicia:			Operación 	6						
Método: Actual X Propuesto _____			Transporte 	1						
Producto: Polea de Aluminio 2 pulgadas en dos vías de Banda A.			Espera 	1						
			Inspección 							
Nombre del Operario: Medardo S.			Almacenamiento 							
Elaborado por: H. Guano y C. Moposita.			Total actividades realizadas	8						
			Distancia Total en metros	3						
			Tiempo minutos	3,2						
N°	DESCRIPCIÓN	Unidad	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
										
1	Transportar la polea a la entenalla 2 desde el torno CNC.		3	4,51						
2	Colocar la polea en la entenalla 2.			13,04						
3	Perforar para el prisionero.			25,71						
4	Pasar el machuelo para el perno.			68,79						
5	Limar los filos cortantes de la polea.			60,95						
6	Limar las rebabas de la polea.			5,93						
7	Sacar la polea de la entenalla.			3,01						
8	Inspeccionar la polea perforada.			9,90						
	Tiempo Minutos: 3,20	m	3	191,84	s					

La (operación, transporte, espera, inspección y almacenamiento) desde transportar las poleas torneadas del área de mecanizado al sub proceso de perforado y roscado donde se procedido a realizar la perforación para el tornillo prisionero y luego se procedió a pasarle un machuelo para realizar la rosca para atornillarle el tornillo prisionero en un tiempo 3,20 min para cada ciclo y una distancia total recorrida de 3 metros.

Pintura

En esta área de trabajo existe 1 operario, las actividades que se realiza en esta área se detallan a continuación y se presenta el cursograma.

Tabla IV. 4: Cursograma analítico actual de la pintura.



























CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO										
Hoja N° 01 Diagrama N°: 07		<u>OPERARIO</u> / MATERIAL / EQUIPO								
Sub Proceso: Pintado, Almacenado y Embalado		RESUMEN								
Fecha: 09/07/2022.		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTO					
El estudio Inicia:		Operación		2						
Método: Actual X Propuesto _____		Transporte		1						
Producto: Polea de Aluminio 2 pulgadas en dos vías de Banda A.		Espera		1						
		Inspección								
Nombre del Operario: Jairo V.		Almacenamiento								
Elaborado por: H. Guano y C. Moposita.		Total actividades realizadas		4						
		Distancia Total en metros		8,85						
		Tiempo minutos		1,51						
N°	DESCRIPCIÓN	Unidad	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
										
1	Transportar la polea al área de pintura.		8,85	12,93						
2	Colocar en la mesa de trabajo.			3,53						
3	Pintar la polea terminada.			64,18						
4	Inspeccionar la polea pintada.			9,99						
	Tiempo Minutos: 1,51	m	8,85	90,63	s					

La (operación, transporte, espera, inspección y almacenamiento) desde transportar las poleas ya perforadas y roscadas al sub proceso de pintura en donde terminan de darles su acabado final para previamente ser comercializadas en un tiempo de 1,50 min para cada ciclo y una distancia total recorrida de 8.85 metros.

Almacenamiento y embalado

En esta área de trabajo existen 1 operario, las actividades que se realiza en esta área se detallan a continuación y se presenta el cursograma.

Tabla IV. 5: Cursograma analítico actual del almacenamiento y embalado.

CURSOGRAMA ANÁLITICO DEL PROCESO										
Hoja N° 01 Diagrama N°: 08		<u>OPERARIO</u> / MATERIAL / EQUIPO								
Sub Proceso: Almacenamiento y embalado.		RESUMEN								
Fecha: 9/07/2022.		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTO					
El estudio Inicia:		Operación 		1						
Método: Actual X Propuesto _____		Transporte 		1						
Producto: Polea de Aluminio 2 pulgadas en dos vías de Banda A.		Espera 								
		Inspección 								
Nombre del Operario: Edwin S.		Almacenamiento 		1						
Elaborado por: H. Guano y C. Moposita.		Total actividades realizadas		3						
		Distancia Total en metros		11,3						
		Tiempo minutos		0,66						
N°	DESCRIPCIÓN	Unidad	Distancia (metros)	Tiempo (segundo) s	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
										
1	Transportar la polea al área de almacenamiento y embalado.		11,3	14,88						
2	Embalado de la polea terminada.			15,97						
3	Almacenar el producto terminado,			8,87						
Tiempo Minutos: 0,66		m	11,3	39,72	s					

La (operación, transporte, espera, inspección y almacenamiento) desde transportar las poleas pintadas y terminadas, al área de almacenamiento y embalado donde se procede a embalar y almacenar los diferentes tipos de poleas antes mencionadas para su respectiva comercialización en un tiempo 0,66 min para cada ciclo y una distancia total recorrida de 11,30 metros.

Tabla IV. 6: Cursograma analítico actual de la polea de 4 pulgadas.

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO				FUNDOMECH							
Hoja N° 01		Diagrama N°: 01		OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO							
Proceso General de la polea de Aluminio				RESUMEN							
Fecha: 10/07/2022.				ACTIVIDAD							
El estudio Inicia:				ACTUAL							
Método: Actual X Propuesto ___				PROPUESTO							
Producto: Polea de Aluminio 4 pulgadas en una via de Banda A.				Operación							
Nombre del Operario: Trabajadores que componen el area de producción.				Transporte							
Elaborado por: Guano H y Moposita C.				Espera							
				Inspección							
				Almacenamiento							
				Total actividades realizadas							
				Distancia Total en metros							
				Tiempo minutos							
N°	DESCRIPCIÓN	Unidad	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES	
					●	→	●	■	▼		
1	Almacenaje de los lingotes de aluminio.			-							
2	Cargar los lingotes de aluminio en la carretilla.			1,99							A mano
3	Transportar los lingotes de aluminio al área de fundición.		13,6	12,67							En carretilla
4	Descargar los lingotes de aluminio de la carretilla.			1,97							A mano
5	Trasportar los lingotes de aluminio al horno.		4,6	5,58							A mano
6	Quemar los lingotes de aluminio en el horno.			24,44							
7	Mecer mientras se va quemando para que se disuelva.			0,46							Con una cuchara
8	Transportar el molde al horno desde el área de matricería.		4,5	11,96							A mano
9	Colocar el molde en el horno.			8,80							
10	Esperar que se caliente el molde.			121,51							
11	Transportar el molde a la mesa de fundición 1.			5,90							
12	Colocamos el molde en la mesa de fundición 1.			4,81							
13	Montar el molde.			10,27							A mano
14	Transportar el líquido a la mesa de fundición 1 desde el horno.		3,6	5,95							Con una cuchara
15	Colocar el líquido en el molde.			8,07							
16	Igualar la manzana			8,96							Con un aplastador
17	Esperar que el líquido se solidifique.			67,36							
18	Desmontar el molde.			9,28							A mano
19	Inspeccionar la polea fundida.			10,03							
20	Colocar las poleas fundidas en un recipiente.			3,89							
21	Demora hasta terminar la fundición.			61,67							
22	Transportar las poleas al torno CNC desde el área de colada.		17,3	16,21							Con un recipiente
23	Colocar la polea en el torno.			4,89							A mano
24	Centrar la polea en el torno.			27,01							
25	Mecanizar la manzana de la polea.			198,36							
26	Mecanizar los canales de la polea.			142,06							
27	Perforar el eje guía.			41,98							
28	Desmontar la polea del torno.			3,51							A mano
29	Inspeccionar la polea mecanizada.			10,61							
30	Transportar la polea a la entenalla 2 desde el torno CNC.		3,00	4,51							Con un recipiente
31	Colocar la polea en la entenalla 2.			13,88							A mano
32	Perforar el prisionero.			30,88							
33	Pasar el machuelo para el perno.			88,78							
34	Limar los filos cortantes de la polea.			66,00							
35	Limar las rebabas de la polea.			7,94							
36	Desmontar la polea de la entenalla.			3,31							A mano
37	Inspeccionar la polea perforada.			9,92							
38	Transportar la polea al área de pintura.		8,85	12,93							Con un recipiente
39	Colocar en la mesa.			7,64							A mano
40	Pintar la polea terminada.			69,38							
41	Inspeccionar la polea pintada.			10,01							
42	Transportar la polea al área de almacenamiento y embalado.		11,3	14,89							Con un recipiente
43	Embalado de la polea terminada.			19,10							A mano
44	Almacenar el producto terminado.			9,10							A mano
Tiempo Minutos: = 19,97		m	66,75	1198,45	s						

Tabla IV. 7: Cursograma analítico actual del subproceso de transporte de la materia prima.




CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO				FUNDOMEC						
Hoja N° 01 Diagrama N°: 02		<u>OPERARIO</u> / MATERIAL / EQUIPO								
Sub Proceso: Materia Prima		RESUMEN								
Fecha: 10/07/2022.		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTO					
El estudio Inicia:		Operación		2						
Método: Actual X Propuesto		Transporte		1						
Producto: Polea de Aluminio 4 pulgadas con un canal de Banda A.		Espera								
Nombre del Operario: Santiago J.		Inspección								
Elaborado por: H. Guano y C. Moposita.		Almacenamiento		1						
		Total actividades realizadas		4						
		Distancia Total en metros		13.6						
		Tiempo minutos		0.28						
N°	DESCRIPCIÓN	Unidad	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
										
1	Almacenaje de los lingotes de aluminio.			-						
2	Cargar los lingotes de aluminio en la carretilla.			1.99						
3	Transportar los lingotes de aluminio al área de fundición.		13.6	12.67						
4	Descargar los lingotes de aluminio de la carretilla.			1.97						
Tiempo Minutos: 0,28		m	13.6	16.63	s					

Tabla IV. 8: Cursograma analítico actual del subproceso de fundición.











CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO				FUNDOMEC						
Hoja N° 01 Diagrama N°: 03		<u>OPERARIO</u> / MATERIAL / EQUIPO								
Sub Proceso: Fundición		RESUMEN								
Fecha: 10/07/2022.		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTO					
El estudio Inicia:		Operación		2						
Método: Actual X Propuesto		Transporte		1						
Producto: Polea de Aluminio 4 pulgadas con un canal de Banda A.		Espera								
Nombre del Operario: Cristian A y Jairo V.		Inspección								
Elaborado por: H. Guano y C. Moposita.		Almacenamiento								
		Total actividades realizadas		3						
		Distancia Total en metros		4.6						
		Tiempo minutos		0.51						
N°	DESCRIPCIÓN	Unidad	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
										
1	Transportar los lingotes de aluminio al horno.		4.6	5.58						
2	Quemar los lingotes de aluminio en el horno.			24.44						
3	Mecer mientras se va quemando para que se disuelva.			0.46						
Tiempo Minutos: 0,51		m	4.6	30.48	s					

Tabla IV. 9: Cursograma analítico actual del subproceso de colada.











CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO				FUNDOMECH						
Hoja N° 01 Diagrama N°: 04		<u>OPERARIO</u> / MATERIAL / EQUIPO								
Sub Proceso: Colada		RESUMEN								
Fecha: 10/07/2022.		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTO					
El estudio Inicia:		Operación 	7							
Método: Actual X Propuesto _____		Transporte 	2							
Producto: Polea de Aluminio 4 pulgadas con un canal de Banda A.		Espera 	3							
		Inspección 	1							
		Almacenamiento 	1							
Nombre del Operario: Fanny S. y Alicia S.		Total actividades realizadas		14						
Elaborado por: H. Guano y C. Moposita.		Distancia Total en metros		8.1						
		Tiempo minutos		5.64						
N°	DESCRIPCIÓN	Unidad	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
										
1	Transportar el molde al horno desde el área de matricería.		4.5	11.96						
2	Colocar el molde en el horno.			8.80						
3	Esperar que se caliente el molde.			121.51						
4	Transportar el molde a la mesa de fundición 1.			5.90						
5	Colocamos el molde en la mesa de fundición 1.			4.81						
6	Montar el molde.			10.27						
7	Transportar el líquido a la mesa de fundición 1 desde el horno.		3.6	5.95						
8	Colocar el líquido en el molde.			8.07						
9	Igualar la manzana			8.96						
10	Esperar que el líquido se solidifique.			67.36						
11	Desmontar el molde.			9.28						
12	Inspeccionar la polea fundida.			10.03						
13	Colocar las poleas fundidas en un recipiente.			3.89						
14	Demora hasta terminar la fundición.			61.67						
Tiempo Minutos: 5,64		<u>m</u>	8.1	338.45	<u>s</u>					

Tabla IV. 10: Cursograma analítico actual del subproceso de mecanizado.







CURSOGRAMA ANÁLITICO DEL PROCESO								
Hoja N° 01		Diagrama N°: 05		<u>OPERARIO</u> / MATERIAL / EQUIPO				
Sub Proceso: Mecanizado				RESUMEN				
Fecha: 10/07/2022.				ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTO	
El estudio Inicia:				Operación		6		
Método: Actual X Propuesto				Transporte		1		
Producto: Polea de Aluminio 4 pulgadas con un canal de Banda A.				Espera		1		
				Inspección				
Nombre del Operario: Edison S.				Almacenamiento				
				Total actividades realizadas		8		
Elaborado por: H. Guano y C. Moposita.				Distancia Total en metros		17.3		
				Tiempo minutos		7.41		
N°	DESCRIPCIÓN			Unidad	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)	SÍMBOLO	OBSERVACIONES
							    	
1	Transportar las poleas al torno CNC desde el área de colada.				17.3	16.21		
2	Colocar la polea en el torno.					4.89		
3	Centrar la polea en el torno.					27.01		
4	Mecanizar la manzana de la polea.					198.36		
5	Mecanizar los canales de la polea.					142.06		
6	Perforar el eje guía.					41.98		
7	Desmonar la polea del torno.					3.51		
8	Inspeccionar la polea mecanizada.					10.61		
Tiempo Minutos: 7,41				m	17.3	444.63	s	

Tabla IV. 11: Cursograma analítico actual del subproceso de perforado y roscado.







CURSOGRAMA ANÁLITICO DEL PROCESO								
Hoja N° 01		Diagrama N°: 06		<u>OPERARIO</u> / MATERIAL / EQUIPO				
Sub Proceso: Perforado y Roscado				RESUMEN				
Fecha: 10/07/2022.				ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTO	
El estudio Inicia:				Operación		6		
Método: Actual X Propuesto				Transporte		1		
Producto: Polea de Aluminio 4 pulgadas con un canal de Banda A.				Espera		1		
				Inspección				
Nombre del Operario: Medardo S.				Almacenamiento				
				Total actividades realizadas		8		
Elaborado por: H. Guano y C. Moposita.				Distancia Total en metros		3		
				Tiempo minutos		3.75		
N°	DESCRIPCIÓN			Unidad	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)	SÍMBOLO	OBSERVACIONES
							    	
1	Transportar la polea a la entenalla 2 desde el torno CNC.				3.00	4.51		
2	Colocar la polea en la entenalla 2.					13.88		
3	Perforar para el prisionero.					30.88		
4	Pasar el machuelo para el perno.					88.78		
5	Limar los filos cortantes de la polea.					66.00		
6	Limar las rebabas de la polea.					7.94		
7	Sacar la polea de la entenalla.					3.31		
8	Inspeccionar la polea perforada.					9.92		
Tiempo Minutos: 3,75				m	3.00	225.22	s	

Tabla IV. 12: Cursograma analítico actual del subproceso de pintura.

















CURSOGRAMA ANÁLITICO DEL PROCESO				FUNDOMEC						
Hoja N° 01 Diagrama N°: 07		<u>OPERARIO</u> / MATERIAL / EQUIPO								
Sub Proceso: Pintura.		RESUMEN								
Fecha: 10/07/2022.		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTO					
El estudio Inicia:		Operación		2						
Método: Actual X Propuesto _____		Transporte		1						
Producto: Polea de Aluminio 4 pulgadas con un canal de Banda A.		Espera								
Nombre del Operario: Jairo V.		Inspección		1						
Elaborado por: H. Guano y C. Moposita.		Almacenamiento								
		Total actividades realizadas		4						
		Distancia Total en metros		8.85						
		Tiempo minutos		1.67						
N°	DESCRIPCIÓN	Unidad	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
										
1	Transportar la polea al área de pintura.		8.85	12.93						
2	Colocar en la mesa de trabajo.			7.64						
3	Pintar la polea terminada.			69.38						
4	Inspeccionar la polea pintada.			10.01						
Tiempo Minutos: 1,67		m	8.85	99.95	s					

Tabla IV. 13: Cursograma analítico actual del subproceso de almacenamiento y embalado.

CURSOGRAMA ANÁLITICO DEL PROCESO				FUNDOMEC						
Hoja N° 01 Diagrama N°: 08		<u>OPERARIO</u> / MATERIAL / EQUIPO								
Sub Proceso: Almacenamiento y embalado.		RESUMEN								
Fecha: 10/07/2022.		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTO					
El estudio Inicia:		Operación		1						
Método: Actual X Propuesto _____		Transporte		1						
Producto: Polea de Aluminio 4 pulgadas con un canal de Banda A.		Espera								
Nombre del Operario: Edwin S.		Inspección								
Elaborado por: H. Guano y C. Moposita.		Almacenamiento		1						
		Total actividades realizadas		3						
		Distancia Total en metros		11.3						
		Tiempo minutos		0.72						
N°	DESCRIPCIÓN	Unidad	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
										
1	Transportar la polea al área de almacenamiento y embalado.		11.3	14.89						Con un recipiente
2	Embalado de la polea terminada.			19.10						A mano
3	Almacenar el producto terminado,			9.10						A mano
Tiempo Minutos: 0,72		m	11.3	43.09	s					

6. ANEXO V. Estudio de Tiempos.

Tabla V. 1: Descripción actual de las actividades de la colada.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
A	Transportar el molde al horno desde el área de matricería.
B	Colocar el molde en el horno.
C	Esperar que se caliente el molde.
D	Transportar el molde a la mesa de fundición 1.
E	Colocamos el molde en la mesa de fundición 1.
F	Montar el molde.
G	Transportar el líquido a la mesa de fundición 1 desde el horno.
H	Colocar el líquido en el molde.
I	Igualar la manzana
J	Esperar que el líquido se solidifique.
K	Desmontar el molde.
L	Inspeccionar
M	Colocar las poleas en un recipiente.
N	Demora hasta terminar la Fundición

Tabla V. 2: Muestras tomadas de cada actividad del subproceso de colada.

Actividad	TIEMPOS OBSERVADOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	12,12	11,85	11,50	12,05	12,15	12,10	11,81	11,25	12,13	11,98
B	7,55	7,85	8,04	7,98	8,15	7,50	7,83	8,02	7,92	8,10
C	120,00	121,45	120,60	122,45	123,22	122,29	121,34	121,05	122,54	121,16
D	6,58	5,47	5,48	6,03	5,95	5,55	5,20	5,45	6,01	5,92
E	4,72	4,65	4,96	4,20	5,10	5,15	4,63	4,95	4,18	5,05
F	10,37	9,75	10,14	9,95	10,13	9,64	9,43	10,26	10,23	9,88
G	5,39	5,43	5,15	6,05	5,85	5,36	4,91	5,19	5,03	5,73
H	7,65	7,59	8,21	8,28	7,79	7,36	7,57	8,19	8,69	8,13
I	8,90	8,76	8,56	8,96	9,15	8,92	8,74	8,72	8,66	9,17
J	55,20	56,00	54,80	54,20	54,75	55,18	56,03	54,78	54,83	54,92
K	9,25	8,85	9,81	9,05	8,94	9,73	8,47	9,79	9,07	8,92
L	9,85	10,20	9,75	10,02	10,09	9,17	10,40	9,73	10,04	10,11
M	3,56	3,83	3,76	4,13	4,05	3,54	3,78	3,74	4,11	4,07
N	6033,00	6120,00	6058,20	6247,00	6224,40	6180,00	6270,00	6171,00	6300,00	6257,40

Tabla V. 3: Calculo de los límites de control.

Sub proceso	Nº	Descripción	TIEMPOS OBSERVADOS										Media	DS	LCS	LCI
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
Colada	1	A	12,12	11,85	11,50	12,05	12,15	12,10	11,81	11,25	12,13	11,98	11,89	0,30	12,20	11,59
	2	B	7,55	7,85	8,04	7,98	8,15	7,5	7,83	8,02	7,92	8,10	7,89	0,22	8,11	7,67
	3	C	120,00	121,45	120,60	122,45	123,22	122,29	121,34	121,05	122,54	121,16	121,61	0,99	122,60	120,62
	4	D	6,58	5,47	5,48	6,03	5,95	5,55	5,2	5,45	6,01	5,92	5,76	0,41	6,17	5,36
	5	E	4,72	4,65	4,96	4,2	5,1	5,15	4,63	4,95	4,18	5,05	4,76	0,35	5,11	4,41
	6	F	10,37	9,75	10,14	9,95	10,13	9,64	9,43	10,26	10,23	9,88	9,95	0,30	10,25	9,64
	7	G	5,39	5,43	5,15	6,05	5,85	5,36	4,91	5,19	5,03	5,73	5,41	0,37	5,78	5,04
	8	H	7,65	7,59	8,21	8,28	7,79	7,36	7,57	8,19	8,69	8,13	7,95	0,42	8,36	7,53
	9	I	8,90	8,76	8,56	8,96	9,15	8,92	8,74	8,72	8,66	9,17	8,85	0,20	9,06	8,65
	10	J	55,2	56,00	54,80	54,20	54,75	55,18	56,03	54,78	54,83	54,92	55,07	0,57	55,64	54,50
	11	K	9,25	8,85	9,81	9,05	8,94	9,73	8,47	9,79	9,07	8,92	9,19	0,45	9,64	8,74
	12	L	9,85	10,20	9,75	10,02	10,09	9,17	10,40	9,73	10,04	10,11	9,94	0,34	10,27	9,60
	13	M	3,56	3,83	3,76	4,13	4,05	3,54	3,78	3,74	4,11	4,07	3,86	0,22	4,08	3,64
	14	N	6033,00	6120,00	6058,20	6247,00	6224,40	6180,00	6270,00	6171,00	6300,00	6257,40	6186,10	91,11	6277,21	6094,99

Tabla V. 4: Reajuste de los tiempos cronometrados para encontrar el valor que tenga mayor desviación estándar.

Sub proceso	Nº	Descripción	TIEMPOS OBSERVADOS										Media	DS
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Colada	1	A	12,12	11,85	11,76	12,05	12,15	12,10	11,81	11,85	12,13	11,98	11,98	0,15
	2	B	7,75	7,85	8,04	7,98	8,02	7,90	7,83	8,02	7,92	8,10	7,94	0,11
	3	C	121,76	121,45	122,25	122,45	121,28	122,29	121,34	121,05	122,54	121,16	121,76	0,57
	4	D	6,04	5,47	5,48	6,03	5,95	5,55	5,76	5,45	6,01	5,92	5,77	0,25
	5	E	4,72	4,65	4,96	4,84	5,1	5,03	4,63	4,95	4,73	5,05	4,87	0,17
	6	F	10,16	9,75	10,14	9,95	10,13	9,64	10,05	9,92	10,23	9,88	9,98	0,20
	7	G	5,39	5,43	5,15	5,72	5,55	5,36	5,34	5,19	5,03	5,73	5,39	0,24
	8	H	7,65	7,59	8,21	8,28	7,79	7,86	7,57	8,19	8,33	8,13	7,96	0,30
	9	I	8,90	8,76	8,82	8,96	9,01	8,92	8,74	8,72	8,66	8,74	8,82	0,12
	10	J	55,20	55,36	54,80	55,46	54,75	55,18	54,64	54,78	54,83	54,92	54,99	0,28
	11	K	9,25	8,85	9,81	9,05	8,94	9,53	8,87	9,32	9,07	8,92	9,16	0,32
	12	L	9,85	10,20	9,75	10,02	10,09	9,85	10,17	9,73	10,04	10,11	9,98	0,17
	13	M	3,89	3,83	3,76	3,92	4,05	3,81	3,78	3,94	4,01	4,07	3,91	0,11
	14	N	6148,00	6120,00	6097,20	6247,00	6224,40	6180,00	6270,00	6171,00	6243,00	6257,40	6195,80	61,09

Tabla V. 5: Número de muestras preliminares para el cálculo del estudio de tiempos.

	OBSERVACIONES										TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
X	6148,00	6120,00	6097,20	6247,00	6224,40	6180,00	6270,00	6171,00	6243,00	6257,40	61958,00
X²	37797904,00	37454400,00	37175847,84	39025009,00	38743155,36	38192400,00	39312900,00	38081241,00	38975049,00	39155054,76	383912960,96

Tabla V. 6: Valorización y suplementos del subproceso de la colada.

FUNDOMEC			FACTOR DE VALORACIÓN			SUPLEMENTOS		FUNDOMEC	
Actividad		Colada		Actividad		Colada			
HABILIDAD			ESFUERZO			Suplementos constantes			
C2	Bueno	0,03	D	Promedio	0,00	Suplementos constantes		Mujer (%)	
CONDICIONES			CONSISTENCIA			Necesidades personales		7	
F	Malas	-0,07	E	Regulares	-0,02	Fatiga		4	
TOTAL (S)					-0,06		Suplementos variables		
						Suplementos variables		Mujer (%)	
						Trabajo de pie		4	
						Ligeramente incómoda		1	
						S		0,16	

Tabla V. 7: Calculo del tiempo estándar actual del sub proceso de colada.



	ESTUDIO DE TIEMPOS															
Departamento:	Producción										Estudio N°:	3				
Proceso:	Colada										Hoja N°:	1 de 1				
Método:	Actual:	X				Propuesto:					Fecha:	18/07/2022				
Producto:	Polea de Aluminio 2 pulgadas con dos canales de Banda A.										Observado por:	H. Guano y C. Moposita.				
El estudio inicia:	Colocar el molde en horno para pre calentar.										Unidad de tiempo:	Segundos (s)				
DESCRIPCION DEL ELEMENTO	CICLOS										RESÚMEN					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TP	V	TB	S	TS	
A	12.12	11.85	11.76	12.05	12.15						11.99	94	11.27	0.16	13.07	
B	7.75	7.85	8.04	7.98	8.02						7.93	94	7.45	0.16	8.64	
C	121.76	121.45	122.25	122.45	121.28						121.84	94	114.53	0.16	132.85	
D	6.04	5.47	5.48	6.03	5.95						5.79	94	5.45	0.16	6.32	
E	4.72	4.65	4.96	4.84	5.10						4.85	94	4.56	0.16	5.29	
F	10.16	9.75	10.14	9.95	10.13						10.03	94	9.42	0.16	10.93	
G	5.39	5.43	5.15	5.72	5.55						5.45	94	5.12	0.16	5.94	
H	7.65	7.59	8.21	8.28	7.79						7.90	94	7.43	0.16	8.62	
I	8.90	8.76	8.82	8.96	9.01						8.89	94	8.36	0.16	9.69	
J	55.20	55.36	54.80	55.46	54.75						55.11	94	51.81	0.16	60.10	
K	9.25	8.85	9.81	9.05	8.94						9.18	94	8.63	0.16	10.01	
L	9.85	10.20	9.75	10.02	10.09						9.98	94	9.38	0.16	10.88	
M	3.89	3.83	3.76	3.92	4.05						3.89	94	3.66	0.16	4.24	
N	6148.00	6120.00	6097.20	6247.00	6224.40	Tiempo para 142 poleas				6167.32						
						Tiempo para 1 polea				43.43	94	40.83	0.16	47.36		
														TS =	333.95	
NOTA: TP= Tiempo promedio; V= Valoración del ritmo de trabajo; TB= Tiempo básico o normal; S(s)= Suplementos en segundos; TS= Tiempo estándar																

Tabla V. 8: Descripción actual de las actividades del mecanizado.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
A	Transportar las poleas al torno CNC desde el área de colada.
B	Colocar la polea en el torno.
C	Centrar la polea en el torno.
D	Mecanizar la manzana de la polea.
E	Mecanizar los canales de la polea.
F	Perforar el eje guía.
G	Sacar la polea del torno.
H	Inspeccionar la polea mecanizada.

Tabla V. 9: Muestras tomadas de cada actividad del subproceso de colada.

Actividad	TIEMPOS OBSERVADOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	16,56	16,29	16,44	15,36	15,91	16,01	15,56	16,37	16,56	15,48
B	5,12	4,62	4,92	4,72	4,86	4,38	4,68	4,30	4,73	4,31
C	26,39	25,35	27,15	26,45	26,22	27,02	25,78	26,48	25,95	26,47
D	184,20	184,40	183,80	182,56	180,60	174,00	177,00	185,00	183,75	179,64
E	113,60	131,45	117,00	134,00	137,60	129,00	131,40	135,00	125,40	138,00
F	40,85	41,37	40,38	41,16	40,34	41,25	40,25	40,70	40,85	41,38
G	3,15	3,45	3,67	3,53	3,35	3,78	3,84	3,93	3,42	3,46
H	10,12	10,56	10,15	10,76	10,38	10,42	10,95	10,87	10,66	10,62

Tabla V. 10: Calculo de los límites de control.

Sub proceso	N°.	Descripción	TIEMPOS OBSERVADOS										Media	DS	LCS	LCI
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
Mecanizado	1	A	16,56	16,29	16,44	15,36	15,91	16,01	15,96	16,37	16,68	15,78	16,08	0,38	16,45	15,70
	2	B	5,12	4,62	4,92	4,72	4,86	4,38	4,68	4,80	4,73	4,31	4,71	0,24	4,95	4,47
	3	C	26,39	25,35	27,15	26,45	26,22	27,02	25,78	26,48	25,95	26,47	26,34	0,57	26,91	25,77
	4	D	184,20	184,40	183,80	182,56	180,60	174,00	177,00	185,00	183,75	179,64	181,50	3,65	185,15	177,84
	5	E	113,60	131,45	115,00	134,00	137,34	129,00	131,40	135,00	125,40	138,00	129,02	8,62	137,64	120,39
	6	F	40,85	41,77	40,38	41,16	40,34	41,25	40,25	40,70	40,85	41,38	40,89	0,50	41,39	40,40
	7	G	3,15	3,45	3,67	3,53	3,35	3,78	3,84	3,93	3,42	3,46	3,56	0,24	3,80	3,32
	8	H	10,12	10,56	10,15	10,76	10,38	10,42	10,95	10,87	10,66	10,62	10,55	0,28	10,83	10,27

Tabla V. 11: Reajuste de los tiempos cronometrados para encontrar el valor que tenga mayor desviación estándar.

Sub proceso	N.º	Descripción	TIEMPOS OBSERVADOS										Media	DS
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Mecanizado	1	A	16,26	16,29	16,44	16,16	15,91	16,01	15,96	16,37	15,94	15,78	16,11	0,22
	2	B	4,66	4,62	4,92	4,72	4,86	4,55	4,68	4,80	4,73	4,81	4,74	0,11
	3	C	26,39	26,34	25,89	26,45	26,22	26,32	25,78	26,48	25,95	26,47	26,23	0,28
	4	D	184,20	184,40	183,80	182,56	180,60	184,63	183,75	185,00	183,75	179,64	183,23	1,78
	5	E	134,75	131,45	126,82	134,00	137,34	129,00	131,40	135,00	125,40	135,65	132,08	3,98
	6	F	40,85	41,77	41,16	41,16	40,34	41,25	40,94	40,70	40,85	41,38	41,04	0,40
	7	G	3,58	3,45	3,67	3,53	3,35	3,78	3,44	3,78	3,42	3,46	3,55	0,15
	8	H	10,47	10,56	10,61	10,76	10,38	10,42	10,35	10,49	10,66	10,62	10,53	0,13

Tabla V. 12: Número de muestras preliminares para el cálculo del estudio de tiempos.

OBSERVACIONES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
X	134,75	131,45	126,82	134,00	137,34	129,00	131,40	135,00	125,40	135,65	1320,81
X²	18157,56	17279,10	16083,31	17956,00	18862,28	16641,00	17265,96	18225,00	15725,16	18400,92	174596,30

Tabla V. 13: Valorización y suplementos del subproceso del mecanizado.



		FACTOR DE VALORACIÓN				SUPLEMENTOS			
		Actividad		Mecanizado		Actividad	Mecanizado de las poleas		
HABILIDAD				ESFUERZO		Suplementos constantes			
C2	Promedio	0,00		E2	Regular	-0,08		Suplementos constantes	Hombre (%)
CONDICIONES				CONSISTENCIA		Necesidades personales			5
C	Buenas	0,02		D	Promedio	0,00		Fatiga	4
TOTAL (S)						-0,06		Suplementos variables	
								Suplementos variables	Hombre (%)
								Trabajo de pie	2
								S	0,11

Tabla V. 14: Calculo del tiempo estándar actual del sub proceso de mecanizado.



	ESTUDIO DE TIEMPOS																			
Departamento:	Producción.										Estudio N°:	4								
Proceso:	Mecanizado.										Hoja N°:	1 de 1								
Método:	Actual:	X									Propuesto:				Fecha:	18/07/2022				
Producto:	Polea de Aluminio 2 pulgadas con dos canales de Banda A.										Observado por:	H. Guano y C. Moposita.								
El estudio inicia:	Colocar la polea de alumnio en el torno CNC.										Unidad de	Segundos (s)								
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLOS										RESÚMEN									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TP	V	TB	S	TS					
A	16.26	16.29	16.44	16.16	15.91						16.21	94	15.24	0.11	16.92					
B	4.66	4.62	4.92	4.72	4.86						4.76	94	4.47	0.11	4.96					
C	26.39	26.34	25.89	26.45	26.22						26.27	94	24.69	0.11	27.41					
D	184.20	184.40	183.80	182.56	180.60						183.11	94	172.13	0.11	191.06					
E	134.75	131.45	126.82	134.00	137.34						132.87	94	124.90	0.11	138.64					
F	40.85	41.77	41.16	41.16	40.34						41.06	94	38.59	0.11	42.84					
G	3.58	3.45	3.67	3.53	3.35						3.52	94	3.31	0.11	3.67					
H	10.47	10.56	10.61	10.76	10.38						10.56	94	9.92	0.11	11.01					
															TS = 436.50					
NOTA: TP= Tiempo promedio; V= Valoración del ritmo de trabajo; TB= Tiempo básico o normal; S(s)= Suplementos en segundos; TS= Tiempo estándar																				

Tabla V. 15: Descripción actual de las actividades del perforado y roscado.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
A	Transportar la polea a la entenalla 2 desde el torno CNC.
B	Colocar la polea en la entenalla 2.
C	Perforar para el prisionero.
D	Pasar el machuelo para el perno.
E	Limar los filos cortantes de la polea.
F	Limar las rebabas de la polea.
G	Sacar la polea de la entenalla.
H	Inspeccionar.

Tabla V. 16: Muestras tomadas de cada actividad del subproceso de colada.

Actividad	TIEMPOS OBSERVADOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	4,12	4,42	4,36	4,87	4,56	4,78	4,55	4,67	4,88	4,40
B	13,12	12,54	13,24	13,25	12,29	12,33	13,27	12,84	13,22	12,31
C	25,24	26,35	26,28	25,34	25,28	26,56	25,45	26,43	25,53	25,56
D	69,12	68,24	69,18	69,35	68,33	68,41	69,28	68,39	69,36	68,39
E	60,58	61,15	60,79	60,89	61,14	61,11	60,78	60,54	60,96	61,15
F	5,78	6,02	5,98	5,87	5,93	6,01	5,75	5,93	6,08	5,89
G	2,94	2,98	3,18	3,12	2,99	2,88	3,11	3,08	2,97	2,82
H	9,55	9,78	10,03	10,15	9,97	9,78	9,97	10,12	9,94	9,82

Tabla V. 17: Calculo de los límites de control.

Sub proceso	N°	Descripción	TIEMPOS OBSERVADOS										Media	DS	LCS	LCI
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
Perforado y Roscado	1	A	4,12	4,42	4,36	4,87	4,56	4,78	4,55	4,67	4,88	4,40	4,56	0,24	4,81	4,32
	2	B	13,12	12,54	13,24	13,25	12,29	12,33	13,27	12,84	13,22	12,31	12,84	0,43	13,27	12,41
	3	C	25,24	26,35	26,28	25,34	25,28	26,56	25,45	26,43	25,53	25,56	25,80	0,53	26,33	25,27
	4	D	69,12	68,24	69,18	69,35	68,33	68,41	69,28	68,39	69,36	68,39	68,81	0,48	69,29	68,32
	5	E	60,58	61,15	60,79	60,89	61,14	61,11	60,78	60,54	60,96	61,15	60,91	0,23	61,14	60,68
	6	F	5,78	6,02	5,98	5,87	5,93	6,01	5,75	5,93	6,08	5,89	5,92	0,11	6,03	5,82
	7	G	2,94	2,98	3,18	3,12	2,99	2,88	3,11	3,08	2,97	2,82	3,01	0,11	3,12	2,89
	8	H	9,55	9,78	10,03	10,15	9,97	9,78	9,97	10,12	9,94	9,82	9,91	0,18	10,09	9,73

Tabla V. 18: Reajuste de los tiempos cronometrados para encontrar el valor que tenga mayor desviación estándar.

Sub proceso	N°	Descripción	TIEMPOS OBSERVADOS										Media	DS
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Perforado y Roscado	1	A	4,52	4,42	4,36	4,37	4,56	4,78	4,55	4,67	4,49	4,40	4,51	0,14
	2	B	13,12	12,54	13,24	13,25	13,06	12,76	13,27	12,84	13,22	13,08	13,04	0,25
	3	C	25,48	26,15	26,28	25,34	25,28	25,61	25,45	26,43	25,53	25,56	25,71	0,41
	4	D	69,12	68,57	69,18	69,16	68,33	68,41	69,28	68,39	69,07	68,39	68,79	0,40
	5	E	61,04	60,75	60,79	60,89	61,14	61,11	60,78	60,92	60,96	61,08	60,95	0,14
	6	F	5,78	6,02	5,98	5,87	5,93	6,01	5,96	5,93	5,93	5,89	5,93	0,07
	7	G	2,94	2,98	3,04	3,12	2,99	2,88	3,11	3,08	2,97	3,02	3,01	0,08
	8	H	10,07	9,78	10,03	9,89	9,97	9,78	9,97	9,77	9,94	9,82	9,90	0,11

Tabla V. 19: Número de muestras preliminares para el cálculo del estudio de tiempos.

OBSERVACIONES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
X	25,48	26,15	26,28	25,34	25,28	25,61	25,45	26,43	25,53	25,56	257,11
X^2	649,23	683,82	690,64	642,12	639,08	655,87	647,70	698,54	651,78	653,31	6612,10

Tabla V. 20: Valorización y suplementos del subproceso del perforado y roscado.

FUNDOMEC			FACTOR DE VALORACIÓN			SUPLEMENTOS		FUNDOMEC
Actividad		Perforado y roscado.				Actividad	Perforado y roscado.	
HABILIDAD			ESFUERZO			Suplementos constantes		
C2	Bueno	0,03	E1	Regular	-0,04	Suplementos constantes		Hombre (%)
CONDICIONES			CONSISTENCIA			Necesidades personales		
E	Regulares	-0,03	D	Promedio	0	Fatiga		5
TOTAL (S)					-0,04	Suplementos variables		
						Suplementos variables		Hombre (%)
						Trabajo de pie		2
						Incomoda (inclinada)		2
						S		0,13

Tabla V. 21:.. Calculo del tiempo estándar actual del sub proceso de perforado y roscado.



	ESTUDIO DE TIEMPOS																		
Departamento:	Producción.										Estudio N°:	1							
Proceso:	Perforado y Roscado.										Hoja N°:	1 de 1							
Método:	Actual:	X									Propuesto:					Fecha:	18/07/2022		
Producto:	Polea de Aluminio 2 pulgadas con dos canales de Banda A.										Observado por:	H. Guano y C. Moposita.							
El estudio inicia:	Colocar la polea de aluminio en el taladro pedestal.										Unidad de	Segundos (s)							
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLOS										RESÚMEN								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TP	V	TB	S	TS				
A	4.52	4.42	4.36	4.37	4.56	4.78	4.55	4.67	4.49	4.4	4.51	94	4.24	0.13	4.79				
B	13.12	12.54	13.24	13.25	13.06	12.76	13.27	12.84	13.22	13.08	13.04	94	12.26	0.13	13.85				
C	25.48	26.15	26.28	25.34	25.28	25.61	25.45	26.43	25.53	25.56	25.71	94	24.17	0.13	27.31				
D	69.12	68.57	69.18	69.16	68.33	68.41	69.28	68.39	69.07	68.39	68.79	94	64.66	0.13	73.07				
E	61.04	60.75	60.79	60.89	61.14	61.11	60.78	60.92	60.96	61.08	60.95	94	57.29	0.13	64.74				
F	5.78	6.02	5.98	5.87	5.93	6.01	5.96	5.93	5.93	5.89	5.93	94	5.57	0.13	6.30				
G	2.94	2.98	3.04	3.12	2.99	2.88	3.11	3.08	2.97	3.02	3.01	94	2.83	0.13	3.20				
H	10.07	9.78	10.03	9.89	9.97	9.78	9.97	9.77	9.94	9.82	9.90	94	9.31	0.13	10.52				
																TS =	203.77		
[NOTA: TP= Tiempo promedio; V= Valoración del ritmo de trabajo; TB= Tiempo básico o normal; S(s)= Suplementos en segundos; TS= Tiempo estándar																			

Tabla V. 22: Descripción actual de las actividades de la pintura.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
A	Transportar la polea al área de pintura.
B	Colocar en la mesa.
C	Pintar la polea perforada y roscada.
D	Inspeccionar.

Tabla V. 23: Muestras tomadas de cada actividad del subproceso de colada.

Actividad	TIEMPOS OBSERVADOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	12,56	12,78	12,98	13,09	13,17	12,96	12,67	13,05	13,12	12,48
B	3,34	3,68	3,58	3,89	3,45	3,34	3,56	3,73	3,27	3,52
C	64,80	63,00	63,60	65,40	63,96	64,20	63,90	65,40	63,75	64,25
D	10,73	9,75	10,07	9,56	9,98	9,87	9,63	10,12	10,47	9,91

Tabla V. 24: Calculo de los límites de control.

Sub proceso	N.º	Descripción	TIEMPOS OBSERVADOS										Media	DS	LCS	LCI
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
Pintura	1	A	12,56	12,78	12,98	13,09	13,17	12,96	12,67	13,05	13,12	12,48	12,89	0,25	13,13	12,64
	2	B	3,34	3,68	3,58	3,89	3,45	3,34	3,56	3,73	3,27	3,52	3,54	0,19	3,73	3,34
	3	C	64,80	63,00	63,60	65,40	63,96	64,20	63,90	65,40	63,75	64,25	64,23	0,77	65,00	63,45
	4	D	10,73	9,75	10,07	9,56	9,98	9,87	9,63	10,12	10,47	9,91	10,01	0,36	10,37	9,65

Tabla V. 25: Reajuste de los tiempos cronometrados para encontrar el valor que tenga mayor desviación estándar.

Sub proceso	N.º	Descripción	TIEMPOS OBSERVADOS										Media	DS
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Pintura	1	A	13,02	12,78	12,98	13,09	12,83	12,96	12,67	13,05	13,12	12,84	12,93	0,15
	2	B	3,34	3,68	3,58	3,52	3,45	3,34	3,56	3,73	3,55	3,52	3,53	0,13
	3	C	64,80	64,65	63,60	64,95	63,96	64,20	63,90	63,74	63,75	64,25	64,18	0,48
	4	D	9,85	9,75	10,07	10,16	9,98	9,87	10,27	10,12	9,94	9,91	9,99	0,16

Tabla V. 26: Número de muestras preliminares para el cálculo del estudio de tiempos.

	OBSERVACIONES										TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
X	64,80	64,65	63,60	64,95	63,96	64,20	63,90	63,74	63,75	64,25	641,80
X^2	4199,04	4179,62	4044,96	4218,50	4090,88	4121,64	4083,21	4062,79	4064,06	4128,06	41192,77

Tabla V. 27: Valorización y suplementos del subproceso de la pintura.

FUNDOMEC		FACTOR DE VALORACIÓN			SUPLEMENTOS		FUNDOMEC		
Actividad		Pintura de las poleas			Actividad	Pintura de las poleas			
HABILIDAD		ESFUERZO			Suplementos constantes				
B2	Promedio	0,00	E1	Regular	-0,04	Suplementos constantes		Hombre (%)	
CONDICIONES		CONSISTENCIA			Necesidades personales			5	
F	Regulares	-0,03	D	Promedio	0,00	Fatiga			4
TOTAL (S)					-0,07	Suplementos variables			
						Suplementos variables			Hombre (%)
						Trabajo de pie			2
						S			0,11

Tabla V. 28: Calculo del tiempo estándar actual del sub proceso de la pintura.



	ESTUDIO DE TIEMPOS															
Departamento:	Producción										Estudio N°:	2				
Proceso:	Pintura de las poleas										Hoja N°:	1 de 1				
Método:	Actual:	X					Propuesto:				Fecha:	18/07/2022				
Producto:	Polea de Aluminio 2 pulgadas con dos canales de Banda A.										Observado por:	H. Guano y C. Moposita.				
El estudio inicia:	Colocar en la mesa de trabajo para pintar la polea.										Unidad de tiempo:	Segundos (s)				
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLOS										RESÚMEN					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TP	V	TB	S	TS	
A	13.02	12.78	12.98	13.09	12.83	12.96	12.67	13.05	13.12	12.84	12.93	93	12.03	0.11	13.35	
B	3.34	3.68	3.58	3.52	3.45	3.34	3.56	3.73	3.55	3.52	3.53	93	3.28	0.11	3.64	
C	64.80	64.65	63.60	64.95	63.96	64.2	63.9	63.74	63.75	64.25	64.18	93	59.69	0.11	66.25	
D	9.85	9.75	10.07	10.16	9.98	9.87	10.27	10.12	9.94	9.91	9.99	93	9.29	0.11	10.31	
															TS = 93.56	
NOTA: TP= Tiempo promedio; V= Valoración del ritmo de trabajo; TB= Tiempo básico o normal; S(s)= Suplementos en segundos; TS= Tiempo estándar																

Tabla V. 29: Descripción actual de las actividades del almacenamiento y embalado.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
A	Transportar la polea al área de almacenaje.
B	Embalado de la polea.
C	Almacenar el producto terminado.

Tabla V. 30: Muestras tomadas de cada actividad del subproceso de colada.

Actividad	TIEMPOS OBSERVADOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	14,45	14,87	15,13	14,89	15,08	14,78	14,91	15,12	14,85	14,73
B	15,78	16,23	16,87	15,97	16,12	16,18	15,69	15,72	16,09	15,65
C	8,73	8,97	9,14	8,56	9,12	8,87	8,95	8,74	9,01	8,81

Tabla V. 31: Calculo de los límites de control.

Sub proceso	N.º	Descripción	TIEMPOS OBSERVADOS										Media	DS	LCS	LCI
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
Almacenado y embalado	1	A	14,45	14,87	15,13	14,89	15,08	14,78	14,91	15,12	14,85	14,73	14,87	0,21	15,08	14,66
	2	B	15,78	16,23	16,87	15,97	16,12	16,18	15,69	15,72	16,09	15,65	16,03	0,37	16,40	15,66
	3	C	8,73	8,97	9,14	8,56	9,12	8,87	8,95	8,74	9,01	8,81	8,89	0,18	9,07	8,71

Tabla V. 32: Reajuste de los tiempos cronometrados para encontrar el valor que tenga mayor desviación estándar.

Sub proceso	N.º	Descripción	TIEMPOS OBSERVADOS										Media	DS
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Almacenado y embalado	1	A	14,87	14,87	14,77	14,89	15,08	14,78	14,91	15,03	14,85	14,73	14,88	0,10
	2	B	15,78	16,23	15,76	15,97	16,12	16,18	15,69	15,72	16,09	16,15	15,97	0,21
	3	C	8,73	8,97	8,79	9,03	8,82	8,87	8,95	8,74	9,01	8,81	8,87	0,11



Tabla V. 33: Número de muestras preliminares para el cálculo del estudio de tiempos.

OBSERVACIONES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
X	15,78	16,23	15,76	15,97	16,12	16,18	15,69	15,72	16,09	16,15	159,69
X²	249,01	263,41	248,38	255,04	259,85	261,79	246,18	247,12	258,89	260,82	2550,49

Tabla V. 34: Valorización y suplementos del subproceso del mecanizado y embalado.

FUNDOMEC		FACTOR DE VALORACIÓN			SUPLEMENTOS		FUNDOMEC	
		Actividad	Almacenamiento		Actividad	Almacenado y embalado		
HABILIDAD		ESFUERZO			Suplementos constantes			
B2	Promedio	0,00	C2	Promedio	0,00	Suplementos constantes		Hombre (%)
CONDICIONES		CONSISTENCIA			Necesidades personales		5	
F	Regulares	-0,03	D	Promedio	0,00	Suplementos variables		
0					-0,03	Suplementos variables		Hombre (%)
						Trabajo de pie		2
						S		0,07

Tabla V. 35: Calculo del tiempo estándar actual del sub proceso de almacenamiento y embalado.

	ESTUDIO DE TIEMPOS																		
Departamento:	Producción										Estudio N°:	7							
Proceso:	Almacenamiento y Embalado										Hoja N°:	1 de 1							
Método:	Actual:	X									Propuesto:					Fecha:	18/07/2022		
Producto:	Polea de Aluminio 2 pulgadas con dos canales de Banda A.										Observado por:	H. Guano y C. Moposita.							
El estudio inicia:	Transportar el producto terminado para ser almacenado.										Unidad de tiempo:	Segundos (s)							
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLOS										RESÚMEN								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TP	V	TB	S	TS				
A	14.87	14.87	14.77	14.89	15.08	14.78	14.91	15.03	14.85	14.73	14.88	97	14.43	0.07	15.44				
B	15.78	16.23	15.76	15.97	16.12	16.18	15.69	15.72	16.09	16.15	15.97	97	15.49	0.07	16.57				
C	8.73	8.97	8.79	9.03	8.82	8.87	8.95	8.74	9.01	8.81	8.87	97	8.61	0.07	9.21				
																		TS = 41.22	
NOTA: TP= Tiempo promedio; V= Valoración del ritmo de trabajo; TB= Tiempo básico o normal; S(s)= Suplementos en segundos; TS= Tiempo estándar																			

Calculo de los tiempos estándares de la polea de 4 pulgadas en una vía de banda A

Tabla V. 36: Calculo del tiempo estándar actual del sub proceso de transporte de materia prima.



	ESTUDIO DE TIEMPOS																		
Departamento:	Producción										Estudio N°:	1							
Proceso:	Transporte de la materia prima										Hoja N°:	1 de 1							
Método:	Actual:	X									Propuesto:					Fecha:	20/7/2022		
Producto:	Polea de Aluminio 4 pulgadas con un canal de Banda A.										Observado por:	H. Guano y C. Moposita.							
El estudio Inicia:	Colocar carretilla a lado de los lingotes de aluminio										Unidad de tiempo:	Segundos (s)							
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLOS										RESÚMEN								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TP	V	TB	S	TS				
A	-	-	-	-	-	-	-		-	-									
B	1,94	1,99	1,96	1,98	2,05	2,04	2,06	1,96	1,93		1,99	96	1,91	0,12	2,14				
C	12,84	12,62	12,72	12,77	12,65	12,67	12,55	12,52	12,72		12,67	96	12,17	0,12	13,63				
D	2,19	1,95	1,98	1,90	1,85	1,83	2,03	2,18	1,81		1,97	96	1,89	0,12	2,12				
																		TS = 17,88	
NOTA: TP= Tiempo promedio; V= Valoración del ritmo de trabajo; TB= Tiempo básico o normal; S(s)= Suplementos en segundos; TS= Tiempo estándar																			

Tabla V. 37: Calculo del tiempo estándar actual del sub proceso de fundición.



	ESTUDIO DE TIEMPOS																		
Departamento:	Producción										Estudio N°:	2							
Proceso:	Fundición										Hoja N°:	1 de 1							
Método:	Actual:	X									Propuesto:					Fecha:	20/07/2022		
Producto:	Polea de Aluminio 4 pulgadas con un canal de Banda A.										Observado por:	H. Guano y C. Moposita.							
El estudio inicia:	Encender el horno para fundir los lingotes de aluminio.										Unidad de tiempo:	Segundos (s)							
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLOS										RESÚMEN								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TP	V	TB	S	TS				
A	5.30	5.32	5.68	6.05	5.55						5.58	95	5.30	0.14	6.04				
B	2400	2466	2404	2446	2506	Tiempo para 100 poleas					2444.40								
						Tiempo para 1 polea					24.44	95	23.22	0.14	26.47				
C	64.75	66.00	65.20	65.40	62.40	Tiempo para 100 poleas					64.75								
						Tiempo para 1 polea					0.46	95	0.43	0.14	0.49				
																		TS = 33.01	
NOTA: TP= Tiempo promedio; V= Valoración del ritmo de trabajo; TB= Tiempo básico o normal; S(s)= Suplementos en segundos; TS= Tiempo estándar																			

Tabla V. 38: Calculo del tiempo estándar actual del sub proceso de colada.



		ESTUDIO DE TIEMPOS																		
Departamento:		Producción										Estudio N°:		3						
Proceso:		Colada										Hoja N°:		1 de 1						
Método:		Actual:	X									Propuesto:					Fecha:	20/07/2022		
Producto:		Polea de Aluminio 4 pulgadas con un canal de Banda A.										Observado por:		H. Guano y C. Moposita.						
El estudio inicia:		Colocar el molde en horno para pre calentar.										Unidad de tiempo:		Segundos (s)						
DESCRIPCION DEL ELEMENTO		CICLOS										RESÚMEN								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TP	V	TB	S	TS				
A		12.12	11.85	11.61	12.05	12.15						11.96	94	11.24	0.16	13.04				
B		8.83	8.6	8.7	8.88	8.98						8.80	94	8.27	0.16	9.59				
C		120.64	121.45	120.66	122.45	122.36						121.51	94	114.22	0.16	132.50				
D		6.22	5.57	5.58	6.13	5.98						5.90	94	5.54	0.16	6.43				
E		4.72	4.65	4.96	4.62	5.10						4.81	94	4.52	0.16	5.24				
F		10.55	10.75	10.14	9.95	9.95						10.27	94	9.65	0.16	11.20				
G		6.19	6.16	5.48	6.05	5.85						5.95	94	5.59	0.16	6.48				
H		7.95	7.89	8.31	8.33	7.89						8.07	94	7.59	0.16	8.80				
I		8.96	8.86	8.82	9.06	9.09						8.96	94	8.42	0.16	9.77				
J		67.20	66.26	68.80	66.81	67.75						67.36	94	63.32	0.16	73.45				
K		9.75	8.95	9.51	9.15	9.04						9.28	94	8.72	0.16	10.12				
L		9.91	10.24	9.79	10.06	10.13						10.03	94	9.42	0.16	10.93				
M		3.77	3.85	3.78	3.99	4.07						3.89	94	3.66	0.16	4.24				
N		6148.00	6120.00	6097.20	6247.00	6224.40	Tiempo para 100 poleas					6167.32								
							Tiempo para 1 polea					61.67	94	57.97	0.16	67.25				
																	TS =	369.05		
NOTA: TP= Tiempo promedio; V= Valoración del ritmo de trabajo; TB= Tiempo básico o normal; S(s)= Suplementos en segundos; TS= Tiempo estándar																				

Tabla V. 39: Calculo del tiempo estándar actual del sub proceso mecanizado.



	ESTUDIO DE TIEMPOS																			
Departamento:	Producción.										Estudio N°:	4								
Proceso:	Mecanizado.										Hoja N°:	1 de 1								
Método:	Actual:	X									Propuesto:				Fecha:	20/07/2022				
Producto:	Polea de Aluminio 4 pulgadas con un canal de Banda A.										Observado por:	H. Guano y C. Moposita.								
El estudio inicia:	Colocar la polea de alumnio en el torno CNC.										Unidad de	Segundos (s)								
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLOS										RESÚMEN									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TP	V	TB	S	TS					
A	16.26	16.29	16.44	16.16	15.91						16.21	95	15.40	0.11	17.10					
B	4.92	4.72	5.02	4.82	4.96						4.89	95	4.64	0.11	5.15					
C	27.39	26.62	26.35	27.45	27.22						27.01	95	25.66	0.11	28.48					
D	197.15	198.40	200.08	198.56	197.60						198.36	95	188.44	0.11	209.17					
E	137.25	141.45	145.10	144.10	142.40						142.06	95	134.96	0.11	149.80					
F	41.85	42.47	41.68	42.16	41.74						41.98	95	39.88	0.11	44.27					
G	3.46	3.48	3.69	3.56	3.38						3.51	95	3.34	0.11	3.71					
H	10.74	10.56	10.63	10.76	10.38						10.61	95	10.08	0.11	11.19					
															TS = 468.86					
NOTA: TP= Tiempo promedio; V= Valoración del ritmo de trabajo; TB= Tiempo básico o normal; S(s)= Suplementos en segundos; TS= Tiempo estándar																				

Tabla V. 40: Calculo del tiempo estándar actual del sub proceso de perforado y roscado.



	ESTUDIO DE TIEMPOS																		
Departamento:	Producción.										Estudio N°:	5							
Proceso:	Perforado y Roscado.										Hoja N°:	1 de 1							
Método:	Actual:	X									Propuesto:					Fecha:	21/07/2022		
Producto:	Polea de Aluminio 4 pulgadas con un canal de Banda A.										Observado por:	H. Guano y C. Moposita.							
El estudio inicia:	Colocar la polea de aluminio en el taladro pedestal.										Unidad de	Segundos (s)							
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLOS										RESÚMEN								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TP	V	TB	S	TS				
A	4.52	4.42	4.36	4.37	4.56	4.78	4.55	4.67	4.49	4.4	4.51	96	4.33	0.13	4.89				
B	14.12	13.54	14.24	14.25	13.43	13.15	14.27	13.84	14.22	13.78	13.88	96	13.33	0.13	15.06				
C	30.24	31.35	32.01	30.34	30.28	30.56	30.45	31.43	31.53	30.56	30.88	96	29.64	0.13	33.49				
D	89.12	88.64	89.18	89.15	88.33	88.41	89.28	88.39	89.10	88.19	88.78	96	85.23	0.13	96.31				
E	65.84	66.15	65.79	65.89	66.14	66.11	65.78	65.84	66.26	66.15	66.00	96	63.36	0.13	71.59				
F	7.92	8.02	7.98	7.87	7.93	8.01	7.85	7.93	8.01	7.89	7.94	96	7.62	0.13	8.61				
G	3.34	2.97	3.58	3.42	3.29	3.18	3.41	3.48	3.37	3.02	3.31	96	3.17	0.13	3.59				
H	9.85	9.78	10.03	10.03	9.97	9.78	9.97	10.07	9.94	9.82	9.92	96	9.53	0.13	10.77				
																TS =	244.31		
[NOTA: TP= Tiempo promedio; V= Valoración del ritmo de trabajo; TB= Tiempo básico o normal; S(s)= Suplementos en segundos; TS= Tiempo estándar																			

Tabla V. 41: Calculo del tiempo estándar actual del sub proceso de la pintura.





	ESTUDIO DE TIEMPOS																		
Departamento:	Producción										Estudio N°:	6							
Proceso:	Pintura de las poleas										Hoja N°:	1 de 1							
Método:	Actual:	X									Propuesto:					Fecha:	21/07/2022		
Producto:	Polea de Aluminio 4 pulgadas con un canal de Banda A.										Observado por:	H. Guano y C. Moposita.							
El estudio inicia:	Transportar el producto terminado para ser almacenado.										Unidad de tiempo:	Segundos (s)							
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLOS										RESÚMEN								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TP	V	TB	S	TS				
A	12.66	12.78	12.98	13.09	13.11	12.96	12.67	13.05	13.12	12.83	12.93	93	12.02	0.11	13.34				
B	7.50	7.78	7.68	7.75	7.65	7.59	7.66	7.52	7.63	7.62	7.64	93	7.10	0.11	7.88				
C	68.85	69.10	69.60	70.03	69.96	69.2	68.9	70.05	68.84	69.25	69.38	93	64.52	0.11	71.62				
D	10.40	9.75	10.07	9.88	9.98	9.87	9.89	10.12	10.22	9.91	10.01	93	9.31	0.11	10.33				
																TS =	103.18		
NOTA: TP= Tiempo promedio; V= Valoración del ritmo de trabajo; TB= Tiempo básico o normal; S(s)= Suplementos en segundos; TS= Tiempo estándar																			

Tabla V. 42: Calculo del tiempo estándar actual del sub proceso de almacenamiento y embalado.

	ESTUDIO DE TIEMPOS																		
Departamento:	Producción										Estudio N°:	7							
Proceso:	Almacenamiento y Embalado										Hoja N°:	1 de 1							
Método:	Actual:	X									Propuesto:					Fecha:	21/07/2022		
Producto:	Polea de Aluminio 4 pulgadas con un canal de Banda A.										Observado por:	H. Guano y C. Moposita.							
El estudio inicia:	Transportar el producto terminado para ser almacenado.										Unidad de tiempo:	Segundos (s)							
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLOS										RESÚMEN								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TP	V	TB	S	TS				
A	14.72	14.87	15.05	14.89	15.08	14.78	14.91	15.07	14.85	14.73	14.89	97	14.45	0.07	15.46				
B	18.91	19.23	18.89	18.97	19.12	19.18	18.93	19.47	19.09	19.22	19.10	97	18.53	0.07	19.82				
C	8.98	9.07	9.27	8.96	9.17	9.27	9.15	9.04	9.05	9.01	9.10	97	8.82	0.07	9.44				
															TS = 44.72				

NOTA: TP= Tiempo promedio; V= Valoración del ritmo de trabajo; TB= Tiempo básico o normal; S(s)= Suplementos en segundos; TS= Tiempo estándar

ANEXO VI. Cursogramas Analíticos Propuestos

Tabla VI. 1: Cursograma analítico propuesto del subproceso de colada.




































CURSOGRAMA ANÁLITICO DEL PROCESO											
Hoja N° 01 Diagrama N°: 03			<u>OPERARIO</u> / MATERIAL / EQUIPO								
Sub Proceso: Colada			RESUMEN								
Fecha: 28/07/2022.			ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTO					
El estudio Inicia:			Operación 			5					
Método: Actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input checked="" type="checkbox"/>			Transporte 			3					
Producto: Polea de Aluminio 2 pulgadas en 2 vias de Banda A.			Espera 			3					
			Inspección 			1					
			Almacenamiento 								
Nombre del Operario: Fanny S. y Alicia S.			Total actividades realizadas			12					
Elaborado por: H. Guano y C. Moposita.			Distancia Total en metros			8,1					
			Tiempo minutos			4,84					
N°	DESCRIPCIÓN	Unidad	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES	
											
1	Transportar el molde al horno desde el área de matricería.		4,5	11,99							A mano
2	Colocar el molde en el horno.			7,93							
3	Esperar que se caliente el molde.			121,84							
4	Transportar el molde a la mesa de fundición 1.			5,79							
5	Colocamos y montamos el molde en la mesa de fundición 1.			7,44							
6	Transportar el líquido a la mesa de fundición 1 desde el horno.		3,6	5,45							Con una cuchara
7	Colocar el líquido en el molde e igualar la manzana.			8,40							
8	Esperar que el líquido se solidifique.			55,11							
9	Desmontar el molde.			9,18							A mano
10	Inspeccionar la polea fundida.			9,98							
11	Colocar las poleas fundidas en un recipiente.			3,89							
12	Demora hasta terminar la fundición de todas las poleas.			43,43							
Tiempo Minutos: 4,84		m	8,1	290,43	s						

Tabla VI. 2: Cursograma analítico propuesto del subproceso de mecanizado.

CURSOGRAMA ANÁLITICO DEL PROCESO						
Hoja N° 01	Diagrama N°: 04	<u>OPERARIO</u> / MATERIAL / EQUIPO				
Sub Proceso: Mecanizado		RESUMEN				
Fecha: 28/07/2022.		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTO	
El estudio Inicia:		Operación			5	
Método: Actual ___ Propuesto X		Transporte			1	
Producto: Polea de Aluminio 2 pulgadas en 2 vías de Banda A.		Espera			1	
		Inspección				
Nombre del Operario: Edison S.		Almacenamiento				
Elaborado por: H. Guano y C. Moposita.		Total actividades realizadas		7		
		Distancia Total en metros		17,3		
		Tiempo minutos		6,68		
N°	DESCRIPCIÓN	Unidad	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)	SÍMBOLO	OBSERVACIONES
1	Transportar las poleas al torno CNC desde el área de colada.		17,3	16,15	● →	Con un recipiente
2	Colocar y centrar la polea en el torno.			13,93	↓	A mano
3	Mecanizar la manzana y los canales de la polea.			183,23	↓	
				132,08	↓	
4	Perforar el eje guía.			41,07	↓	
5	Desmonar la polea mecanizada del torno.			3,54	↓	A mano
6	Inspeccionar la polea mecanizada.			10,51	↓	
Tiempo Minutos: 6,68		m	17,3	400,51	s	

Tabla VI. 3: Cursograma analítico propuesto del subproceso de perforado y roscado.

CURSOGRAMA ANÁLITICO DEL PROCESO						
Hoja N° 01	Diagrama N°: 05	<u>OPERARIO</u> / MATERIAL / EQUIPO				
Sub Proceso: Perforado y roscado.		RESUMEN				
Fecha: 28/07/2022.		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTO	
El estudio Inicia:		Operación			4	
Método: Actual ___ Propuesto X		Transporte			1	
Producto: Polea de Aluminio 2 pulgadas en 2 vías de Banda A.		Espera			1	
		Inspección				
Nombre del Operario: Medardo S.		Almacenamiento				
Elaborado por: H. Guano y C. Moposita.		Total actividades realizadas		6		
		Distancia Total en metros		3,00		
		Tiempo minutos		1,85		
N°	DESCRIPCIÓN	Unidad	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)	SÍMBOLO	OBSERVACIONES
1	Transportar la polea a la entenalla 2 desde el torno CNC.		3	4,51	● →	Con un recipiente
2	Colocar la polea en la entenalla 2.			13,04	↓	A mano
3	Perforar y pasar el machuelo para el perno de la polea.			47,25	↓	
4	Limar los filos y rebabas cortantes de la polea.			33,44	↓	
5	Desmontar la polea de la entenalla 2.			3,01	↓	A mano
6	Inspeccionar la polea perforada.			9,90	↓	
Tiempo Minutos: 1,85		m	3	111,15	s	

Tabla VI. 4: Cursograma analítico propuesto del subproceso de pintura.

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO										
Hoja N° 01		Diagrama N°: 06		<u>OPERARIO</u> / MATERIAL / EQUIPO						
Sub Proceso: Pintura		RESUMEN								
Fecha: 28/07/2022.		ACTIVIDAD		ACTUAL		PROPUESTO				
El estudio Inicia:		Operación				1				
Método: Actual ___ Propuesto X		Transporte				1				
Producto: Polea de Aluminio 2 pulgadas en 2 vias de Banda A.		Espera				1				
Nombre del Operario: Jairo V.		Inspección								
Elaborado por: H. Guano y C. Moposita.		Almacenamiento								
		Total actividades realizadas				3				
		Distancia Total en metros				8,85				
		Tiempo minutos				0,95				
N°	DESCRIPCIÓN	Unidad	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
1	Transportar la polea al área de pintura.		8,85	12,93						Con un recipiente
2	Colocar y pintar la polea en la mesa de trabajo.			33,85						
3	Inspeccionar la polea pintada y terminada.			9,99						
Tiempo Minutos: 0,95		m	8,85	56,78	s					

Tabla VI. 5: Cursograma analítico propuesto del subproceso del transporte de la materia prima.

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO										
Hoja N° 01		Diagrama N°: 01		<u>OPERARIO</u> / MATERIAL / EQUIPO						
Sub Proceso: Materia Prima		RESUMEN								
Fecha: 28/07/2022.		ACTIVIDAD		ACTUAL		PROPUESTO				
El estudio Inicia:		Operación				1				
Método: Actual ___ Propuesto X		Transporte				1				
Producto: Polea de Aluminio 4 pulgadas con un canal de Banda A.		Espera								
Nombre del Operario: Santiago J.		Inspección								
Elaborado por: H. Guano y C. Moposita.		Almacenamiento								
		Total actividades realizadas				2				
		Distancia Total en metros				13.6				
		Tiempo minutos				0.24				
N°	DESCRIPCIÓN	Unidad	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
1	Cargar y descargar los lingotes de aluminio en la carretilla.			1.98						A mano
2	Transportar los lingotes de aluminio al área de fundición.		13.6	12.67						En una carretilla
Tiempo Minutos: 0,24		m	13.6	14.65	s					

Tabla VI. 6: Cursograma analítico propuesto del subproceso de fundición.






















CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO										
Hoja N° 01	Diagrama N°: 02	<u>OPERARIO</u> / MATERIAL / EQUIPO								
Sub Proceso: Fundición		RESUMEN								
Fecha: 28/07/2022.		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTO					
El estudio Inicia:		Operación			1					
Método: Actual ____ Propuesto X		Transporte			1					
Producto: Polea de Aluminio 4 pulgadas con un canal de Banda A.		Espera								
Nombre del Operario: Cristian A y Jairo V.		Inspección								
		Almacenamiento								
Elaborado por: H. Guano y C. Moposita.		Total actividades realizadas			2					
		Distancia Total en metros			4.6					
		Tiempo minutos			0.24					
N°	DESCRIPCIÓN	Unidad	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
										
1	Transportar los lingotes de aluminio al horno.		4.6	5.58						A mano
2	Quemar y mecer los lingotes de aluminio en el horno para que se disuelvan.			8.84						
	Tiempo Minutos: 0,24	m	4.6	14.42	s					

Tabla VI. 7: Cursograma analítico propuesto del subproceso de colada.












CURSOGRAMA ANÁLITICO DEL PROCESO					IFUNDOMEC						
Hoja N° 01 Diagrama N°: 03		<u>OPERARIO</u> / MATERIAL / EQUIPO									
Sub Proceso: Colada		RESUMEN									
Fecha: 28/07/2022.		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTO						
El estudio Inicia:		Operación			5						
Método: Actual Propuesto X		Transporte			3						
Producto: Polea de Aluminio 2 pulgadas en 2 vias de Banda A.		Espera			3						
		Inspección			1						
		Almacenamiento									
Nombre del Operario: Fanny S. y Alicia S.		Total actividades realizadas					12				
Elaborado por: H. Guano y C. Moposita.		Distancia Total en metros					8,1				
		Tiempo minutos					4,84				
N°	DESCRIPCIÓN	Unidad	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES	
											
1	Transportar el molde al horno desde el área de matricería.		4,5	11,99							A mano
2	Colocar el molde en el horno.			7,93							
3	Esperar que se caliente el molde.			121,84							
4	Transportar el molde a la mesa de fundición 1.			5,79							
5	Colocamos y montamos el molde en la mesa de fundición 1.			7,44							
6	Transportar el líquido a la mesa de fundición 1 desde el horno.		3,6	5,45							Con una cuchara
7	Colocar el líquido en el molde e igualar la manzana.			8,40							
8	Esperar que el líquido se solidifique.			55,11							
9	Desmontar el molde.			9,18							A mano
10	Inspeccionar la polea fundida.			9,98							
11	Colocar las poleas fundidas en un recipiente.			3,89							
12	Demora hasta terminar la fundición de todas las poleas.			43,43							
Tiempo Minutos: 4,84		m	8,1	290,43	s						

Tabla VI. 8: Cursograma analítico propuesto del subproceso de mecanizado.






CURSOGRAMA ANÁLITICO DEL PROCESO					FUNDOMEC						
Hoja N° 01 Diagrama N°: 04		<u>OPERARIO</u> / MATERIAL / EQUIPO									
Sub Proceso: Mecanizado		RESUMEN									
Fecha: 28/07/2022.		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTO						
El estudio Inicia:		Operación			5						
Método: Actual Propuesto X		Transporte			1						
Producto: Polea de Aluminio 4 pulgadas con un canal de Banda A.		Espera									
		Inspección			1						
		Almacenamiento									
Nombre del Operario: Edison S.		Total actividades realizadas					7				
Elaborado por: H. Guano y C. Moposita.		Distancia Total en metros					17.3				
		Tiempo minutos					4.48				
N°	DESCRIPCIÓN	Unidad	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES	
											
1	Transportar las poleas al torno CNC desde el área de		17.3	16.15							Con un recipiente
2	Colocar y centrar la polea en el torno.			13.93							A mano
3	Mecanizar la manzana y los canales de la polea.			183.23							
4	Perforar el eje guía.			41.07							
5	Desmonar la polea mecanizada del torno.			3.54							A mano
6	Inspeccionar la polea mecanizada.			10.51							
Tiempo Minutos: 4.47		m	17.3	268.43	s						

Tabla VI. 9: Cursograma analítico propuesto del subproceso de perforado y roscado.






















CURSOGRAMA ANÁLITICO DEL PROCESO										
Hoja N° 01 Diagrama N°: 05		<u>OPERARIO</u> / MATERIAL / EQUIPO								
Sub Proceso: Perforado y roscado.		RESUMEN								
Fecha: 28/07/2022.		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTO					
El estudio Inicia:		Operación			4					
Método: Actual ____ Propuesto X		Transporte			1					
Producto: Polea de Aluminio 4 pulgadas con un canal de Banda A.		Espera			1					
Nombre del Operario: Medardo S.		Inspección								
Elaborado por: H. Guano y C. Moposita.		Almacenamiento								
		Total actividades realizadas			6					
		Distancia Total en metros		3.00						
		Tiempo minutos		1.85						
N°	DESCRIPCIÓN	Unidad	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
										
1	Transportar la polea a la entenalla 2 desde el torno CNC.		3	4.51						Con un recipiente
2	Colocar la polea en la entenalla 2.			13.04						A mano
3	Perforar y pasar el machuelo para el perno de la polea.			47.25						
4	Limar los filos y rebabas cortantes de la polea.			33.44						
5	Desmontar la polea de la entenalla 2.			3.01						A mano
6	Inspeccionar la polea perforada.			9.90						
	Tiempo Minutos: 1,85	m	3	111.15	s					

Tabla VI. 10: Cursograma analítico propuesto del subproceso de pintura.

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO											
Hoja N° 01 Diagrama N°: 06			<u>OPERARIO</u> / MATERIAL / EQUIPO								
Sub Proceso: Pintura			RESUMEN								
Fecha: 28/07/2022.			ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTO					
El estudio Inicia:			Operación 			1					
Método: Actual Propuesto X			Transporte 			1					
Producto: Polea de Aluminio 4 pulgadas con un canal de Banda A.			Espera 			1					
Nombre del Operario: Jairo V.			Inspección 			1					
			Almacenamiento 			1					
Elaborado por: H. Guano y C. Moposita.			Total actividades realizadas			3					
			Distancia Total en metros			8.85					
			Tiempo minutos			0.95					
N°	DESCRIPCIÓN	Unidad	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES	
											
1	Transportar la polea al área de pintura.		8.85	12.93							Con un recipiente
2	Colocar y pintar la polea en la mesa de trabajo.			33.85							
3	Inspeccionar la polea pintada y terminada.			9.99							
Tiempo Minutos: 0,95		m	8.85	56.78	s						

ANEXO 142. Estudio de Tiempos Propuestos

Tabla VII. 1: Descripción propuesta de las actividades de la colada.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
A	Transportar el molde al horno desde el área de matricería.
B	Colocar el molde en el horno.
C	Esperar que se caliente el molde.
D	Transportar el molde a la mesa de fundición 1.
E	Colocamos y montamos el molde en la mesa de fundición 1.
F	Transportar el líquido a la mesa de fundición 1 desde el horno.
G	Colocar el líquido en el molde e igualar la manzana.
H	Esperar que el líquido se solidifique.
I	Desmontar el molde.
J	Inspeccionar la polea fundida.
K	Colocar las poleas fundidas en un recipiente.
L	Demora hasta terminar la fundición de todas las poleas.

Tabla VII. 2: Número de muestras preliminares para el cálculo del estudio de tiempos.

	OBSERVACIONES										TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
X	6148,00	6120,00	6097,20	6247,00	6224,40	6180,00	6270,00	6171,00	6243,00	6257,40	61958,00
X²	37797904,00	37454400,00	37175847,84	39025009,00	38743155,36	38192400,00	39312900,00	38081241,00	38975049,00	39155054,76	383912960,96



Tabla VII. 3: Reajuste de los tiempos cronometrados para encontrar el valor que tenga mayor desviación estándar.

Sub proceso	Nº	Descripción	TIEMPOS OBSERVADOS										Media	DS
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Colada	1	A	12,12	11,85	11,76	12,05	12,15	12,10	11,81	11,85	12,13	11,98	11,98	0,15
	2	B	7,75	7,85	8,04	7,98	8,02	7,90	7,83	8,02	7,92	8,10	7,94	0,11
	3	C	121,76	121,45	122,25	122,45	121,28	122,29	121,34	121,05	122,54	121,16	121,76	0,57
	4	D	6,04	5,47	5,48	6,03	5,95	5,55	5,76	5,45	6,01	5,92	5,77	0,25
	5	E	7,44	7,20	7,55	7,40	7,62	7,34	4,63	7,44	7,48	7,47	7,15	0,89
	7	F	5,39	5,43	5,15	5,72	5,55	5,36	5,34	5,19	5,03	5,73	5,39	0,24
	8	G	8,28	8,18	8,52	8,62	8,40	8,39	8,16	8,46	8,50	8,44	8,39	0,15
	10	H	55,20	55,36	54,80	55,46	54,75	55,18	54,64	54,78	54,83	54,92	54,99	0,28
	11	I	9,25	8,85	9,81	9,05	8,94	9,53	8,87	9,32	9,07	8,92	9,16	0,32
	12	J	9,85	10,20	9,75	10,02	10,09	9,85	10,17	9,73	10,04	10,11	9,98	0,17
	13	K	3,89	3,83	3,76	3,92	4,05	3,81	3,78	3,94	4,01	4,07	3,91	0,11
	14	L	6148,00	6120,00	6097,20	6247,00	6224,40	6180,00	6270,00	6171,00	6243,00	6257,40	6195,80	61,09

Tabla VII. 4: Valorización y suplementos del subproceso de la colada.

FUNDOMECH		FACTOR DE VALORACIÓN				SUPLEMENTOS		FUNDOMECH		
		Actividad	Colada			Actividad	Colada			
HABILIDAD		ESFUERZO			Suplementos constantes					
C2	Bueno	0,03	D	Promedio	0,00	Suplementos constantes		Mujer (%)		
CONDICIONES		CONSISTENCIA			Necesidades personales		7			
F	Malas	-0,07	E	Regulares	-0,02	Fatiga		4		
TOTAL (S)					-0,06	Suplementos variables				
					Suplementos variables				Mujer (%)	
					Trabajo de pie				4	
					Ligeramente incómoda				1	
					S				0,16	

Tabla VII. 5: Calculo del tiempo estándar propuesto del subproceso de colada.

	ESTUDIO DE TIEMPOS															
Departamento:	Producción										Estudio N°:	2				
Proceso:	Colada										Hoja N°:	1 de 1				
Método:	Actual:					Propuesto:	X				Fecha:	01/08/2022				
Producto:	Polea de Aluminio 2 pulgadas con dos canales de Banda A.										Observado por:	H. Guano y C. Moposita.				
El estudio inicia:	Colocar el molde en horno para pre calentar.										Unidad de tiempo:	Segundos (s)				
DESCRIPCION DEL ELEMENTO	CICLOS										RESÚMEN					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TP	V	TB	S	TS	
A	12.12	11.85	11.76	12.05	12.15						11.99	94	11.27	0.16	13.07	
B	7.75	7.85	8.04	7.98	8.02						7.93	94	7.45	0.16	8.64	
C	121.76	121.45	122.25	122.45	121.28						121.84	94	114.53	0.16	132.85	
D	6.04	5.47	5.48	6.03	5.95						5.79	94	5.45	0.16	6.32	
E	7.44	7.20	7.55	7.40	7.62						7.44	94	6.99	0.16	8.11	
F	5.39	5.43	5.15	5.72	5.55						5.45	94	5.12	0.16	5.94	
G	8.28	8.18	8.52	8.62	8.4						8.40	94	7.89	0.16	9.16	
H	55.2	55.36	54.8	55.46	54.75						55.11	94	51.81	0.16	60.10	
I	9.25	8.85	9.81	9.05	8.94						9.18	94	8.63	0.16	10.01	
J	9.85	10.20	9.75	10.02	10.09						9.98	94	9.38	0.16	10.88	
K	3.89	3.83	3.76	3.92	4.05						3.89	94	3.66	0.16	4.24	
L	6148	6120.00	6097.2	6247	6224.4	Tiempo para 142 poleas					6167.32					
						Tiempo para 1 polea					43.43	94	40.83	0.16	47.36	
															TS = 316.68	

NOTA: TP= Tiempo promedio; V= Valoración del ritmo de trabajo; TB= Tiempo básico o normal; S(s)= Suplementos en segundos; TS= Tiempo estándar

Tabla VII. 6: Descripción propuesta de las actividades del mecanizado.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
A	Transportar las poleas al torno CNC desde el área de colada.
B	Colocar y centrar la polea en el torno.
C	Mecanizar la manzana de la polea.
D	Mecanizar los canales de la polea.
E	Perforar el eje guía.
F	Sacar la polea del torno.
G	Inspeccionar la polea mecanizada.

Tabla VII. 7: Reajuste de los tiempos cronometrados para encontrar el valor que tenga mayor desviación estándar.

Sub proceso	N.º	Descripción	TIEMPOS OBSERVADOS										Media	DS
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Mecanizado	1	A	16,26	16,29	16,44	16,16	15,91	16,01	15,96	16,37	15,94	15,78	16,11	0,22
	2	B	15,53	15,48	15,41	15,59	4,86	15,44	15,23	15,64	15,34	15,64	14,41	3,36
	3	C	159,48	157,93	155,31	158,28	158,97	156,82	157,58	160,00	154,58	157,65	157,66	1,72
	4	D	40,85	41,77	41,16	41,16	40,34	41,25	40,94	40,70	40,85	41,38	41,04	0,40
	5	E	3,58	3,45	3,67	3,53	3,35	3,78	3,44	3,78	3,42	3,46	3,55	0,15
	6	F	10,47	10,56	10,61	10,76	10,38	10,42	10,35	10,49	10,66	10,62	10,53	0,13

Tabla VII. 8: Número de muestras preliminares para el cálculo del estudio de tiempos.

OBSERVACIONES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
X	15,53	15,48	15,41	15,59	4,86	15,44	15,23	15,64	15,34	15,64	144,14
X^2	241,03	239,63	237,31	242,89	23,62	238,24	231,95	244,61	235,32	244,61	2179,21

Tabla VII. 9: Valorización y suplementos del subproceso de mecanizado.

FUNDOMEC		FACTOR DE VALORACIÓN				SUPLEMENTOS		FUNDOMEC
Actividad		Mecanizado				Actividad	Mecanizado	
HABILIDAD		ESFUERZO				Suplementos constantes		
C2	Promedio	0,00	E2	Regular	-0,08	Suplementos constantes		Hombre (%)
CONDICIONES		CONSISTENCIA				Necesidades personales		
C	Buenas	0,02	D	Promedio	0,00	Fatiga		5
TOTAL (S)					-0,06	Suplementos variables		
						Suplementos variables		Hombre (%)
						Trabajo de pie		2
						S		0,11

Tabla VII. 10: Calculo del tiempo estándar propuesto del subproceso de mecanizado.



	ESTUDIO DE TIEMPOS																		
Departamento:	Producción.										Estudio N°:	2							
Proceso:	Mecanizado.										Hoja N°:	1 de 1							
Método:	Actual:										Propuesto:	X				Fecha:	02/08/2022		
Producto:	Polea de Aluminio 2 pulgadas con dos canales de Banda A.										Observado por:	H. Guano y C. Moposita.							
El estudio inicia:	Colocar la polea de alumnio en el torno CNC.										Unidad de	Segundos (s)							
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLOS										RESÚMEN								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TP	V	TB	S	TS				
A	16.26	16.29	16.44	16.16	15.91						16.21	94	15.24	0.11	16.92				
B	15.525	15.48	15.405	15.585	4.86						13.37	94	12.57	0.11	13.95				
C	184.20	184.40	183.80	182.56	180.60						183.11	94	172.13	0.11	191.06				
D	134.75	131.45	126.82	134.00	137.34						132.87	94	124.90	0.11	138.64				
E	40.85	41.77	41.16	41.16	40.34						41.06	94	38.59	0.11	42.84				
F	3.58	3.45	3.67	3.53	3.35						3.52	94	3.31	0.11	3.67				
G	10.47	10.56	10.61	10.76	10.38														
																TS =	407.07		
[NOTA: TP= Tiempo promedio; V= Valoración del ritmo de trabajo; TB= Tiempo básico o normal; S(s)= Suplementos en segundos; TS= Tiempo estándar																			

Tabla VII. 11: Descripción propuesta de las actividades del perforado y roscado.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
A	Transportar la polea a la entenalla 2 desde el torno CNC.
B	Colocar la polea en la entenalla 2.
C	Perforar y pasar el machuelo para el perno de la polea.
D	Limar los filos y rebabas cortantes de la polea.
E	Desmontar la polea de la entenalla 2.
F	Inspeccionar la polea perforada.
G	Transportar la polea a la entenalla 2 desde el torno CNC.

Tabla VII. 12: Reajuste de los tiempos cronometrados para encontrar el valor que tenga mayor desviación estándar.

Sub proceso	N.º	Descripción	TIEMPOS OBSERVADOS										Media	DS
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Perforado y Roscado	1	A	4,52	4,42	4,36	4,37	4,56	4,78	4,55	4,67	4,49	4,40	4,51	0,14
	2	B	13,12	12,54	13,24	13,25	13,06	12,76	13,27	12,84	13,22	13,08	13,04	0,25
	3	C	47,30	47,36	47,73	47,25	46,81	47,01	47,37	47,41	47,30	46,98	47,25	0,26
	4	D	33,41	33,39	33,39	33,38	33,54	33,56	33,37	33,43	33,45	33,49	33,44	0,07
	5	E	2,94	2,98	3,04	3,12	2,99	2,88	3,11	3,08	2,97	3,02	3,01	0,08
	6	F	10,07	9,78	10,03	9,89	9,97	9,78	9,97	9,77	9,94	9,82	9,90	0,11



Tabla VII. 13: Número de muestras preliminares para el cálculo del estudio de tiempos.

OBSERVACIONES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
X	47,30	47,36	47,73	47,25	46,81	47,01	47,37	47,41	47,30	46,98	472,51
X^2	2237,29	2242,97	2278,15	2232,56	2190,71	2209,94	2243,44	2247,71	2237,29	2206,65	22326,72

Tabla VII. 14: Valorización y suplementos del subproceso del perforado y roscado.

FUNDOMECH		FACTOR DE VALORACIÓN				SUPLEMENTOS		FUNDOMECH
Actividad		Perforado y roscado.				Actividad	Perforado y roscado.	
HABILIDAD		ESFUERZO				Suplementos constantes		
C2	Bueno	0,03	E1	Regular	-0,04	Suplementos constantes		Hombre (%)
CONDICIONES		CONSISTENCIA				Necesidades personales		
E	Regulares	-0,03	D	Promedio	0	Fatiga		5
TOTAL (S)					-0,04	Suplementos variables		
						Suplementos variables		Hombre (%)
						Trabajo de pie		2
						Incomoda (inclinada)		2
						S		0,13

Tabla VII. 15: Calculo del tiempo estándar propuesto del subproceso de perforado y roscado.

	ESTUDIO DE TIEMPOS																		
Departamento:	Producción.										Estudio N°:	2							
Proceso:	Perforado y Roscado.										Hoja N°:	1 de 1							
Método:	Actual:										Propuesto:	X				Fecha:	02/08/2022		
Producto:	Polea de Aluminio 2 pulgadas con dos canales de Banda A.										Observado por:	H. Guano y C. Moposita.							
El estudio inicia:	Colocar la polea de aluminio en el taladro pedestal.										Unidad de	Segundos (s)							
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLOS										RESÚMEN								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TP	V	TB	S	TS				
A	4.52	4.42	4.36	4.37	4.56	4.78	4.55	4.67	4.49	4.4	4.51	94	4.24	0.13	4.79				
B	13.12	12.54	13.24	13.25	13.06	12.76	13.27	12.84	13.22	13.08	13.04	94	12.26	0.13	13.85				
C	47.30	47.36	47.73	47.25	46.805	47.01	47.37	47.41	47.3	46.98	47.25	94	44.42	0.13	50.19				
D	33.41	33.39	33.39	33.38	33.54	33.56	33.37	33.43	33.45	33.49	33.44	94	31.43	0.13	35.52				
E	2.94	2.98	3.04	3.12	2.99	2.88	3.11	3.08	2.97	3.02	3.01	94	2.83	0.13	3.20				
F	10.07	9.78	10.03	9.89	9.97	9.78	9.97	9.77	9.94	9.82	9.90	94	9.31	0.13	10.52				
																		TS = 118.07	

NOTA: TP= Tiempo promedio; V= Valoración del ritmo de trabajo; TB= Tiempo básico o normal; S(s)= Suplementos en segundos; TS= Tiempo estándar

Tabla VII. 16: Descripción propuesta de las actividades de la pintura.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
A	Transportar la polea al área de pintura.
B	Colocar y pintar la polea en la mesa de trabajo.
C	Inspeccionar la polea pintada y terminada.

Tabla VII. 17: Reajuste de los tiempos cronometrados para encontrar el valor que tenga mayor desviación estándar.

Sub proceso	N.º	Descripción	TIEMPOS OBSERVADOS										Media	DS
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Pintura	1	A	13,02	12,78	12,98	13,09	12,83	12,96	12,67	13,05	13,12	12,84	12,93	0,15
	2	B	34,07	34,17	33,59	34,24	33,71	33,77	33,73	33,74	33,65	33,89	33,85	0,23
	3	C	9,85	9,75	10,07	10,16	9,98	9,87	10,27	10,12	9,94	9,91	9,99	0,16



Tabla VII. 18: Número de muestras preliminares para el cálculo del estudio de tiempos.

	OBSERVACIONES										TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
X	34,07	34,17	33,59	34,24	33,71	33,77	33,73	33,74	33,65	33,89	338,54
X²	1160,76	1167,25	1128,29	1172,04	1136,03	1140,41	1137,71	1138,05	1132,32	1148,19	11461,05

Tabla VII. 19: Valorización y suplementos del subproceso de la pintura.

FUNDOMEC		FACTOR DE VALORACIÓN			SUPLEMENTOS		FUNDOMEC
Actividad		Pintura de las poleas			Actividad		Pintura de las poleas
HABILIDAD		ESFUERZO			Suplementos constantes		
B2	Promedio	0,00	E1	Regular	-0,04	Suplementos constantes	
CONDICIONES		CONSISTENCIA			Necesidades personales		Hombre (%)
F	Regulares	-0,03	D	Promedio	0,00	Fatiga	5
TOTAL (S)					-0,07	Suplementos variables	
						Suplementos variables	
						Hombre (%)	
						Trabajo de pie	
						2	
						S	
						0,11	

Tabla VII. 20: Calculo del tiempo estándar propuesto del subproceso de la pintura.

	ESTUDIO DE TIEMPOS																		
Departamento:	Producción										Estudio N°:	2							
Proceso:	Pitura de las poleas										Hoja N°:	1 de 1							
Método:	Actual:										Propuesto:	X				Fecha:	02/08/2022		
Producto:	Polea de Aluminio 2 pulgadas con dos canales de Banda A.										Observado por:	H. Guano y C. Moposita.							
El estudio inicia:	Colocar en la mesa de trabajo para pintar la polea.										Unidad de tiempo:	Segundos (s)							
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLOS										RESÚMEN								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TP	V	TB	S	TS				
A	13.02	12.78	12.98	13.09	12.83	12.96	12.67	13.05	13.12	12.84	12.93	93	12.03	0.11	13.35				
B	34.07	34.165	33.59	34.235	33.705	33.77	33.73	33.74	33.65	33.89	33.85	93	31.48	0.11	34.95				
C	9.85	9.75	10.07	10.16	9.98	9.87	10.27	10.12	9.94	9.91	9.99	93	9.29	0.11	10.31				
																		TS = 58.61	
NOTA: TP= Tiempo promedio; V= Valoración del ritmo de trabajo; TB= Tiempo básico o normal; S(s)= Suplementos en segundos; TS= Tiempo estándar																			

Polea de 4 pulgas en una vía de banda A.

Tabla VII. 21: Descripción propuesta de las actividades del traslado de la materia prima.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
A	Cargar y descargar los lingotes de aluminio en la carretilla.
B	Transportar los lingotes de aluminio al área de fundición.

Tabla VII. 22: Reajuste de los tiempos cronometrados para encontrar el valor que tenga mayor desviación estándar.

Sub proceso	N°	Descripción	TIEMPOS OBSERVADOS										Media	DS
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Traslado materia prima	1	A	2,07	1,97	1,97	1,94	1,95	1,94	2,05	2,07	1,87	1,97	1,98	0,06
	2	B	12,81	12,62	12,72	12,77	12,65	12,67	12,55	12,52	12,72	12,52	12,66	0,10

Tabla VII. 23: Número de muestras preliminares para el cálculo del estudio de tiempos.

OBSERVACIONES											
X	12,81	12,62	12,72	12,77	12,65	12,67	12,55	12,52	12,72	12,52	126,55
X²	164,10	159,26	161,80	163,07	160,02	160,53	157,50	156,75	161,80	156,75	1601,58

Tabla VII. 24: Valorización y suplementos del subproceso del transporte de la materia prima.

FUNDOMEC		FACTOR DE VALORACIÓN				SUPLEMENTOS		FUNDOMEC	
Actividad		Transporte Materia P.				Actividad		Trasporte Materia P.	
HABILIDAD		ESFUERZO				Suplementos constantes			
C2	Bueno	0,03	E1	Regular	-0,05	Suplementos constantes		Hombre (%)	
CONDICIONES		CONSISTENCIA				Necesidades personales		5	
E	Regulares	-0,02	D	Promedio	0,00	Suplementos variables			
TOTAL (S)					-0,04	Suplementos variables		Hombre (%)	
						Trabajo de pie		2	
						Uso de Energía o fuerza muscular KG		Hombre (%)	
						5 kg		1	
						S		0,08	

Tabla VII. 25: Calculo del tiempo estándar propuesto del subproceso del transporte de la materia prima.


	ESTUDIO DE TIEMPOS																		
Departamento:	Producción										Estudio N°:	2							
Proceso:	Transporte de la materia prima										Hoja N°:	1 de 1							
Método:	Actual:										Propuesto:	X				Fecha:	3/8/2022		
Producto:	Polea de Aluminio 4 pulgadas en una vía de Banda A.										Observado por:	H. Guano y C. Moposita.							
El estudio inicia:	Colocar carretilla a lado de los lingotes de aluminio										Unidad de tiempo:	Segundos (s)							
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLOS										RESÚMEN								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TP	V	TB	S	TS				
A	2,07	1,97	1,97	1,94	1,95	1,94	2,05	2,07	1,87	1,97	1,98	96	1,89	0,08	2,04				
B	12,81	12,62	12,72	12,77	12,65	12,67	12,55	12,52	12,72	12,52	12,67	96	12,02	0,08	12,98				
																TS =	15,02		
NOTA: TP= Tiempo promedio; V= Valoración del ritmo de trabajo; TB= Tiempo básico o normal; S= Suplementos en segundos; TS= Tiempo estándar																			

Tabla VII. 26: Descripción propuesta de las actividades de fundición.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
A	Trasportar los lingotes de aluminio al horno.
B	Quemar y mecer los lingotes de aluminio en el horno para que se disuelvan.

Tabla VII. 27: Reajuste de los tiempos cronometrados para encontrar el valor que tenga mayor desviación estándar.

Sub proceso	N.º	Descripción	TIEMPOS OBSERVADOS										Media	DS
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Fundición	1	A	5,30	5,32	5,68	6,05	5,55	5,83	5,98	5,90	5,45	6,01	5,71	0,29
	2	B	1232,38	1266,00	1234,60	1255,70	1284,20	1270,90	1281,73	1232,16	1282,70	1230,88	1257,12	22,84

Tabla VII. 28: Número de muestras preliminares para el cálculo del estudio de tiempos.

	OBSERVACIONES										TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
X	1232,38	1266,00	1234,60	1255,70	1284,20	1270,90	1281,73	1232,16	1282,70	1230,88	12571,24
X²	1518748,14	1602756,00	1524237,16	1576782,49	1649169,64	1615186,81	1642818,98	1518218,27	1645319,29	1515053,27	15808290,04

Tabla VII. 29: Valorización y suplementos del subproceso de fundición.

FUNDOMECH		FACTOR DE VALORACIÓN			SUPLEMENTOS		FUNDOMECH	
		Actividad	Fundición		Actividad	Horno de Fundición		
HABILIDAD		ESFUERZO			Suplementos constantes			
B2	Promedio	0,00	C2	Bueno	0,02	Suplementos constantes		
CONDICIONES		CONSISTENCIA			Necesidades personales			
F	Malas	-0,07	D	Promedio	0,00	Fatiga		
TOTAL (S)					-0,05	Suplementos variables		
						Suplementos variables		
						Hombre (%)		
						Trabajo de pie		
						Incomoda (inclinado)		
						Uso de Energía o fuerza muscular KG		
						Hombre (%)		
						5 kg		
						S		
						0,14		

Tabla VII. 30: Calculo del tiempo estándar propuesto del subproceso de fundición.


	ESTUDIO DE TIEMPOS																			
Departamento:	Producción										Estudio N°:	2								
Proceso:	Fundición										Hoja N°:	1 de 1								
Método:	Actual:										Propuesto:	X			Fecha:	3/8/2022				
Producto:	Polea de Aluminio 4 pulgadas en una vía de Banda A.										Observado por:	H. Guano y C. Moposita.								
El estudio inicia:	Encender el horno para fundir los lingotes de aluminio.										Unidad de tiempo:	Segundos (s)								
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLOS										RESÚMEN									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TP	V	TB	S	TS					
A	5,30	5,32	5,68	6,05	5,55						5,58	95	5,30	0,14	6,04					
B	1232,38	1266,00	1234,60	1255,70	1284,20	Tiempo para 100 poleas					1254,58									
						Tiempo para 1 polea					12,55	95	11,92	0,14	13,59					
															TS = 19,63					
NOTA: TP= Tiempo promedio; V= Valoración del ritmo de trabajo; TB= Tiempo básico o normal; S(s)= Suplementos en segundos; TS= Tiempo estándar																				

Tabla VII. 31: Descripción propuesta de las actividades de la colada.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
A	Transportar el molde al horno desde el área de matricería.
B	Colocar el molde en el horno.
C	Esperar que se caliente el molde.
D	Transportar el molde a la mesa de fundición 1.
E	Colocamos y montamos el molde en la mesa de fundición 1.
F	Transportar el líquido a la mesa de fundición 1 desde el horno.
G	Colocar el líquido en el molde e igualar la manzana.
H	Esperar que el líquido se solidifique.
I	Desmontar el molde.
J	Inspeccionar la polea fundida.
K	Colocar las poleas fundidas en un recipiente.
L	Demora hasta terminar la fundición de todas las poleas.

Tabla VII. 32: Número de muestras preliminares para el cálculo del estudio de tiempos.

	OBSERVACIONES										TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
X	6148,00	6120,00	6097,20	6247,00	6224,40	6180,00	6270,00	6171,00	6243,00	6257,40	61958,00
X^2	37797904,00	37454400,00	37175847,84	39025009,00	38743155,36	38192400,00	39312900,00	38081241,00	38975049,00	39155054,76	383912960,96

Tabla VII. 33: Reajuste de los tiempos cronometrados para encontrar el valor que tenga mayor desviación estándar.

Sub proceso	Nº	Descripción	TIEMPOS OBSERVADOS										Media	DS
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Colada	1	A	12,12	11,85	11,61	12,05	12,15	12,10	11,81	11,71	12,13	11,98	11,95	0,19
	2	B	8,83	8,60	8,70	8,88	8,98	9,01	8,91	8,87	8,75	8,97	8,85	0,13
	3	C	120,64	121,45	120,66	122,45	122,36	122,29	121,34	121,05	122,54	121,16	121,59	0,75
	4	D	6,22	5,57	5,58	6,13	5,98	5,65	5,56	5,55	6,11	5,98	5,83	0,27
	5	E	7,64	7,70	7,55	7,29	7,53	7,62	7,38	7,61	7,78	7,47	7,55	0,15
	6	F	6,19	6,16	5,48	6,05	5,85	5,56	5,91	5,62	5,48	5,73	5,80	0,27
	7	G	8,46	8,38	8,57	8,70	8,49	8,41	8,44	8,51	8,58	8,51	8,50	0,09
	8	H	67,20	66,26	68,80	66,81	67,75	68,12	66,67	68,78	68,83	66,18	67,54	1,06
	9	I	9,75	8,95	9,51	9,15	9,04	9,73	8,92	9,5	9,17	9,02	9,27	0,32
	10	J	9,91	10,24	9,79	10,06	10,13	9,72	10,17	9,77	10,08	10,14	10,00	0,19
	11	K	3,77	3,85	3,78	3,99	4,07	3,72	3,80	3,76	4,03	4,09	3,89	0,14
	12	L	6148,00	6120,00	6097,20	6247,00	6224,40	6180,00	6270,00	6171,00	6243,00	6257,40	6195,80	61,09

Tabla VII. 34: Valorización y suplementos del subproceso del transporte de la colada.

FUNDOMEC		FACTOR DE VALORACIÓN				SUPLEMENTOS		FUNDOMEC
		Actividad	Colada			Actividad	Colada	
HABILIDAD		ESFUERZO				Suplementos constantes		
C2	Bueno	0,03	D	Promedio	0,00	Suplementos constantes		Mujer (%)
CONDICIONES		CONSISTENCIA				Necesidades personales		
F	Malas	-0,07	E	Regulares	-0,02	Fatiga		7
TOTAL (S)					-0,06	Suplementos variables		
						Suplementos variables		Mujer (%)
						Trabajo de pie		4
						Ligeramente incómoda		1
						S		0,16

Tabla VII. 35: Calculo del tiempo estándar propuesto del subproceso de colada.



	ESTUDIO DE TIEMPOS															
Departamento:	Producción										Estudio N°:	2				
Proceso:	Colada										Hoja N°:	1 de 1				
Método:	Actual:				Propuesto:	X					Fecha:	3/8/2022				
Producto:	Polea de Aluminio 4 pulgadas en una vía de Banda A.										Observado por:	H. Guano y C. Moposita.				
El estudio inicia:	Colocar el molde en horno para pre calentar.										Unidad de tiempo:	Segundos (s)				
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLOS										RESÚMEN					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TP	V	TB	S	TS	
A	12,12	11,85	11,61	12,05	12,15						11,96	94	11,24	0,16	13,04	
B	8,83	8,6	8,7	8,88	8,98						8,80	94	8,27	0,16	9,59	
C	120,64	121,45	120,66	122,45	122,36						121,51	94	114,22	0,16	132,50	
D	6,22	5,57	5,58	6,13	5,98						5,90	94	5,54	0,16	6,43	
E	7,64	7,70	7,55	7,29	7,53						7,54	94	7,09	0,16	8,22	
F	6,19	6,16	5,48	6,05	5,85						5,95	94	5,59	0,16	6,48	
G	8,46	8,38	8,57	8,695	8,49						8,52	94	8,01	0,16	9,29	
H	67,2	66,26	68,8	66,81	67,75						67,36	94	63,32	0,16	73,45	
I	9,75	8,95	9,51	9,15	9,04						9,28	94	8,72	0,16	10,12	
J	9,91	10,24	9,79	10,06	10,13						10,03	94	9,42	0,16	10,93	
K	3,77	3,85	3,78	3,99	4,07						3,89	94	3,66	0,16	4,24	
L	6148	6120,00	6097,2	6247	6224,4	Tiempo para 100 poleas					6167,32					
						Tiempo para 1 polea					61,67	94	57,97	0,16	67,25	
														TS =	351,54	
NOTA: TP= Tiempo promedio; V= Valoración del ritmo de trabajo; TB= Tiempo básico o normal; S(s)= Suplementos en segundos; TS= Tiempo estándar																

Tabla VII. 36: Descripción propuesta de las actividades del mecanizado.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
A	Transportar las poleas al torno CNC desde el área de colada.
B	Colocar y centrar la polea en el torno.
C	Mecanizar la manzana de la polea.
D	Mecanizar los canales de la polea.
E	Perforar el eje guía.
F	Sacar la polea del torno.
G	Inspeccionar la polea mecanizada.

Tabla VII. 37: Reajuste de los tiempos cronometrados para encontrar el valor que tenga mayor desviación estándar.

Sub proceso	N.º	Descripción	TIEMPOS OBSERVADOS										Media	DS
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Mecanizado	1	A	16,26	16,29	16,44	16,16	15,91	16,01	15,96	16,37	15,94	15,78	16,11	0,22
	2	B	16,16	15,67	15,69	16,14	16,09	15,83	15,78	16,19	16,19	16,11	15,98	0,22
	3	C	197,15	198,40	200,08	198,56	197,60	200,07	200,03	200,05	199,75	198,64	199,03	1,11
	4	D	137,25	141,45	145,10	144,10	142,40	139,10	141,40	145,30	138,35	140,01	141,45	2,81
	5	E	41,85	42,47	41,68	42,16	41,74	42,25	41,85	41,70	42,35	42,38	42,04	0,31
	6	F	3,46	3,48	3,69	3,56	3,38	3,81	3,81	3,76	3,45	3,49	3,59	0,16
	7	G	10,74	10,56	10,63	10,76	10,38	10,42	10,67	10,41	10,66	10,62	10,59	0,14

Tabla VII. 38: Número de muestras preliminares para el cálculo del estudio de tiempos.

OBSERVACIONES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
X	137,25	141,45	145,10	144,10	142,40	139,10	141,40	145,30	138,35	140,01	1414,46
X²	18837,56	20008,10	21054,01	20764,81	20277,76	19348,81	19993,96	21112,09	19140,72	19602,80	200140,63

Tabla VII. 39: Valorización y suplementos del subproceso del mecanizado.

FUNDOMEC			FACTOR DE VALORACIÓN			SUPLEMENTOS		FUNDOMEC	
Actividad			Transporte Materia P.			Actividad		Mecanizado de las poleas	
HABILIDAD			ESFUERZO			Suplementos constantes			
C2	Promedio	0,00	E2	Regular	-0,08	Suplementos constantes			Hombre (%)
CONDICIONES			CONSISTENCIA			Necesidades personales			5
C	Buenas	0,02	D	Promedio	0,00	Fatiga			4
TOTAL (S)					-0,06	Suplementos variables			
						Suplementos variables			Hombre (%)
						Trabajo de pie			2
						S			0,11

Tabla VII. 40: Calculo del tiempo estándar propuesto del subproceso del mecanizado



	ESTUDIO DE TIEMPOS																		
Departamento:	Producción.										Estudio N°:	2							
Proceso:	Mecanizado.										Hoja N°:	1 de 1							
Método:	Actual:										Propuesto:	X				Fecha:	3/8/2022		
Producto:	Polea de Aluminio 4 pulgadas en una vía de Banda A.										Observado por:	H. Guano y C. Moposita.							
El estudio inicia:	Colocar la polea de aluminio en el torno CNC.										Unidad de tiempo:	Segundos (s)							
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLOS										RESÚMEN								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TP	V	TB	S	TS				
A	16,26	16,29	16,44	16,16	15,91						16,21	94	15,24	0,11	16,92				
B	16,155	15,67	15,685	16,135	16,09						15,95	94	14,99	0,11	16,64				
C	197,15	198,40	200,08	198,56	197,60						198,36	94	186,46	0,11	206,97				
D	137,25	141,45	145,10	144,10	142,40						142,06	94	133,54	0,11	148,23				
E	41,85	42,47	41,68	42,16	41,74						41,98	94	39,46	0,11	43,80				
F	3,46	3,48	3,69	3,56	3,38						3,51	94	3,30	0,11	3,67				
G	10,74	10,56	10,63	10,76	10,38						10,61	94	9,98	0,11	11,07				
																		TS = 447,29	
NOTA: TP= Tiempo promedio; V= Valoración del ritmo de trabajo; TB= Tiempo básico o normal; S(s)= Suplementos en segundos; TS= Tiempo estándar																			

Tabla VII. 41: Descripción propuesta de las actividades del perforado y roscado.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
A	Transportar la polea a la entenalla 2 desde el torno CNC.
B	Colocar la polea en la entenalla 2.
C	Perforar y pasar el machuelo para el perno de la polea.
D	Limar los filis y rebabas cortantes de la polea.
E	Desmontar la polea de la entenalla 2.
F	Inspeccionar la polea perforada.
G	Transportar la polea a la entenalla 2 desde el torno CNC.

Tabla VII. 42: Reajuste de los tiempos cronometrados para encontrar el valor que tenga mayor desviación estándar.

Sub proceso	N.º	Descripción	TIEMPOS OBSERVADOS										Media	DS
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Perforado y Roscado	1	A	4,52	4,42	4,36	4,37	4,56	4,78	4,55	4,67	4,49	4,40	4,51	0,14
	2	B	14,12	13,54	14,24	14,25	13,43	13,15	14,27	13,84	14,22	13,78	13,88	0,40
	3	C	59,68	60,00	60,60	59,75	59,31	59,49	59,87	59,91	60,32	59,38	59,83	0,41
	4	D	36,88	37,09	36,89	36,88	37,04	37,06	36,82	36,89	37,14	37,02	36,97	0,11
	5	E	3,34	2,97	3,58	3,42	3,29	3,18	3,41	3,48	3,37	3,02	3,31	0,20
	6	F	9,85	9,78	10,03	10,03	9,97	9,78	9,97	10,07	9,94	9,82	9,92	0,11

Tabla VII. 43: Número de muestras preliminares para el cálculo del estudio de tiempos.

OBSERVACIONES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
X	59,68	60,00	60,60	59,75	59,31	59,49	59,87	59,91	60,32	59,38	598,27
X²	3561,70	3599,40	3671,75	3569,47	3517,08	3538,47	3583,82	3589,21	3637,90	3525,39	35794,19

Tabla VII. 44: Valorización y suplementos del subproceso de perforado y roscado.

FUNDOMEC			FACTOR DE VALORACIÓN			SUPLEMENTOS		FUNDOMEC	
Actividad			Perforado y roscado.			Actividad		Perforado y roscado.	
HABILIDAD			ESFUERZO			Suplementos constantes			
C2	Bueno	0,03	E1	Regular	-0,04	Suplementos constantes			Hombre (%)
CONDICIONES			CONSISTENCIA			Necesidades personales			
E	Regulares	-0,03	D	Promedio	0	Fatiga			5
TOTAL (S)					-0,04	Suplementos variables			
						Suplementos variables			Hombre (%)
						Trabajo de pie			2
						Incomoda (inclinada)			2
						S			0,13

Tabla VII. 45: Calculo del tiempo estándar propuesto del sub proceso de perforado y roscado.



	ESTUDIO DE TIEMPOS															
Departamento:	Producción.										Estudio N°:	2				
Proceso:	Perforado y Roscado.										Hoja N°:	1 de 1				
Método:	Actual:						Propuesto:	X			Fecha:	4/8/2022				
Producto:	Polea de Aluminio 4 pulgadas en una vía de Banda A.										Observado por:	H. Guano y C. Moposita.				
El estudio inicia:	Colocar la polea de aluminio en el taladro pedestal.										Unidad de tiempo:	Segundos (s)				
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLOS										RESÚMEN					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TP	V	TB	S	TS	
A	4,52	4,42	4,36	4,37	4,56	4,78	4,55	4,67	4,49	4,4	4,51	96	4,33	0,13	4,89	
B	14,12	13,54	14,24	14,25	13,43	13,2	14,27	13,84	14,22	13,78	13,88	94	13,05	0,13	14,75	
C	59,68	60,00	60,60	59,745	59,305	59,5	59,87	59,91	60,32	59,38	59,83	94	56,24	0,13	63,55	
D	36,88	37,09	36,89	36,88	37,04	37,06	36,82	36,89	37,14	37,02	36,97	94	34,75	0,13	39,27	
E	3,34	2,97	3,58	3,42	3,29	3,18	3,41	3,48	3,37	3,02	3,31	94	3,11	0,13	3,51	
F	9,85	9,78	10,03	10,03	9,97	9,78	9,97	10,07	9,94	9,82	9,92	94	9,33	0,13	10,54	
															TS = 136,51	
NOTA: TP= Tiempo promedio; V= Valoración del ritmo de trabajo; TB= Tiempo básico o normal; S(s)= Suplementos en segundos; TS= Tiempo estándar																

Tabla VII. 46: Descripción propuesta de las actividades de la pintura.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
A	Transportar la polea al área de pintura.
B	Colocar y pintar la polea en la mesa de trabajo.
C	Inspeccionar la polea pintada y terminada.

Tabla VII. 47: Reajuste de los tiempos cronometrados para encontrar el valor que tenga mayor desviación estándar.

Sub proceso	N.º	Descripción	TIEMPOS OBSERVADOS										Media	DS
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Pintura	1	A	12,66	12,78	12,98	13,09	13,11	12,96	12,67	13,05	13,12	12,83	12,93	0,18
	2	B	38,18	38,44	38,64	38,89	38,81	38,40	38,28	38,79	38,24	38,44	38,51	0,26
	3	C	10,40	9,75	10,07	9,88	9,98	9,87	9,89	10,12	10,22	9,91	10,01	0,19



Tabla VII. 48: Número de muestras preliminares para el cálculo del estudio de tiempos.

	OBSERVACIONES										TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
X	38,18	38,44	38,64	38,89	38,81	38,40	38,28	38,79	38,24	38,44	385,08
X²	1457,33	1477,63	1493,05	1512,43	1505,83	1474,18	1465,36	1504,28	1461,92	1477,25	14829,25

Tabla VII. 49: Valorización y suplementos del subproceso de la pintura.

FUNDOMECH					FACTOR DE VALORACIÓN					SUPLEMENTOS					FUNDOMECH				
Actividad					Pintura de las poleas					Actividad					Pintura de las poleas				
HABILIDAD					ESFUERZO					Suplementos constantes									
B2	Promedio	0,00			E1	Regular	-0,04			Suplementos constantes					Hombre (%)				
CONDICIONES					CONSISTENCIA					Necesidades personales					5				
F	Regulares	-0,03			D	Promedio	0,00			Fatiga					4				
TOTAL (S)										Suplementos variables									
										Suplementos variables					Hombre (%)				
										Trabajo de pie					2				
										S					0,11				

Tabla VII. 50: Calculo del tiempo estándar propuesto del sub proceso de la pintura.

	ESTUDIO DE TIEMPOS																		
Departamento:	Producción										Estudio N°:	2							
Proceso:	Pitura de las poleas.										Hoja N°:	1 de 1							
Método:	Actual:										Propuesto:	X				Fecha:	4/8/2022		
Producto:	Polea de Aluminio 4 pulgadas en una vía de Banda A.										Observado por:	H. Guano y C. Moposita.							
El estudio inicia:	Colocar en la mesa de trabajo para pintar la polea.										Unidad de tiempo:	Segundos (s)							
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CICLOS										RESÚMEN								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TP	V	TB	S	TS				
A	12,66	12,78	12,98	13,09	13,11	12,96	12,67	13,05	13,12	12,83	12,93	93	12,02	0,11	13,34				
B	38,18	38,44	38,64	38,89	38,805	38,40	38,28	38,79	38,24	38,44	38,51	93	35,81	0,11	39,75				
C	10,40	9,75	10,07	9,88	9,98	9,87	9,89	10,12	10,22	9,91	10,01	93	9,31	0,11	10,33				
																TS =	63,43		
NOTA: TP= Tiempo promedio; V= Valoración del ritmo de trabajo; TB= Tiempo básico o normal; S(s)= Suplementos en segundos; TS= Tiempo estándar																			

