



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA FABRICACIÓN DE
LAS PARTES DEL TECHO APLICANDO EL ESTUDIO DE
MÉTODOS Y MEDICIÓN DEL TRABAJO EN EL ÁREA DE
FIBRADO DE LA EMPRESA CARROCERÍA CAR – BUSS
YAULEMA DEL CANTÓN RIOBAMBA”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:

HÉCTOR RAMIRO TENE NARVÁEZ

Riobamba – Ecuador

2024



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA FABRICACIÓN DE
LAS PARTES DEL TECHO APLICANDO EL ESTUDIO DE
MÉTODOS Y MEDICIÓN DEL TRABAJO EN EL ÁREA DE
FIBRADO DE LA EMPRESA CARROCERÍA CAR – BUSS
YAULEMA DEL CANTÓN RIOBAMBA”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR: HÉCTOR RAMIRO TENE NARVÁEZ

DIRECTORA: Ing. SAYURI MONSERRATH BONILLA NOVILLO

Riobamba – Ecuador

2024

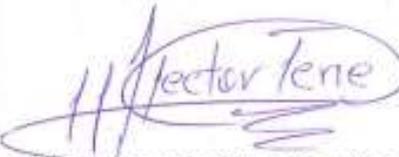
© 2024, Héctor Ramiro Tene Narváez

Se autoriza la reproducción general o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el derecho de autor.

Yo, Héctor Ramiro Tene Narvárez, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que proviene de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

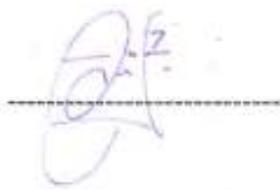
Riobamba, 20 de marzo del 2024.



Héctor Ramiro Tene Narvárez
C. I: 070521181-1

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación; Tipo: Proyecto Técnico, “**MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA FABRICACIÓN DE LAS PARTES DEL TECHO APLICANDO EL ESTUDIO DE MÉTODOS Y MEDICIÓN DEL TRABAJO EN EL ÁREA DE FIBRADO DE LA EMPRESA CARROCERÍA CAR – BUSS YAULEMA DEL CANTÓN RIOBAMBA**”, realizado por el señor: **HÉCTOR RAMIRO TENE NARVÁEZ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Jaime Iván Acosta Velarde PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2024-03-20
Ing. Sayuri Monserrath Bonilla Novillo DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2024-03-20
Ing. Eugenia Mercedes Naranjo Vargas ASESORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2024-03-20

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación es dedicado a Dios, toda mi familia principalmente a mis padres, hermanos. La cual siempre me han apoyado de manera constante a lo largo de toda mi vida estudiantil, viéndome nacer y crecer a su lado, brindándome siempre el apoyo y confianza para cumplir mis metas y objetivos, gracias a ellos he podido superar los obstáculos que se han presentado durante el tiempo de mi niñez hasta la persona que se convertirá de hoy en día con responsabilidad y deseo de superación.

A mis amigos y compañeros de estudio que fueron una segunda familia durante mi estadía en la ESPOCH. Todo en general han contribuido a que culmine mi carrera exitosamente, por eso les agradezco de todo corazón por haber formado parte de mi vida académica.

El presente trabajo de titulación es dedicado a Dios, toda mi familia principalmente a mis padres, hermanos, tíos y primos, la cual, gracias a su apoyo incondicional, amor, esfuerzo y sacrificio me motivaron a estudiar, y me han permitido alcanzar esta meta.

Héctor

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por todas sus bendiciones, a mis padres y hermanos la cual gracias a su sacrificio me dieron su apoyo incondicional para terminar un logro tan importante en mi vida. Además de todos los valores que me inculcaron y así poder crecer como una persona de bien y útil para la sociedad. Agradezco también a la escuela superior politécnica de Chimborazo, a la carrera de ingeniería industrial y a todos sus docentes, por haberme compartido sus conocimientos lo largo de la preparación de mi profesión.

Mi gratitud infinita al Sr. Víctor Yaulema quien, me permitió realizar este trabajo de titulación en su prestigiosa empresa, de quien aprendí mucho y que con sus deseos y voz de aliento me motivo a cumplir con este trabajo.

Agradezco En primer lugar, a Dios por brindarme salud, fortaleza y sabiduría, a mis padres por su infinito amor y comprensión que sin ellos no hubiera llegado a estar donde estoy ahora, también agradezco a mis hermanos, familiares, y amigos por brindarme su apoyo y confianza infinita. Agradezco a la escuela superior politécnica de Chimborazo, a la carrera de ingeniería industrial por brindarme la oportunidad de pertenecer y formar parte de esta prestigiosa institución, a los docentes por inculcarme valores y experiencias para la formación profesional en la sociedad.

Héctor

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xviii
RESUMEN.....	xix
SUMMARY.....	xx
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Justificación.....	3
1.2.1. <i>Beneficios fuera de la empresa</i>	4
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	4
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	4
1.4. Hipótesis.....	5
1.4.1. <i>Hipótesis nula</i>	5
1.4.2. <i>Hipótesis alternativa</i>	5

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Referencias teóricas.....	6
2.1.1. <i>Historia de la ingeniería de métodos</i>	7
2.1.2. <i>Ingeniería de métodos</i>	8
2.1.3. <i>Productividad</i>	8
2.1.3.1. <i>Medición de la productividad</i>	9
2.1.4. <i>Proceso productivo</i>	9
2.1.5. <i>Estudio del trabajo</i>	10
2.1.5.1. <i>Objetivo del estudio de trabajo</i>	10
2.1.6. <i>Estudio de métodos</i>	10
2.1.6.1. <i>Etapas para aplicar en el estudio de métodos</i>	10
2.1.7. <i>Medición del trabajo</i>	11

2.1.8.	<i>El cronometraje</i>	12
2.1.8.1.	<i>Tipos de cronómetros</i>	12
2.1.8.2.	<i>Factor de calificación a los operarios</i>	13
2.1.8.3.	<i>Número de observaciones</i>	14
2.1.8.4.	<i>Finalidad del estudio de métodos y tiempos</i>	17
2.1.8.5.	<i>Adiestramiento del operario</i>	18
2.1.9.	<i>Técnicas para el análisis de procesos</i>	18
2.1.9.1.	<i>Diagrama de flujo</i>	18
2.1.9.2.	<i>Importancia de los diagramas de flujos</i>	19
2.1.9.3.	<i>Diagrama de proceso</i>	20
2.1.9.4.	<i>Diagrama de recorrido</i>	20
2.1.9.5.	<i>Diagrama de Pareto</i>	21
2.1.10.	<i>Estadístico de Mann – Whitney</i>	22
2.1.11.	<i>Metodología 5S</i>	23
2.2.	Marco conceptual	24
2.2.1.	<i>Materiales para la elaboración de las partes del techo con fibra de vidrio en la carrocería</i>	24
2.2.1.1.	<i>Resina SINTAPOL 8360</i>	24
2.2.1.2.	<i>Fibra de vidrio 450 JUSHI</i>	24
2.2.1.3.	<i>Coremat 2 mm x 70 m</i>	25
2.2.1.4.	<i>Meck peróxido (Catalizador)</i>	25
2.2.1.5.	<i>Guaípe</i>	26
2.2.1.6.	<i>Cera desmoldante SIMONIZ 1LT</i>	26
2.2.1.7.	<i>Pintura Yelcot (Gel Coat)</i>	27

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	28
3.1.	Tipo de estudio	28
3.1.1.	<i>Diseño no experimental longitudinal</i>	28
3.1.2.	<i>Enfoque</i>	28
3.1.3.	<i>Alcance</i>	29
3.2.	Metodología	29
3.2.1.	<i>Método inductivo – deductivo</i>	29
3.2.2.	<i>Método deductivo</i>	29
3.2.3.	<i>Desarrollo metodológico</i>	29
3.3.	Situación inicial de la empresa	30

3.3.1.	<i>Productos</i>	30
3.3.2.	<i>Identificación de la empresa</i>	30
3.3.3.	<i>Situación actual del proceso de producción de las partes del techo</i>	31
3.4.	Medición del trabajo	37
3.4.1.	<i>Aplicación de la técnica del cronometraje</i>	37
3.4.1.1.	<i>Tipo de cronometraje</i>	37
3.4.1.2.	<i>Instrumento de medida</i>	38
3.4.1.3.	<i>Registro de datos</i>	38
3.5.	Estudio de métodos	53
3.5.1.	<i>Selección de las actividades a mejorar</i>	53
3.5.1.1.	<i>Análisis de eventos adversos</i>	53
3.5.1.2.	<i>Análisis de actividades con mayor duración</i>	55
3.5.2.	<i>Registrar los detalles de cada actividad seleccionada</i>	61
3.5.3.	<i>Analizar los detalles registrados</i>	62
3.5.4.	<i>Diseño de la propuesta de trabajo</i>	67
3.5.5.	<i>Evaluar y definir el nuevo método de trabajo</i>	71
3.5.5.1.	<i>Método del trabajo propuesto</i>	71
3.5.5.2.	<i>Evaluación de la propuesta de mejora</i>	74
3.5.5.3.	<i>Adiestrar a los operarios para la aplicación del nuevo método de trabajo</i>	77

CAPÍTULO IV

4.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	91
4.1.	Propuesta	91
4.2.	Comparación de resultados	93
4.3.	Comprobación con el estadístico U de Mann-Whitney	98
4.4.	Análisis costo – beneficio	101
4.4.1.	<i>Estado de resultados con el método de trabajo actual</i>	101
4.4.2.	<i>Estado de resultados con la propuesta de mejora</i>	102
4.4.3.	<i>Índice de productividad</i>	104
4.4.3.1.	<i>Productividad total</i>	104
4.4.3.2.	<i>Productividad laboral</i>	105
4.4.3.3.	<i>Producción por trabajador</i>	106
4.4.3.4.	<i>Productividad económica</i>	107
4.5.	Plan de mejora	109
4.5.1.	<i>Propuesta de mejora mediante la Metodología 5'S a usar en 1 año</i>	109
4.5.1.1.	<i>Planificación y preparación</i>	110

4.5.1.2.	<i>Sistemas de mejoras continuas mediante las 5'S</i>	111
4.6.	Plan de control	116
4.7.	Plan de manejo de materiales tóxicos	117
4.7.1.	<i>Análisis de la situación actual</i>	117
4.7.2.	<i>Identificar los problemas</i>	117
4.7.3.	<i>Proponer la mejora</i>	117
4.7.4.	<i>Plan de manejo de materiales y sustancias peligrosas</i>	117
4.8.	Plan de mejora	125
4.9.	Plan de control	125

CAPÍTULO V

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	126
5.1.	Conclusiones	126
5.2.	Recomendaciones	127

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1:	Etapas del método de actividades que se han de estudiar.....	11
Tabla 2-2:	Escala de valores numéricos para la calificación del operario según el sistema Westinghouse	14
Tabla 2-3:	Hoja de descripción de actividades iniciales	15
Tabla 2-4:	Hoja de registro de tiempos cronometrados por ciclo de trabajo.	16
Tabla 2-5:	Hoja de análisis de datos obtenidos.....	17
Tabla 2-6:	Símbolos utilizados en los diagramas de flujo.	19
Tabla 2-7:	Categorías de un diagrama de proceso.	20
Tabla 2-8:	Resumen de la técnica 5S.....	23
Tabla 3-1:	Macro localización de la empresa carrocera.....	30
Tabla 3-2:	Micro localización de la empresa carrocera.	31
Tabla 3-3:	Diagrama actual del proceso de producción de la parte delantera del techo.	33
Tabla 3-4:	Diagrama actual del proceso de producción de la parte del medio del techo....	34
Tabla 3-5:	Diagrama actual del proceso de producción de la parte posterior del techo.	35
Tabla 3-6:	Representación de actividades del proceso productivo de las partes del techo.	38
Tabla 3-7:	Cálculo del número de observaciones del ciclo de trabajo actual de la parte delantera del techo.....	41
Tabla 3-8:	Cálculo del número de observaciones del ciclo de trabajo actual de la parte del medio del techo.	42
Tabla 3-9:	Cálculo del número de observaciones del ciclo de trabajo actual de la parte posterior del techo.	42
Tabla 3-10:	Medidas de la carrocería.....	43
Tabla 3-11:	Capas de techo de la carrocería	43
Tabla 3-12:	Registro de tiempos por ciclos con el método actual parte delantera del techo	44
Tabla 3-13:	Registro de tiempos por ciclos con el método actual de la parte del medio del techo.	45
Tabla 3-14:	Registro de tiempos por ciclos con el método actual parte posterior del techo.	46
Tabla 3-15:	Análisis de datos de tiempos obtenidos actuales parte delantera del techo.....	48
Tabla 3-16:	Análisis de datos de tiempos obtenidos actuales parte del medio del techo.....	49
Tabla 3-17:	Análisis de datos de tiempos obtenidos actuales parte posterior del techo.	50
Tabla 3-18:	Actividades para elaborar la parte delantera del techo.	51
Tabla 3-19:	Registro de eventos adversos por actividades.	54
Tabla 3-20:	Cálculo de los límites superior e inferior reales o naturales del tiempo de duración actual de cada actividad de la parte delantera del techo.	55

Tabla 3-21:	Cálculo de los límites superior e inferior reales o naturales del tiempo de duración actual de cada actividad de la parte del medio del techo.....	57
Tabla 3-22:	Cálculo de los límites superior e inferior reales o naturales del tiempo de duración actual de cada actividad de la parte posterior del techo.....	59
Tabla 3-23:	Representación de los detalles observados en las actividades seleccionadas de la parte delantera del techo.....	63
Tabla 3-24:	Representación de detalles observados en las actividades seleccionadas de la parte del medio del techo.....	64
Tabla 3-25:	Representación de detalles observados en las actividades seleccionadas de la parte posterior del techo.	65
Tabla 3-26:	Análisis de detalles observados en las actividades escogidas.	66
Tabla 3-27:	Especificaciones técnicas de la amoladora de 5 pulgadas.....	67
Tabla 3-28:	Especificaciones técnicas del disco de lana.....	67
Tabla 3-29:	Especificaciones técnicas para la construcción de la mesa de corte.....	69
Tabla 3-30:	Especificaciones técnicas del compresor ZM-7001.	69
Tabla 3-31:	Especificaciones técnicas del rodillo de fibra de vidrio.	70
Tabla 3-32:	Diagrama de procesos del método propuesto de la parte delantera del techo. ..	72
Tabla 3-33:	Diagrama de procesos del método propuesto de la parte del medio del techo. .	73
Tabla 3-34:	Diagrama de procesos del método propuesto de la parte posterior del techo....	74
Tabla 3-35:	Descripción de las actividades aplicando el método de trabajo propuesto de la parte delantera del techo.....	75
Tabla 3-36:	Descripción de las actividades aplicando el método de trabajo propuesto de la parte del medio del techo.....	76
Tabla 3-37:	Descripción de las actividades aplicando el método de trabajo propuesto de la parte posterior del techo.	77
Tabla 3-38:	Calificación del operario según el sistema Westinghouse.....	78
Tabla 3-39:	Cálculo del número de observaciones del ciclo de trabajo en el método propuesto de la parte delantera del techo.	80
Tabla 3-40:	Cálculo del número de observaciones del ciclo de trabajo en el método propuesto de la parte del medio del techo.	80
Tabla 3-41:	Cálculo del número de observaciones del ciclo de trabajo en el método propuesto de la parte posterior del techo.....	81
Tabla 3-42:	Registro de tiempos por actividad del método propuesto de la parte delantera del techo.	82
Tabla 3-43:	Registro de tiempos por actividad del método propuesto de la parte del medio del techo.	83

Tabla 3-44:	Registro de tiempos por actividad del método propuesto de la parte posterior del techo.	84
Tabla 3-45:	Análisis de datos de tiempos obtenidos actuales de parte delantera del techo. .	86
Tabla 3-46:	Análisis de datos de tiempos obtenidos actuales de parte del medio del techo.	87
Tabla 3-47:	Análisis de datos de tiempos obtenidos actuales de parte posterior del techo...	88
Tabla 4-1:	Método de trabajo propuesto de la parte delantera del techo.	91
Tabla 4-2:	Método de trabajo propuesto de la parte del medio del techo.	92
Tabla 4-3:	Método de trabajo propuesto de la parte posterior del techo.	93
Tabla 4-4:	Tiempos de producción alcanzados con el método actual y el propuesto de la parte delantera del techo.	94
Tabla 4-5:	Tiempos de producción alcanzados con el método actual y el propuesto de la parte del medio del techo.	95
Tabla 4-6:	Tiempos de producción obtenidos con el método actual y el propuesto de la parte posterior del techo.	96
Tabla 4-7:	Comparación de resultados logrados entre el método actual y el propuesto de la parte delantera del techo.	97
Tabla 4-8:	Comparación de resultados logrados entre el método actual y el propuesto de la parte del medio del techo.	97
Tabla 4-9:	Comparación de resultados logrados entre el método actual y el propuesto de la parte posterior del techo.	98
Tabla 4-10:	Rangos obtenidos para el estudio U de Mann-Whitney.	99
Tabla 4-11:	Tiempos de producción mensual de techos	101
Tabla 4-12:	Ingresos actuales mensual.	101
Tabla 4-13:	Egresos actuales mensual.	102
Tabla 4-14:	Estado de resultados con el método actual.	102
Tabla 4-15:	Producción mensual de techos.	103
Tabla 4-16:	Ingresos mensuales con el método propuesto.	103
Tabla 4-17:	Egresos mensuales con el método propuesto.	103
Tabla 4-18:	Estado de resultados con el método propuesto.	104
Tabla 4-19:	Comparación de resultados de utilidades obtenidas anualmente.	104
Tabla 4-20:	Índice de producción realizado con el método actual vs método propuesto. ..	108
Tabla 4-21:	Costos de equipos implementados en la mejora (inversión realizada)	108
Tabla 4-22:	Costo de la inversión realizada del método actual vs método propuesto.	109
Tabla 4-23:	Tarjeta roja	112
Tabla 4-24:	Requerimientos por secciones de trabajo.	112
Tabla 4-25:	Formulario de limpieza.	112
Tabla 4-26:	Formulario de auditorías.	113

Tabla 4-27:	Seguimiento del cumplimiento.....	114
Tabla 4-28:	Seguimiento de accidentabilidad.....	114
Tabla 4-29:	Plan de mejora de la metodología.	115
Tabla 4-30:	Plan de mejora.....	115
Tabla 4-31:	Plan de control.....	116
Tabla 4-32:	Mejora 1: La resina, meck peróxido y el gel coat al ser manipulados deben de utilizar los equipos de protección personal.....	123
Tabla 4-33:	Mejora 2: La resina, meck peróxido y el gel coat se deben almacenar en un lugar seguro	123
Tabla 4-34:	Mejora 3: La resina, meck peróxido y el gel coat se deben estar almacenadas donde estén libres de chispas de fuego.....	124
Tabla 4-35:	Mejora 4: La resina, meck peróxido y el gel coat deben encontrarse limpios y alejados del fuego.....	124
Tabla 4-36:	Plan de mejora.....	125
Tabla 4-37:	Plan de control.....	125

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1:	Proceso productivo.....	9
Ilustración 2-2:	Finalidad del estudio de métodos y tiempos	18
Ilustración 2-3:	Diagrama de Recorrido en una planta industrial.....	21
Ilustración 2-4:	Gráfica de Pareto.....	22
Ilustración 2-5:	Resina SINTAPOL 8360.....	24
Ilustración 2-6:	Fibra de vidrio 450 JUSHI.....	25
Ilustración 2-7:	Coremat 2 mm x 70 m.....	25
Ilustración 2-8:	Meck Peróxido	26
Ilustración 2-9:	Guaípe de hilo de algodón.....	26
Ilustración 2-10:	Cera desmoldante SIMONIZ 1LT.....	27
Ilustración 2-11:	Pintura Yelcot (Gel Coat).....	27
Ilustración 3-1:	Fachada de la empresa Carrocería Car – Buss Yaulema.....	31
Ilustración 3-2:	Distribución de la planta de la empresa Carrocera Car – Buss Yaulema.	32
Ilustración 3-3:	Diagrama de recorrido en la elaboración de la parte delantero del techo.....	36
Ilustración 3-4:	Diagrama de recorrido en la elaboración de la parte del medio del techo....	36
Ilustración 3-5:	Diagrama de recorrido en la elaboración de la parte posterior del techo.	37
Ilustración 3-6:	Cronómetro CASIO HS – 20	38
Ilustración 3-7:	Tiempo estándar de cada actividad del proceso productivo actual de la parte delantero del techo.....	51
Ilustración 3-8:	Tiempo estándar de cada actividad del proceso productivo actual de la parte medio del techo	52
Ilustración 3-9:	Tiempo estándar de cada actividad del proceso productivo actual de la parte posterior del techo	52
Ilustración 3-10:	Tiempo estándar de duración de cada actividad en el proceso productivo actual de la parte delantero del techo	56
Ilustración 3-11:	Diagrama de Pareto del tiempo estándar de duración actual cada actividad	56
Ilustración 3-12:	Tiempo estándar de duración de cada actividad en el proceso productivo actual de la parte del medio del techo	58
Ilustración 3-13:	Diagrama de Pareto del tiempo estándar de duración actual de cada actividad de la parte del medio del techo	58
Ilustración 3-14:	Tiempo estándar de duración de cada actividad en el proceso productivo actual de la parte posterior del techo.....	60
Ilustración 3-15:	Diagrama de Pareto del tiempo estándar de duración actual cada actividad	60
Ilustración 3-16:	Diagrama de flujo del proceso productivo actual parte delantero del techo	61

Ilustración 3-17:	Diagrama de flujo del proceso productivo actual de la parte del medio del techo	62
Ilustración 3-18:	Diagrama de flujo del proceso productivo actual parte posterior del techo .	62
Ilustración 3-19:	Guaípe utilizado actualmente en el área de pasar cera y sacar brillo.....	67
Ilustración 3-20:	Máquina pulidora propuesta en el nuevo método de trabajo.....	67
Ilustración 3-21:	Mesa utilizada actualmente en el área de corte	68
Ilustración 3-22:	Mesa propuesta en el nuevo método de trabajo	68
Ilustración 3-23:	Actividad de pintado actual.....	69
Ilustración 3-24:	Compresor propuesto para pintar el molde	70
Ilustración 3-25:	Rodillos de fibra de vidrio utilizados actualmente.....	70
Ilustración 3-26:	Rodillo de fibra de vidrio propuesto para compactar la fibra con la resina en el molde.....	71
Ilustración 3-27:	Calificación promedio de los operarios, según Westinghouse.....	79
Ilustración 3-28:	Tiempo estándar de cada actividad de la parte delantero del techo con la implementación	89
Ilustración 3-29:	Tiempo estándar de cada actividad de la parte del medio del techo con la implementación	89
Ilustración 3-30:	Tiempo estándar de cada actividad de la parte posterior del techo con la implementación	90
Ilustración 4-1:	Tiempo de producción total obtenido con el método actual vs el propuesto de la parte delantera del techo.....	97
Ilustración 4-2:	Tiempo de producción total obtenido con el método actual vs el propuesto de la parte del medio del techo.....	97
Ilustración 4-3:	Tiempo de producción total obtenido con el método actual vs el propuesto de la parte posterior del techo.	98
Ilustración 4-4:	Valores críticos U_t (α , n_1 , n_2) del estadístico de Mann – Whitney.....	100
Ilustración 4-5:	Índice de productividad total entre el método actual vs método propuesto	105
Ilustración 4-6:	Índice de producción por hora hombre entre el método actual y el método propuesto.....	106
Ilustración 4-7:	Índice de producción por trabajador entre el método actual y el método propuesto.....	107
Ilustración 4-8:	Índice de productividad económica entre el método actual y el método propuesto.....	108
Ilustración 4-9:	Capacitación.....	110
Ilustración 4-10:	Área de fibrado.....	110
Ilustración 4-11:	Orden en el puesto de trabajo	111
Ilustración 4-12:	Señalización horizontal y vertical	111

Ilustración 4-13: Flujograma de comunicación para el personal propio..... 119

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** PASAR CERA DESMOLDANTE SIMONIZ 1LTY SACAR BRILLO
- ANEXO B:** CORTE DE LA FIBRA DE VIDRIO 450 JUSHI Y EL COREMAT 2MM X 70M
- ANEXO C:** ACTIVIDAD: PASAR LA PINTURA O GEL COAT EN EL MOLDE
- ANEXO D:** PASAR EL RODILLO EN LAS CAPAS DE FIBRAS Y REINA COLOCADA EN EL MOLDE
- ANEXO E:** DIMENSIONES DE LA PARTE DELANTERO DEL TECHO
- ANEXO F:** DIMENSIONES DE LA PARTE CENTRAL DEL TECHO
- ANEXO G:** DIMENSIONES DE LA PARTE POSTERIOR DEL TECHO
- ANEXO H:** DATASHEET DE LA RESINA SINTAPOL 8360
- ANEXO I:** DATASHEET DEL COREMAT.
- ANEXO J:** DATASHEET DEL MEK PERÓXIDO.
- ANEXO K:** DATASHEET DE LA FIBRA DE VIDRIO 450 JUSHI.

RESUMEN

En la actualidad la empresa "Carrocería Car-Buss Yaulema" se dedica a la fabricación de buses interprovinciales, y dentro del área de fibrado realizan las partes del techo, donde se pudo probar que su método de producción no está estandarizado, lo que generó que se realicen tareas con pérdida de tiempo, provocando que las partes del techo de fibra de vidrio no se entregaran a tiempo. Por ello el presente trabajo tuvo por objetivo mejorar la productividad en la fabricación de las partes del techo aplicando el estudio de métodos y medición del trabajo en el área de fibrado de la empresa Carrocería Car – Buss Yaulema del cantón Riobamba. Utilizando la metodología que tuvo un enfoque mixto, que inició con la recolección de información, tomando el tiempo de las actividades del proceso productivo que realizan, también se trabajó con diagramas de flujo, recorrido y de proceso que permitió conocer las actividades que se desarrollan en cada puesto de trabajo con el fin de estandarizar el procedimiento productivo eliminando movimientos innecesarios y tiempos inactivos dentro del proceso. Se aplicó la técnica del cronometraje que permitió identificar factores que generan tiempos muertos los cuales limitan la efectividad del trabajo. Logrando como resultado la disminución del tiempo de producción de la parte delantera, central y posterior en un 26,52%; 32,57% y 30,26% respectivamente, aumentando el índice de producción en un 34%, es decir se logró producir en un tiempo de 1 h 16 min 51,6 segundos; 5 h 4 min 0,6 segundos y 1 h 56 min 37,8 segundos respectivamente cada pieza. Concluyendo que la empresa puede tener una eficiente producción mediante la incorporación de equipos y técnicas que generen una mejora significativa en la capacidad de producción, ya que la propuesta con el nuevo método muestra un incremento en la producción.

Palabras claves: <MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD> <FIBRADO> <ESTUDIO DE MÉTODOS> <MEDICIÓN DEL TRABAJO> <DIAGRAMA DE RECORRIDO> <ESTANDARIZACIÓN> <CRONOMETRAJE>.

0820-DBRA-UPT-2024



SUMMARY

Currently, the company "Carrocería Car-Bus Yaulema" is engaged in the manufacture of interprovincial buses. In the fiberglass area, they produce roof parts, where it was found that their production method is not standardized. This led to time-wasting tasks, causing delays in the delivery of fiberglass roof parts. Therefore, this study aimed to improve productivity in the manufacture of roof parts by applying methods of study and work measurement in the fiberglass area of Carrocería Car-Bus Yaulema in Riobamba canton. Using a mixed-method approach, the methodology began with data collection, including timing the activities of the production process. Flow diagrams, route diagrams, and process diagrams were also used to understand the activities at each workstation, aiming to standardize the production procedure by eliminating unnecessary movements and inactive times within the process. The time study technique was applied to identify factors causing downtime that limit work effectiveness. As a result, production time for the front, central, and rear parts decreased by 26.52%, 32.57%, and 30.26% respectively, increasing the production rate by 34%. This means each part was produced in 1 hour, 16 minutes, and 51.6 seconds; 5 hours, 4 minutes, and 0.6 seconds; and 1 hour, 56 minutes, and 37.8 seconds respectively. In conclusion, the company can achieve efficient production by incorporating equipment and techniques that significantly improve production capacity, as the proposed new method demonstrates an increase in production.

Keywords: <PRODUCTIVITY IMPROVEMENT> <FIBERGLASS> <METHODS STUDY>
<WORK MEASUREMENT> <ROUTE DIAGRAM> <STANDARDIZATION> <TIME STUDY>



Lic. Angela Cecibel Moreno Novillo

0602603938

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo técnico se centra en incrementar la productividad en la producción de piezas de techos de fibra de vidrio en la empresa carrocería Car-Buss Yaulema en el cantón Riobamba. El proceso productivo de la empresa no está estandarizado, por lo que los trabajadores realizan el procedimiento de manera empírica. Aplicando conocimientos como el estudio de métodos y medición de trabajo en el área de fibrado, se pretende reducir los gastos de mano de obra y mejorar el proceso de fabricación. Se conoce que el sistema actual no cuenta con una estandarización de tiempos en los puestos de trabajo, lo que genera tiempos muertos y demora en la entrega del producto final.

La empresa saldrá beneficiada aplicando el estudio de métodos y la medición del trabajo ya que tiene como propósito tener un adecuado proceso al momento de desarrollar las respectivas actividades, controlando el tiempo en cada actividad y así obtener un techo de calidad, que tenga la capa de fibra adecuada para un respectivo soporte y al mismo tiempo evitar filtraciones de agua.

Este proyecto se lo realizará a través de la revisión de tesis, investigaciones realizadas y artículos científicos, obteniendo un aporte sustancial para la elaboración de una propuesta de mejora en el proceso productivo, incluyendo tiempos estándar, eficiencia productiva, conservación de recursos, mejor control de producción, adecuado ambiente de trabajo, obteniendo un producto confiable, de calidad, llegando a la eliminación de movimientos y tiempos innecesarios.

Para la elaboración del presente proyecto se utilizaron técnicas de ingeniería, métodos y herramientas tales como la medición del trabajo, diagrama de procesos y diagrama de recorrido, consiguiendo minimizar, mejorar o eliminar tiempos innecesarios, a su vez obtener el registro y análisis de tiempo que se requiere para completar cada una de las actividades ejecutadas en los distintos puestos de trabajo.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

El sector carrocerero metalmecánico en Ecuador demostró tener alta calidad a través de una investigación realizada por el Ministerio de Industria. Como resultado, se han propuesto políticas públicas alternativas para mejorar la proyección de la industria respecto de los cambios propuestos para el desarrollo de la matriz productiva que impulse la producción industrial y respete los enfoques obtenidos por ella. (Santana, 2020) p. 9

La empresa carrocera “Car – Buss Yaulema” es una empresa artesanal en el área de fibrado ubicada en el cantón Riobamba provincia de Chimborazo, su objetivo principal es la construcción de buses interprovinciales, urbanos, turismo y escolares según la demanda. Sus proveedores tanto nacionales como extranjeros, proporcionan las materias primas necesarias para las distintas etapas de la fabricación de autobuses. Los autobuses interprovinciales a nivel nacional son su principal mercado.

La Empresa fue fundada en el año 2011 tras el regreso del propietario Víctor Yaulema al Ecuador. El modelo Car – Buss 1 de la cooperativa Macas fue el primer autobús fabricado en Car Buss Yaulema en 2015 de acuerdo con las normas vigentes, marcando un logro significativo para el negocio, disfrutando de una respuesta positiva de los transportistas de todo el país, como resultado del trabajo conjunto del liderazgo y el personal de la organización. La empresa comenzó a cumplir con los requisitos de la ANT en 2012 y en 2017 obtuvo la norma ISO 9001:2015. Sin embargo, durante la visita y primera conversación con su representante legal, llamó la atención algunas deficiencias en sus procedimientos internos, estándares y capacidad operativa de producción que impactan su cadena de valor. (Yaulema, 2017)

En el área administrativa se encuentran una serie de falencias las cuales se mencionadas a continuación: inadecuada comunicación interna entre la dirección y el personal, así como una inadecuada comprensión de sus roles. Debido a su limitada capacidad operativa de producción, la distribución de la planta es restringida e incorrecta. Su espacio físico actual se ha reducido, dificultando la ubicación de áreas de trabajo y generando cuellos de botella que impactan los tiempos de entrega de pedidos y la pérdida de órdenes de trabajo. Debido al flujo de caja, la organización supervisa una asignación insuficiente de recursos en el ámbito financiero.

En la fabricación de las partes del techo de fibra de vidrio, el proceso carece de uniformidad ya que los puestos no están en condiciones adecuadas. También carece de una estrategia para el almacenamiento, estudio de métodos y medición del trabajo, causando tiempos inactivos, demoras en el proceso de producción y cuellos de botella.

El principal problema de "Carrocería Auto - Bus Yaulema" es que su método de fabricación no está estandarizado, lo que genera que se realicen tareas inadecuadas, provocando que las partes del techo de fibra de vidrio de la empresa no se entreguen a tiempo.

Debido a que carece de control en el área de fibrado, se produce una inexistencia de registros de acciones que detallen el tiempo que tardan los trabajadores en completar una tarea.

De igual manera, el área de fibrado carece de equipos y herramientas para realizar las partes del techo, debido que el proceso se lo realiza de forma artesanal, y estas actividades se han hecho costumbre en el área de fibrado.

1.2. Justificación

En el presente trabajo se podrá mejorar la productividad en la fabricación de las partes del techo con fibra de vidrio, mediante el estudio de métodos y la medición del trabajo, esto se logrará mediante la búsqueda de artículos científicos, proyectos de investigación y tesis de grado, haciendo un aporte significativo a la mejora de los procesos productivos, la eficacia productiva, mejor control de producción y productos confiables y eficientes, para poder eliminar todo tipo de tiempos y movimientos que no agreguen valor al sistema de producción, utilizando métodos y herramientas de ingeniería como diagramas de procesos. Es necesario mejorar cada tarea realizada a lo largo de los distintos procesos, garantizando una mejor optimización del proceso de producción al eliminar actividades innecesarias y cuellos de botella, aumentando la productividad de los trabajadores en cada puesto.

Para la preparación de los elementos que componen la cubierta se debe seguir un procedimiento correcto a la hora de hacer las actividades correspondientes y gestionar el tiempo dedicado a cada una de ellas. Esto dará como resultado un techo de alta calidad con la capa de fibra apropiada para el soporte adecuado y para no tener fugas de agua, así como problemas aerodinámicos y estéticos.

Entendiendo que el área de trabajo no se encuentra en condiciones adecuadas, se puede optar por realizar cambios en los puestos de trabajo para que las actividades se puedan realizar de la manera más eficiente posible; el estudio de métodos y la medición del trabajo permite conocer la cantidad

de tiempo que invierte un trabajador calificado en la realización de una tarea definida; De manera similar a cómo se identificaron retrasos en el proceso de fabricación, se tomó la decisión de estandarizar los tiempos que previamente se habían mejorado, tomando registros de tiempos de cada operación y asignando un responsable en el área de fibrado para que se pueda completar los trabajos. El siguiente proyecto aportará las ventajas a la empresa:

- Control de la producción y de bienes confiables y eficientes para poder reducir todo tipo de tiempos y movimientos que no agregan valor al sistema de producción.
- Eficiencia de producción.
- Mejoras oportunas a los procesos productivos.
- Utilización de técnicas e instrumentos de ingeniería, incluidos diagramas de flujo, proceso y ruta, para desarrollar un plan de proceso de fabricación.
- Un mayor nivel de optimización del proceso de fabricación, logrado la eliminación de pasos inútiles y cuellos de botella, aumentando la productividad en todo ámbito.
- Gestión de tiempo adecuado para cada tarea;
- Modificación de tareas;
- Estandarización de tiempos previamente mejorados
- Asignación de alguien que supervise el área de fibrado para garantizar que se sigan los horarios preestablecidos.

1.2.1. Beneficios fuera de la empresa

- Aportaciones con fines de lucro a otros negocios.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Mejorar la productividad en la fabricación de las partes del techo aplicando el estudio de métodos y medición del trabajo en el área de fibrado de la empresa Carrocería Car – Buss Yaulema del cantón Riobamba.

1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar las actividades involucradas en el proceso de fabricación de las partes del techo en el área de fibrado.

- Desarrollar el estudio de métodos y la medición del trabajo en el proceso de elaboración de las partes del techo.
- Diseñar el proceso de producción adecuado con base a los datos obtenidos en el desarrollo del estudio de métodos.
- Implementar el proceso productivo propuesto como una fase piloto.
- Evaluar los resultados obtenidos en la fase piloto, para su posterior validación y aceptación por parte de la empresa.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis nula

Los tiempos de operación logrados en la propuesta de mejora, no son menores que los tiempos de operación del método actual.

1.4.2. Hipótesis alternativa

Los tiempos de operación logrados en la propuesta de mejora, son menores que los tiempos de operación del método actual.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Referencias teóricas

Chaiza, 2022, menciona en su investigación titulada “APLICACIÓN DEL ESTUDIO DE TRABAJO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE SNACKS SALUDABLES EN TRAVESÍAS KETO, AREQUIPA 2022” que existen problemáticas en los niveles de producción del producto estrella de una panificadora, por lo tanto, el objetivo general fue determinar en qué medida la aplicación del estudio de trabajo mejora la productividad en la producción de snack saludables en TRAVESÍAS KETO, para ello, se utilizó una metodología de enfoque cuantitativo, de nivel descriptivo, en base a un diseño experimental, de corte longitudinal, de tipo pre-experimental, considerando como población a la producción de galletas choco chips de la empresa TRAVESÍAS KETO en el transcurso de 8 semanas pre-test y post-test, habiendo una muestra censal acorde a un muestreo no probabilístico por conveniencia, empleando la técnica de la observación directa y el análisis documental, considerando como instrumentos la guía de observación y el cronómetro. Encontrando como resultados una mejora en la eficiencia de 85.42% pre-test a 93.75% post-test, incrementando la eficacia de 83.64% pre-test a 96.11% post-test. Llegando a concluir que mediante la aplicación del estudio del trabajo se logró un incremento en el nivel de productividad de 71.52% pre-test a un 90.17% post-test, aceptando la hipótesis alterna.

Albuquerque, 2022, manifiesta en su estudio “PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD UTILIZANDO EL ESTUDIO DEL TRABAJO EN EL TALLER DE MUEBLES DE MELAMINA RODRÍGUEZ” que se determinaron las causas esenciales que deben tenerse en cuenta para la mejora del proceso, además se planteó un nuevo método de trabajo implementando una solución diferente a cada una de las causas, consiguiendo reducir el tiempo empleado para la fabricación del mueble estudiado, también se incrementó el indicador de productividad, presentando más muebles fabricados por hora hombre, así mismo se logró que por cada sol invertido se obtendría S/. 1.47 de beneficio. Se concluyó que la aplicación del estudio del trabajo complementado con otras herramientas de la ingeniería permitió realizar un diagnóstico y mejora del proceso en investigación, mejorando los tiempos de fabricación y las deficiencias de un método de trabajo empírico.

Mariño, 2022, asegura en su tesis “ESTUDIO DEL TRABAJO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA PALTA HASS EN LA JOYA AGRO EXPORT, AREQUIPA 2021” que existe como problemática la disminución de niveles de producción de palta Hass en la

Asociación la Joya Agro Export, por ello, el objetivo general del estudio fue determinar de qué manera la aplicación del estudio del trabajo mejora la productividad en la palta Hass en La Joya Agro Export, Arequipa 2021, para lo cual, se elaboró una metodología de tipo aplicado, de enfoque cuantitativo, de diseño experimental, de corte longitudinal, de tipo pre-experimental, utilizando un nivel explicativo, se concibió como población 3500 paltos pertenecientes a una hectárea, considerando una muestra de 347 paltos, seleccionados con un muestreo probabilístico aleatorio simple, mediante la técnica de la observación directa y el análisis documental, asumiendo como instrumento la guía de observación, la ficha de registro de datos y la ficha de registro de tiempos. Encontrando como resultados principales una mejora en el nivel de eficiencia al 14.79% y en la eficacia al 4.48% mediante la aplicación del estudio del trabajo. Concluyendo que, con la aplicación del estudio del trabajo se mejoró la productividad de 53.08% a 68.51%, al ejecutar un cambio en el método de trabajo convencional hacia uno más tecnificado.

Pajuelo, 2023, menciona en su investigación titulada “APLICACIÓN DE ESTUDIO DE TRABAJO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA FABRICACIÓN DE PUENTES METÁLICOS EN ALESOF E.I.R.L.” que se mejoró la productividad de la empresa ALESOF WELDING E.I.R.L., por medio de la aplicación del estudio del trabajo. Para lo cual se empleó un estudio del tipo aplicado, el nivel fue explicativo y el enfoque cuantitativo. Asimismo, la muestra fue el proceso de fabricación de tres puentes metálicos de la empresa ALESOF WELDING E.I.R.L, donde se obtuvo como resultados la productividad con una media del 70.15%, con un tiempo estándar de 49,323 minutos \approx 822.05 horas ejecutados en 124 días de trabajo. Y posteriormente, la implantación del nuevo método de trabajo la productividad alcanzó una media del 95.30% con un tiempo estándar de 54,137 minutos \approx 902.29 horas ejecutadas en 100 días de trabajo. Permitiendo así, establecer que la productividad alcance una mejora del 25.15%. Con relación a la eficiencia inicialmente presentó una media del 80.94% y después de la mejora alcanzó una media del 96.20%. Y la eficacia antes presentaba una media del 86.67% y después de la manipulación de la variable independiente, alcanzó una media del 99.06%.

2.1.1. Historia de la ingeniería de métodos

En base a los métodos de investigación de la ingeniería industrial es la columna vertebral, es decir, la historia comienza con la revolución industrial a finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX, primero en Gran Bretaña (Inglaterra), luego en Europa continental y América.

En aquel entonces todo tenía que ver con la industrialización; la economía, la tecnología y la cultura han experimentado cambios considerables en los últimos años. Los principales estudios comenzaron a implementar algunos de los primeros principios, como la línea de fabricación de

Henry Ford. Una investigación anterior fue realizada por Jean Rodolphe Peronnet en 1760. El economista británico Charles Babbage, a la edad de 60 años, fabricó el alfiler a una velocidad estándar de 494 unidades por hora después de que ingenieros franceses evaluaran el tiempo promedio para producir alfileres. Trabajó en once tamaños de alfileres y se estimó que se necesitaría 76892 horas para hacer una libra de alfileres (5546 alfileres). (Yumiceba, 2022) p. 26

2.1.2. Ingeniería de métodos

El objetivo principal de la ingeniería de métodos es aumentar la eficiencia de cualquier sistema de producción mediante el uso de técnicas sencillas y efectivas. Se considera el más importante para la investigación laboral, ya que ha sido probado y perfeccionado a lo largo del tiempo, se basa en un análisis metódico y sistemático de los enfoques actuales y otras sugerencias que son relevantes para un puesto. (Yumiceba, 2022) p. 27

Hoy en día, la ingeniería de métodos cubre el diseño de herramientas, equipos y circunstancias laborales, además de mejorar las actividades, los procesos y el lugar de trabajo. Para hacer una tarea más sencilla y segura, la ingeniería de procesos también se concentra en minimizar o eliminar la mano de obra y el uso de recursos.

Para mejorar las prácticas laborales, se evalúan todas las actividades (directas o indirectas, valiosas o no). Estas operaciones se someten a un análisis y evaluación exhaustivos y continuos. Durante esta revisión se encuentran puntos críticos, cuellos de botella, desperdicios y otras acciones que conducen a fallas en el proceso. Posteriormente, el objetivo es potenciar la tarea con más facilidad, en menos tiempo y con menos material. Esto afecta la rentabilidad de la organización y aumenta su ventaja competitiva y su productividad. Los procesos industriales se pueden dividir en dos categorías de actividades: las que generan valor y las que incrementan los gastos. Mientras tanto, se recomienda reducir y eliminar tantas actividades como sea posible. (Marin, 2021) p. 14-15

2.1.3. Productividad

La productividad es una medida que utiliza los recursos para lograr los resultados previstos específicos; no es una medida de producción. Más bien, es el grado de logro al emplear los recursos existentes para cumplir las metas establecidas.

2.1.3.1. Medición de la productividad

El vínculo entre las unidades producidas y los recursos empleados para determinar eficiencia se llama productividad (Condori, y otros, 2019) p. 20-21.

$$Productividad\ Total = \frac{Ingresos}{Gastos} \quad (1)$$

Existen otros índices de productividad, que cambian las distintas medidas en función de varios parámetros, incluidos los siguientes:

$$Producción\ por\ hora\ hombre = \frac{unidades\ producidas}{Horas\ hombre\ trabajadas} \quad (2)$$

$$Producción\ por\ trabajador = \frac{Unidades\ Producidas}{Número\ de\ trabajadores} \quad (3)$$

$$Productividad\ económica = \frac{Utilidad\ Neta}{Unidades\ Producidas} \quad (4)$$

2.1.4. Proceso productivo

El uso de tecnología para innovar recursos o factores de producción en bienes y servicios, incluidos todos los procesos que convierten ideas, recursos o materias primas en productos terminados que vende una empresa. Es una actividad con un propósito en la que ciertas piezas o materiales deben pasar por un proceso de transformación para lograr objetivos positivos y satisfacer las necesidades de los consumidores. Es parte de las actividades de muchas industrias que son responsables del desarrollo y fabricación de bienes físicos o intangibles. Un proceso de fabricación se puede mostrar en la Ilustración 2-1. (Santos, 2021) p. 5

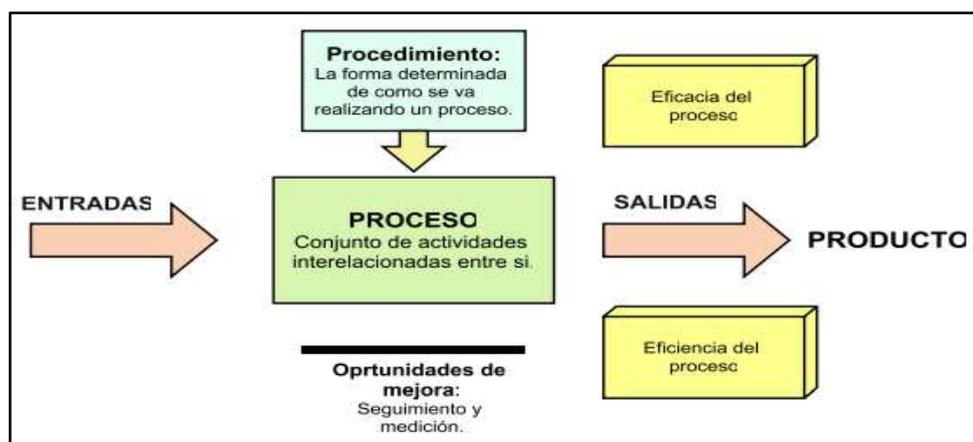


Ilustración 2-1: Proceso productivo

Fuente: (Condori, y otros, 2019) p. 20

La investigación sobre estudios de trabajo tiene como objetivo explorar y mejorar los procedimientos en el lugar de trabajo encontrando problemas y sugiriendo soluciones.

2.1.5. Estudio del trabajo

Las empresas investigan para aprovechar al máximo sus recursos al adquirir productos o servicios. El trabajo es el factor principal de la productividad de una empresa; se define como cualquier proceso en el que los empleados intervienen de la forma más eficaz posible. Como resultado, la investigación sobre la productividad de los trabajadores apunta a una variedad de avances tecnológicos. (Alzogaray, 2020) pp. 2-3

Para generar cambios, el estudio del trabajo analiza cómo los operarios realizan las tareas, así como todas las variables que afectan la economía y la eficiencia. El método de cronometraje se utiliza para ayudar a identificar el tiempo de una operación bien calificada o una actividad específica realizada de acuerdo con especificaciones definidas, mientras se mide el trabajo.

2.1.5.1. Objetivo del estudio de trabajo

El objetivo del estudio de trabajo es crear una técnica que aumente la productividad del proceso utilizando la misma cantidad de recursos o menos. Cuando los recursos del proceso se utilizan a un cierto nivel de productividad, se determinan los costos. (Alzogaray, 2020) pp. 2-3

El estudio del trabajo se divide en: Estudio de métodos y Medición del trabajo

2.1.6. Estudio de métodos

El estudio de métodos es una técnica de trabajo crucial que implica la creación de dibujos de ingeniería y planos de trabajo, para luego planificar, formular y elegir los mejores procedimientos, herramientas, equipos y experiencia necesaria para fabricar un producto. Para lograr una interacción exitosa entre operarios y máquinas, la mejor tecnología o talentos disponibles deben combinarse con la estrategia adecuada. Una vez desarrollada la técnica, es importante calcular cuánto tiempo llevará fabricar el producto, asegurándose al mismo tiempo de que se sigan los criterios o especificaciones predefinidos y pagando adecuadamente a cada empleado en función de su desempeño. (Alzogaray, 2020) p. 4

2.1.6.1. Etapas para aplicar en el estudio de métodos

Las etapas fundamentales para establecer el estudio del método, se demuestra en la Tabla 2-1:

Tabla 2-1: Etapas del método de actividades que se han de estudiar

ETAPAS	DESARROLLO
SELECCIONAR	La tarea a estudiar
REGISTRAR	Los datos relevantes acerca del trabajo o proceso, usando la técnica más apropiada y disponiendo los datos de la forma más cómoda para analizarlos.
ANALIZAR	Los hechos patentados, preguntándose y justificándose si lo que se está haciendo, según el propósito de la actividad; el lugar donde se elabora, el orden que se elabora, la persona que ejecuta y los medios empleados.
DESARROLLAR	El método más económico tomando en cuenta las condiciones y manejando las diferentes técnicas de gestión, así como la contribución de supervisores, trabajadores y otros especialistas.
EVALUAR	Los resultados logrados con el nuevo método en comparación con la cantidad de trabajo preciso y crear un tiempo estándar.
ADIESTRAR	A los trabajadores en el nuevo método de trabajo para que lo ejecuten de una forma eficaz y eficiente.
APLICAR	El nuevo método de trabajo.

Fuente: (Alzogaray, 2020) p. 3

Realizado por: Tene, Héctor. 2024.

2.1.7. Medición del trabajo

Al utilizar la medición del trabajo, se puede determinar cuánto tiempo les toma a los empleados certificados completar un determinado trabajo y realizarlo de acuerdo con requisitos de desempeño preestablecidos. El objetivo de la medición del trabajo es encontrar, reducir y eliminar el tiempo que no es productivo. Una vez identificado este tiempo ineficaz, se pueden tomar acciones para minimizarlo o eliminarlo por completo. (Condori, y otros, 2019) p. 31

En una organización industrial, es necesario comprender el tiempo preciso en cada actividad de producción, los sistemas de producción son muy importantes ya que se los puede aplicar para:

- Determinar el costo de fabricación
- Asignar y distribuir tareas
- Determinar la capacidad de producción de los equipos y máquinas
- Crear un cronograma de producción para el taller
- Estudiar implantaciones de investigación
- Eliminar tiempos improductivos
- Evaluar los posibles beneficios financieros de mejores prácticas.
- Calcular los niveles de productividad
- Calcular rendimientos
- Aplicar fórmulas de incentivos basadas en la productividad.

Los métodos utilizados para medir el tiempo se dividen en dos grupos: métodos directos e indirectos.

a. Métodos directos. – Los procedimientos que están sujetos al presente estudio deben medirse y registrar los tiempos. Dentro de esta categoría hay dos enfoques.

Cronometraje. – Se expresa como un cierto número de ciclos de la operación observada.

Muestreo de trabajo. – Mediante la observación aleatoria que se realice al proceso, se determina que el trabajo es irregular que registra la condición operativa en el momento de la actividad. (Por ejemplo, la máquina se detuvo o estaba funcionando).

b. Métodos indirectos. - El tiempo asignado para las actividades es establecido previamente y no es necesario medirlo directamente.

Tiempos predeterminados. - Permiten calcular la duración de una operación mediante el uso de un conjunto de tablas que incluyen un registro de las operaciones fundamentales necesarias para completar la operación. Esta es utilizada para recopilar la duración de ejecución de cada operación donde se determina cuánto tiempo tardará en completarse la operación de acuerdo con el tipo de actividad. (Recoger, trasladar, etc.), y sus requerimientos particulares.

Estimaciones. – El tiempo de ejecución de una actividad está determinada por el conocimiento, el desempeño pasado o datos históricos; A menudo se utiliza para trabajos no repetitivos y no es un método de medición perfecto, con errores que oscilan entre el 10% y el 20%. (Bonilla, 2016) p. 37

2.1.8. El cronometraje

Para garantizar una medición precisa de los tiempos, es necesario elegir el instrumento adecuado y tener en cuenta la precisión, exactitud y confiabilidad. Se mide el tiempo en cada una de las actividades.

2.1.8.1. Tipos de cronómetros

Los cronómetros vienen en dos variedades principales: tipo I y tipo II. La principal diferencia entre los cronómetros de tipo I y del tipo II es que los primeros se consideran digitalizados o electrónicos, mientras que los segundos se consideran mecánicos o analógicos. (Gusqui, 2021) p. 29

Cronometraje acumulativo: El reloj corre continuamente durante todo el estudio; comienza con cada elemento del primer ciclo y no se detiene hasta que se completa la actividad. Al final de cada actividad, se registra el tiempo indicado por el cronómetro, y una vez finalizada la prueba, se obtiene el tiempo de cada unidad. Este procedimiento garantiza que se registre todo el tiempo de observación. (Tito, 2019) p. 38

Cronometraje con vuelta a cero: Sin pausar el movimiento del reloj, el segundero se reinicia instantáneamente a cero al finalizar cada elemento y comienza a cronometrar el siguiente. El tiempo registrado se crea sumando todos los tiempos registrados para todas las cosas y otras actividades, así como los tiempos acreditados y no productivos. (Tito, 2019) p. 38

2.1.8.2. Factor de calificación a los operarios

El tiempo es necesario para que un operador normal complete una tarea después de registrar los valores cronometrados en el estudio de una forma clara y realista. Esta calificación tiene en cuenta las opciones y juicios del analista de tiempos. Existen varios métodos de calificación, entre ellos tenemos:

- Sistema de calificación Westinghouse
- Puntuación artificial
- Evaluación basada en el esfuerzo y la capacidad.
- Evaluación basada en la velocidad
- Evaluación imparcial
- Evaluación del desempeño

El sistema Westinghouse es el único que se trata aquí, ya que es el enfoque más completo y fácil de usar para los analistas.

a. Sistema Westinghouse. - Este método se basa en la calificación de cuatro factores:

Habilidad: Es el nivel de competencia (manual o mental) que debe tener un operador para realizar un trabajo.

Esfuerzo: Describe el intento del operador de realizar una tarea de forma rápida y eficaz.

Condiciones: Habla del entorno o circunstancias de trabajo que tienen un impacto inmediato en el operador.

Consistencia: Es un patrón de conducta que repite un individuo en una determinada profesión. Se puede observar una mayor consistencia en los valores de tiempo básicos que se repiten consistentemente.

Se recurre a la Tabla 2-2, para calificar cada uno de los operarios:

Tabla 2-2: Escala de valores numéricos para la calificación del operario según el sistema Westinghouse

HABILIDAD			ESFUERZO		
0,15	A1	Superior	0,13	A1	Excesivo
0,13	A2		0,12	A2	
0,11	B1	Excelente	0,1	B1	Excelente
0,08	B2		0,08	B2	
0,06	C1	Buena	0,05	C1	Bueno
0,03	C2		0,02	C2	
0	D	Media	0	D	Media
-0,05	E1	Aceptable	-0,04	E1	Aceptable
-0,1	E2		-0,08	E2	
-0,16	F1	Pobre	-0,12	F1	Pobre
-0,22	F2		-0,17	F2	
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
0,06	A	Ideales	0,04	A	Perfecta
0,04	B	Excelentes	0,03	B	Excelente
0,02	C	Buenas	0,01	C	Buena
0	D	Medias	0	D	Media
-0,03	E	Aceptables	-0,02	E	Aceptable
-0,07	F	Pobres	-0,04	F	Pobre

Fuente: (Bonilla, 2016) p. 39

Realizado por: Tene, Héctor. 2024.

2.1.8.3. Número de observaciones

Para obtener un tiempo de cronómetro representativo en acción, se utiliza un cálculo estadístico basado en la proporción de error (e) y riesgo (r) para determinar el número de observaciones. Este método es el siguiente: (Bonilla, 2016) p. 39

$$N = \left(\frac{k \cdot \sigma}{e \cdot \bar{x}} \right)^2 + 1 \quad (5)$$

Donde:

N = número de observaciones registrados en el cronómetro.

K = coeficiente (k=1 para riesgo de error e = 32%, k= 2 para riesgo de error e=5%, k=3 para riesgo de error e=0,3%). Este error debe estar expresado de forma decimal.

σ = Desviación típica

\bar{x} = Media aritmética de los tiempos cronometrados

La desviación típica σ es igual:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f(x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (6)$$

Donde:

x_i = Valores obtenidos con el cronómetro

n: Número de mediciones efectuadas

2.2.7.5. Etapas en el desarrollo del cronometraje

Para aplicar la técnica del cronometraje se debe seguir las siguientes etapas:

- a. **Elaboración de las hojas de registro.** - Para documentar todas las operaciones que deben realizarse con los datos relevantes, la recopilación y el análisis de datos y los resultados, es necesario generar hojas de registro adecuadas.
- b. **Toma de datos en el puesto de trabajo.** - Hay que dividir la tarea en acciones fundamentales, recoger tiempos y evaluar cada actividad.
- c. **Registro de información en las hojas respectivas.** - Se utilizan para registrar las tareas, y los tiempos que se demoran cada actividad para luego analizar los resultados.

Hoja de descripción de actividades iniciales. – Cada actividad debe ser escrita con detalles según a la observación que se realice en la Tabla 2-3, donde se puede observar cada espacio que se va llenando con los datos de la actividad. Para lo cual se completan las tareas, de realización de un seguimiento de los tiempos y se analizan los resultados de sus observaciones.

Tabla 2-3: Hoja de descripción de actividades iniciales.

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES			
DEPARTAMENTO	Estudio No Hoja No de		
OPERACIÓN	Empieza Termina		
MÁQUINAS	Operarios		
HERRAMIENTAS	Observado por: Fecha: Comprobado:		
PRODUCTO/PIEZA			
No	Actividad	Descripción	Observaciones

Fuente: (Bonilla, 2016) p. 41



Ilustración 2-2: Finalidad del estudio de métodos y tiempos

Fuente: (Tito, 2019) p. 24

2.1.8.5. Adiestramiento del operario

Los operadores deberán recibir la formación adecuada para desempeñar sus funciones de acuerdo con las directrices del método establecido. Dependiendo del enfoque y el calendario de cada departamento, cada industria emplea expertos especializados para llevar a cabo esta formación. (Tito, 2019) p. 29.

2.1.9. Técnicas para el análisis de procesos

2.1.9.1. Diagrama de flujo

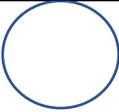
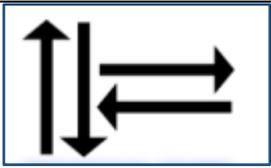
Es un plan para la representación gráfica del algoritmo. Se basa en el uso de varios símbolos para representar distintos procesos; en otras palabras, es una descripción pictórica de los muchos pasos que se deben seguir para resolver un problema, junto con una declaración clara de la secuencia lógica en la que se deben seguir esos pasos.

Debido a que los símbolos modificados están conectados por flechas para mostrar la secuencia de operaciones, se les conoce como diagramas de flujo. Dado que originalmente cada usuario podía haber utilizado sus propios símbolos para describir sus procesos en forma de diagrama de flujo, se crearon símbolos esencialmente universales para que los diagramas fueran intangibles para todos. Como resultado, los símbolos sólo podían ser entendidos por aquellos que estaban familiarizados con ellos. La preparación de diagramas de flujo requiere una simbología cambiante que siga un patrón predeterminado. El método más duradero y convencional para describir los detalles algorítmicos de un proceso es mediante el uso de diagramas de flujo. Se utiliza principalmente para procesos industriales, economía y programación. (UV-Mx, 2020) p. 1

2.1.9.2. Importancia de los diagramas de flujos

Los diagramas de flujo representan gráficamente el flujo de datos a través de un sistema de procesamiento de información (donde se llevan a cabo las operaciones necesarias para ejecutar planes u objetivos), los diagramas de flujo son esenciales. Por ejemplo, preparar una pizza implica reunir los materiales, que es el primer paso del proceso. A continuación, se elabora la masa, a la que se le añade jamón, queso y otros aderezos. Finalmente se hornea la pizza para terminar de cocinarse. Ya tenemos cuatro procedimientos para hacer esta pizza, que podemos vincular entre sí en un diagrama de flujo para conseguir nuestra pizza, que es el producto terminado. (UV-Mx, 2020) p. 1

Tabla 2-6: Símbolos utilizados en los diagramas de flujo

Símbolo	Imagen	Descripción
Inicio / Fin		Representa el inicio y el final del algoritmo. También representa una parada o pausa programada al ejecutar en el programa.
proceso		Se utiliza para un proceso específico, y generalmente representa una instrucción o cualquier tipo de acción que resulta en el cambio de un valor.
Entrada/ Salida		Se refiere a la entrada o salida de información, que se procesa o registra mediante dispositivos periférico.
Decisión		Se utiliza para tomar decisiones, especificar operaciones lógicas o comparar datos.
Conector		Se utiliza para conectar dos partes cualesquiera de un diagrama mediante un conector de salida y un conector de entrada. Esto crea un enlace en el mismo lado del gráfico.
Conector Fuera de Páginas.		Conecta dos partes del diagrama pero que no estén en la misma página.
Flujo del Programa		Indica la secuencia del diagrama de bloques, indica la dirección de operaciones en el diagrama de bloques.
Salida de Información Impresa		Representa la salida de información a través de la impresora.

Mostrar información en pantalla		Representa la salida o visualización de información mediante un monitor o la pantalla.
---------------------------------	---	--

Fuente: (Herrera, 2020) p. 2

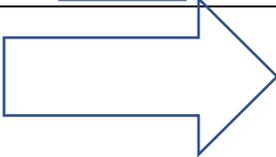
Realizado por: Tene, Héctor. 2024.

2.1.9.3. Diagrama de proceso

Este diagrama describe el proceso para cada componente del sistema de producción utilizando un conjunto separado de etapas e incorpora muchos procesos que requieren una serie de opciones. Los diagramas son una herramienta técnica esencial porque proporcionan el control de procesos de manera organizada y esquemática al monitorear dinámicamente el orden y la metodología del trabajo a realizar. (Sanchis, 2020)

En los diagramas de proceso las actividades se agrupan en 5 categorías mencionadas en la Tabla 2-7:

Tabla 2-7: Categorías de un diagrama de proceso.

Símbolo	Nombre	Descripción
	Operación	Cambiar, crear o agregar ciertos aspectos del producto. Ejemplo clavar, atornillar, agujerear, etc.
	Inspección	Revisar o verificar ciertas condiciones del producto o proceso, pero no realizar ninguna acción o cambio.
	Transporte	Es el estudio del movimiento de objetos de un lugar a otro, también llamado gestión de materiales, se centra en el análisis del flujo de personas, materiales, herramientas o equipos.
	Espera	Este es el momento en que el producto deja de esperar más acciones.
	Almacenamiento	Los productos se almacenan o disponen en áreas en espera para su uso posterior.

Fuente: (Sanchis, 2020) p. 3

Realizado por: Tene, Héctor. 2024.

2.1.9.4. Diagrama de recorrido

Es una representación gráfica sobre el plano la cual desarrolla la actividad, con las ubicaciones indicadas de los puestos de trabajo y el trazado de los movimientos de los operarios y materiales.

En la Ilustración 2-3: se observa que los diagramas son una herramienta técnica vital porque monitorean dinámicamente la secuencia y técnica del trabajo a realizar, proporcionando control del proceso de forma ordenada y esquemática. (Yepes, 2022) p. 1

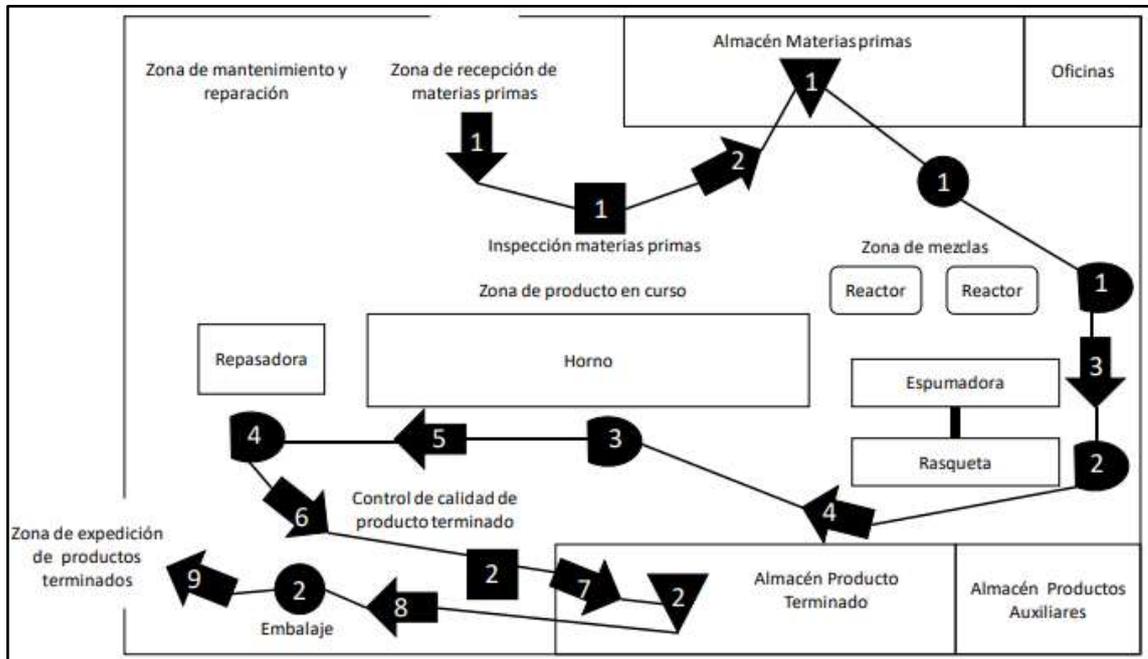


Ilustración 2-3: Diagrama de Recorrido en una planta industrial.

Fuente: (Sanchis, 2020) p. 6.

2.1.9.5. Diagrama de Pareto

Los diagramas de Pareto se utilizan para categorizar problemas según varios factores, incluido el tipo de defecto o queja, el tipo de producto, el tipo de equipo, los cambios en la producción, el proveedor, el cliente, el tipo de accidente, las prácticas laborales, etc. Los que generalmente no son importantes se agrupan para evitar tener un número excesivo de categorías que distribuyan el tema. (García, 2023) p. 4

El diagrama de Pareto se muestra en la Ilustración 2-4 como una combinación de un gráfico de líneas que muestra la frecuencia relativa acumulada de una categoría y su relación con el número total de categorías de frecuencia absoluta y un histograma de barras que muestra la frecuencia absoluta de las categorías.

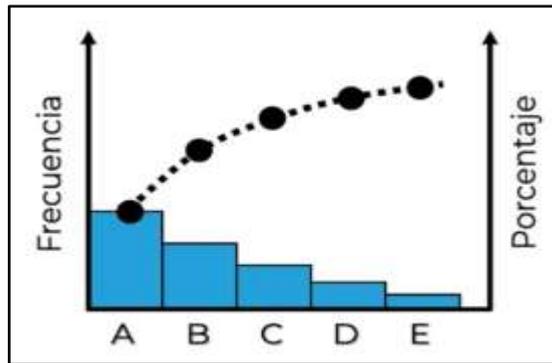


Ilustración 2-4: Gráfica de Pareto.

Fuente: (Garcia , 2023) p. 4

El significado de cada eje en el diagrama de Pareto se muestra a continuación.

- La contribución de cada categoría a la resolución de problemas globales se muestra en el eje vertical izquierdo.
- Muestra un rango porcentual de 0 a 100%; La relevancia de cada categoría se puede evaluar como un porcentaje comparándola con otras categorías. Como resultado, la fila acumulativa muestra la proporción acumulada de la categoría. (Garcia , 2023) p. 4

2.1.10. Estadístico de Mann – Whitney

La estadística de la prueba U de Mann Whitney es una prueba no paramétrica que se basa en la comparación de dos muestras distintas extraídas de la misma población. Las observaciones de cada muestra son independientes e incluyen variables ordenables. En esta prueba se calcula el estadístico U y también se determina el tamaño de la muestra (n_1 y n_2). Se acepta que las muestras con valores de n_1 y n_2 menores que 20 son muestras pequeñas, mientras que las muestras con valores de n_1 y n_2 mayores que 20 son muestras grandes. (Johnny2008, 2020) pp. 2-7

Se dice que, para rechazar la H_0 , el estadístico de prueba $U_{calculado}$ debe ser menor que el U_{tabla} , mientras que si $U_{calculado}$ es mayor que el U_{tabla} se acepta la hipótesis nula. A continuación, se presenta las fórmulas para calcular el estadístico de prueba U.

$$U_1 = n_1 * n_2 + \frac{n_1(n_2+1)}{2} - \sum R_1 \quad (7)$$

$$U_2 = n_1 * n_2 + \frac{n_1(n_2+1)}{2} - \sum R_2 \quad (8)$$

Donde:

U_1 y U_2 = valores estadísticos de U Mann-Whitney

n_1 = tamaño de la muestra del grupo 1

n_2 = tamaño de la muestra del grupo 2

R_1 = sumatoria de rangos del grupo 1

R_2 = sumatoria de rangos del grupo 2

2.1.11. Metodología 5S

El enfoque 5S se basa en las ideas de limpieza y orden. A este término equivalen las siglas japonesas Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, que significan, respectivamente, eliminación de lo innecesario, organización, limpieza e inspección, estandarización y desarrollo de hábitos. El método 5S es un enfoque global que, en un corto período de tiempo, proporciona a todos resultados excepcionales, medibles y cuantificables que tienen imágenes positivas y un gran efecto. El objetivo de esta formación es enseñar a los miembros del personal el valor de las pequeñas cosas de forma indirecta que son responsables de su entorno y que la excelencia empieza por las cosas más simples, lo que redundará en una buena actitud ante el trabajo. El objetivo de su adopción es eliminar los síntomas como desorden y suciedad al interior de la organización, ya que afectan significativamente el desempeño de la empresa. (Tito, 2019)

Tabla 2-8: Resumen de la técnica 5S

SEIRI Separar o Eliminar	SEITON Arreglar o Identificar	SEIDO Proceso de Limpieza	SEIKETSU Seguimiento de los tres primeros pasos, asegurar un ambiente seguro.	SHITSUKI Construir el Hábito
Separar los artículos esenciales de los no esenciales.	Determinar los artículos que se necesita.	Limpiar cuando esté sucio.	Definir la secuencia y métodos de orden y limpieza.	Cooperar con los empleados en diversos puestos para mantener el orden y la limpieza.
Dejar solo los artículos necesarios en el lugar de trabajo	Marcar objetos y áreas de actividad en el suelo.	Limpiar regularmente.	Aplicar un enfoque unificado a todo el trabajo.	Capacitar a los operadores en diversas posiciones para mantener el orden y la limpieza
Eliminar los elementos innecesarios.	Colocar todos los artículos en los lugares indicados.	Limpiar sistemáticamente	Desarrollar estándares específicos para cada puesto de trabajo.	Actualizar la capacitación del operador a medida que se produzcan cambios.
Comprobar periódicamente si hay elementos innecesarios	Afirmar que “todo tiene un lugar y todo está en su lugar”	Comprobar sistemáticamente la limpieza del lugar de trabajo.	Verificar los criterios actualizados para cada puesto de trabajo.	Establecer un sistema permanente de auditoría visual y de fábrica y 5S

Fuente: (Tito, 2019) p. 42

Realizado por: Tene, Héctor. 2024.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Materiales para la elaboración de las partes del techo con fibra de vidrio en la carrocería

2.2.1.1. Resina SINTAPOL 8360

Es una sustancia que está disponible como líquido de baja viscosidad. Aunque existen muchos tipos diferentes de resinas, la resina de poliéster es la más utilizada debido a sus múltiples aplicaciones. Su excepcional resistencia al calor, productos químicos, llamas y cualidades mecánicas y eléctricas lo hacen destacar. Se utiliza en la producción de cañas de pescar, esquís para la nieve, textiles, técnicas de laminación, componentes de aviación y barcos, y revestimientos, artículos ornamentales y espumas aislantes para el sector de la construcción. Para mejorar la viscosidad de la resina y facilitar su adhesión a superficies tanto curvas como planas durante la aplicación, se disuelve una cierta proporción de estireno. (Pochteca, 2021)



Ilustración 2-5: Resina SINTAPOL 8360.

Realizado por: Tene, Héctor. 2024.

Un proceso químico que incluye un catalizador (peróxido de meck) y un acelerador (octoato de cobalto) transforma las resinas de un estado líquido a un estado sólido. Esta reacción no se alterará si no se agrega el catalizador, por lo que es necesario agregar el catalizador al final del proceso.

2.2.1.2. Fibra de vidrio 450 JUSHI

Es un material de vidrio que toma forma de filamentos; una vez cortado en tiras pequeñas, la tensión de rotura aumenta significativamente. Este material se introduce en el molde a obtener, no sin antes limpiar y colocar cera en el molde, y así evitar que la pieza se pegue al molde. (Motorex, 2018)

El refuerzo más popular para los compuestos es la fibra de vidrio de alta calidad que ofrece resistencia y rigidez constantes en todas las direcciones. Es perfecto para revestimiento de

estanques, techos, construcción de embarcaciones, molduras y creación de moldes, entre muchos otros usos. Es preferible utilizar resina con este tapete de fibra de vidrio. (Amazon, 2018)



Ilustración 2-6: Fibra de vidrio 450 JUSHI.

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

2.2.1.3. Coremat 2 mm x 70 m

Es una tela preparada con fibra de poliéster que contiene un 50% de microesferas. Como se muestra en la Ilustración 2-7, las microesferas de cuarenta micrones de diámetro exhiben características similares a micro balones de caucho bajo presión. Estas características incluyen mayor flexibilidad, resistencia a los productos químicos y a la temperatura, y un peso reducido del laminado de fibra de vidrio. (Compuestos, 2020)



Ilustración 2-7: Coremat 2 mm x 70 m

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

2.2.1.4. Meck peróxido (Catalizador)

Es un catalizador concentrado para resinas de poliéster insaturado que normalmente se aplica a temperatura ambiente para ayudar en su endurecimiento. Como se ve en la Ilustración 2-8, al inicio del trabajo se agrega un chorro o unas gotas del catalizador de acuerdo con la cantidad de resina a utilizar, dando como resultado una resina que está preparada para ser agregada a la fibra. (Fibraplus, 2018)

El producto tiene un nivel de oxígeno del 9,5%, pero en zonas más frías tiene un contenido de oxígeno del 10,5%, lo que funciona mejor y acelera el proceso de secado de la resina.



Ilustración 2-8: Meck Peróxido.

Fuente: (Fibraplus, 2018)

2.2.1.5. *Guaipe*

Hilos enredados en grandes cantidades. Este se elabora con todo lo que sobra de los fabricantes de telas y otros productos. Está hecho para parecerse al algodón, pero en lugar de algodón, está hecho de hilos, a menudo conocidos como pelusa, que se utilizan mucho en los talleres para limpiarse las manos y los objetos grasosos, ya que es económico y desechable. Por sus componentes insalubres, también se utilizaba para rellenar colchones, que eran la línea más económica.

La Ilustración 2-9 muestra el hilo de algodón Guaipe. Material que se utiliza para limpiar las zonas adecuadas antes de aplicar Gelcoat y la cera. (La Hora, 2003)



Ilustración 2-9: Guaipe de Hilo de Algodón.

Fuente: (Ortiz, 2021)

2.2.1.6. *Cera desmoldante SIMONIZ 1LT*

La cera desmoldante, un agente químico derivado de la carnauba, se aplica al molde con movimientos circulares con un pedazo de guaipe, su finalidad es evitar que la pieza se adhiera a la superficie del molde. (Blogging, 2023)



Ilustración 2-10: Cera desmoldante SIMONIZ 1 lt.

Fuente: (Amazon, 2018)

2.2.1.7. Pintura Yelcot (Gel Coat)

La pintura hidrográfica es conocida por tener varios usos en el negocio de la personalización de artículos. El mismo que entra primero en el molde, antes de añadir las capas de resina y fibra.



Ilustración 2-11: Pintura Yelcot (Gel Coat).

Fuente: (Reroxa, 2024)

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de estudio

En el presente proyecto técnico se estableció un tipo de estudio no experimental de investigación longitudinal, para mejorar la productividad de las partes del techo con fibra de vidrio de los buses interprovinciales, que se realiza en la empresa Bus - Car Yaulema. La cual está fundamentada en la Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1323:2009, esto se efectuó dado que la empresa no cuenta con una estandarización de tiempos para una entrega rápida del producto terminado.

3.1.1. *Diseño no experimental longitudinal*

En la investigación de diseño no experimental, se observarán los fenómenos y no se manipularán deliberadamente ninguna de las variables o acontecimientos que suceden, esto es la elaboración de las partes del techo con fibra de vidrio.

Investigación longitudinal, este estudio está enfocado en la investigación observacional debido a que se realizará la recopilación de tiempos en diferentes momentos sobre una población, y cuya variable a examinar es el tiempo.

3.1.2. *Enfoque*

El enfoque a estudiar es de tipo mixto, ya que al recopilar y analizar los tiempos se integra tanto la investigación cuantitativa como cualitativa. Este enfoque es utilizado al momento de hacer la recolección de información, con respecto al tiempo de los procesos que realizan los operarios.

Cuantitativo: Para el estudio de la investigación cuantitativa se tomará como referencia al tiempo de producción de las partes del techo en el área de fibrado, este estudio se lo ejecutará mediante el estudio del cronometraje.

Cualitativo: Para la investigación cualitativa se tomará como referencia el estudio de los operarios a través de la observación en el proceso de producción de las partes del techo con fibra de vidrio, este estudio se lo realizará con la ayuda del sistema de Westinghouse.

3.1.3. Alcance

Alcance descriptivo: En el área de fibrado se elaboran las partes del techo y se analizan las demoras en el proceso, ya que el tiempo de producción no han sido considerado dentro de la empresa.

3.2. Metodología

3.2.1. Método inductivo – deductivo

El trabajo de titulación, es de carácter técnico, establecido por el método deductivo, la cual parte de un análisis general, llevado a cabo en el sistema de producción de las partes del techo con fibra de vidrio, recolectando información dentro de las instalaciones de la planta, desarrollando un estudio de métodos y medición del trabajo, esto permitirá posibles soluciones, como la optimización del proceso de producción y estandarización de los tiempos en los puestos de trabajo.

3.2.2. Método deductivo

En el área de producción se desarrollarán metodologías y herramientas para entender las diferentes operaciones que se realizan durante la producción de las partes del techo con fibra de vidrio, tanto en el transporte, demoras, control de movimientos de operadores y condiciones de orden.

3.2.3. Desarrollo metodológico

Para lograr el mejoramiento de proceso productivo de las partes del techo con fibra de vidrio, se estableció una metodología basada en lo siguiente:

1. Analizar la bibliografía relacionada con el método de medición del trabajo, involucradas en el proceso de fabricación de las partes del techo en el área de fibrado.
2. Analizar la situación inicial del proceso de producción, a través de un estudio minucioso de trabajo que se realiza en cada etapa del proceso, mediante la observación de todos sus detalles.
3. Ejecutar la medición del trabajo aplicando la técnica del cronometraje en todas las actividades que componen el proceso productivo, siguiendo las etapas que implica el estudio de métodos y tiempos.
4. Diseñar y establecer el nuevo método de trabajo aplicando el estudio de métodos, para lo cual se aplica en cada una de las etapas del proceso.

5. Implementación del método de medición del trabajo para la mejora en cada uno de los puestos de trabajo.
6. Validación de la implementación del método de medición del trabajo en cada proceso en la elaboración de las partes del techo.

3.3. Situación inicial de la empresa

3.3.1. Productos

La empresa carrocera durante su creación ha sido acogedora para los clientes y a todos quienes la conocen, dentro de las instalaciones de la empresa una vez llegado el chasis de cualquier marca (HINO, RM1 Y SCANIA), se procede a la construcción del bus.

Las tres marcas de autobuses que la empresa utiliza como base para la construcción de las partes del techo son HINO, RM1 y SCANIA, siendo HINO la marca más demandada.

3.3.2. Identificación de la empresa

Tabla 3-1: Macro localización de la empresa carrocera

Macro localización	
Provincia	Chimborazo
Cantón	Riobamba
Límites de Chimborazo	
Norte	Tungurahua
Sur	Cañar
Este	Morona Santiago
Suroeste	Guayas



Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Tabla 3-2: Micro localización de la empresa carrocera

Micro localización	
Ciudad	Riobamba
Cantón	Riobamba
Parroquia	
Barrio	
Nombre de la empresa	Carrocería Car – Buss Yaulema
Dirección	Av. Pedro Vicente Maldonado.



Realizado por: Tene Héctor, 2024.



Ilustración 3-1: Fachada de la empresa Carrocería Car – Buss Yaulema

Fuente: (Empresa Car – Buss Yaulema 2015)

3.3.3. Situación actual del proceso de producción de las partes del techo

La empresa carrocera Car – Buss Yaulema en el proceso de producción de las partes del techo con fibra de vidrio cuenta con dos operarios los cuales realizan el trabajo en conjunto, produciendo un techo en una semana aproximadamente, ya que durante la semana no se dedican 100% a la construcción de las partes del techo. Para los diferentes procesos productivos cuenta con las siguientes materiales y herramientas: resina sintapol 8360, meck peróxido, fibra de vidrio 450 jushi, coremat, estireno monómero, pintura, guaípe, brochas, lija, rodillos de felpa, rodillo para fibra de vidrio, espátula, amoladora, punta y martillo.

Para realizar el estudio del tiempo de las partes del techo, se procedió a obtener las dimensiones de los moldes a estudiar, las mismas que se encuentra descritas en los Anexos E, F y G.

En la Ilustración 3-2, se observa la distribución de la planta de producción donde realizan las partes del techo con fibra de vidrio:

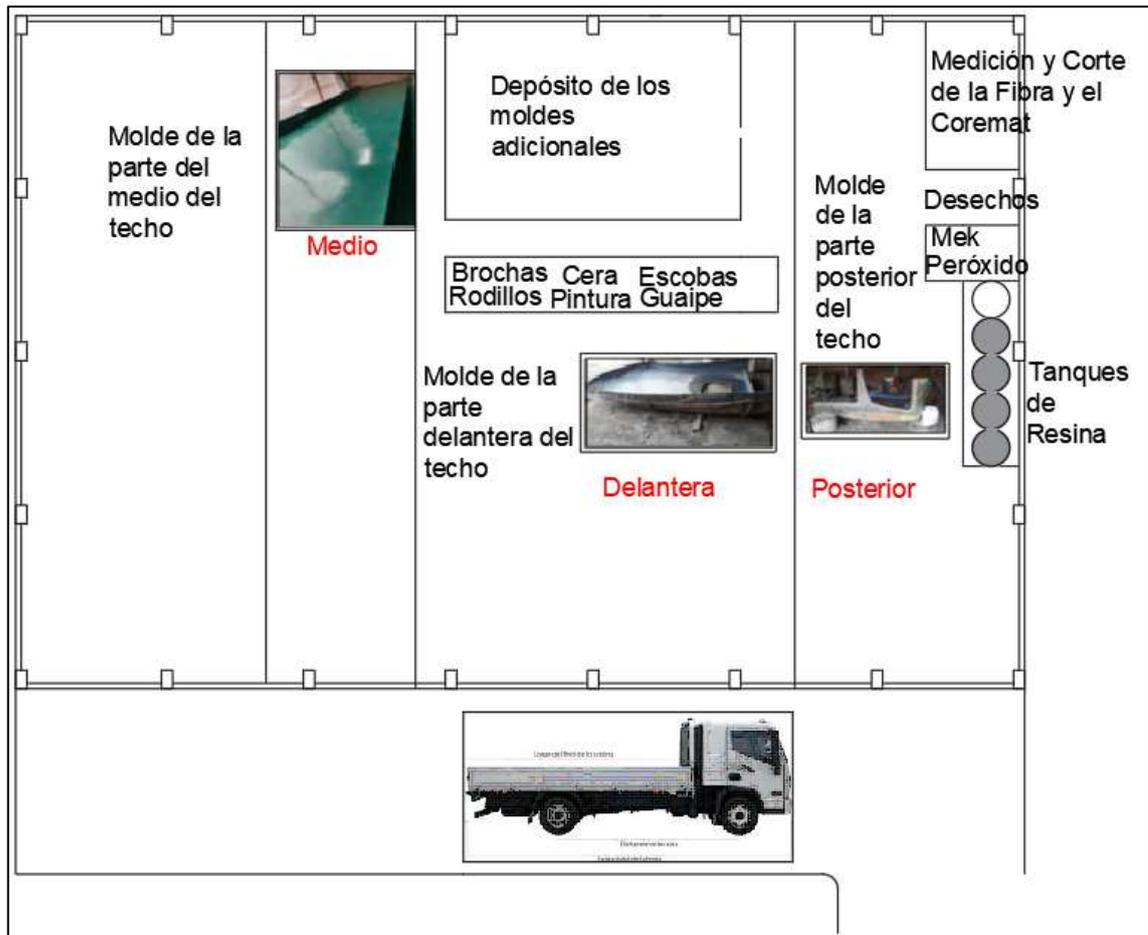


Ilustración 3-2: Distribución de la planta de la empresa Carrocera Car – Buss Yaulema.

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

El proceso de producción actual de las partes del techo con fibra de vidrio se observa a detalle en las Tablas 3-3, 3-4, 3-5, con sus actividades y sus respectivos tiempos y distancias, describiendo cada paso.

Tabla 3-3: Diagrama actual del proceso de producción de la parte delantera del techo.

DIAGRAMA DE PROCESOS										
Datos Generales				Actividades			EMPRESA: Car - Buss Yaulema			
Diagrama No:	1			Operación						
Empresa	Car - Buss Yaulema			Transporte						
Departamento	Producción			Inspección						
Proceso	Elaboración de la parte delantera del techo con fibra de			Demora						
Operarios	operario 1: s.ra. Fanni Operario 2: Sr. Hernán Tigsi			Almacenaje						
Elaborado por:	Héctor Tene			Combinada						
Aprobado por:	Sr. Victor Yaulema									
Observaciones:										
Distancia (m)	Tiempo (min)	Nº	ACTIVIDADES							DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
11	0,138	1	○	→	□	D	▽	⊖	Trasladar las herramientas para limpiar el molde de la parte delantera.	
4	13,24403	1	●	→	□	D	▽	⊖	Limpiar el molde de la parte delantera.	
10	0,12	2	○	→	□	D	▽	⊖	Trasladar los materiales y herramientas para pasar la cera y sacar brillo.	
4	47,38271	2	●	→	□	D	▽	⊖	Pasar la cera y sacar brillo	
20	0,3375	3	○	→	□	D	▽	⊖	Trasladar el material y las herramientas para pintar el molde.	
4	36,94671	3	●	→	□	D	▽	⊖	Pintar los moldes	
2	90,78271	4	●	→	□	D	▽	⊖	Corte de la fibra y el coremat.	
2	13,53309	5	●	→	□	D	▽	⊖	Preparación de la resina.	
42	0,751	4	○	→	□	D	▽	⊖	Trasladar los materiales y herramientas para pasar la resina y colocar la fib	
4	1,65883	6	●	→	□	D	▽	⊖	Primera pasada de resina en el molde	
4	1,27763	7	●	→	□	D	▽	⊖	Poner la primera capa de fibra de vidrio en el molde.	
4	3,66951	8	●	→	□	D	▽	⊖	Segunda pasada de resina en el molde.	
4	1,78407	9	●	→	□	D	▽	⊖	Colocar la segunda capa de fibra de vidrio en el molde.	
4	2,90407	10	●	→	□	D	▽	⊖	Tercera pasada de resina en el molde.	
4	1,41181	11	●	→	□	D	▽	⊖	Introducir la tercera capa de fibra de vidrio en el molde.	
4	3,02821	12	●	→	□	D	▽	⊖	Cuarta pasada de resina en el molde.	
4	1,51981	13	●	→	□	D	▽	⊖	Depositar la cuarta capa de fibra de vidrio en el molde.	
4	3,14821	14	●	→	□	D	▽	⊖	Quinta pasada de resina en el molde.	
4	5,1716	15	●	→	□	D	▽	⊖	Pasar el rodillo sobre el molde.	
4	1,26216	16	●	→	□	D	▽	⊖	Colocar la fibra a los lados del molde.	
4	3,06533	17	●	→	□	D	▽	⊖	Colocar la resina a los lados del molde.	
2	0,82457	18	●	→	□	D	▽	⊖	Poner el coremat	
4	1,25616	19	●	→	□	D	▽	⊖	Sexta pasada de resina en el molde.	
4	1,02762	20	●	→	□	D	▽	⊖	Situar la sexta capa de fibra de vidrio en el molde.	
4	4,39145	21	●	→	□	D	▽	⊖	Septima pasada de resina en el molde.	
2	1,91206	22	●	→	□	D	▽	⊖	Preparar la resina	
4	1,1413	23	●	→	□	D	▽	⊖	Situar la septima capa de fibra de vidrio en el molde.	
4	3,45243	24	●	→	□	D	▽	⊖	Octava pasada de resina en el molde.	
4	42,67065	25	●	→	□	D	▽	⊖	Pasar los rodillos sobre las capas de fibra de vidrio y coremat.	

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Tabla 3-4: Diagrama actual del proceso de producción de la parte del medio del techo

DIAGRAMA DE PROCESOS									
Datos Generales					Actividades			EMPRESA: Car - Buss Yaulema	
Diagrama No:	2				Operación	●			
Empresa	Car - Buss Yaulema				Transporte	→			
Departamento	Producción				Inspección	■			
Proceso	Elaboración de la parte del medio del techo con fibra de				Demora	D			
Operarios	operario 1: sra. Fanni Operario 2: Sr. Hernán Tigsi				Almacenaje	▽			
Elaborado por:	Héctor Tene				Combinada	□			
Aprobado por:	Sr. Victor Yaulema								
Observaciones:									
Distancia (m)	Tiempo (min)	Nº	ACTIVIDADES						DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
11	0,138	1	○	→	□	D	▽	□	Trasladar las herramientas para limpiar el molde del medio.
4	13,24403	1	●	→	□	D	▽	□	Limpiar el molde del medio
10	0,12	2	○	→	□	D	▽	□	Trasladar los materiales y herramientas para pasar la cera y sacar brillo.
4	47,38271	2	●	→	□	D	▽	□	Pasar la cera y sacar brillo
20	0,3375	3	○	→	□	D	▽	□	Trasladar el material y las herramientas para pintar el molde.
4	36,94671	3	●	→	□	D	▽	□	Pintar los moldes
2	90,78271	4	●	→	□	D	▽	□	Corte de la fibra y el coremat.
2	13,53309	5	●	→	□	D	▽	□	Preparación de la resina.
42	0,751	4	○	→	□	D	▽	□	Trasladar los materiales y herramientas para pasar la resina y colocar la fibra.
4	1,65883	6	●	→	□	D	▽	□	Primera pasada de resina en el molde
4	1,27763	7	●	→	□	D	▽	□	Poner la primera capa de fibra de vidrio en el molde.
4	3,66951	8	●	→	□	D	▽	□	Segunda pasada de resina en el molde.
4	1,78407	9	●	→	□	D	▽	□	Colocar la segunda capa de fibra de vidrio en el molde.
4	2,90407	10	●	→	□	D	▽	□	Tercera pasada de resina en el molde.
4	1,41181	11	●	→	□	D	▽	□	Introducir la tercera capa de fibra de vidrio en el molde.
4	3,02821	12	●	→	□	D	▽	□	Cuarta pasada de resina en el molde.
4	1,51981	13	●	→	□	D	▽	□	Depositar la cuarta capa de fibra de vidrio en el molde.
4	3,14821	14	●	→	□	D	▽	□	Quinta pasada de resina en el molde.
4	5,1716	15	●	→	□	D	▽	□	Pasar el rodillo sobre el molde.
4	1,26216	16	●	→	□	D	▽	□	Colocar la fibra a los lados del molde.
4	3,06533	17	●	→	□	D	▽	□	Colocar la resina a los lados del molde.
2	0,82457	18	●	→	□	D	▽	□	Poner el coremat
4	1,25616	19	●	→	□	D	▽	□	Sexta pasada de resina en el molde.
4	1,02762	20	●	→	□	D	▽	□	Situar la sexta capa de fibra de vidrio en el molde.
4	4,39145	21	●	→	□	D	▽	□	Septima pasada de resina en el molde.
2	1,91206	22	●	→	□	D	▽	□	Preparar la resina
4	1,1413	23	●	→	□	D	▽	□	Situar la septima capa de fibra de vidrio en el molde.
4	3,45243	24	●	→	□	D	▽	□	Octava pasada de resina en el molde.
4	42,67065	25	●	→	□	D	▽	□	Pasar los rodillos sobre las capas de fibra de vidrio y coremat.

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Tabla 3-5: Diagrama actual del proceso de producción de la parte posterior del techo.

DIAGRAMA DE PROCESOS									
Datos Generales				Actividades			EMPRESA: Car - Buss Yaulema		
Diagrama No:	3			Operación 					
Empresa	Car - Buss Yaulema			Transporte 					
Departamento	Producción			Inspección 					
Proceso	Elaboración de la parte posterior del techo con fibra			Demora 					
Operarios	operario 1: sra. Fanni Operario 2: Sr. Hernán Tigi			Almacenaje 					
Elaborado por:	Héctor Tene			Combinada 					
Aprobado por:	Sr. Victor Yaulema								
Observaciones:									
Distancia (m)	Tiempo (min)	Nº	ACTIVIDADES						DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
11	0,138	1							Trasladar las herramientas para limpiar el molde posterior.
4	13,24403	1							Limpiar el molde posterior
10	0,12	2							Trasladar los materiales y herramientas para pasar la cera y sacar brillo.
4	47,38271	2							Pasar la cera y sacar brillo
20	0,3375	3							Trasladar el material y las herramientas para pintar el molde.
4	36,94671	3							Pintar los moldes
2	90,78271	4							Corte de la fibra y el coremat.
2	13,53309	5							Preparación de la resina.
42	0,751	4							Trasladar los materiales y herramientas para pasar la resina y colocar la fibra.
4	1,65883	6							Primera pasada de resina en el molde
4	1,27763	7							Poner la primera capa de fibra de vidrio en el molde.
4	3,66951	8							Segunda pasada de resina en el molde.
4	1,78407	9							Colocar la segunda capa de fibra de vidrio en el molde.
4	2,90407	10							Tercera pasada de resina en el molde.
4	1,41181	11							Introducir la tercera capa de fibra de vidrio en el molde.
4	3,02821	12							Cuarta pasada de resina en el molde.
4	1,51981	13							Depositar la cuarta capa de fibra de vidrio en el molde.
4	3,14821	14							Quinta pasada de resina en el molde.
4	5,1716	15							Pasar el rodillo sobre el molde.
4	1,26216	16							Colocar la fibra a los lados del molde.
4	3,06533	17							Colocar la resina a los lados del molde.
2	0,82457	18							Poner el coremat
4	1,25616	19							Sexta pasada de resina en el molde.
4	1,02762	20							Situar la sexta capa de fibra de vidrio en el molde.
4	4,39145	21							Septima pasada de resina en el molde.
2	1,91206	22							Preparar la resina
4	1,1413	23							Situar la septima capa de fibra de vidrio en el molde.
4	3,45243	24							Octava pasada de resina en el molde.
4	42,67065	25							Pasar los rodillos sobre las capas de fibra de vidrio y coremat.

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

En la Ilustración 3-3, 3-4 y 3.5, se observa el recorrido que realizan los trabajadores dentro de las instalaciones:

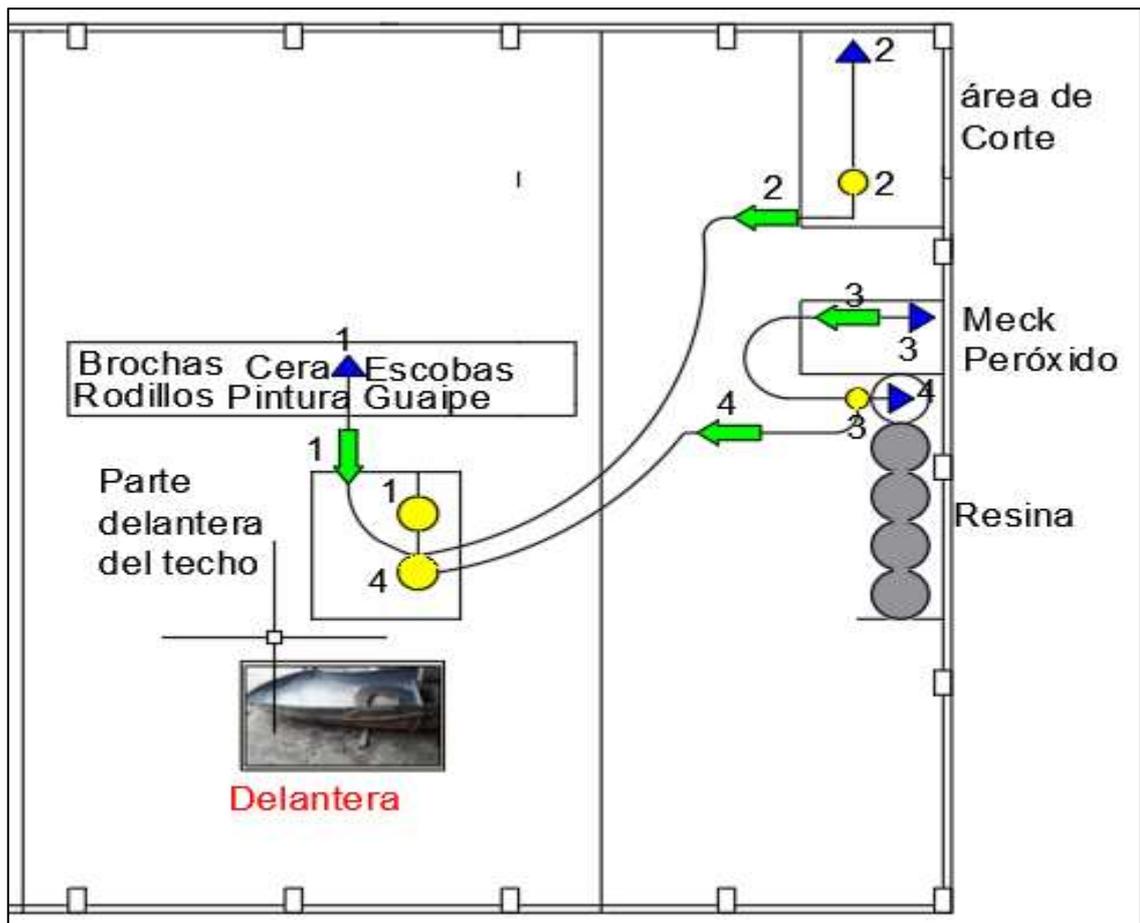


Ilustración 3-3: Diagrama de recorrido en la elaboración de la parte delantera del techo.

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

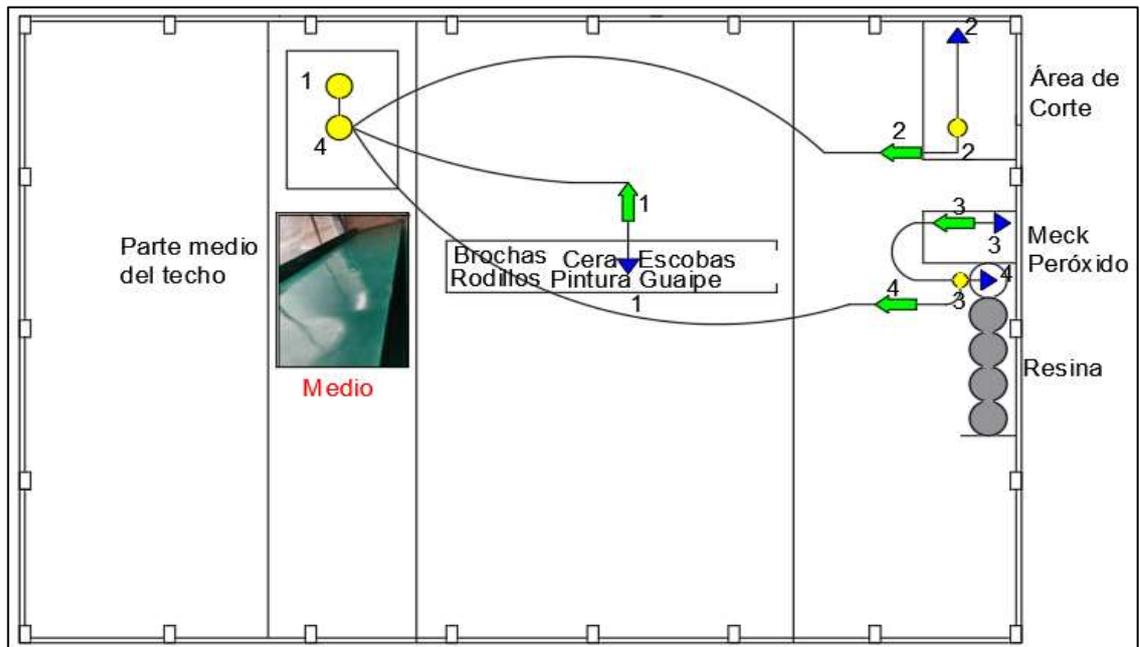


Ilustración 3-4: Diagrama de recorrido en la elaboración de la parte del medio del techo.

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

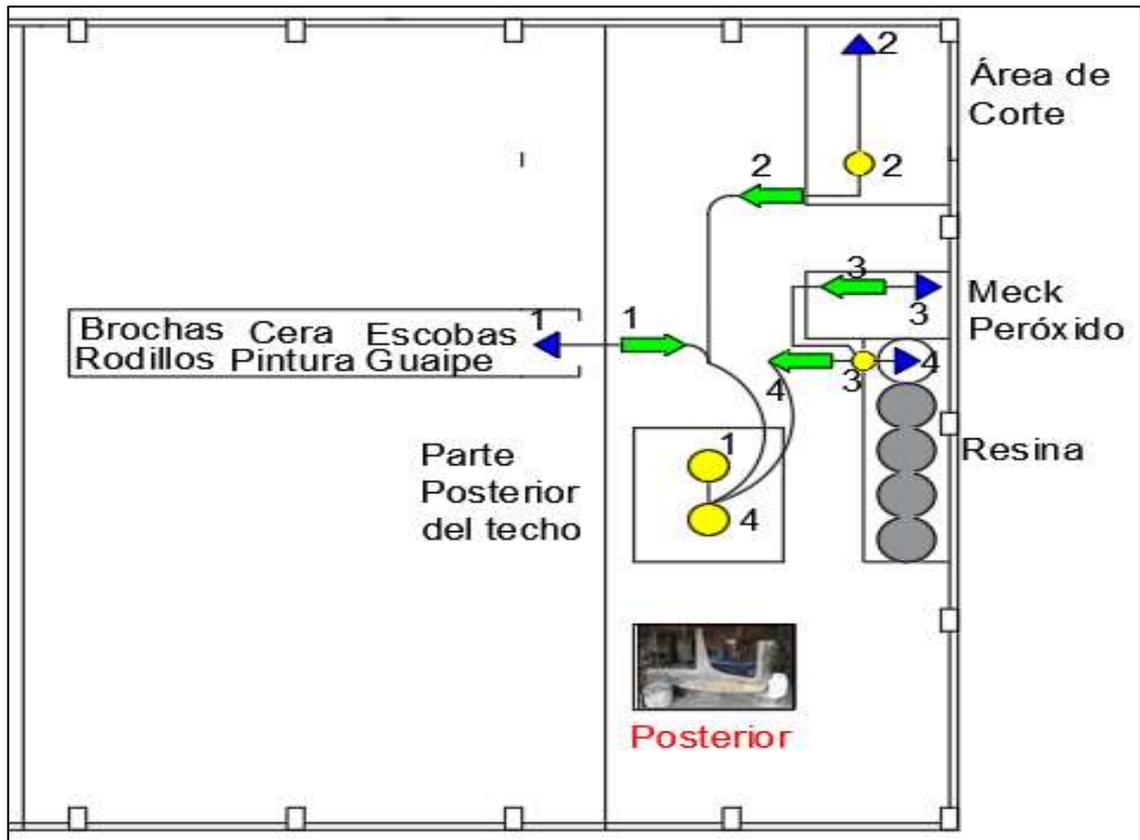


Ilustración 3-5: Diagrama de recorrido en la elaboración de la parte posterior del techo.

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

3.4. Medición del trabajo

Para ejecutar la medición del tiempo del trabajo de las actividades del proceso productivo se usa la técnica del cronometraje. Cabe la aclaración que para el muestreo de trabajo no se aplica ya que el proceso de fabricación de un techo se demora una semana, con un tiempo de 5 horas diarias, en las cuales no se observarán actividades en las que el operario esté inactivo. Los tiempos determinados no se aplican porque se requiere el análisis minucioso de movimientos básicos y repetitivos. No se utiliza apreciaciones, porque no existen datos históricos de tiempos en la realización de las tareas.

3.4.1. Aplicación de la técnica del cronometraje

3.4.1.1. Tipo de cronometraje

Se utilizó el cronometraje del tiempo acumulado, en el que el cronómetro se activa tan pronto como comience el proceso y la lectura del tiempo se registra al finalizar cada tarea. El cronómetro se detiene al finalizar el proceso de fabricación.

3.4.1.2. Instrumento de medida.

Para la adquisición de los tiempos se usó un cronómetro calibrado con las siguientes características:

Marca: AVANTI JS-306

Presentación: h, min y s

Precisión: 1/100 s

Tiempo fraccionado (SPLIT)

Reiniciar (RESET)



Ilustración 3-6: Cronómetro AVANTI JS-306.

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

3.4.1.3. Registro de datos

Se procedió a llenar los datos repetitivos en las hojas de descripción de actividades.

a. Descripción de actividades

Para empezar con el registro de tiempos de las actividades se dividió el proceso productivo en actividades fundamentales, mismas que fueron cronometradas. En la hoja de datos se registraron las actividades fundamentales con su respectiva descripción.

Tabla 3-6: Representación de actividades del proceso productivo de las partes del techo.

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES		
DEPARTAMENTO	Estudio No 1	
Producción	Hoja No 1	
OPERACIÓN	Comienzo	Diciembre 2023
Producción	Termino	Diciembre 2023
HERRAMIENTAS	Operarios	Operario 1

Rodillo para fibra de vidrio, rodillo de felpa, espátula, brochas, estilete, Flexómetro y lija.		Operario 2	
PRODUCTO/PIEZA		Observado por:	Tene Héctor
Techo con fibra de vidrio		Fecha:	Diciembre 2023
		Comprobado:	Sr. Víctor Yaulema
Nº	Actividad	Descripción	Observaciones
1	Trasladar las herramientas para realizar la limpieza del molde	Los operarios trasladan las herramientas como guaípe, brocha, espátula, estilete y escoba.	El tiempo que se tarda en limpiar el molde, es de acuerdo con el grado de suciedad.
2	Limpiar el molde de la parte delantera del techo	Los trabajadores proceden a limpiar desde las esquinas y terminan en el centro del molde.	La limpieza consiste en quitar el polvo y restos de resina seca.
3	Trasladar los materiales y herramientas para pasar la cera y sacar brillo.	Los operarios trasladan el guaípe y la cera al puesto de trabajo.	En esta operación el primer operario pasa la cera y el segundo operario saca brillo.
4	Pasar cera y sacar brillo al molde.	Los trabajadores proceden a realizar la actividad.	Ambos procesos de los realiza en un solo tiempo.
5	Enviar los materiales y las herramientas para pintar el molde.	Los operarios llevan la pintura, las brochas y los rodillos al puesto de trabajo.	Empiezan usando las brochas en las partes de difícil acceso.
6	Pintar el molde.	Los trabajadores pintan el molde para que la resina se adhiera mejor al molde.	La pintura puede ser de cualquier color, pero la empresa suele usar de color negra o gris.
7	Cortar la fibra y el Coremat.	Los operarios realizar los cortes de resina y Coremat con sus respectivas medidas para cada molde.	Cada molde tiene diferentes medidas y sus cortes tienen diferentes tiempos de duración.
8	Preparar la resina	Una vez colocada la resina en un recipiente se le aplica estireno para reducir la viscosidad de la resina y para luego colocar gotas o chorros del catalizador meck peróxido.	Esta actividad se realiza las veces que sean necesarias, hasta terminar de realizar el molde.
9	Enviar los materiales y herramientas al lugar donde están los moldes para seguir con el proceso de elaboración de las partes del techo.	Los trabajadores llevan la resina, la fibra, Coremat y herramientas junto con los moldes.	Los materiales y herramientas se llevarán a donde se encuentran los moldes. (delantera, medio y posterior)
10	Realizar la primera pasada de resina en el molde.	Los operarios ubican la resina con un rodillo de felpa.	El rodillo debe de estar en buenas condiciones.
11	Poner la primera capa de fibra	Los trabajadores ponen la fibra en el molde.	
12	Realizar la segunda pasada de resina en el molde.	Los operarios depositan la resina con un rodillo de felpa.	El rodillo debe de estar en buenas condiciones.

13	Introducir la segunda capa de fibra.	Los trabajadores introducen la fibra en el molde.	
14	Colocar la tercera pasada de resina en el molde.	Los operarios colocan la resina con un rodillo de felpa.	El rodillo debe de estar en buenas condiciones.
15	Situar la tercera capa de fibra.	Los trabajadores sitúan la fibra en el molde.	
16	Ubicar la cuarta pasada de resina en el molde.	Los operarios ubican la resina con un rodillo de felpa.	El rodillo debe de estar en buenas condiciones.
17	Poner la cuarta capa de fibra.	Los trabajadores ponen la fibra en el molde.	
18	Ubicar la quinta pasada de resina.	Los operarios pasan la resina con un rodillo de felpa.	El rodillo debe de estar en buenas condiciones.
19	Pasar el rodillo	Los trabajadores pasan el rodillo sobre la superficie del molde, para que la resina se adhiera en la fibra.	
20	Situar la fibra a los lados del molde.	Los operarios sitúan la fibra a los lados del molde.	
21	Colocar la resina a los lados del molde.	Los trabajadores colocan la resina con un rodillo de felpa.	El rodillo debe de estar en buenas condiciones.
22	Introducir el Coremat en el centro del molde.	Los operarios introducen el Coremat en el molde.	
23	Colocar resina sobre el Coremat.	Los trabajadores colocan la resina con un rodillo de felpa.	El rodillo debe de estar en buenas condiciones.
24	Depositar la sexta capa de fibra.	Los operarios depositan la fibra en el molde.	
25	Colocar la séptima pasada de resina en el molde.	Los trabajadores colocan la resina con un rodillo de felpa.	El rodillo debe de estar en buenas condiciones.
26	Preparar más resina	Una vez que se termina la resina, los operarios proceden a preparar más resina.	
27	Colocar la séptima capa de fibra en el molde.	Los operarios colocan la fibra en el molde.	
28	Poner la octava pasada de resina sobre el molde.	Los trabajadores ponen la resina con un rodillo de felpa.	El rodillo debe de estar en buenas condiciones.
29	Pasar el rodillo sobre la superficie del molde.	Los operarios pasan el rodillo sobre la superficie del molde, para que la resina se adhiera en la fibra.	

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Registro de tiempos

Mediante la técnica de tiempos acumulados se registraron los tiempos cronometrados en la hoja de registro de tiempos, se anotó cada valor cronometrado y se cumplió la diferencia entre el valor cronometrado menos el valor anterior, dando como resultado el valor tiempo correspondiente a la actividad. Además, se requirió la calificación del ritmo de trabajo del operario para conseguir el

tiempo básico de la actividad, mismo que es igual al valor del tiempo cronometrado por la calificación del operario.

Tamaño de la muestra

Se utilizó la fórmula para determinar el número de observaciones correcto:

$$N = \left(\frac{k \cdot \sigma}{e \cdot \bar{x}} \right)^2 + 1 \quad (8)$$

Donde:

N = número de observaciones recomendadas a registrar en el cronómetro.

K = coeficiente de riesgo (k=1 para riesgo de error e = 32%, k= 2 para riesgo de error e=5%, k=3 para riesgo de error e=0,3%). Este error debe ser expresado de forma decimal.

σ = desviación típica

\bar{x} = media aritmética de los tiempos cronometraje

e = error expresado en forma decimal

Tabla 3-7: Cálculo del número de observaciones del ciclo de trabajo actual de la parte delantera del techo.

i	X	\bar{X}	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$	σ		N
1	257,68	286,12	-28,44	808,95	19,10	K = 2	8,13
2	296,00		9,88	97,57			
3	257,52		-28,60	818,07			
4	312,56		26,44	698,97			
5	290,37		4,25	18,05			
6	312,37		26,25	688,96		e = 0,05	
7	279,56		-6,56	43,06			
8	299,55		13,43	180,31			
9	269,00		-17,12	293,16			
10	286,61		0,49	0,24			
			$\Sigma =$	3647,34			

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

El número de observaciones calculado es $8,13 \approx 8$, y las observaciones realizadas fueron 10, por lo que se concluye que el número de observaciones fue correcto. En la Tabla 3-12 se observan los tiempos básicos (T. B) logrados en cada ciclo y al final el tiempo básico promedio.

La Tabla 3-7, muestra un nivel de confianza del 95%, un coeficiente de riesgo de 2, error = 0,05 es el valor estimado para un error del 5%. Es posible llegar a un valor de tamaño de muestra estimado de 8 utilizando estos datos, el promedio de la muestra y la desviación estándar.

Al respecto conviene aclarar que para aplicar la ecuación (8), se debe tomar un número significativo de muestras antes de determinar el tamaño real de la muestra. Esto se debe a que las

mediciones obtenidas sirven como datos utilizados en la ecuación, por lo que se obtuvieron 10 observaciones previas a determinar este valor y se determinó que el tamaño de muestra tomado en consideración es el adecuado para el proceso.

Tabla 3-8: Cálculo del número de observaciones del ciclo de trabajo actual de la parte del medio del techo.

i	X	\bar{X}	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$	σ		N
1	924,74	933,36	-8,62	74,34	25,48	K = 2	2,19
2	957,87		24,51	600,64			
3	919,61		-13,75	189,12			
4	992,81		59,45	3534,06			
5	912,21		-21,15	447,41			
6	941,07		7,71	59,41			
7	905,18		-28,18	794,23			
8	939,67		6,31	39,79			
9	905,93		-27,43	752,51			
10	934,53		1,17	1,36			
			$\Sigma =$	6492,88	e = 0,05		

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Como se observa en la tabla 3-8, se realizaron 10 observaciones y se calcularon $2,19 = 2$ observaciones, se puede decir que el número de observaciones fue exacto. Los tiempos básicos (T.B.) alcanzados en cada ciclo y el tiempo básico promedio al finalizar se muestran en la Tabla 3-13.

Donde se puede ver que a un nivel de confianza del 95%, un coeficiente de riesgo de 2, y un error del 5% siendo valor estimado de $e = 0.05$. Con el valor promedio de las muestras, así como la desviación estándar, se logró un valor aproximado de tamaño de muestra igual a 2.

Cabe aclarar que para aplicar la ecuación (8), se debe tomar un número significativo de muestras antes de determinar el tamaño real de la muestra. Esto se debe a que las mediciones obtenidas sirven como datos utilizados en la ecuación, por lo que se obtuvieron 10 observaciones previas a determinar este valor y así mismo se determinó que el tamaño de muestra tomado en consideración es el adecuado para el proceso.

Tabla 3-9: Cálculo del número de observaciones del ciclo de trabajo actual de la parte posterior del techo.

i	X	\bar{X}	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$	σ		N
1	382,16	385,48	-3,32	11,00	15,58	K = 2	3,61
2	397,75		12,27	150,65			
3	369,66		-15,82	250,15			
4	405,41		19,93	397,36			
5	367,96		-17,52	306,81			
6	400,62		15,14	229,34			
7	367,75		-17,73	314,21			
8	401,97		16,49	272,05			
9	365,73		-19,75	389,90			
10	395,75		10,27	105,56			
			$\Sigma =$	2427,03	e = 0,05		

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

En la Tabla 3-9, se puede observar el cálculo del número de observaciones que se realiza en un ciclo de trabajo para ello se registró 10 observaciones y se calculó $3,61 \approx 4$ observaciones, se aproxima al número inmediato ya que se requiere de observaciones de número exacto. Los tiempos básicos (T. B.) alcanzados en cada ciclo y el tiempo básico promedio se muestran en la Tabla 3-14.

También muestra un nivel de confianza del 95%, un coeficiente de riesgo de 2, y un error de $e = 0,05$, es el valor estimado para un error del 5%. Se obtiene un valor de tamaño de muestra estimado de 4 observaciones, utilizando el promedio de la muestra y la desviación estándar.

Cabe señalar que para aplicar la ecuación (8), se debe tomar un número significativo de muestras antes de determinar el tamaño real de la muestra. Esto se debe a que las mediciones obtenidas sirven como datos utilizados en la ecuación, por lo que antes de determinar este valor se realizaron diez observaciones y los resultados indicaron que el tamaño de muestra tomado en consideración es el adecuado para el procedimiento.

Para la recolección de los tiempos con la técnica del cronometraje, también se consideró la dimensión exteriores e interiores del bus interprovincial, mismas que se deben regir bajo norma INEN 2656, la cual se muestra en la Tabla 3-10.

Tabla 3-10: Medidas de la carrocería

Dimensiones Exteriores	
Denominación	Medida (mm)
Largo	12670
Ancho	2600
Altura	3900
Dimensiones Internas (mm)	
Denominación	Medida (mm)
Largo	12000
Ancho	2570
Altura	1965

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

De igual manera se puede observar en la Tabla 3-11, las dimensiones de la capa de fibra de vidrio de las partes del techo, el espacio para aislante y la fibra de vidrio.

Tabla 3-11: Capas de techo de la carrocería

Capas del techo de la carrocería	
Denominación	Dimensiones (mm)
Capa de fibra de vidrio	5 mm
Espacio para aislante	30 mm
Fibra de vidrio	4 mm

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Tabla 3-12: Registro de tiempos por ciclos con el método actual de la parte delantera del techo

Registro de tiempos por ciclo														
Departamento: Producción					Estudio N° 1									
Operación: Producción					Hoja N° 1									
Producto: Parte delantera del techo					Observado por: Héctor Tene									
					Fecha: Diciembre 2023									
No	Actividades	Tiempos observados en min de la parte delantera del techo												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TT	Nº	T.B (min)
1	Trasladar las herramientas para limpiar el molde de la parte delantera.	0,13	0,14	0,11	0,15	0,12	0,17	0,1	0,14	0,15	0,17	1,38	10	0,138
2	Limpiar el molde	12,55	13,20	11,865	15,19	14,3	15,375	12,69	13,3856	11,2944	12,5903	132,44	10	13,24403
3	Transportar los materiales y herramientas para pasar la cera y sacar brillo.	0,12	0,10	0,09	0,14	0,13	0,11	0,12	0,15	0,1	0,14	1,2	10	0,12
4	Se pasa la cera y se saca brillo	45,98	47,63	46,295	49,62	48,73	49,805	47,12	48,5112	44,42	45,7159	473,827	10	47,38271
5	Trasladar el material y las herramientas para pintar el molde.	0,33	0,35	0,36	0,32	0,3	0,31	0,34	0,335	0,37	0,36	3,375	10	0,3375
6	Se coloca pintura	35,15	36,8	35,465	38,79	37,89	38,965	36,28	37,6712	35,58	36,8759	369,467	10	36,94671
7	Corte de la fibra y el coremat	89,88	90,53	89,195	92,52	91,63	92,705	90,02	91,4112	89,32	90,6159	907,827	10	90,78271
8	Preparación de la resina	11,94	13,59	12,255	15,58	14,69	15,765	13,08	13,775	11,68	12,9759	135,331	10	13,53309
9	Transportar los materiales y herramientas para pasar la resina y colocar la	0,57	0,55	1	0,56	0,59	1,05	0,58	1,03	0,57	1,01	7,51	10	0,751
10	Primera pasada de resina en el molde	1,27	1,92	1,252	2,0832	1,1932	2,2682	1,49	2,185	1,1394	1,7873	16,5883	10	1,65883
11	Poner la primera capa de fibra de vidrio en el molde	0,89	1,54	0,872	1,7032	0,8132	1,8882	1,107	1,802	0,7564	1,4043	12,7763	10	1,27763
12	Segunda pasada de resina en el molde	3,14	4,79	3,455	4,2862	3,3962	4,4712	3,1287	3,8237	2,7781	3,426	36,6951	10	3,66951
13	Colocar la segunda capa de fibra de vidrio en el molde	1,15	2,8	1,465	2,2962	1,4062	2,4812	1,1387	1,8337	1,3109	1,9588	17,8407	10	1,78407
14	Tercera pasada de resina en el molde	2,85	3,5	2,565	3,3962	2,5062	3,5812	2,2387	2,9337	2,4109	3,0588	29,0407	10	2,90407
15	Introducir la tercera capa de fibra de vidrio en el molde	0,98	1,63	0,962	1,7932	0,9032	1,9782	1,307	2,0026	0,957	1,6049	14,1181	10	1,41181
16	Cuarta pasada de resina en el molde	2,89	3,54	2,505	3,3362	2,4462	3,5212	2,85	3,5456	2,5	3,1479	30,2821	10	3,02821
17	Depositar la cuarta capa de fibra de vidrio en el molde	1,088	1,738	1,07	1,9012	1,0112	2,0862	1,415	2,1106	1,065	1,7129	15,1981	10	1,51981
18	Quinta pasada de resina en el molde	2,85	3,5	2,665	3,4962	2,6062	3,6812	3,01	3,7056	2,66	3,3079	31,4821	10	3,14821
19	Pasar el rodillo	4,83	5,48	4,645	6,3075	5,1175	6,1925	4,85	5,5456	4,55	4,1979	51,716	10	5,1716
20	Colocar fibra a los lados del molde	0,92	1,57	0,902	1,7332	0,8432	1,3807	1,0095	1,7051	0,955	1,6029	12,6216	10	1,26216
21	Colocar resina a los lados del molde	2,53	3,18	2,512	4,1745	3,3845	3,922	2,5795	3,2751	2,2239	2,8718	30,6533	10	3,06533
22	Poner el coremat	0,35	1	0,432	1,2632	0,4732	1,0107	0,5395	1,2351	1,2895	0,6525	8,2457	10	0,82457
23	sexta pasada de resina en el molde	1,038	1,688	1,02	1,8512	0,9612	1,4987	0,8275	1,5231	1,003	1,1509	12,5616	10	1,25616
24	Situar la sexta capa de fibra de vidrio en el molde	0,77	1,42	0,752	1,5832	0,6932	1,2307	0,8595	1,5551	0,6323	0,7802	10,2762	10	1,02762
25	Septima pasada de resina en el molde	3,915	4,565	3,897	5,5595	4,6695	5,207	3,8645	4,5601	3,5145	4,1624	43,9145	10	4,39145
26	Preparar la resina	1,55	2,28	1,612	2,4532	1,7632	2,3007	1,6295	2,3251	1,2795	1,9274	19,1206	10	1,91206
27	Situar la septima capa de fibra de vidrio en el molde	0,908	1,568	0,9	1,7512	0,8612	1,3987	0,7275	1,4231	0,9003	0,975	11,413	10	1,1413
28	Octava pasada de resina en el molde	3,611	2,252	2,584	4,2465	3,3565	3,894	3,2228	3,9184	3,3956	4,0435	34,5243	10	3,45243
29	Pasar los rodillos sobre las capas de fibra de vidrio y coremat	41,5	43,15	42,815	44,4775	43,5875	44,125	41,44	42,1356	41,09	42,3859	426,707	10	42,67065
TOTAL		275,68	296,001	275,517	312,563	290,373	312,373	279,565	299,553	269,896	286,613	2898,13		289,81323
													Tiempo en horas para realizar 10 unidades de la parte delantera del techo	48,3
													tiempo en horas para realizar una unidad de la parte delantera del techo	4,83

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Tabla 3-13: Registro de tiempos por ciclos con el método actual de la parte del medio del techo.

Registro de tiempos por ciclo														
Departamento: Producción		Estudio N° 2												
Operación: Producción		Hoja N° 2												
Producto: parte del medio del techo		Observado por: Héctor Tene												
		Fecha: Diciembre 2023												
No	Actividades	Tiempos observados en min de la parte del medio del techo.												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T.T (min)	N°	T.B (min)
1	Trasladar las herramientas para limpiar el molde del medio	0,25	0,2	0,24	0,23	0,21	0,2	0,26	0,28	0,24	0,23	2,34	10	0,234
2	Limpiar el molde	184,8	186,4	185,1	188,4	184,9	187	183,3	184,7	182,6	185,2	1852,4	10	185,23978
3	Transportar los materiales y herramientas para pasar la cera y sacar	0,2	0,18	0,23	0,25	0,19	0,2	0,26	0,185	0,24	0,25	2,185	10	0,2185
4	Se pasa la cera y se saca brillo	199,8	201,4	200,1	203,4	198,9	201	198,3	201,1	199	200,6	2003,66	10	200,36631
5	Trasladar el material y las herramientas para pintar el molde.	0,22	0,23	0,22	0,21	0,2	0,25	0,24	0,22	0,23	0,21	2,23	10	0,223
6	Se coloca pintura	54,65	56,33	55	58,32	53,77	55,92	53,24	55,02	52,93	54,52	549,682	10	54,96819
7	Corte de la fibra y el coremat	119,9	122,5	120,2	123,5	119	121,1	118,4	121,2	118,1	120,7	1204,72	10	120,47231
8	Preparación de la resina	47,75	49,43	48,19	51,52	45,97	48,12	45,43	48,21	46,12	47,42	478,148	10	47,81484
9	Transportar los materiales y herramientas para pasar la resina y	0,91	1	1,05	0,89	1,56	1,35	1,25	0,95	0,98	1,15	11,09	10	1,109
10	Primera pasada de resina en el molde	4,66	5,31	3,975	7,3	4,25	5,325	3,983	5,374	4,328	5,624	50,1283	10	5,01283
11	Poner la primera capa de fibra de vidrio en el molde	3,56	4,51	3,175	5,5	3,725	4,8	3,458	4,849	3,803	5,099	42,4783	10	4,24783
12	Segunda pasada de resina en el molde	13,12	14,77	12,44	15,77	12,22	13,29	11,95	13,34	11,29	12,59	130,768	10	13,07683
13	Colocar la segunda capa de fibra de vidrio en el molde	4,36	5,01	3,675	7,01	3,95	5,025	4,354	5,745	4,699	5,995	49,8233	10	4,98233
14	Tercera pasada de resina en el molde	11,03	12,68	10,35	13,68	10,13	11,2	10,53	11,92	10,87	12,17	114,543	10	11,454345
15	Introducir la tercera capa de fibra de vidrio en el molde	3,9	4,55	3,215	6,54	2,99	4,065	3,394	4,785	3,739	4,387	41,5653	10	4,15653
16	Cuarta pasada de resina en el molde	11,63	13,28	10,94	14,27	10,72	11,79	10,45	11,84	10,79	11,44	117,13	10	11,71303
17	Depositar la cuarta capa de fibra de vidrio en el molde	4,35	5,21	3,875	7,2	3,98	5,055	4,384	4,775	3,729	4,377	46,9353	10	4,69353
18	Quinta pasada de resina en el molde	11,03	13,57	12,23	14,56	10,56	11,63	10,29	11,68	10,63	11,93	118,094	10	11,80943
19	Pasar el rodillo	19,3	20,95	18,61	21,94	18,39	19,46	18,12	19,51	17,46	18,76	192,478	10	19,24783
20	Colocar fibra a los lados del molde	3,8	4,55	3,215	5,535	3,76	4,835	3,493	4,188	3,143	4,438	40,9565	10	4,09565
21	Colocar resina a los lados del molde	10,65	11,53	10,2	13,52	10,75	11,82	10,48	11,17	9,128	10,42	109,662	10	10,96615
22	Poner el coremat	1,395	2,045	1,17	2,833	1,058	1,595	0,924	1,619	1,097	1,745	15,4793	10	1,54793
23	Sexta pasada de resina en el molde	4,15	5,86	3,925	7,25	3,97	4,508	3,836	4,532	4,009	4,657	46,6968	10	4,66968
24	Situar la sexta capa de fibra de vidrio en el molde	3,08	4,13	2,795	4,958	3,183	3,72	3,049	4,44	3,918	4,566	37,8378	10	3,783778
25	Septima pasada de resina en el molde	15,7	17,35	16,02	18,68	15,13	15,67	14,32	15,71	14,67	15,32	158,555	10	15,85553
26	Preparar la resina	6,28	7,05	5,715	7,378	5,603	6,14	5,469	6,86	5,814	6,462	62,7705	10	6,27705
27	Situar la septima capa de fibra de vidrio en el molde	3,63	4,28	2,955	4,618	3,843	4,38	3,709	4,404	3,359	4,007	39,1837	10	3,91837
28	Octava pasada de resina en el molde	14,45	15,1	13,76	17,09	13,54	14,61	13,94	15,33	14,28	14,93	147,016	10	14,70155
29	Pasar los rodillos sobre las capas de fibra de vidrio y coremat	166,4	168,5	167,1	170,4	165,9	167	164,3	165,7	164,6	165,3	1665,06	10	166,50595
TOTAL		924,7	957,9	919,6	992,8	912,2	941,1	905,2	939,7	905,9	934,5	9333,62		933,362
		Tiempo en horas para realizar 10 unidades de la parte central del techo											155,56	
		Tiempo en horas para realizar una unidad de la parte central del techo											15,56	

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Tabla 3-14: Registro de tiempos por ciclos con el método actual de la parte posterior del techo.

Registro de tiempos por ciclo															
Departamento: Producción		Estudio N° 3													
Operación: Producción		Hoja N° 3													
Producto: Parte posterior del techo		Observado por: Héctor Tene													
		Fecha: Diciembre 2023													
No	Actividades	Tiempos observados en min de la parte posterior del techo												N°	T.B (min)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T.T (min)			
1	Trasladar las herramientas para limpiar el molde posterior	0,125	0,135	0,14	0,12	0,11	0,13	0,1	0,4	0,13	0,14	1,53	10	0,153	
2	Limpiar el molde	25,23	25,08	23,745	27,07	24,52	26,67	23,985	27,7675	23,585	24,8809	252,533	10	25,25334	
3	Transportar los materiales y herramientas para pasar la cera y sacar brillo.	0,1	0,09	0,085	0,115	0,12	0,15	0,2	0,18,	0,16	0,11	1,13	10	0,12555556	
4	Se pasa la cera y se saca brillo	88,76	89,41	87,075	90,4	86,85	89,05	86,365	88,1475	85,0563	90,24	881,354	10	88,13538	
5	Trasladar el material y las herramientas para pintar el molde.	0,2	0,21	0,25	0,24	0,3	0,28	0,23	0,22	0,2	0,25	2,38	10	0,238	
6	Se coloca pintura	69,77	70,42	65,085	68,41	64,86	67,01	64,325	67,1075	65,0163	70,2	672,204	10	67,22038	
7	Corte de la fibra y el coremat	84,78	85,43	84,095	87,42	83,87	86,02	82,335	85,1175	83,0263	85,6181	847,712	10	84,77119	
8	Preparación de la resina	10,15	10,8	9,465	12,79	9,24	11,39	8,705	11,4875	9,3963	10,9881	104,412	10	10,44119	
9	Transportar los materiales y herramientas para pasar la resina y colocar la	0,57	0,65	0,85	0,75	0,55	0,88	0,9	0,95	0,87	0,78	7,75	10	0,775	
10	Primera pasada de resina en el molde	1,35	2,05	1,382	2,2132	1,3232	2,3982	1,727	2,4226	1,377	2,0249	18,2681	10	1,82681	
11	Poner la primera capa de fibra de vidrio en el molde	0,95	1,6	0,932	1,7632	0,8732	1,4107	0,8395	1,5351	1,0123	1,6602	12,5762	10	1,25762	
12	Segunda pasada de resina en el molde	3,95	4,6	3,265	4,0962	3,2032	4,2782	3,607	4,3026	3,257	4,5529	39,1121	10	3,91121	
13	Colocar la segunda capa de fibra de vidrio en el molde	1,56	2,21	1,542	2,3732	1,4834	2,0209	1,3497	2,0453	1,5225	2,1704	18,2774	10	1,82774	
14	Tercera pasada de resina en el molde	3,05	3,7	2,968	3,7991	2,9091	3,4466	2,7754	4,1667	3,1211	3,769	33,705	10	3,3705	
15	Introducir la tercera capa de fibra de vidrio en el molde	1,08	1,73	1,062	1,8932	1,0023	1,5398	0,9686	1,6642	1,1414	1,7893	13,8708	10	1,38708	
16	Cuarta pasada de resina en el molde	2,65	3,3	2,632	3,463	2,573	3,1105	2,4393	3,1349	2,0893	2,7372	28,1292	10	2,81292	
17	Depositar la cuarta capa de fibra de vidrio en el molde	1,23	1,88	1,122	1,9532	1,0632	1,6007	0,9295	2,3207	1,2751	1,923	15,2974	10	1,52974	
18	Quinta pasada de resina en el molde	2,43	3,08	2,312	3,1434	2,2534	4,4034	3,0609	4,4521	2,3609	3,0088	30,5049	10	3,05049	
19	Pasar el rodillo	3,89	4,54	3,278	4,1092	3,2192	5,3692	4,0267	5,4179	3,3267	3,9746	41,1515	10	4,11515	
20	Colocar fibra a los lados del molde	1,86	2,51	1,542	2,3732	1,4823	2,5573	1,2148	2,606	1,5604	2,2083	19,9143	10	1,99143	
21	Colocar resina a los lados del molde	3,15	3,8	3,132	3,9633	3,0733	4,1483	2,9558	4,347	3,3014	3,9493	35,8204	10	3,58204	
22	Poner el coremat	0,89	1,54	0,852	1,6832	0,7932	1,8682	1,197	1,8926	0,847	1,4949	13,0581	10	1,30581	
23	Sexta pasada de resina en el molde	1,13	1,78	1,012	1,8423	0,9823	2,0573	1,3861	2,0817	1,0361	1,684	14,9918	10	1,49918	
24	Situar la sexta capa de fibra de vidrio en el molde	0,99	1,64	0,892	1,3227	0,8827	1,9577	1,2865	1,9821	0,9365	1,5844	13,4746	10	1,34746	
25	Septima pasada de resina en el molde	2,66	3,31	2,426	3,2725	2,3825	3,4575	2,7863	3,4819	2,4363	3,0842	29,2972	10	2,92972	
26	Preparar la resina	1,86	2,51	1,442	2,2741	1,3841	2,4591	1,7879	2,4835	1,4379	2,0858	19,7244	10	1,97244	
27	Situar la septima capa de fibra de vidrio en el molde	0,85	1,5	0,832	1,3266	0,7566	1,8316	1,1604	1,856	0,8104	1,4583	12,3819	10	1,23819	
28	Octava pasada de resina en el molde	3,82	4,47	3,802	5,4645	3,6895	4,7645	3,422	4,1176	3,072	3,7199	40,342	10	4,0342	
29	Pasar los rodillos sobre las capas de fibra de vidrio y coremat	63,125	63,775	62,44	65,765	62,215	64,365	61,68	64,4625	62,3713	63,6672	633,866	10	63,3866	
TOTAL		382,16	397,75	369,657	405,409	367,965	400,625	367,745	401,971	365,733	395,754	3854,77		385,489366	
												tiempo en horas para realizar 10 unidades de la parte posterior del techo	64,2		
												tiempo en horas para realizar una unidad de la parte posterior del techo	6,42		

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Para analizar los hallazgos y alcanzar el tiempo normal o estándar del proceso, se determinó con la evidencia de que los operadores habían agregado algún tiempo muerto durante el proceso de producción. De igual manera los operarios, confirmaron que para realizar el producto lo realizan los dos al mismo tiempo ya que trabajan juntos y por lo tanto su descanso lo hacen al mismo instante. Debido a que el proceso productivo experimenta interrupciones, al momento de realizar cada actividad, los tiempos básicos promedios se muestra en las Tablas 3-12, 3-13, 3-14.

Tabla 3-15: Análisis de datos de tiempos obtenidos actuales de la parte delantera del techo.

ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS						
DEPARTAMENTO: Producción			Estudio N° 1			
OPERACIÓN: Producción			Hoja N° 1			
PRODUCTO: Parte delantera del techo			OBSERVADO POR: Tene Héctor			
			FECHA: Diciembre 2023			
N°	Actividades	N.O	T.B (min)	SUP	T.S (min)	Observaciones
1	Trasladar las herramientas para limpiar el molde de la parte delantera.	10	0,138	0	0,138	
2	Limpiar el molde	10	13,24403	0	13,24403	
3	Transportar los materiales y herramientas para pasar la cera y sacar brillo.	10	0,12	0	0,12	
4	Se pasa la cera y se saca brillo	10	47,38271	0	47,38271	
5	Trasladar el material y las herramientas para pintar el molde.	10	0,3375	0	0,3375	
6	Se coloca pintura	10	36,94671	0	36,94671	
7	Corte de la fibra y el coremat	10	90,78271	0	90,78271	
8	Preparación de la resina	10	13,53309	0	13,53309	
9	Transportar los materiales y herramientas para pasar la resina y colocar la fibra	10	0,751	0	0,751	
10	Primera pasada de resina en el molde	10	1,65883	0	1,65883	
11	Poner la primera capa de fibra de vidrio en el molde	10	1,27763	0	1,27763	
12	Segunda pasada de resina en el molde	10	3,66951	0	3,66951	
13	Colocar la segunda capa de fibra de vidrio en el molde	10	1,78407	0	1,78407	
14	Tercera pasada de resina en el molde	10	2,90407	0	2,90	
15	Introducir la tercera capa de fibra de vidrio en el molde	10	1,41181	0	1,41181	
16	Cuarta pasada de resina en el molde	10	3,02821	0	3,03	
17	Depositar la cuarta capa de fibra de vidrio en el molde	10	1,51981	0	1,51981	
18	Quinta pasada de resina en el molde	10	3,14821	0	3,148	
19	Pasar el rodillo	10	5,1716	0	5,172	
20	Colocar fibra a los lados del molde	10	1,26216	0	1,26216	
21	Colocar resina a los lados del molde	10	3,06533	0	3,06533	
22	Poner el coremat	10	0,82457	0	0,82	
23	Sexta pasada de resina en el molde	10	1,25616	0	1,25616	
24	Situación la sexta capa de fibra de vidrio en el molde	10	1,02762	0	1,02762	
25	Septima pasada de resina en el molde	10	4,39145	0	4,39145	
26	Preparar la resina	10	1,91206	0	1,91206	
27	Situación la septima capa de fibra de vidrio en el molde	10	1,1413	0	1,1413	
28	Octava pasada de resina en el molde	10	3,45243	0	3,45	
29	Pasar los rodillos sobre las capas de fibra de vidrio y coremat	10	42,67065	0	42,67065	
TOTAL					289,81	
Observaciones						
Interpretación: NO: Número de Observaciones T.B: Tiempo Basico SUP: Suplementos en Porcentaje TS: Tiempo Estándar						

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

El tiempo estándar actual del proceso productivo de la parte delantera del techo con fibra de vidrio es de **289,81 min = 4 h 49 min 48,6 s.**

Tabla 3-16: Análisis de datos de tiempos obtenidos actuales de la parte del medio del techo.

ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS						
DEPARTAMENTO: Producción				Estudio N° 2		
OPERACIÓN: Producción				Hoja N° 2		
PRODUCTO: Parte del medio del techo				OBSERVADO POR: Tene Héctor		
				FECHA: Diciembre 2023		
N°	Actividades	N.O	T.B (min)	SUP	T.S (min)	Observaciones
1	Trasladar las herramientas para limpiar el molde del medio	10	0,234	0	0,234	
2	Limpiar el molde	10	185,23978	0	185,23978	
3	Transportar los materiales y herramientas para pasar la cera y sacar brillo.	10	0,2185	0	0,2185	
4	Se pasa la cera y se saca brillo	10	200,36631	0	200,36631	
5	Trasladar el material y las herramientas para pintar el molde.	10	0,223	0	0,223	
6	Se coloca pintura	10	54,96819	0	54,96819	
7	Corte de la fibra y el coremat	10	120,47231	0	120,47231	
8	Preparación de la resina	10	47,81484	0	47,81484	
9	Transportar los materiales y herramientas para pasar la resina y colocar la	10	1,109	0	1,109	
10	Primera pasada de resina en el molde	10	5,01283	0	5,01283	
11	Poner la primera capa de fibra de vidrio en el molde	10	4,24783	0	4,24783	
12	Segunda pasada de resina en el molde	10	13,07683	0	13,07683	
13	Colocarr la segunda capa de fibra de vidrio en el molde	10	4,98233	0	4,98233	
14	Tercera pasada de resina en el molde	10	11,454345	0	11,45	
15	Introducir la tercera capa de fibra de vidrio en el molde	10	4,15653	0	4,15653	
16	Cuarta pasada de resina en el molde	10	11,71303	0	11,71	
17	Depositar la cuarta capa de fibra de vidrio en el molde	10	4,69353	0	4,69353	
18	Quinta pasada de resina en el molde	10	11,80943	0	11,809	
19	Pasar el rodillo	10	19,24783	0	19,248	
20	Colocar fibra a los lados del molde	10	4,09565	0	4,09565	
21	Colocar resina a los lados del molde	10	10,96615	0	10,96615	
22	Poner el coremat	10	1,54793	0	1,55	
23	Sexta pasada de resina en el molde	10	4,66968	0	4,66968	
24	Situar la sexta capa de fibra de vidrio en el molde	10	3,783778	0	3,783778	
25	Septima pasada de resina en el molde	10	15,85553	0	15,85553	
26	Preparar la resina	10	6,27705	0	6,27705	
27	Situar la septima capa de fibra de vidrio en el molde	10	3,91837	0	3,91837	
28	Octava pasada de resina en el molde	10	14,70155	0	14,70	
29	Pasar los rodillos sobre las capas de fibra de vidrio y coremat	10	166,50595	0	166,50595	
TOTAL					933,36	
Observaciones						
Interpretación: NO: Número de Observaciones T.B: Tiempo Basico SUP: Suplementos en Porcentaje TS: Tiempo Estándar						

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

El tiempo estándar actual del proceso productivo de la parte del medio del techo con fibra de vidrio es de **933,36 min = 15 h 33 min 21,6 s.**

Tabla 3-17: Análisis de datos de tiempos obtenidos actuales de la parte posterior del techo.

ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS						
DEPARTAMENTO: Producción				Estudio N° 3		
OPERACIÓN: Producción				Hoja N° 3		
PRODUCTO: Parte posterior del techo				OBSERVADO POR: Tene Héctor		
				FECHA: Diciembre 2023		
N°	Actividades	N.O	T.B (min)	SUP	T.S (min)	Observaciones
1	Trasladar las herramientas para limpiar el molde posterior	10	0,153	0	0,153	
2	Limpiar el molde	10	25,25334	0	25,25334	
3	Transportar los materiales y herramientas para pasar la cera y sacar brillo.	10	0,12555556	0	0,12555556	
4	Se pasa la cera y se saca brillo	10	88,13538	0	88,13538	
5	Trasladar el material y las herramientas para pintar el molde.	10	0,238	0	0,238	
6	Se coloca pintura	10	67,22038	0	67,22038	
7	Corte de la fibra y el coremat	10	84,77119	0	84,77119	
8	Preparación de la resina	10	10,44119	0	10,44119	
9	Transportar los materiales y herramientas para pasar la resina y colocar la	10	0,775	0	0,775	
10	Primera pasada de resina en el molde	10	1,82681	0	1,82681	
11	Poner la primera capa de fibra de vidrio en el molde	10	1,25762	0	1,25762	
12	Segunda pasada de resina en el molde	10	3,91121	0	3,91121	
13	Colocar la segunda capa de fibra de vidrio en el molde	10	1,82774	0	1,82774	
14	Tercera pasada de resina en el molde	10	3,3705	0	3,37	
15	Introducir la tercera capa de fibra de vidrio en el molde	10	1,38708	0	1,38708	
16	Cuarta pasada de resina en el molde	10	2,81292	0	2,81	
17	Depositar la cuarta capa de fibra de vidrio en el molde	10	1,52974	0	1,52974	
18	Quinta pasada de resina en el molde	10	3,05049	0	3,050	
19	Pasar el rodillo	10	4,11515	0	4,115	
20	Colocar fibra a los lados del molde	10	1,99143	0	1,99143	
21	Colocar resina a los lados del molde	10	3,58204	0	3,58204	
22	Poner el coremat	10	1,30581	0	1,31	
23	Sexta pasada de resina en el molde	10	1,49918	0	1,49918	
24	Situar la sexta capa de fibra de vidrio en el molde	10	1,34746	0	1,34746	
25	Septima pasada de resina en el molde	10	2,92972	0	2,92972	
26	Preparar la resina	10	1,97244	0	1,97244	
27	Situar la septima capa de fibra de vidrio en el molde	10	1,23819	0	1,23819	
28	Octava pasada de resina en el molde	10	4,0342	0	4,03	
29	Pasar los rodillos sobre las capas de fibra de vidrio y coremat	10	63,3866	0	63,3866	
TOTAL					385,49	
Observaciones						
Interpretación: NO: Número de Observaciones T.B: Tiempo Basico SUP: Suplementos en Porcentaje TS: Tiempo Estándar						

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

El tiempo estándar actual del proceso productivo de la parte posterior del techo con fibra de vidrio es de **385,49 min = 6 h 25 min 29,4 s.**

En la Ilustración 3-7, se puede observar el tiempo estándar de cada actividad del proceso productivo actual de la parte delantera del techo.



Ilustración 3-7: Tiempo estándar de cada actividad del proceso productivo actual de la parte delantera del techo.

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Tabla 3-18: Actividades para elaborar la parte delantera del techo.

No	Actividades
1	Trasladar las herramientas para limpiar el molde de la parte delantera.
2	Limpiar el molde
3	Transportar los materiales y herramientas para pasar la cera y sacar brillo.
4	Se pasa la cera y se saca brillo
5	Trasladar el material y las herramientas para pintar el molde.
6	Se coloca pintura
7	Corte de la fibra y el coremat
8	Preparación de la resina
9	Transportar los materiales y herramientas para pasar la resina y colocar la
10	Primera pasada de resina en el molde
11	Poner la primera capa de fibra de vidrio en el molde
12	Segunda pasada de resina en el molde
13	Colocar la segunda capa de fibra de vidrio en el molde
14	Tercera pasada de resina en el molde
15	Introducir la tercera capa de fibra de vidrio en el molde
16	Cuarta pasada de resina en el molde
17	Depositar la cuarta capa de fibra de vidrio en el molde
18	Quinta pasada de resina en el molde
19	Pasar el rodillo
20	Colocar fibra a los lados del molde
21	Colocar resina a los lados del molde
22	Poner el coremat
23	Sexta pasada de resina en el molde
24	Situar la sexta capa de fibra de vidrio en el molde
25	Septima pasada de resina en el molde
26	Preparar la resina
27	Situar la septima capa de fibra de vidrio en el molde
28	Octava pasada de resina en el molde
29	Pasar los rodillos sobre las capas de fibra de vidrio y coremat

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

En la Ilustración 3-8, también se puede observar el tiempo estándar de cada actividad del proceso productivo actual de la parte de medio del techo.



Ilustración 3-8: Tiempo estándar de cada actividad del proceso productivo actual de la parte del medio del techo.

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Y en la Ilustración 3-9, se observa el tiempo estándar de cada actividad del proceso productivo actual de la parte posterior del techo.

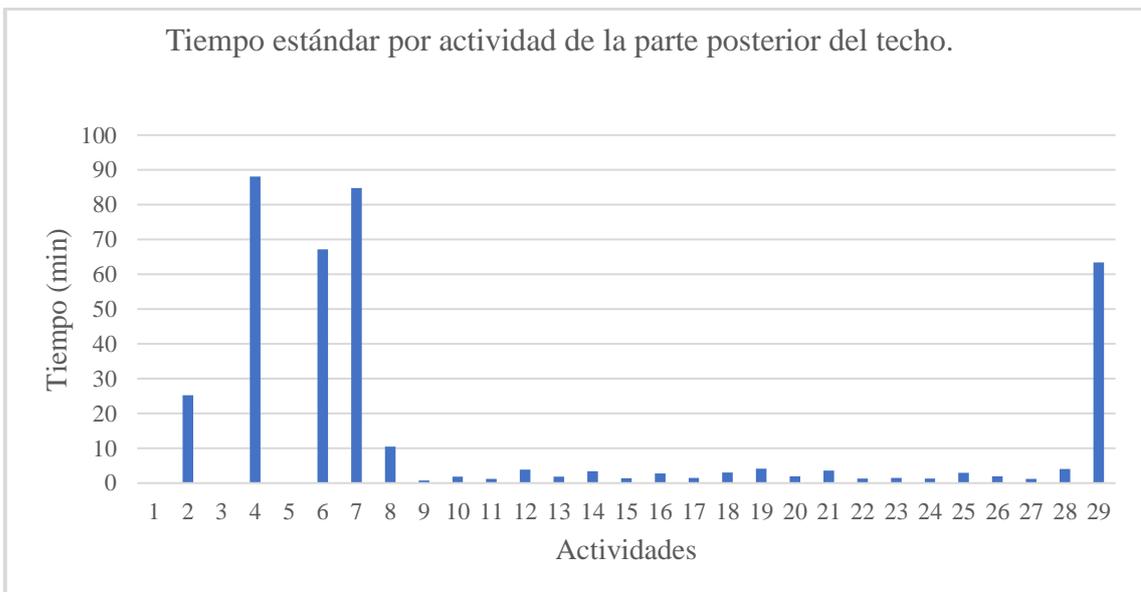


Ilustración 3-9: Tiempo estándar de cada actividad del proceso productivo actual de la parte posterior del techo.

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

3.5. Estudio de métodos

Se utilizaron todos los pasos sistemáticos en la ejecución del estudio del método.

3.5.1. Selección de las actividades a mejorar

Para la selección de las actividades a mejorar se trabajó con dos puntos de vista importantes que son: humano y funcional, por lo que fue fundamental evaluar las actividades que tenían resultados negativos y cuáles tardaban más tiempo.

3.5.1.1. Análisis de eventos adversos

A lo largo del proceso de producción de las 3 partes del techo se observaron acontecimientos adversos, como liberación de contaminantes nocivos y proyección de partículas. Estos eventos se pueden observar con detalle en la Tabla 3-19.

Tabla 3-19: Registro de eventos adversos por actividades.

No	Actividades	Eventos adversos registrados en cada ciclo de trabajo										Total por actividad	Porcentaje (%)	Eventos adversos
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	Trasladar las herramientas para limpiar el molde de la parte delantera.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	-
2	Limpiar el molde	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	8%	Proyección de partículas
3	Trasladar los materiales y herramientas para pasar la cera y sacar brillo.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	-
4	Se pasa la cera y se saca brillo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	-
5	Trasladar el material y las herramientas para pintar el molde.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	-
6	Se coloca pintura	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	8%	Contaminante tóxico
7	Corte de la fibra y el coremat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	-
8	Preparación de la resina	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	8%	Contaminante tóxico
9	Trasladar los materiales y herramientas para pasar la resina y colocar la fibra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	-
10	Primera pasada de resina en el molde	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	8%	Contaminante tóxico
11	Poner la primera capa de fibra de vidrio en el molde	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	-
12	Segunda pasada de resina en el molde	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	8%	Contaminante tóxico
13	Poner la segunda capa de fibra de vidrio en el molde	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	-
14	Tercera pasada de resina en el molde	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	8%	Contaminante tóxico
15	Colocar la tercera capa de fibra de vidrio en el molde	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	-
16	Cuarta pasada de resina en el molde	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	8%	Contaminante tóxico
17	Introducir la cuarta capa de fibra de vidrio en el molde	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	-
18	Quinta pasada de resina en el molde	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	8%	Contaminante tóxico
19	Pasar el rodillo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	-
20	Colocar fibra a los lados del molde	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	-
21	Colocar resina a los lados del molde	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	8%	Contaminante tóxico
22	Depositar el coremat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	-
23	Sexta pasada de resina en el molde	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	8%	Contaminante tóxico
24	Situar la sexta capa de fibra de vidrio en el molde	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	-
25	Septima pasada de resina en el molde	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	8%	Contaminante tóxico
26	Preparar la resina	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	8%	Contaminante tóxico
27	Situar la septima capa de fibra de vidrio en el molde	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	-
28	Octava pasada de resina en el molde	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	8%	-
29	Pasar los rodillos sobre las capas de fibra de vidrio y coremat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	Contaminante tóxico
Total por ciclo		13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	130,0	100%	-

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

3.5.1.2. Análisis de actividades con mayor duración

Con los tiempos cronometrados ya registrados se llegó a calcular los límites superior e inferior para identificar las actividades críticas que superan el valor del límite superior así como se muestra en la Tabla 3-2.

Tabla 3-20: Cálculo de los límites superior e inferior reales o naturales del tiempo de duración actual de cada actividad de la parte delantera del techo.

x_i	μ	$(x_i - \mu)^2$	σ	Límite Superior $L_s = \mu + 3\sigma$	Límite Inferior $L_i = \mu - 3\sigma$
0,138	9,99	97,061904	19,71	69,12	-49,139
13,24403	9,99	10,5887112		69,12	-49,139
0,12	9,99	97,4169		69,12	-49,139
47,38271	9,99	1398,21476		69,12	-49,139
0,3375	9,99	93,1707563		69,12	-49,139
36,94671	9,99	726,664214		69,12	-49,139
90,78271	9,99	6527,46199		69,12	-49,139
13,53309	9,99	12,5534867		69,12	-49,139
0,751	9,99	85,359121		69,12	-49,139
1,65883	9,99	69,4083936		69,12	-49,139
1,27763	9,99	75,905391		69,12	-49,139
3,66951	9,99	39,9485938		69,12	-49,139
1,78407	9,99	67,3372872		69,12	-49,139
2,90407	9,99	50,210404		69,12	-49,139
1,41181	9,99	73,5853437		69,12	-49,139
3,02821	9,99	48,46652		69,12	-49,139
1,51981	9,99	71,7441186		69,12	-49,139
3,14821	9,99	46,8100904		69,12	-49,139
5,1716	9,99	23,2169786		69,12	-49,139
1,26216	9,99	76,1751911		69,12	-49,139
3,06533	9,99	47,9510546		69,12	-49,139
0,82457	9,99	84,0051071		69,12	-49,139
1,25616	9,99	76,2799611		69,12	-49,139
1,02762	9,99	80,3242553		69,12	-49,139
4,39145	9,99	31,3437621		69,12	-49,139
1,91206	9,99	65,2531146		69,12	-49,139
1,1413	9,99	78,2994917		69,12	-49,139
3,45243	9,99	42,7398215		69,12	-49,139
42,67065	9,99	1068,02488		69,12	-49,139
Suma:		11265,5216			

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

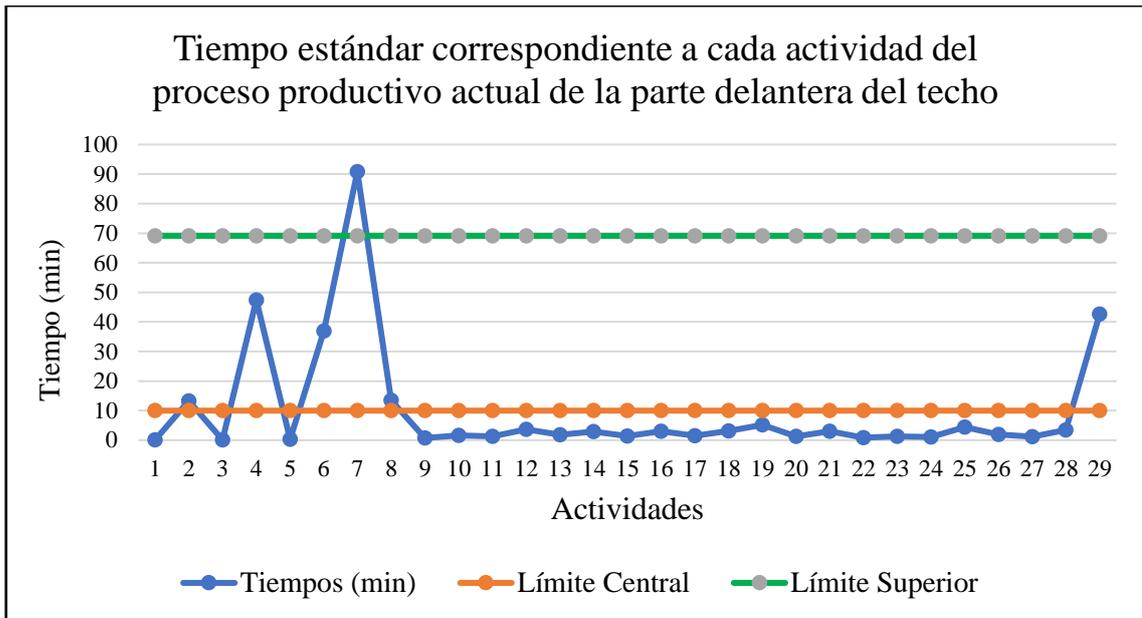


Ilustración 3-10: Tiempo estándar de duración de cada actividad en el proceso productivo actual de la parte delantera del techo.

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

En la Ilustración 3-10, se puede evidenciar que todas las actividades se encuentran dentro de los límites superior e inferior. Al mismo tiempo se observa también, que el límite inferior es considerado 0, debido a que los valores son negativos y por lo tanto no existe.

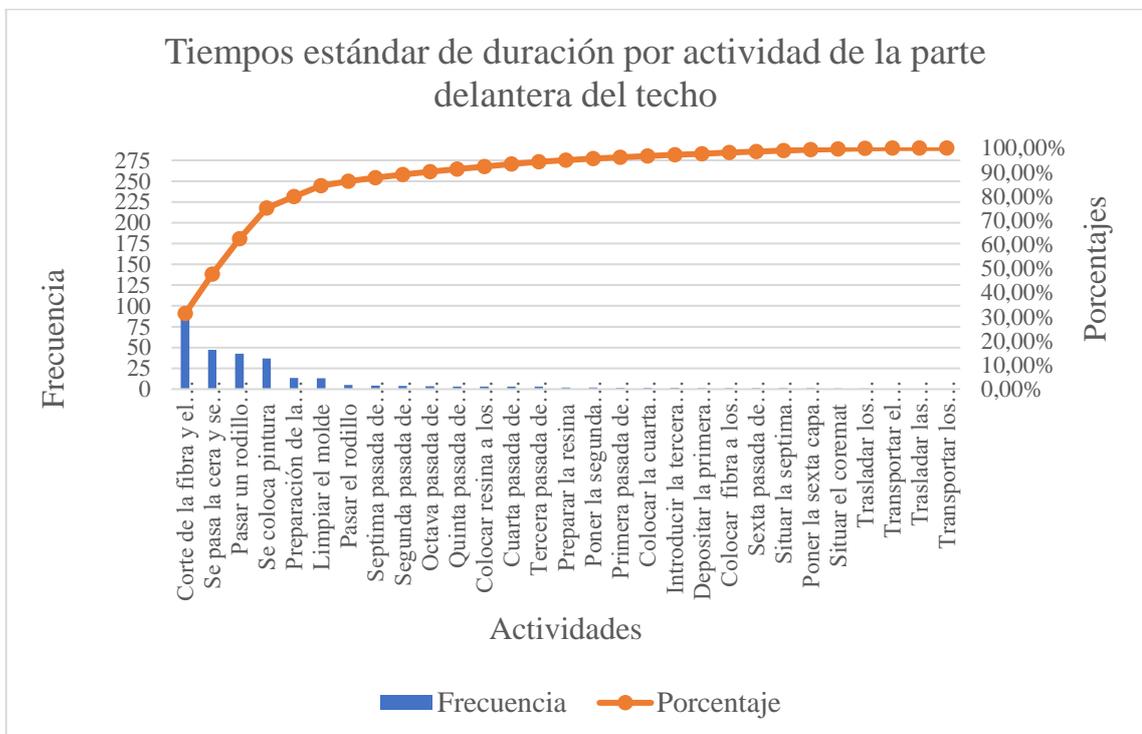


Ilustración 3-11: Diagrama de Pareto del tiempo estándar de duración actual de cada actividad.

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

En la Ilustración 3-11, se observa que las actividades que demandan mayor cantidad de tiempo dentro del proceso productivo son 4, es decir al realizar el corte de la fibra y el Coremat, pasar la cera y sacar brillo, pasar el rodillo sobre la superficie del molde, y colocar la pintura.

Tabla 3-21: Cálculo de los límites superior e inferior reales o naturales del tiempo de duración actual de cada actividad de la parte del medio del techo

x_i	μ	$(x_i - \mu)^2$	σ	Límite Superior $L_s = \mu + 3\sigma$	Límite Inferior $L_i = \mu - 3\sigma$
0,234	32,18	1020,54692	56,85	202,73	-138,366
185,23978	32,18	23427,2963		202,73	-138,366
0,2185	32,18	1021,53748		202,73	-138,366
200,36631	32,18	28286,6349		202,73	-138,366
0,223	32,18	1021,24985		202,73	-138,366
54,96819	32,18	519,301603		202,73	-138,366
120,47231	32,18	7795,53201		202,73	-138,366
47,81484	32,18	244,448222		202,73	-138,366
1,109	32,18	965,407041		202,73	-138,366
5,01283	32,18	738,055126		202,73	-138,366
4,24783	32,18	780,206121		202,73	-138,366
13,07683	32,18	364,931104		202,73	-138,366
4,98233	32,18	739,713253		202,73	-138,366
11,454345	32,18	429,552775		202,73	-138,366
4,15653	32,18	785,314871		202,73	-138,366
11,71303	32,18	418,896861		202,73	-138,366
4,69353	32,18	755,506033		202,73	-138,366
11,80943	32,18	414,960122		202,73	-138,366
19,24783	32,18	167,241021		202,73	-138,366
4,09565	32,18	788,730715		202,73	-138,366
10,96615	32,18	450,027432		202,73	-138,366
1,54793	32,18	938,323712		202,73	-138,366
4,66968	32,18	756,817707		202,73	-138,366
3,783778	32,18	806,345424		202,73	-138,366
15,85553	32,18	266,488321		202,73	-138,366
6,27705	32,18	670,962819		202,73	-138,366
3,91837	32,18	798,71973		202,73	-138,366
14,70155	32,18	305,496214		202,73	-138,366
166,50595	32,18	18043,4608	202,73	-138,366	
Suma:		93721,7044			

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

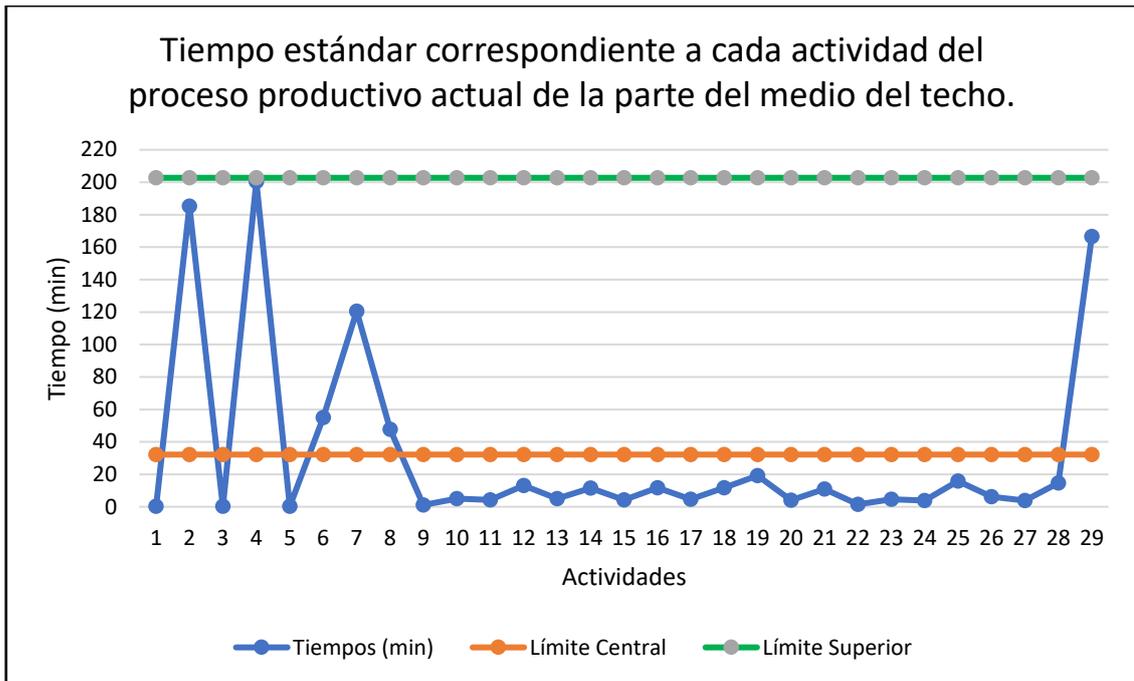


Ilustración 3-12: Tiempo estándar de duración de cada actividad en el proceso productivo actual de la parte del medio del techo.

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

De igual manera en la Ilustración 3-12, se puede observar que todas las actividades se encuentran dentro de los límites superior e inferior. Al mismo tiempo, el límite inferior es considerado 0, debido a que los valores obtenidos son negativos y por lo tanto no existe.

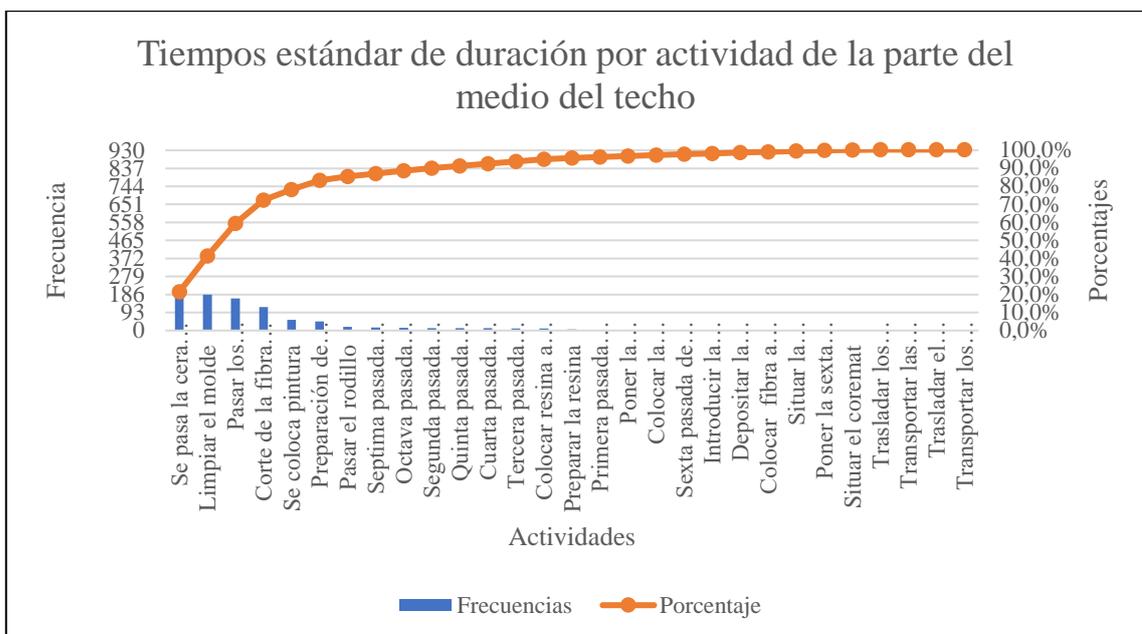


Ilustración 3-13: Diagrama de Pareto del tiempo estándar de duración actual de cada actividad de la parte del medio del techo.

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

En la Ilustración 3-13, se puede observar que las actividades que demandan la mayor cantidad de tiempo dentro del proceso productivo son 4, y corresponde a pasar la cera y sacar brillo, limpiar el molde, pasar el rodillo sobre la superficie el molde y corte de la fibra y el Coremat.

Tabla 3-22: Cálculo de los límites superior e inferior reales o naturales del tiempo de duración actual de cada actividad de la parte posterior del techo.

x_i	μ	$(x_i - \mu)^2$	σ	Límite Superior $L_s = \mu + 3\sigma$	Límite Inferior $L_i = \mu - 3\sigma$
0,153	13,29	172,580769	25,76	90,56	-63,982
25,25334	13,29	143,121504		90,56	-63,982
0,12555556	13,29	173,3025975		90,56	-63,982
88,13538	13,29	5601,830907		90,56	-63,982
0,238	13,29	170,354704		90,56	-63,982
67,22038	13,29	2908,485887		90,56	-63,982
84,77119	13,29	5109,560524		90,56	-63,982
10,44119	13,29	8,115718416		90,56	-63,982
0,775	13,29	156,625225		90,56	-63,982
1,82681	13,29	131,404725		90,56	-63,982
1,25762	13,29	144,7781685		90,56	-63,982
3,91121	13,29	87,96170186		90,56	-63,982
1,82774	13,29	131,3834043		90,56	-63,982
3,3705	13,29	98,39648025		90,56	-63,982
1,38708	13,29	141,6795045		90,56	-63,982
2,81292	13,29	109,7692053		90,56	-63,982
1,52974	13,29	138,3037153		90,56	-63,982
3,05049	13,29	104,847565		90,56	-63,982
4,11515	13,29	84,17787252		90,56	-63,982
1,99143	13,29	127,657684		90,56	-63,982
3,58204	13,29	94,24448736		90,56	-63,982
1,30581	13,29	143,62081		90,56	-63,982
1,49918	13,29	139,0234363		90,56	-63,982
1,34746	13,29	142,6242617		90,56	-63,982
2,92972	13,29	107,3354017		90,56	-63,982
1,97244	13,29	128,0871644		90,56	-63,982
1,23819	13,29	145,2461243		90,56	-63,982
4,0342	13,29	85,66983364		90,56	-63,982
63,3866	13,29	2509,669332		90,56	-63,982
Suma:		19239,85871			

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

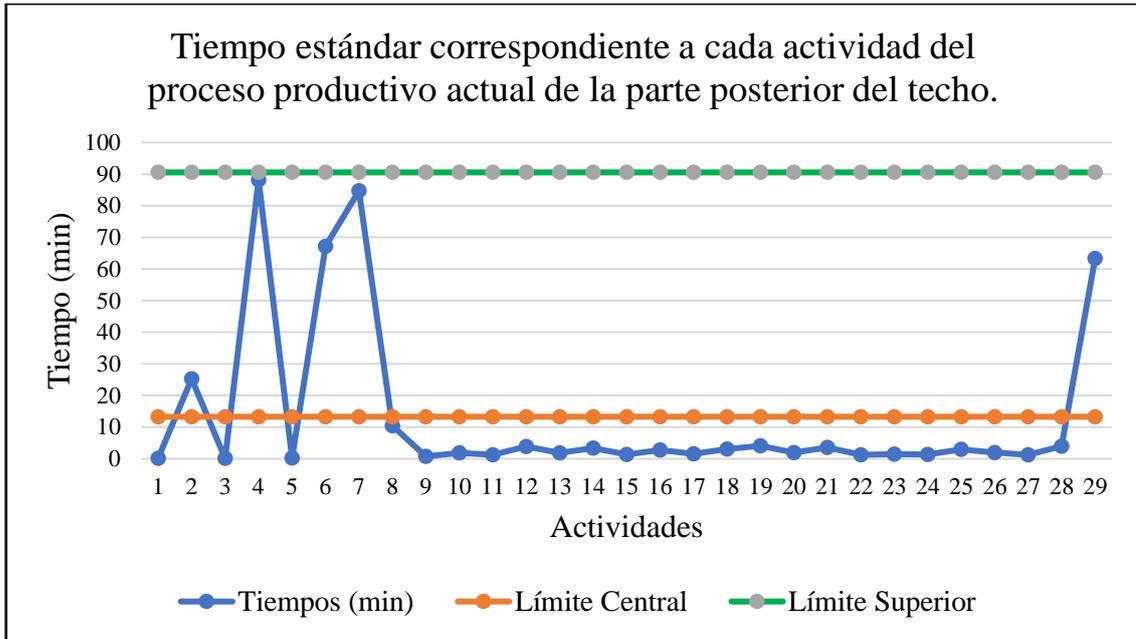


Ilustración 3-14: Tiempo estándar de duración de cada actividad en el proceso productivo actual de la parte posterior del techo.

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

En la Ilustración 3-14, se puede observar que todas las actividades se encuentran dentro de los límites superior e inferior. Al mismo tiempo, el límite inferior es considerado 0, debido a que los valores obtenidos son negativos y por lo tanto no existe.

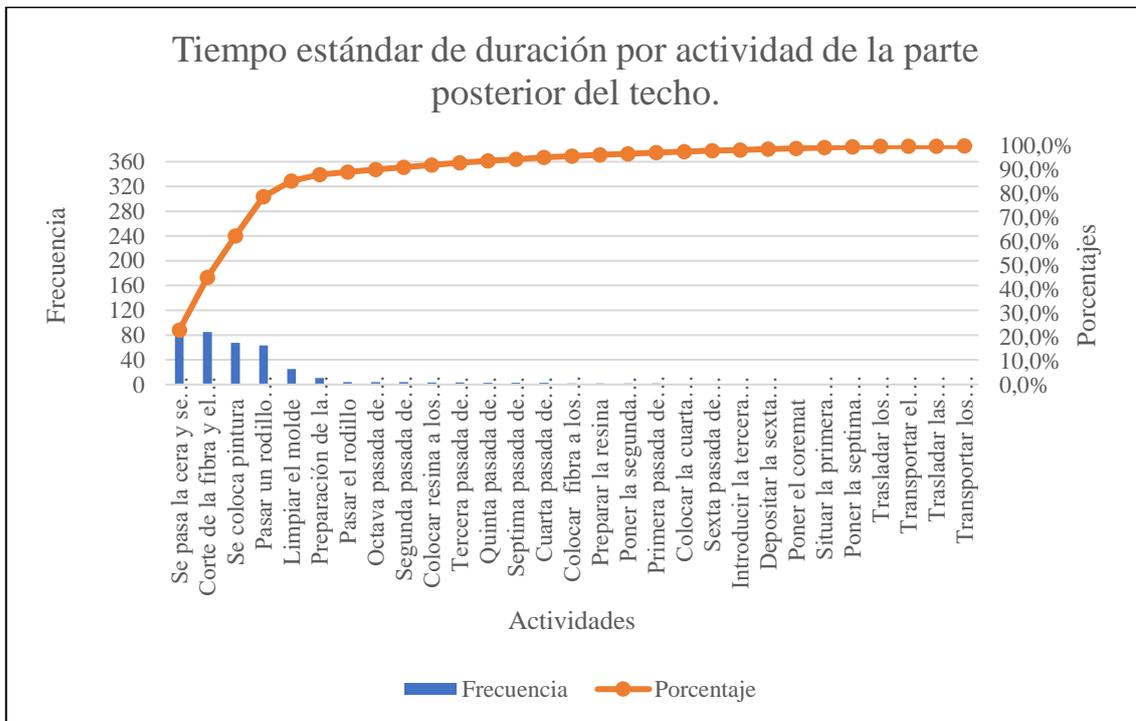


Ilustración 3-15: Diagrama de Pareto del tiempo estándar de duración actual de cada actividad.

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

En la Ilustración 3-15, se puede observar que las actividades que demandan mayor cantidad de tiempo dentro del proceso productivo son 4, y corresponde a pasar la cera y sacar brillo, Corte de la fibra y el Coremat, al colocar o pintar el molde y pasar el rodillo sobre la superficie del molde.

Punto de vista humano. – Mediante la observación directa se estima que las actividades como la limpieza de moldes, pintado de moldes, preparación de resina, colocación de resina en el molde y pasar el rodillo sobre el molde, son las acciones que han resultado con mayor pérdida de tiempo en el proceso de producción.

Punto de vista funcional. – Con la ayuda de un cronómetro con herramienta de observación se determinan que las actividades como Corte de la fibra y el Coremat, se pasa la cera y se saca brillo, pasar el rodillo de resina sobre la superficie, colocar-pintar el molde y limpiar el molde, son las actividades del diagrama de Pareto que ocupan la mayor proporción de tiempo. Y el resto de las actividades cronometradas, se consideran innecesarias por tener tiempos pequeños de producción.

3.5.2. Registrar los detalles de cada actividad seleccionada

El registro de los detalles de la actividad escogida se lo ejecutó mediante la observación directa en el proceso, los cuales se registraron en el diagrama de procesos de las (Tablas 3-3, 3-4 y 3-5) y en los diagramas de recorrido registrados en la (Ilustración 3-3, 3-4 y 3-5). Y a continuación se puede observar los diagramas de flujo para cada una de las actividades del proceso productivo actual.

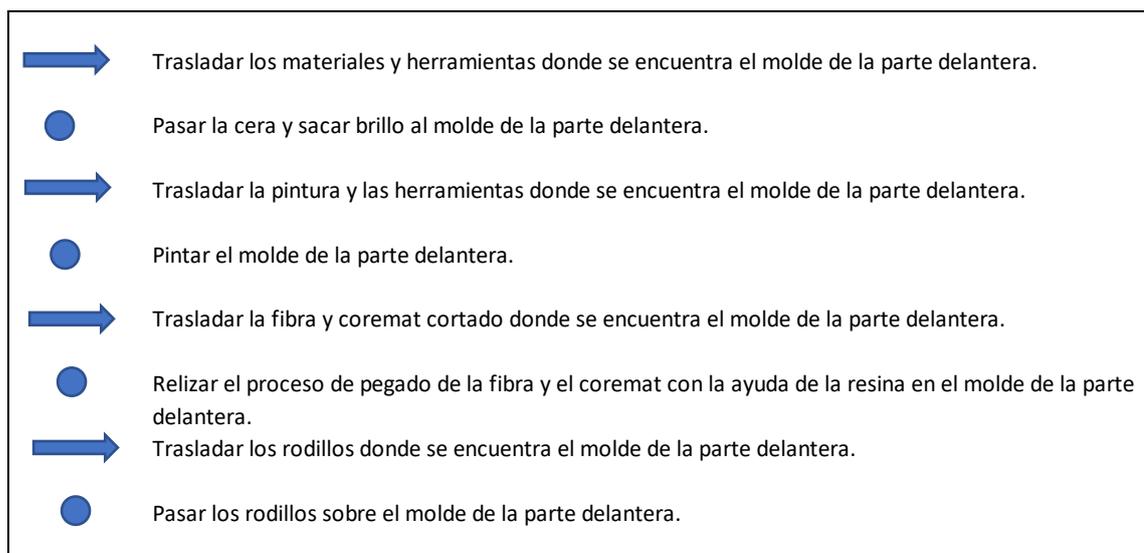


Ilustración 3-16: Diagrama de flujo del proceso productivo actual de la parte delantera del techo.

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

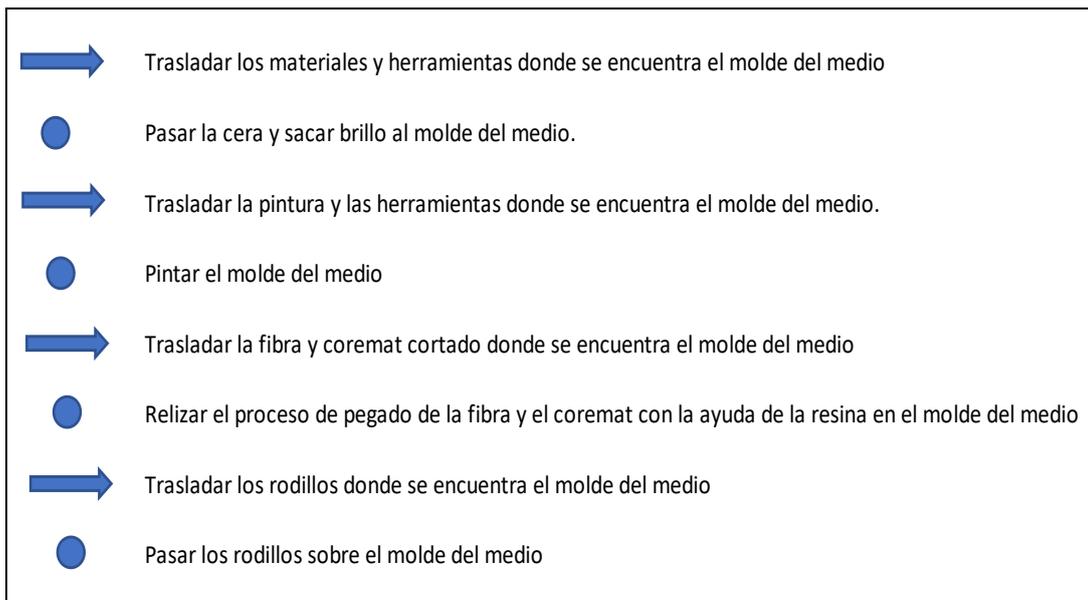


Ilustración 3-17: Diagrama de flujo del proceso productivo actual de la parte del medio del techo.

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

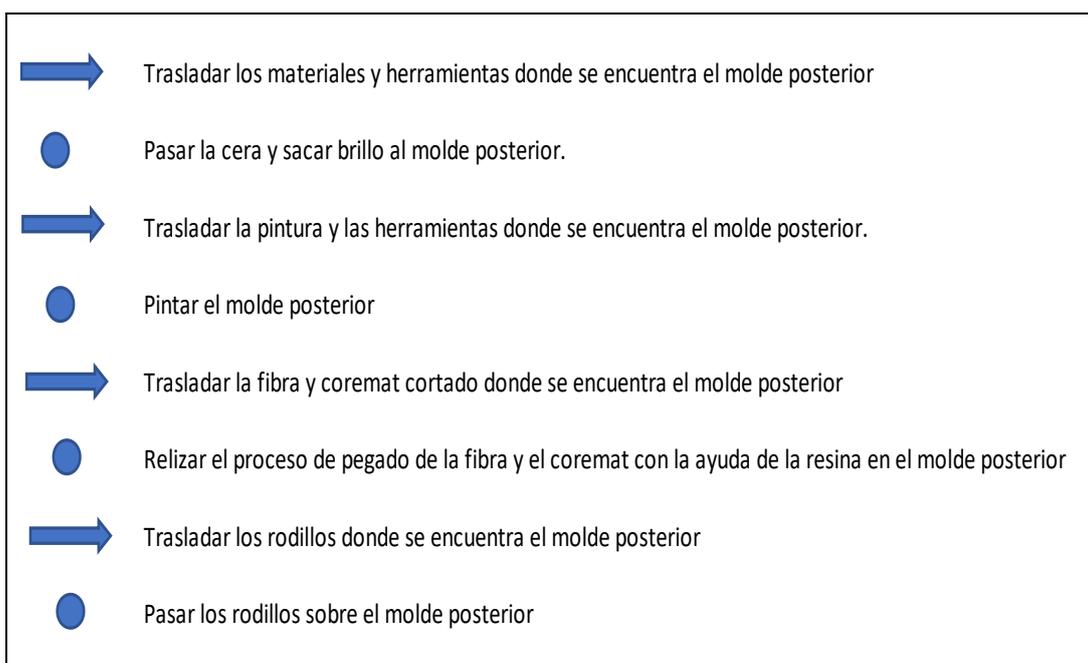


Ilustración 3-18: Diagrama de flujo del proceso productivo actual de la parte posterior del techo.

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

3.5.3. *Analizar los detalles registrados*

Los detalles se analizaron en función de las tareas que se realizan, teniendo en cuenta los equipos y suministros que los operadores ocupan para completar el trabajo en un tiempo determinado. Este análisis ayudó a decidir qué mejoras realizar.

Tabla 3-23: Representación de los detalles observados en las actividades seleccionadas de la parte delantera del techo.

Actividad	Descripción	Materiales y Herramientas	Operario	Tiempo Básico T. B. (min)
Trasladar los materiales y herramientas para pasar la cera y sacar brillo en el molde delantero.	Se recoge todos lo necesario para hacer el trabajo en el molde delantero.	Cera Guaípe	1	0.12 min
Pasar la cera y sacar brillo	Se pasa la cera en el molde para proceder a sacar brillo.	Cera Guaípe	2	47.83 min
Transportar la pintura y las herramientas al molde	Se escoge lo necesario para para hacer el trabajo	Pintura Rodillos de felpa Brochas	1	0.34 min
Pintar el molde	Pintar el molde con las herramientas.	Pintura Rodillo de felpa Brochas	2	36,94 min
Medir y cortar el Coremat y la fibra	Se mide la fibra y Coremat, para luego proceder a cortar.	Flexómetro Estilete	1	90.78 min
Trasladar la fibra y el coreman al puesto de trabajo.		Fibra Coremat	1	0.13 min
Transportar los rodillos al puesto de trabajo.		Rodillos para fibra de vidrio	1	0.33 min
Pasar los rodillos sobre la superficie del molde.		Rodillos para fibra de vidrio	2	42.67 min

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Tabla 3-24: Representación de detalles observados en las actividades seleccionadas de la parte del medio del techo.

Actividad	Descripción	Materiales y Herramientas	Operario	Tiempo Básico T. B. (min)
Trasladar los materiales y herramientas para pasar la cera y sacar brillo en el molde del medio.	Se recoge todos lo necesario para hacer el trabajo en el molde del medio.	Cera Guaípe	1	0,22 min
Pasar la cera y sacar brillo	Se pasa la cera en el molde para proceder a sacar brillo.	Cera Guaípe	2	200,36 min
Transportar la pintura y las herramientas al molde	Se escoge lo necesario para para hacer el trabajo	Pintura Rodillos de felpa Brochas	1	0,22 min
Pintar el molde	Pintar el molde con las herramientas.	Pintura Rodillo de felpa Brochas	2	56,96 min
Medir y cortar el Coremat y la fibra	Se mide la fibra y Coremat, para luego proceder a cortar.	Flexómetro Estilete	1	120,47 min
Trasladar la fibra y el Coremat al puesto de trabajo.		Fibra Coremat	1	0,3 min
Transportar los rodillos al puesto de trabajo.		Rodillos para fibra de vidrio	1	0,41 min
Pasar los rodillos sobre la superficie del molde.		Rodillos para fibra de vidrio	2	166,36 min

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Tabla 3-25: Representación de detalles observados en las actividades seleccionadas de la parte posterior del techo.

Actividad	Descripción	Materiales y Herramientas	Operario	Tiempo Básico T.B (min)
Trasladar los materiales y herramientas para pasar la cera y sacar brillo en el molde posterior.	Se recoge todos lo necesario para hacer el trabajo en el molde delantero.	Cera Guaípe	1	0,13 min
Pasar la cera y sacar brillo	Se pasa la cera en el molde para proceder a sacar brillo.	Cera Guaípe	2	88,13 min
Transportar la pintura y las herramientas al molde	Se escoge lo necesario para para hacer el trabajo	Pintura Rodillos de felpa Brochas	1	0,24 min
Pintar el molde	Pintar el molde con las herramientas.	Pintura Rodillo de felpa Brochas	2	67,22 min
Medir y cortar el Coremat y la fibra	Se mide la fibra y Coremat, para luego proceder a cortar.	Flexómetro Estilete	1	84,77 min
Trasladar la fibra y el Coremat al puesto de trabajo.		Fibra Coremat	1	0,41 min
Transportar el rodillo al puesto de trabajo.		Rodillos para fibra de vidrio	1	0,16 min
Pasar los rodillos sobre la superficie del molde.		Rodillos para fibra de vidrio	2	63,38 min

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Tabla 3-26: Análisis de detalles observados en las actividades escogidas

Actividad	¿Es necesario realizar la actividad del proceso?	¿En qué lugar se ejecuta la actividad?	¿De qué forma se ejecuta la actividad? ¿Es correcta?	¿Qué herramientas se utilizan para ejecutar la actividad? ¿Son las adecuadas?	¿Existen molestias mencionadas por los operarios? ¿Qué tipo de molestia? ¿Se han presentado eventos adversos durante la ejecución de la tarea?
<p>Pasar la cera y sacar brillo</p> 	<p>Es necesario para que se adhiera la resina en el molde y no quede pegado contra el molde.</p>	<p>Se lo efectúa en el lugar donde se encuentra el molde a realizar.</p>	<p>El primer operario pasa la cera y el segundo operario saca brillo</p>	<p>Guaípe</p>	<p>Demora en la ejecución</p>
<p>Cortar la fibra y el Coremat</p> 	<p>En el corte de la fibra y el Coremat es una actividad para obtener un producto de calidad.</p>	<p>Se lo ejecuta en el área de corte y Coremat, y se lo realiza en una mesa sostenida por 4 tanques.</p>	<p>Colocan la fibra y el Coremat en la mesa, luego proceden a estirarla la fibra y luego medir y por último cortar.</p>	<p>Flexómetro Estilete</p>	<p>Dificultad para mover el rollo de fibra y el Coremat.</p>
<p>Pintar el molde.</p> 	<p>Es necesario para proteger al molde de los rayos ultravioletas.</p>	<p>Se lo realiza en el molde a trabajar.</p>	<p>Se empiezan pintando los lados del molde y luego terminar con la parte central del molde.</p>	<p>Rodillos de felpa Brochas</p>	<p>Pintar la parte céntrica del molde de en medio, o el molde a trabajar.</p>
<p>Pasar los rodillos sobre la superficie del molde.</p> 	<p>Esta actividad es necesaria para que la resina se adhiera bien a la fibra.</p>	<p>Se lo efectúa en el molde que se está trabajando.</p>	<p>Este trabajo se lo realiza deslizando el rodillo haciendo presión sobre la superficie donde se encuentra colocado la fibra y el Coremat</p>	<p>Rodillos para fibra de vidrio</p>	<p>Demora en la ejecución Dolor de espalda al realizar la actividad.</p>

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

3.5.4. Diseño de la propuesta de trabajo

Para establecer la propuesta del nuevo método de trabajo se tomó en cuenta los siguientes pasos en relación al análisis realizado previamente, a continuación, se describe cada una de las actividades que se seleccionó para el estudio:

Pasar la cera y sacar brillo: Se pasó del método de pulido con guaipe a máquina pulidora y disco de lana para pulir los moldes. Esta máquina tiene un peso de 2,4 kg, 1200 vatios y una velocidad de 11000 rpm, para realizar esta actividad se presenta en la Tabla 3-27, 3-28, las características técnicas principales de los equipos.

Tabla 3-27: Especificaciones técnicas de la amoladora de 5 in.

Equipo	Marca	Watts	R.P.M	kg	Cantidad	Costo
Amoladora de 5 in	DEWALT	1200	11000	2,4	1	\$ 84,19

Fuente: (Pintulac, 2021) p. 1

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Tabla 3-28: Especificaciones técnicas del disco de lana.

Herramienta	Marca	Costo por unidad	Cantidad	Costo total
Disco de lana	INCCO	\$ 8,21	5	\$ 51,50

Fuente: (Mercado Libre, 2023) p. 1

Realizado por: Tene Héctor, 2024.



Ilustración 3-19: Guaipe utilizado actualmente en el Área de pasar cera y sacar brillo.

Realizado por: Tene Héctor, 2024.



Ilustración 3-20: Máquina pulidora propuesta en el nuevo Método de trabajo

Fuente: (Mercado Libre, 2023)

Cortar la fibra y el Coremat: Se implementó una mesa con sistema eficiente en sustitución de la superficie que se utilizaba para el trabajo. Esto permite que la fibra se enrolle y desenrolle más fácil, lo que posibilita a medir y cortar la fibra de manera más rápida, mientras que el Coremat es medido y cortado sobre la mesa, misma que no es colocado en el desenrollado. La mesa mide 3 m x 1.5 x 0.8 m y está realizada con tubo cuadrado galvanizado de 5x5 cm y 2 mm de espesor, misma que tiene un tablero como base de 1.5x3 m y 2 cm de espesor. A los lados de la mesa lleva dos soportes, donde se colocan dos rodamientos de 47 mm de diámetro externo, diámetro interno de 17 mm y un espesor de 14 mm, estos rodamientos soportan cargas de 1458 kg, rodamientos suficientes para soportar el peso de la fibra de vidrio.



Ilustración 3-21: Mesa utilizada actualmente en el área de corte.

Realizado por: Tene Héctor, 2024.



Ilustración 3-22: Mesa propuesta en el nuevo método de trabajo.

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Tabla 3-29: Especificaciones técnicas para la construcción de la mesa de corte.

Material	Cantidad	Costo x Unidad	Costo total	Mano de obra	Costo de la mesa para el método propuesto
Tubo cuadrado galvanizado de 5x5 cm y 2 mm de espesor	3	\$ 30,73	\$ 92.19	\$ 0,00	
Rodamientos 6303-2RSH	2	\$ 4	\$ 8		
Varilla lisa de 2,30 m	1	\$ 7,50	\$ 7,50		
Pintura verde	1lt	\$ 4,50	\$ 4,50		
Tablero 1.5x3m y 2 cm	1	\$ 45,09	\$ 45,09		
Suelda Kisol	1/2 f	\$ 8	\$ 8		
Total:			\$ 165,28		

Fuente: (SKF, 2019) p. 272

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Pintar el molde: Esta actividad garantiza que la resina se adhiera al molde, esto aligera el proceso y minimiza los tiempos de producción, para realizar el pintado del molde se utilizó un compresor. Las especificaciones técnicas de la máquina se muestran en la Tabla 3-30.

Tabla 3-30: Especificaciones técnicas del compresor ZM-7001.

Equipo	Marca	Watts	Peso del Artículo en kg	Potencia máxima	Capacidad	Costo
Compresor de aire directo	DOGOTULS	1200	26	2 CF	25 lt	\$129,95

Fuente: (Amazon, 2023) p1

Realizado por: Tene Héctor, 2024.



Ilustración 3-23: Actividad de pintado actual.

Realizado por: Tene Héctor, 2024.



Ilustración 3-24: Compresor propuesto para pintar el molde.

Fuente: (Fisalis, 2020) p. 7

Pasar el rodillo sobre la superficie del molde: Para condensar la fibra y la resina, los operadores pasan el rodillo sobre la superficie del molde. Sin embargo, se utilizó un rodillo de fibra de vidrio más grande para minimizar los tiempos de producción y hacer el proceso más eficiente. Las dimensiones del rodillo GENERIC son 2,54 cm diámetro por 18 cm de largo, también se presenta en la Tabla 3-31, las especificaciones técnicas del rodillo.

Tabla 3-31: Especificaciones técnicas del rodillo de fibra de vidrio

Herramienta	Modelo	Material del mango	Dimensiones del producto	Cantidad	Costo por unidad	Costo total
Rodillo de fibra de vidrio	GENERIC	Aluminio	2,54 cm x 18 cm	2	\$ 97,314	\$ 194,628

Fuente: (Mercado, 2023) p. 1

Realizado por: Tene Héctor, 2024.



Ilustración 3-25: Rodillos de fibra de vidrio utilizados actualmente.

Realizado por: Tene Héctor, 2024.



Ilustración 3-26: Rodillo de fibra de vidrio propuesto para compactar la fibra con la resina en el molde.

Fuente: (Mercado, 2023)

3.5.5. *Evaluar y definir el nuevo método de trabajo*

Tomando en cuenta la eliminación, reducción y cambios planteados por el nuevo método de trabajo, su implementación tuvo que ser evaluado, con el fin de lograr resultados comparables entre el método actual y el método propuesto, y así poder definir y aceptar para lograr mejoras en bienestar de la empresa.

3.5.5.1. *Método del trabajo propuesto*

Las actividades para realizar en el método propuesto se especifican en el diagrama de la Tabla 3-32, de procesos de la parte delantera del techo:

Tabla 3-32: Diagrama de procesos del método propuesto de la parte delantera del techo.

DIAGRAMA DE PROCESOS									
Datos Generales			Actividades		EMPRESA: Car - Buss Yaulema				
Diagrama No:	1		Operación 						
Empresa	Car - Buss Yaulema		Transporte 						
Departamento	Producción		Inspección 						
Proceso	Elaboración de la parte delantera del techo con fibra de vidrio		Demora 						
Operarios	Operario 1: sra. Fanni Operario 2: Sr. Hernán Tigsi		Almacenaje 						
Elaborado por:	Héctor Tene		Combinada 						
Aprobado por:	Sr. Victor Yaulema								
Observaciones:									
Distancia (m)	Tiempo (min)	N°	ACTIVIDADES				DESCRIPCIÓN DEL PROCESO		
11	0,138	1							Trasladar los materiales y herramientas al molde de la parte delantera para pasar la cera y sacar brillo.
4	25,56	1							Pasar la cera y sacar brillo
10	0,12	2							Trasladar los materiales y herramientas al molde de la parte delantera para pintarlo.
0	10,95	2							Preparar la pintura
0	1,56	3							Preparar el compresor
4	12,25	4							Pintar el molde
2	3,15								Preparar la fibra y el coremat para ser cortada
20	58,65	5							Corte de la fibra y el coremat.
4	0,33	3							Trasladar los rodillos hacia el molde delantero.
2	30,25	6							Pasar el rodillo sobre la superficie del molde delantero.
Cuadro de resumen en la construcción de la parte delantera del techo.									
Resumen									
Actividad	Símbolo	Distan	Tiempo	cantidad					
Operación		32	142,37	7					
Transporte		25	0,588	3					
Demora		0	0	0					
Inspección		0	0	0					
Almacenaje		0	0	0					
Combinada		0	0	0					
Total:	2	57	142,958	10					

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Las actividades para realizar en el método propuesto se especifican en el diagrama de procesos, así como muestra la Tabla 3-33:

Tabla 3-33: Diagrama de procesos del método propuesto de la parte del medio del techo.

DIAGRAMA DE PROCESOS									
Datos Generales					Actividades			EMPRESA: Car - Buss Yaulema	
Diagrama No:	2				Operación				
Empresa	Car - Buss Yaulema				Transporte				
Departamento	Producción				Inspección				
Proceso	Elaboración de la parte del medio del techo con fibra				Demora				
Operarios	Operario 1: sra. Fanni Operario 2: Sr. Hernán Tigi				Almacenaje				
Elaborado por:	Héctor Tene				Combinada				
Aprobado por:	Sr. Victor Yaulema								
Observaciones:									
Distancia (m)	Tiempo (min)	Nº	ACTIVIDADES						DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
25	0,91	1	○	→	□	D	▽	◻	Trasladar los materiales y herramientas para realizar la limpieza al molde del medio.
4	180,15	1	●	→	□	D	▽	◻	Limpiar el molde
13	0,42	2	○	→	□	D	▽	◻	Trasladar los materiales y herramientas al molde del medio para poner cera y sacar brillo.
4	110,87	2	●	→	□	D	▽	◻	Poner cera y sacar brillo al molde
2	3,05	3	●	→	□	D	▽	◻	Preparar la fibra y el coremat para ser cortada
2	75,35	4	●	→	□	D	▽	◻	Corte de la fibra y el coremat.
24	0,5	3	○	→	□	D	▽	◻	Trasladar los rodillos hacia el molde del medio.
4	90,78	5	●	→	□	D	▽	◻	Pasar el rodillo sobre la superficie del molde del medio.

Cuadro de resumen en la construcción de la parte del medio del techo.

Resumen				
Actividad	Simbolo	Distancia (m)	Tiempo (min)	cantidad Actividades
Operación	●	16	460,2	5
Transporte	→	62	1,83	3
Demora	D	0	0	0
Inspección	■	0	0	0
Almacenaje	▽	0	0	0
Combinada	◻	0	0	0
Total:	2	78	462,03	8

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Las actividades para realizar en el método propuesto la parte posterior del techo se especifican en el diagrama que se muestra en la Tabla 3-34:

Tabla 3-34: Diagrama de procesos del método propuesto de la parte posterior del techo.

DIAGRAMA DE PROCESOS									
Datos Generales			Actividades		EMPRESA: Car - Buss Yaulema				
Diagrama No:	3		Operación 						
Empresa	Car - Buss Yaulema		Transporte 						
Departamento	Producción		Inspección 						
Proceso	Elaboración de la parte posterior del techo con fibra de vidrio		Demora 						
Operarios	Operario 1: sra. Fanni Operario 2: Sr. Hernán Tigi		Almacenaje 						
Elaborado por:	Héctor Tene		Combinada 						
Aprobado por:	Sr. Victor Yaulema								
Observaciones:									
Distancia (m)	Tiempo (min)	N°	ACTIVIDADES				DESCRIPCIÓN DEL PROCESO		
11	0,138	1							Trasladar los materiales y herramientas al molde posterior para pasar la cera y sacar brillo.
4	45,98	1							Pasar la cera y sacar brillo
10	0,12	2							Trasladar los materiales y herramientas al molde posterior para pintarlo.
0	11,35	2							Preparar la pintura
0	1,95	3							Preparar el compresor
4	20,2	4							Pintar el molde posterior
2	3,15	5							Preparar la fibra y el coremat para ser cortada
2	60,15	6							Corte de la fibra y el coremat.
4	0,41	3							Trasladar los rodillos hacia el molde posterior.
2	42,26	7							Pasar el rodillo sobre la superficie del molde posterior.
Cuadro de resumen en la construcción de la parte posterior del techo.									
Resumen									
Actividad	Símbolo	Distancia	Tiempo (min)	cantidad Actividad					
Operación		14	185,04	7					
Transporte		25	0,668	3					
Demora		0	0	0					
Inspección		0	0	0					
Almacenaje		0	0	0					
Combinada		0	0	0					
Total:	2	39	185,708	10					

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

3.5.5.2. Evaluación de la propuesta de mejora

Para evaluar los resultados que proporciona el método de trabajo propuesto, se elaboró un nuevo estudio de tiempos, empleando la técnica del cronometraje.

Señalando que por condiciones de trabajo a presión que se maneja en la empresa los operadores realizan las tareas de manera diferente como lo realizan habitualmente, lo que produce resultados inexactos, es necesario evaluar a los operadores de una manera que garantice que no se sientan bajo presión.

Tabla 3-35: Descripción de las actividades aplicando el método de trabajo propuesto de la parte delantera del techo.

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES			
DEPARTAMENTO: Producción		Estudio No 1 Hoja No 1	
OPERACIÓN: Producción		Comienzo: Término:	
EQUIPOS: Amoladora, Compresor.		OPERARIOS: Operario 1 Operario 2	
Herramientas: Rodillo y Mesa		Observado por: Héctor Tene	
PRODUCTO/PIEZA: Parte delantera del techo.		Fecha: Enero 2024 Aprobado por: Sr. Víctor Yaulema	
No	Actividad	Descripción	Observaciones
1	Trasladar los materiales y herramientas para pasar la cera y sacar brillo.	Se traslada la cera y guaipe hacia el molde.	Al momento de hacer la actividad, un operario traslada los materiales y herramientas.
2	Pasar la cera y sacar brillo	Primero se flotar la cera, y al mismo tiempo se pasa guaipe para sacar brillo.	
3	Trasladar los materiales y herramientas para pintar el molde.	Se traslada la pintura preparada, rodillo de felpa y brochas.	Al momento de hacer la actividad, un operario traslada los materiales y herramientas.
4	Preparar de la pintura	El operario mezcla la pintura con tiñer hasta obtener una consistencia homogénea	Esta actividad la realiza una persona.
5	Preparar el compresor.	El operario conecta el compresor, luego conecta la manguera juntamente con la cafetera.	Esta actividad la realiza una persona.
6	Pintar el molde de la parte delantera		Los dos operarios realizan la actividad.
7	Preparar la fibra y el Coremat, para cortarla.	Primeramente, se mide la fibra y Coremat requerido para luego ser cortada.	Esta actividad la realiza una persona.
8	Cortar la fibra y el Coremat.		El corte se lo realiza con un estilete.
9	Trasladar los rodillos de fibra de vidrio al molde.	Este rodillo es limpiado antes de ser llevados al molde.	Esta actividad la realiza un operario
10	Pasar los rodillos sobre la fibra y el Coremat.		Esta actividad la realizaron dos operarios.

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Tabla 3-36: Descripción de las actividades aplicando el método de trabajo propuesto de la parte del medio del techo.

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES			
DEPARTAMENTO: Producción		Estudio No 2 Hoja No 2	
OPERACIÓN: Producción		Comienzo: Término:	
EQUIPOS: Amoladora, Compresor.		OPERARIOS: Operario 1 Operario 2	
Herramientas: Rodillo y Mesa		Observado por: Héctor Tene	
PRODUCTO/PIEZA: Parte del medio del techo.		Fecha: Enero 2024 Aprobado por: Sr. Víctor Yaulema	
No	Actividad	Descripción	Observaciones
1	Trasladar los materiales y herramientas para realizar la limpieza al molde del medio.	Se traslada la lija, brochas y guaípe hacia el molde.	La actividad lo realiza un operario.
2	Limpiar el molde del medio del techo.		Esta actividad la realizan dos operarios.
3	Transportar los materiales y herramientas al molde del medio para poner cera y sacar brillo.	Se traslada la cera y guaípe hacia el molde.	Al momento de hacer la actividad, un operario traslada los materiales y herramientas.
4	Poner cera y sacar brillo al molde	Primero se flotar la cera, y al mismo tiempo se pasa guaípe para sacar brillo.	Esta actividad la realizan dos operarios.
5	Preparar la fibra y el Coremat, para cortarla.	Primeramente, se mide la fibra y Coremat requerido para luego ser cortada.	Esta actividad la realiza una persona.
6	Cortar la fibra y el Coremat.		El corte se lo realiza con un estilete.
7	Trasladar los rodillos de fibra de vidrio al molde.	Este rodillo es limpiado antes de ser llevados al molde.	Esta actividad la realiza un operario
8	Pasar los rodillos sobre la fibra y el Coremat.		Esta actividad la realizaron dos operarios.

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Tabla 3-37: Descripción de las actividades aplicando el método de trabajo propuesto de la parte posterior del techo

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES			
DEPARTAMENTO: Producción		Estudio No 3 Hoja No 3	
OPERACIÓN: Producción		Comienzo: Término:	
EQUIPOS: Amoladora, Compresor.		OPERARIOS: Operario 1 Operario 2	
Herramientas: Rodillo y Mesa		Observado por: Héctor Tene	
PRODUCTO/PIEZA: Parte posterior del techo.		Fecha: Enero 2024 Aprobado por: Sr. Víctor Yaulema	
No	Actividad	Descripción	Observaciones
1	Trasladar de los materiales y herramientas para pasar la cera y sacar brillo.	Se traslada la cera y guaipe hacia el molde.	Al momento de hacer la actividad, un operario traslada los materiales y herramientas.
2	Pasar la cera y sacar brillo	Primero se flotar la cera, y al mismo tiempo se pasa guaipe para sacar brillo.	
3	Trasladar los materiales y herramientas para pintar el molde.	Se traslada la pintura preparada, rodillo de felpa y brochas.	Al momento de hacer la actividad, un operario traslada los materiales y herramientas.
4	Preparar la pintura	El operario mezcla la pintura con tñer hasta obtener una consistencia homogénea	Esta actividad la realiza una persona.
5	Preparar del compresor.	El operario conecta el compresor, luego conecta la manguera juntamente con la cafetera.	Esta actividad la realiza una persona.
6	Pintar el molde posterior		Los dos operarios realizan la actividad.
7	Preparar la fibra y el Coremat, para cortarla.	Primeramente, se mide la fibra y Coremat requerido para luego ser cortada.	Esta actividad la realiza una persona.
8	Cortar la fibra y el Coremat.		El corte se lo realiza con un estilete.
9	Trasladar de los rodillos de fibra de vidrio al molde.	Este rodillo es limpiado antes de ser llevados al molde.	La actividad la realiza un operario
10	Pasar los rodillos sobre la fibra y el Coremat.		Esta actividad la realizaron dos operarios.

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

3.5.5.3. Adiestrar a los operarios para la aplicación del nuevo método de trabajo

Se puede apreciar en la Tabla 3-28, la calificación del operario en el proceso de producción, para empezar a cronometrar los tiempos en cada una de las actividades y evaluar el desempeño de los

operarios en la elaboración de las partes del techo, mediante el sistema Westinghouse con el propósito de obtener la calificación de un operario más hábil y capacitado en cada actividad.

Tabla 3-38: Calificación del operario según el sistema Westinghouse.

REGISTRO DE CALIFICACIONES DE LOS OPERARIOS SEGÚN EL SISTEMA Westinghouse												
DEPARTAMENTO:		Producción					ESTUDIO No					
OPERACIÓN		Producción					HOJA No					
PRODUCTO:		Techo con fibra de vidrio					OBSERVADO POR : Héctor Tene					
							FECHA		5/1/2024			
ACTIVIDAD		OPERA RIO 1	FACTORES									TOTAL
No	DESCRIPCIÓN		HABILIDAD		ESFUERZO		CONDICIONES		CONSISTENCIA			
			CONDICIÓN	PUNTAUACIÓN	CONDICIÓN	PUNTAUACIÓN	CONDICIÓN	PUNTAUACIÓN	CONDICIÓN	PUNTAUACIÓN		
1	Trasladar los M Y H para pasar cera y sacar brillo.	1	Superior A2	0,13	Bueno C2	0,02	Aceptable	-0,03	Excelente B	0,03	1,15	
2	Pasar cera y sacar brillo	1	Excelente B1	0,11	Excelente B1	0,1	Pobre F	-0,07	Excelente B	0,03	1,17	
3	Trasladar los M y H para pintarlo.	1	Excelente B1	0,11	Excelente B1	0,02	Aceptable	-0,03	Excelente B	0,03	1,13	
4	preparar la pintura	1	Excelente B2	0,08	Bueno C1	0,05	Pobre F	-0,07	Excelente B	0,03	1,09	
5	Pintar el molde	1	Superior A2	0,13	Excelente B2	0,08	Excelente B	0,04	Buena C	0,01	1,26	
6	Preparar la fibra y el coremat para ser cortada	1	Excelente B1	0,03	Excesivo A1	0,13	Excelente B	0,04	Buena C	0,04	1,24	
7	Corte de la fibra y el coremat.	1	Bueno C1	0,06	Excelente B2	0,08	Excelente B	0,04	Buena C	0,01	1,19	
8	Trasladar los rodillos hacia el molde delantero.	1	Bueno C2	0,03	Bueno C2	0,02	Buena C	0,02	Excelente B	0,03	1,1	
9	Pasar el rodillo sobre la superficie del molde delantero.	1	Bueno C1	0,06	Excelente B1	0,1	Buena C	0,02	Excelente B	0,03	1,21	
											1,17	

REGISTRO DE CALIFICACIONES DE LOS OPERARIOS SEGÚN EL SISTEMA Westinghouse												
DEPARTAMENTO:		Producción					ESTUDIO No					
OPERACIÓN		Producción					HOJA No					
PRODUCTO:		Techo con fibra de vidrio					OBSERVADO POR : Héctor Tene					
							FECHA		5/1/2024			
ACTIVIDAD		OPERA RIO 2	FACTORES									TOTAL
No	DESCRIPCIÓN		HABILIDAD		ESFUERZO		CONDICIONES		CONSISTENCIA			
			CONDICIÓN	PUNTAUACIÓN	CONDICIÓN	PUNTAUACIÓN	CONDICIÓN	PUNTAUACIÓN	CONDICIÓN	PUNTAUACIÓN		
1	Trasladar los M Y H para pasar cera y sacar brillo.	1	Superior A2	0,13	Bueno C2	0,02	Aceptable	-0,03	Excelente B	0,03	1,15	
2	Pasar cera y sacar brillo	1	Superior A2	0,13	Excesivo A2	0,12	Pobre F	-0,07	Excelente B	0,03	1,21	
3	Trasladar los M y H para pintarlo.	1	Superior A2	0,13	Excelente B1	0,02	Aceptable E	-0,03	Excelente B	0,03	1,15	
4	preparar la pintura	1	Excelente B1	0,11	Excelente B1	0,1	Pobre F	-0,07	Excelente B	0,03	1,17	
5	Pintar el molde	1	Excelente B2	0,08	Excelente B2	0,08	Excelente B	0,04	Excelente B	0,03	1,23	
6	Preparar la fibra y el coremat para ser cortada	1	Excelente B1	0,11	Excesivo A1	0,13	Excelente B	0,04	Buena C	0,04	1,32	
7	Corte de la fibra y el coremat.	1	Superior A1	0,15	Excesivo A2	0,12	Buenas C	0,02	Perfecta A	0,04	1,33	
8	Trasladar los rodillos hacia el molde delantero.	1	Superior A2	0,13	Bueno C2	0,02	Buena C	0,02	Excelente B	0,03	1,2	
9	Pasar el rodillo sobre la superficie del molde delantero.	1	Superior A1	0,15	Excesivo A1	0,13	Aceptable E	-0,03	Excelente B	0,03	1,28	
											1,23	

Realizado por: Tene H., 2024

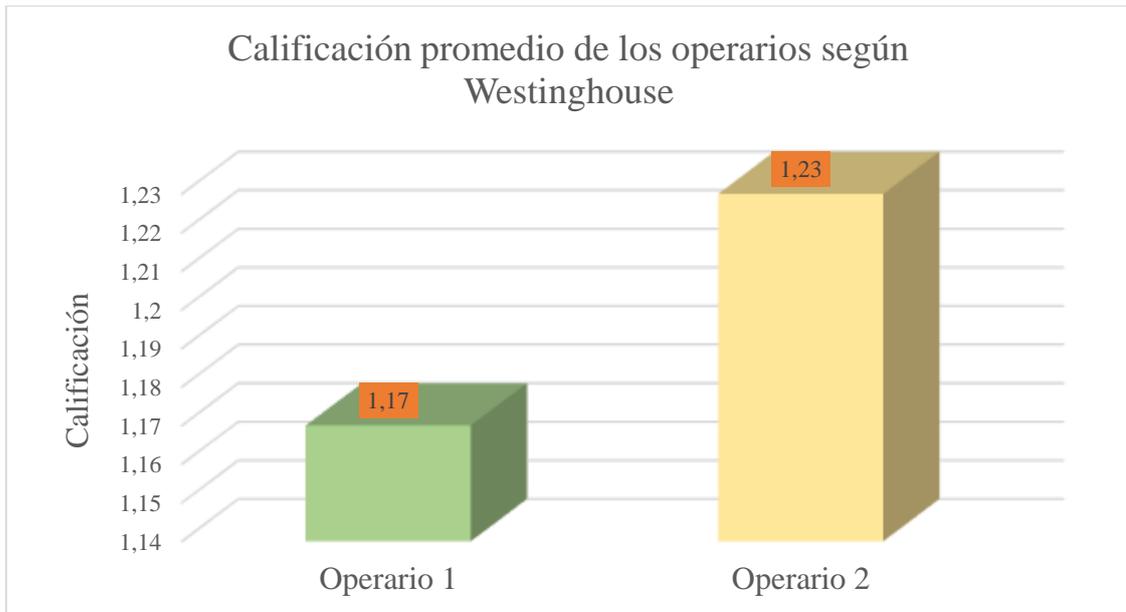


Ilustración 3-27: Calificación promedio de los operarios, según Westinghouse.

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Se puede observar en la Ilustración 3-27, que la calificación del operario 2 es de un 5% mayor que del operario 1. Para comprobar si el número de observaciones del método propuesto realizado fue correcto se procedió a calcular el tamaño de la muestra en base a los datos registrados.

Tamaño de la muestra

Para el cálculo del número de observaciones correcto en el método propuesto, se aplicó la ecuación:

$$N = \left(\frac{k \cdot \sigma}{e \cdot \bar{x}} \right)^2 + 1 \quad (9)$$

Donde:

N = número de observaciones recomendadas a registrar en el cronómetro.

K = coeficiente de riesgo (k=1 para riesgo de error e = 32%, k= 2 para riesgo de error e=5%, k=3 para riesgo de error e=0,3%). Este error debe ser expresado de forma decimal.

σ = desviación típica

\bar{x} = media aritmética de los tiempos cronometraje

e = error expresado en forma decimal

Tabla 3-39: Cálculo del número de observaciones del ciclo de trabajo en el método propuesto de la parte delantera del techo.

i	X	\bar{X}	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$	σ		N
1	205,85	212,95	-7,10	50,36	11,05	K = 2	5,308
2	215,14		2,19	4,82			
3	200,39		-12,56	157,74			
4	229,59		16,64	276,84			
5	204,81		-8,14	66,28			
6	231,55		18,61	346,19			
7	205,30		-7,64	58,39			
8	222,65		9,71	94,23			
9	200,11		-12,84	164,88			
10	214,08		1,13	1,28			
			$\Sigma =$	1221,02			

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

En la Tabla 3-39, se observa que el número calculado es de $5,308 = 5$ y las realizadas fueron 10, por lo que se concluye que el número de observaciones es correcto.

Tabla 3-40: Cálculo del número de observaciones del ciclo de trabajo en el método propuesto de la parte del medio del techo.

i	X	\bar{X}	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$	σ		N
1	621,46	629,35	-7,89	62,28	7,22	K = 2	1,21
2	630,89		1,54	2,37			
3	617,43		-11,92	142,13			
4	687,00		57,65	3323,29			
5	611,82		-17,53	307,37			
6	628,30		-1,05	1,11			
7	607,00		-22,35	499,61			
8	636,56		7,21	51,96			
9	606,49		-22,86	522,67			
10	646,57		17,22	296,46			
			$\Sigma =$	5209,25			

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Se observa en la Tabla 3-40, que el número calculado es de $1,21 = 1$ y las realizadas fueron 10, por lo que se concluye que el número de observaciones es correcto.

Tabla 3-41: Cálculo del número de observaciones del ciclo de trabajo en el método propuesto de la parte posterior del techo

i	X	\bar{X}	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$	σ		N
1	261,21	268,86	-7,64	58,44	10,77	K = 2	3,56
2	275,36		6,50	42,28			
3	259,35		-9,51	90,41			
4	281,34		12,48	155,74			
5	254,06		-14,80	218,98			
6	282,20		13,34	178,01			
7	262,64		-6,22	38,65			
8	282,78		13,92	193,82			
9	256,13		-12,72	161,88			
10	273,50		4,65	21,58			
			$\Sigma =$	1159,80			

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Se observa en la Tabla 3-41, que el número calculado es de $3,56 = 4$ y las realizadas fueron 10, por lo que se concluye que el número de observaciones es correcto.

En la Tabla 3-44, se muestra los tiempos básicos (T. B) alcanzados en cada ciclo y al final el tiempo básico promedio aplicando al método propuesto

Tabla 3-42: Registro de tiempos por actividad del método propuesto de la parte delantera del techo.

Registro de tiempos por ciclo																
Departamento: Producción		Estudio N° 1														
Operación: Producción		Hoja N° 1														
Producto: Parte delantera del techo		Observado por: Héctor Tene														
		Fecha: Diciembre 2023														
No	Actividades	Tiempos observados en min de la parte delantera del techo												TT (min)	N°	T.B (min)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	Trasladar las herramientas para limpiar el molde de la parte delantera.	0,13	0,14	0,11	0,15	0,12	0,17	0,1	0,14	0,15	0,17	1,38	10	0,138		
2	Limpiar el molde	12,55	13,20	11,865	15,19	14,3	15,375	12,69	13,3856	11,2944	12,5903	132,44	10	13,244		
3	Trasladar los materiales y herramientas para pasar la cera y sacar brillo.	0,1	0,12	0,11	0,14	0,12	0,09	0,13	0,1	0,14	0,15	1,2	10	0,12		
4	Se pasa la cera y se saca brillo	25,56	23,28	24,33	26,14	25,15	24,07	22,98	27,11	24,88	26,33	249,83	10	24,983		
5	Trasladar el material y las herramientas para pintar el molde.	0,33	0,35	0,36	0,32	0,3	0,31	0,34	0,335	0,37	0,36	3,375	10	0,3375		
6	Se coloca pintura	24,76	24,19	23,42	24,34	22,03	25,09	25,38	21,67	26,03	23,54	240,45	10	24,045		
7	Corte de la fibra y el coremat	61,8	60,04	59,33	61,44	59,39	63,11	61,13	62,52	59,53	60,78	609,07	10	60,907		
8	Preparación de la resina	11,94	13,59	12,255	15,58	14,69	15,765	13,08	13,775	11,68	12,9759	135,331	10	13,5331		
9	Trasladar los materiales y herramientas para pasar la resina y colocar la fibra	0,57	0,55	1	0,56	0,59	1,05	0,58	1,03	0,57	1,01	7,51	10	0,751		
10	Primera pasada de resina en el molde	1,27	1,92	1,252	2,0832	1,1932	2,2682	1,49	2,185	1,1394	1,7873	16,5883	10	1,65883		
11	Poner la primera capa de fibra de vidrio en el molde	0,89	1,54	0,872	1,7032	0,8132	1,8882	1,107	1,802	0,7564	1,4043	12,7763	10	1,27763		
12	Segunda pasada de resina en el molde	3,14	4,79	3,455	4,2862	3,3962	4,4712	3,1287	3,8237	2,7781	3,426	36,6951	10	3,66951		
13	Colocar la segunda capa de fibra de vidrio en el molde	1,15	2,8	1,465	2,2962	1,4062	2,4812	1,1387	1,8337	1,3109	1,9588	17,8407	10	1,78407		
14	Tercera pasada de resina en el molde	2,85	3,5	2,565	3,3962	2,5062	3,5812	2,2387	2,9337	2,4109	3,0588	29,0407	10	2,90407		
15	Introducir la tercera capa de fibra de vidrio en el molde	0,98	1,63	0,962	1,7932	0,9032	1,9782	1,307	2,0026	0,957	1,6049	14,1181	10	1,41181		
16	Cuarta pasada de resina en el molde	2,89	3,54	2,505	3,3362	2,4462	3,5212	2,85	3,5456	2,5	3,1479	30,2821	10	3,02821		
17	Depositar la cuarta capa de fibra de vidrio en el molde	1,088	1,738	1,07	1,9012	1,0112	2,0862	1,415	2,1106	1,065	1,7129	15,1981	10	1,51981		
18	Quinta pasada de resina en el molde	2,85	3,5	2,665	3,4962	2,6062	3,6812	3,01	3,7056	2,66	3,3079	31,4821	10	3,14821		
19	Pasar el rodillo	4,83	5,48	4,645	6,3075	5,1175	6,1925	4,85	5,5456	4,55	4,1979	51,716	10	5,1716		
20	Colocar fibra a los lados del molde	0,92	1,57	0,902	1,7332	0,8432	1,3807	1,0095	1,7051	0,955	1,6029	12,6216	10	1,26216		
21	Colocar resina a los lados del molde	2,53	3,18	2,512	4,1745	3,3845	3,922	2,5795	3,2751	2,2239	2,8718	30,6533	10	3,06533		
22	Poner el coremat	0,35	1	0,432	1,2632	0,4732	1,0107	0,5395	1,2351	1,2895	0,6525	8,2457	10	0,82457		
23	Sexta pasada de resina en el molde	1,038	1,688	1,02	1,8512	0,9612	1,4987	0,8275	1,5231	1,003	1,1509	12,5616	10	1,25616		
24	Situación la sexta capa de fibra de vidrio en el molde	0,77	1,42	0,752	1,5832	0,6932	1,2307	0,8595	1,5551	0,6323	0,7802	10,2762	10	1,02762		
25	Septima pasada de resina en el molde	3,915	4,565	3,897	5,5595	4,6695	5,207	3,8645	4,5601	3,5145	4,1624	43,9145	10	4,39145		
26	Preparar la resina	1,55	2,28	1,612	2,4532	1,7632	2,3007	1,6295	2,3251	1,2795	1,9274	19,1206	10	1,91206		
27	Situación la septima capa de fibra de vidrio en el molde	0,908	1,568	0,9	1,7512	0,8612	1,3987	0,7275	1,4231	0,9003	0,975	11,413	10	1,1413		
28	Octava pasada de resina en el molde	3,611	2,252	2,584	4,2465	3,3565	3,894	3,2228	3,9184	3,3956	4,0435	34,5243	10	3,45243		
29	Pasar los rodillos sobre las capas de fibra de vidrio y coremat	30,58	29,72	31,54	30,51	29,71	32,53	31,1	31,58	30,14	32,4	309,81	10	30,981		
TOTAL		205,85	215	200,387	229,585	204,805	231,553	205,305	222,654	200,11	214,08	2129,46		212,95		
		Tiempo en horas para realizar 10 unidades de la parte delantera del techo												35,49		
		Tiempo en horas para realizar una unidad de la parte delantera del techo												3,55		

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Tabla 3-43: Registro de tiempos por actividad del método propuesto de la parte del medio del techo.

Registro de tiempos por ciclo															
Departamento: Producción		Estudio N° 2													
Operación: Producción		Hoja N° 2													
Producto: parte del medio del techo		Observado por: Héctor Tene													
		Fecha: Diciembre 2023													
No	Actividades	Tiempos observados en min de la parte del medio del techo.													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Nº	T.B (min)	
1	Trasladar las herramientas para limpiar el molde del medio	0,91	0,9	0,96	1,06	1,02	1,32	0,97	0,99	1,2	0,92	10,25	10	1,025	
2	Limpiar el molde	110,15	100,85	105,98	115,45	110,36	100,25	108,46	109,91	103,42	115,15	1079,98	10	107,998	
3	Trasladar los materiales y herramientas para pasar la cera y sacar brillo.	0,42	0,4	0,39	0,41	0,35	0,38	0,34	0,52	0,45	0,51	4,17	10	0,417	
4	Se pasa la cera y se saca brillo	110,87	105,66	115,64	120,44	110,43	114,91	109,61	112,34	111,26	117,27	1128,43	10	112,843	
5	Trasladar el material y las herramientas para pintar el molde.	0,22	0,23	0,22	0,21	0,2	0,25	0,24	0,22	0,23	0,21	2,23	10	0,223	
6	Se coloca pintura	30,5	29,55	28,95	31,85	30,67	31,52	29,95	29,88	31,215	30,76	304,845	10	30,4845	
7	Corte de la fibra y el coremat	78,4	79,34	80,45	78,58	79,33	77,88	78,77	78,74	79,65	82,6	793,74	10	79,374	
8	Preparación de la resina	47,75	49,43	48,19	51,515	45,965	48,115	45,43	48,2125	46,1213	47,4196	478,148	10	47,81484	
9	Trasladar los materiales y herramientas para pasar la resina y colocar la fibra.	0,91	1	1,05	0,89	1,56	1,35	1,25	0,95	0,98	1,15	11,09	10	1,109	
10	Primera pasada de resina en el molde	4,66	5,31	3,975	7,3	4,25	5,325	3,9825	5,3737	4,3281	5,624	50,1283	10	5,01283	
11	Poner la primera capa de fibra de vidrio en el molde	3,56	4,51	3,175	5,5	3,725	4,8	3,4575	4,8487	3,8031	5,099	42,4783	10	4,24783	
12	Segunda pasada de resina en el molde	13,12	14,77	12,44	15,765	12,215	13,29	11,9475	13,3387	11,2931	12,589	130,768	10	13,07683	
13	Colocar la segunda capa de fibra de vidrio en el molde	4,36	5,01	3,675	7,01	3,95	5,025	4,35375	5,74495	4,69935	5,99525	49,8233	10	4,98233	
14	Tercera pasada de resina en el molde	11,025	12,675	10,35	13,675	10,125	11,2	10,5288	11,92	10,8744	12,1703	114,543	10	11,45435	
15	Introducir la tercera capa de fibra de vidrio en el molde	3,9	4,55	3,215	6,54	2,99	4,065	3,39375	4,78495	3,73935	4,38725	41,5653	10	4,15653	
16	Cuarta pasada de resina en el molde	11,625	13,275	10,94	14,265	10,715	11,79	10,4475	11,8387	10,7931	11,441	117,13	10	11,71303	
17	Depositar la cuarta capa de fibra de vidrio en el molde	4,35	5,21	3,875	7,2	3,98	5,055	4,38375	4,77495	3,72935	4,37725	46,9353	10	4,69353	
18	Quinta pasada de resina en el molde	11,025	13,565	12,23	14,555	10,556	11,631	10,2885	11,6797	10,6341	11,93	118,094	10	11,80943	
19	Pasar el rodillo	19,295	20,945	18,61	21,935	18,385	19,46	18,1175	19,5087	17,4631	18,759	192,478	10	19,24783	
20	Colocar fibra a los lados del molde	3,8	4,55	3,215	5,535	3,76	4,835	3,4925	4,1881	3,1425	4,4384	40,9565	10	4,09565	
21	Colocar resina a los lados del molde	10,65	11,53	10,195	13,52	10,745	11,82	10,4775	11,1731	9,1275	10,4234	109,662	10	10,96615	
22	Poner el coremat	1,395	2,045	1,17	2,8325	1,0575	1,595	0,9238	1,6194	1,0966	1,7445	15,4793	10	1,54793	
23	Sexta pasada de resina en el molde	4,15	5,86	3,925	7,25	3,97	4,5075	3,8363	4,5319	4,0091	4,657	46,6968	10	4,66968	
24	Situar la sexta capa de fibra de vidrio en el molde	3,08	4,13	2,795	4,9575	3,1825	3,72	3,0488	4,44008	3,918	4,5659	37,8378	10	3,783778	
25	Septima pasada de resina en el molde	15,7	17,35	16,015	18,6775	15,1275	15,665	14,3225	15,7137	14,6681	15,316	158,555	10	15,85553	
26	Preparar la resina	6,28	7,05	5,715	7,3775	5,6025	6,14	5,4688	6,86	5,8144	6,4623	62,7705	10	6,27705	
27	Situar la septima capa de fibra de vidrio en el molde	3,63	4,28	2,955	4,6175	3,8425	4,38	3,7088	4,4044	3,3588	4,0067	39,1837	10	3,91837	
28	Octava pasada de resina en el molde	14,445	15,095	13,76	17,085	13,535	14,61	13,9388	15,33	14,2844	14,9323	147,016	10	14,70155	
29	Pasar los rodillos sobre las capas de fibra de vidrio y coremat	91,28	91,82	93,37	91	90,22	93,41	91,86	92,72	91,19	91,66	918,53	10	91,853	
TOTAL		621,46	630,89	617,43	687,003	611,819	628,299	606,999	636,556	606,493	646,568	6293,52		629,35	
													Tiempo en horas para realizar 10 unidades de la parte central del techo		104,89
													Tiempo en horas para realizar una unidad de la parte central del techo		10,49

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Tabla 3-44: Registro de tiempos por actividad del método propuesto de la parte posterior del techo.

Registro de tiempos por ciclo																
Departamento: Producción		Estudio N° 3														
Operación: Producción		Hoja N° 3														
Producto: Parte posterior del techo		Observado por: Héctor Tene														
		Fecha: Diciembre 2023														
No	Actividades	Tiempos observados en min de la parte posterior del techo												T.T (min)	N°	T.B (min)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	Trasladar las herramientas para limpiar el molde posterior	0,125	0,135	0,14	0,12	0,11	0,13	0,1	0,4	0,13	0,14	1,53	10	0,153		
2	Limpiar el molde	25,23	25,08	23,745	27,07	24,52	26,67	23,985	27,7675	23,585	24,8809	252,533	10	25,2533		
3	Trasladar los materiales y herramientas para pasar la cera y sacar brillo.	0,138	0,125	0,142	0,148	0,15	0,12	0,11	0,134	0,142	0,105	1,314	10	0,1314		
4	Se pasa la cera y se saca brillo	45,98	44,87	44,95	46,46	47,25	46,05	45,56	44,55	43,75	46,86	456,28	10	45,628		
5	Trasladar el material y las herramientas para pintar el molde.	0,2	0,21	0,25	0,24	0,3	0,28	0,23	0,22	0,2	0,25	2,38	10	0,238		
6	Se coloca pintura	33,5	32,84	36,29	34,97	31,83	36	33,93	33,12	36,06	34,27	342,81	10	34,281		
7	Corte de la fibra y el coremat	63,3	65,47	66,13	62,8	63,47	63,74	66,16	64,81	63,63	65,88	645,39	10	64,539		
8	Preparación de la resina	10,15	10,8	9,465	12,79	9,24	11,39	8,705	11,4875	9,3963	10,9881	104,412	10	10,4412		
9	Trasladar los materiales y herramientas para pasar la resina y colocar la fibra	0,57	0,65	0,85	0,75	0,55	0,88	0,9	0,95	0,87	0,78	7,75	10	0,775		
10	Primera pasada de resina en el molde	1,35	2,05	1,382	2,2132	1,3232	2,3982	1,727	2,4226	1,377	2,0249	18,2681	10	1,82681		
11	Poner la primera capa de fibra de vidrio en el molde	0,95	1,6	0,932	1,7632	0,8732	1,4107	0,8395	1,5351	1,0123	1,6602	12,5762	10	1,25762		
12	Segunda pasada de resina en el molde	3,95	4,6	3,265	4,0962	3,2032	4,2782	3,607	4,3026	3,257	4,5529	39,1121	10	3,91121		
13	Colocar la segunda capa de fibra de vidrio en el molde	1,56	2,21	1,542	2,3732	1,4834	2,0209	1,3497	2,0453	1,5225	2,1704	18,2774	10	1,82774		
14	Tercera pasada de resina en el molde	3,05	3,7	2,968	3,7991	2,9091	3,4466	2,7754	4,1667	3,1211	3,769	33,705	10	3,3705		
15	Poner la tercera capa de fibra de vidrio en el molde	1,08	1,73	1,062	1,8932	1,0023	1,5398	0,9686	1,6642	1,1414	1,7893	13,8708	10	1,38708		
16	Cuarta pasada de resina en el molde	2,65	3,3	2,632	3,463	2,573	3,1105	2,4393	3,1349	2,0893	2,7372	28,1292	10	2,81292		
17	Poner la cuarta capa de fibra de vidrio en el molde	1,23	1,88	1,122	1,9532	1,0632	1,6007	0,9295	2,3207	1,2751	1,923	15,2974	10	1,52974		
18	Quinta pasada de resina en el molde	2,43	3,08	2,312	3,1434	2,2534	4,4034	3,0609	4,4521	2,3609	3,0088	30,5049	10	3,05049		
19	Pasar el rodillo	3,89	4,54	3,278	4,1092	3,2192	5,3692	4,0267	5,4179	3,3267	3,9746	41,1515	10	4,11515		
20	Colocar fibra a los lados del molde	1,86	2,51	1,542	2,3732	1,4823	2,5573	1,2148	2,606	1,5604	2,2083	19,9143	10	1,99143		
21	Colocar resina a los lados del molde	3,15	3,8	3,132	3,9633	3,0733	4,1483	2,9558	4,347	3,3014	3,9493	35,8204	10	3,58204		
22	Poner el coremat	0,89	1,54	0,852	1,6832	0,7932	1,8682	1,197	1,8926	0,847	1,4949	13,0581	10	1,30581		
23	Sexta pasada de resina en el molde	1,13	1,78	1,012	1,8423	0,9823	2,0573	1,3861	2,0817	1,0361	1,684	14,9918	10	1,49918		
24	Poner la sexta capa de fibra de vidrio en el molde	0,99	1,64	0,892	1,3227	0,8827	1,9577	1,2865	1,9821	0,9365	1,5844	13,4746	10	1,34746		
25	Septima pasada de resina en el molde	2,66	3,31	2,426	3,2725	2,3825	3,4575	2,7863	3,4819	2,4363	3,0842	29,2972	10	2,92972		
26	Preparar la resina	1,86	2,51	1,442	2,2741	1,3841	2,4591	1,7879	2,4835	1,4379	2,0858	19,7244	10	1,97244		
27	Poner la septima capa de fibra de vidrio en el molde	0,85	1,5	0,832	1,3266	0,7566	1,8316	1,1604	1,856	0,8104	1,4583	12,3819	10	1,23819		
28	Octava pasada de resina en el molde	3,82	4,47	3,802	5,4645	3,6895	4,7645	3,422	4,1176	3,072	3,7199	40,342	10	4,0342		
29	Pasar los rodillos sobre las capas de fibra de vidrio y coremat	42,67	43,43	40,96	43,66	41,31	42,26	44,04	43,03	42,45	40,47	424,28	10	42,428		
TOTAL		261,213	275,36	259,349	281,3373	254,06	282,2	262,64	282,78	256,135	273,503	2688,58		268,858		
												Tiempo en horas para realizar 10 unidades de la parte posterior del techo		44,8096		
												Tiempo en horas para realizar una unidad de la parte posterior del techo		4,48096		

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Para analizar los hallazgos y alcanzar el tiempo normal o estándar del proceso, se determinó si los operadores habían agregado algún tiempo muerto durante el proceso de producción. Así lo confirmaron los operarios, quienes confirmaron que el proceso de producción fue productivo debido a exigencias del proyecto o solicitudes de trabajo en las que dos operarios trabajaban y toman sus descansos juntos. Debido a que el proceso productivo experimenta interrupciones al instante de realizar cada actividad, los tiempos básicos promedios se muestra en las Tablas 3-42, 3-43, y 3-44.

Tabla 3-45: Análisis de datos de tiempos obtenidos actuales de la parte delantera del techo.

ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS						
DEPARTAMENTO: Producción				Estudio N° 1		
OPERACIÓN: Producción				Hoja N° 1		
PRODUCTO: Parte delantero del techo				OBSERVADO POR: Tene Héctor		
FECHA: Diciembre 2023						
N°	Actividades	N.O	T.B (min)	SUP	T.S (min)	Observaciones
1	Trasladar las herramientas para limpiar el molde delantero	10	0,138	0	0,138	
2	Limpiar el molde	10	13,24403	0	13,24403	
3	Trasladar los materiales y herramientas para pasar la cera y sacar brillo.	10	0,12	0	0,12	
4	Se pasa la cera y se saca brillo	10	24,983	0	24,983	
5	Trasladar el material y las herramientas para pintar el molde.	10	0,3375	0	0,3375	
6	Se coloca pintura	10	24,045	0	24,045	
7	Corte de la fibra y el coremat	10	60,907	0	60,907	
8	Preparación de la resina	10	13,53309	0	13,53309	
9	Trasladar los materiales y herramientas para pasar la resina y colocar la fibra	10	0,751	0	0,751	
10	Primera pasada de resina en el molde	10	1,65883	0	1,65883	
11	Poner la primera capa de fibra de vidrio en el molde	10	1,27763	0	1,27763	
12	Segunda pasada de resina en el molde	10	3,66951	0	3,66951	
13	Colocar la segunda capa de fibra de vidrio en el molde	10	1,78407	0	1,78407	
14	Tercera pasada de resina en el molde	10	2,90407	0	2,90	
15	Introducir la tercera capa de fibra de vidrio en el molde	10	1,41181	0	1,41181	
16	Cuarta pasada de resina en el molde	10	3,02821	0	3,03	
17	Depositar la cuarta capa de fibra de vidrio en el molde	10	1,51981	0	1,51981	
18	Quinta pasada de resina en el molde	10	3,14821	0	3,148	
19	Pasar el rodillo	10	5,1716	0	5,172	
20	Colocar fibra a los lados del molde	10	1,26216	0	1,26216	
21	Colocar resina a los lados del molde	10	3,06533	0	3,06533	
22	Poner el coremat	10	0,82457	0	0,82	
23	Sexta pasada de resina en el molde	10	1,25616	0	1,25616	
24	Situar la sexta capa de fibra de vidrio en el molde	10	1,02762	0	1,02762	
25	Septima pasada de resina en el molde	10	4,39145	0	4,39145	
26	Preparar la resina	10	1,91206	0	1,91206	
27	Situar la septima capa de fibra de vidrio en el molde	10	1,1413	0	1,1413	
28	Octava pasada de resina en el molde	10	3,45243	0	3,45	
29	Pasar los rodillos sobre las capas de fibra de vidrio y coremat	10	30,981	0	30,981	
TOTAL					212,95	
Observaciones						
Interpretación: NO: Número de Observaciones T.B: Tiempo Basico SUP: Suplementos en Porcentaje TS: Tiempo Estándar						

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Aplicando el método de trabajo propuesto se tiene un tiempo total de producción de **212,95 min = 3 h 32 min 57 s**, con el método actual el tiempo de producción es de **289,81 min = 4 h 49 min 48,6 s**, comparando los dos métodos se comprueba que existe una reducción de **76,86 min = 1 h 16 min 51,6 s** es decir que el tiempo disminuye en un 26,52%.

Tabla 3-46: Análisis de datos de tiempos obtenidos actuales de la parte del medio del techo.

ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS						
DEPARTAMENTO: Producción				Estudio N° 2		
OPERACIÓN: Producción				Hoja N° 2		
PRODUCTO: Parte del medio del techo				OBSERVADO POR: Tene Héctor		
FECHA: Diciembre 2023						
N°	Actividades	N.o	T.B (min)	SUP	T.S (min)	Observaciones
1	Trasladar las herramientas para limpiar el molde del medio	10	1,025	0	1,025	
2	Limpiar el molde	10	107,998	0	107,998	
3	Trasladar los materiales y herramientas para pasar la cera y sacar brillo.	10	0,417	0	0,417	
4	Se pasa la cera y se saca brillo	10	112,843	0	112,843	
5	Trasladar el material y las herramientas para pintar el molde.	10	0,223	0	0,223	
6	Se coloca pintura	10	30,48	0	30,48	
7	Corte de la fibra y el coremat	10	79,374	0	79,374	
8	Preparación de la resina	10	47,81484	0	47,81484	
9	Trasladar los materiales y herramientas para pasar la resina y colocar la fibra	10	1,109	0	1,109	
10	Primera pasada de resina en el molde	10	5,01283	0	5,01283	
11	Poner la primera capa de fibra de vidrio en el molde	10	4,24783	0	4,24783	
12	Segunda pasada de resina en el molde	10	13,07683	0	13,07683	
13	Colocar la segunda capa de fibra de vidrio en el molde	10	4,98233	0	4,98233	
14	Tercera pasada de resina en el molde	10	11,454345	0	11,45	
15	Introducir la tercera capa de fibra de vidrio en el molde	10	4,15653	0	4,15653	
16	Cuarta pasada de resina en el molde	10	11,71303	0	11,71	
17	Depositar la cuarta capa de fibra de vidrio en el molde	10	4,69353	0	4,69353	
18	Quinta pasada de resina en el molde	10	11,80943	0	11,809	
19	Pasar el rodillo	10	19,24783	0	19,248	
20	Colocar fibra a los lados del molde	10	4,09565	0	4,09565	
21	Colocar resina a los lados del molde	10	10,96615	0	10,96615	
22	Poner el coremat	10	1,54793	0	1,55	
23	Sexta pasada de resina en el molde	10	4,66968	0	4,66968	
24	Situar la sexta capa de fibra de vidrio en el molde	10	3,783778	0	3,783778	
25	Septima pasada de resina en el molde	10	15,85553	0	15,85553	
26	Preparar la resina	10	6,27705	0	6,27705	
27	Situar la septima capa de fibra de vidrio en el molde	10	3,91837	0	3,91837	
28	Octava pasada de resina en el molde	10	14,70155	0	14,70	
29	Pasar los rodillos sobre las capas de fibra de vidrio y coremat	10	91,853	0	91,853	
TOTAL					629,35	
Observaciones						
Interpretación: NO: Número de Observaciones T.B: Tiempo Basico SUP: Suplementos en Porcentaje TS: Tiempo Estándar						

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Aplicando el método de trabajo propuesto se tiene un tiempo total de producción de **629,35 min = 10 h 29 min 21 s**, con el método actual el tiempo de producción es de **933,36 min = 15 h 33 min 21,6 s**, comparando los dos métodos se comprueba que existe una reducción de **304,01 min = 5 h 4 min 0,6 s** es decir que el tiempo disminuye en un **32,57%**.

Tabla 3-47: Análisis de datos de tiempos obtenidos actuales de la parte posterior del techo.

ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS						
DEPARTAMENTO: Producción				Estudio N° 3		
OPERACIÓN: Producción				Hoja N° 3		
PRODUCTO: Parte posterior del techo				OBSERVADO POR: Tene Héctor		
FECHA: Diciembre 2023						
N°	Actividades	N.o	T.B (min)	SUP	T.S (min)	Observaciones
1	Trasladar las herramientas para limpiar el molde posterior	10	0,153	0	0,153	
2	Limpiar el molde	10	25,25334	0	25,25334	
3	Trasladar los materiales y herramientas para pasar la cera y sacar brillo.	10	0,1314	0	0,1314	
4	Se pasa la cera y se saca brillo	10	45,628	0	45,628	
5	Trasladar el material y las herramientas para pintar el molde.	10	0,238	0	0,238	
6	Se coloca pintura	10	34,281	0	34,281	
7	Corte de la fibra y el coremat	10	64,539	0	64,539	
8	Preparación de la resina	10	10,44119	0	10,44119	
9	Trasladar los materiales y herramientas para pasar la resina y colocar la fibra	10	0,775	0	0,775	
10	Primera pasada de resina en el molde	10	1,82681	0	1,82681	
11	Poner la primera capa de fibra de vidrio en el molde	10	1,25762	0	1,25762	
12	Segunda pasada de resina en el molde	10	3,91121	0	3,91121	
13	Colocar la segunda capa de fibra de vidrio en el molde	10	1,82774	0	1,82774	
14	Tercera pasada de resina en el molde	10	3,3705	0	3,37	
15	Introducir la tercera capa de fibra de vidrio en el molde	10	1,38708	0	1,38708	
16	Cuarta pasada de resina en el molde	10	2,81292	0	2,81	
17	Depositar la cuarta capa de fibra de vidrio en el molde	10	1,52974	0	1,52974	
18	Quinta pasada de resina en el molde	10	3,05049	0	3,050	
19	Pasar el rodillo	10	4,11515	0	4,115	
20	Colocar fibra a los lados del molde	10	1,99143	0	1,99143	
21	Colocar resina a los lados del molde	10	3,58204	0	3,58204	
22	Poner el coremat	10	1,30581	0	1,31	
23	Sexta pasada de resina en el molde	10	1,49918	0	1,49918	
24	Situar la sexta capa de fibra de vidrio en el molde	10	1,34746	0	1,34746	
25	Septima pasada de resina en el molde	10	2,92972	0	2,92972	
26	Preparar la resina	10	1,97244	0	1,97244	
27	Situar la septima capa de fibra de vidrio en el molde	10	1,23819	0	1,23819	
28	Octava pasada de resina en el molde	10	4,0342	0	4,03	
29	Pasar los rodillos sobre las capas de fibra de vidrio y coremat	10	42,428	0	42,428	
TOTAL					268,86	
Observaciones						
Interpretación: NO: Número de Observaciones T.B: Tiempo Basico SUP: Suplementos en Porcentaje TS: Tiempo Estándar						

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Aplicando el método de trabajo propuesto se tiene un tiempo total de producción de **268,86 min = 4 h 28 min 51,6 s**, con el método actual el tiempo de producción es de **385,49 min = 6 h 25 min 29,4 s**, comparando los dos métodos se comprueba que existe una reducción de **116,63 min = 1 h 56 min 37,8 s** es decir que el tiempo disminuye en un 30,26%.

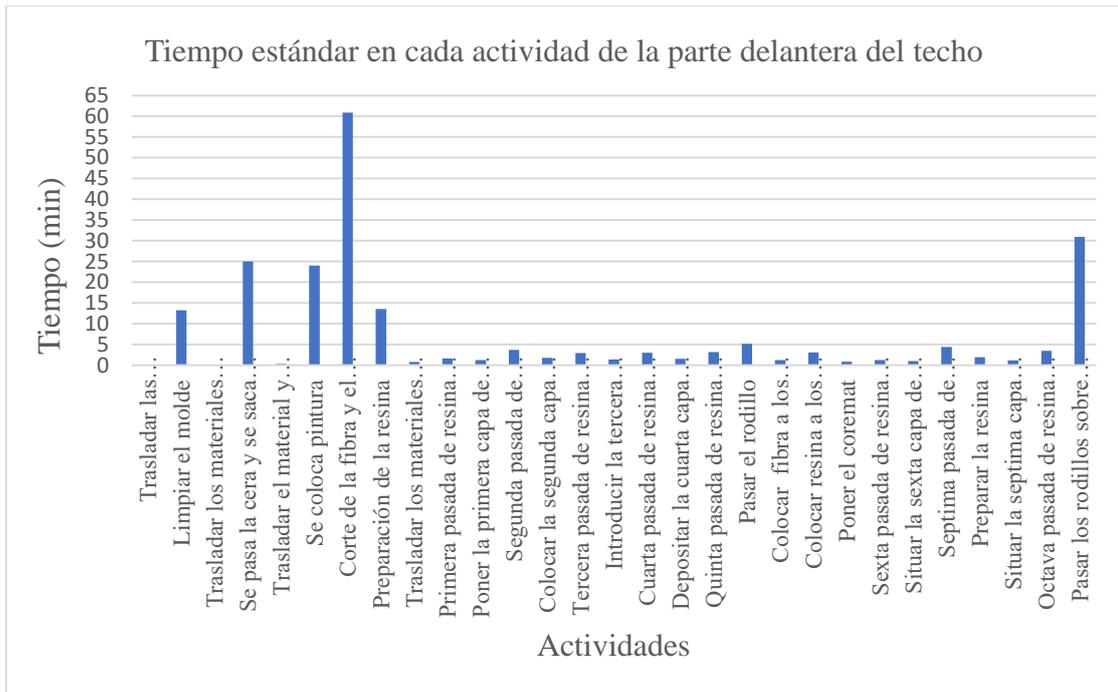


Ilustración 3-28: Tiempo estándar de cada actividad de la parte delantera del techo con la implementación.

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Comparando el tiempo de la producción actual con respecto al tiempo de producción de la implementación, existe una reducción del tiempo de producción de 76,86 min = 1 h 16 min y 51,6 s, es decir una disminución del 26.52%.



Ilustración 3-29: Tiempo estándar de cada actividad de la parte del medio del techo con la implementación.

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Comparando el tiempo de la producción actual vs el tiempo de producción de la implementación, existe una reducción del tiempo de producción de 304,01 min = 5 h 4 min y 0,6 s, es decir una disminución del 32,57%.



Ilustración 3-30: Tiempo estándar de cada actividad de la parte posterior del techo con la implementación.

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Comparando el tiempo de la producción actual vs el tiempo de producción de la implementación, existe una reducción del tiempo de producción de 116,63 min = 1 h 56 min y 37,8 s, es decir una disminución del 30,26%.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Propuesta

Con método de trabajo propuesto para el proceso de producción se especifica de acuerdo con el diagrama del proceso analítico que se muestra con detalle en las Tablas 4-1, 4-2 4-3.

Tabla 4-1: Método de trabajo propuesto de la parte delantera del techo.

MÉTODO DE TRABAJO PROPUESTO		
No	Actividad	T.S (min)
1	Trasladar las herramientas para limpiar el molde de la parte delantera.	0,14
2	Limpiar el molde	13,24
3	Trasladar los materiales y herramientas para pasar la cera y sacar brillo.	0,12
4	Se pasa la cera y se saca brillo	24,98
5	Trasladar el material y las herramientas para pintar el molde.	0,34
6	Se coloca pintura	24,05
7	Corte de la fibra y el coremat	60,91
8	Preparación de la resina	13,53
9	Trasladar los materiales y herramientas para pasar la resina y colocar la fibra	0,75
10	Primera pasada de resina en el molde	1,66
11	Poner la primera capa de fibra de vidrio en el molde	1,28
12	Segunda pasada de resina en el molde	3,67
13	Colocar la segunda capa de fibra de vidrio en el molde	1,78
14	Tercera pasada de resina en el molde	2,90
15	Introducir la tercera capa de fibra de vidrio en el molde	1,41
16	Cuarta pasada de resina en el molde	3,03
17	Depositar la cuarta capa de fibra de vidrio en el molde	1,52
18	Quinta pasada de resina en el molde	3,15
19	Pasar el rodillo	5,17
20	Situar fibra a los lados del molde	1,26
21	Colocar resina a los lados del molde	3,07
22	Poner el coremat	0,82
23	Sexta pasada de resina en el molde	1,26
24	Poner la sexta capa de fibra de vidrio en el molde	1,03
25	Septima pasada de resina en el molde	4,39
26	Preparar la resina	1,91
27	Situar la septima capa de fibra de vidrio en el molde	1,14
28	Octava pasada de resina en el molde	3,45
29	Pasar los rodillos sobre las capas de fibra de vidrio y coremat	30,98
TOTAL		212,95

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Tabla 4-2: Método de trabajo propuesto de la parte del medio del techo.

MÉTODO DE TRABAJO PROPUESTO		
No	Actividades	T.S (min)
1	Trasladar las herramientas para limpiar el molde del medio	1,03
2	Limpiar el molde	108,00
3	Trasladar los materiales y herramientas para pasar la cera y sacar brillo.	0,42
4	Se pasa la cera y se saca brillo	112,84
5	Trasladar el material y las herramientas para pintar el molde.	0,22
6	Se coloca pintura	30,48
7	Corte de la fibra y el coremat	79,37
8	Preparación de la resina	47,81
9	Trasladar los materiales y herramientas para pasar la resina y colocar la fibra.	1,11
10	Primera pasada de resina en el molde	5,01
11	Poner la primera capa de fibra de vidrio en el molde	4,25
12	Segunda pasada de resina en el molde	13,08
13	Colocar la segunda capa de fibra de vidrio en el molde	4,98
14	Tercera pasada de resina en el molde	11,45
15	Introducir la tercera capa de fibra de vidrio en el molde	4,16
16	Cuarta pasada de resina en el molde	11,71
17	Depositar la cuarta capa de fibra de vidrio en el molde	4,69
18	Quinta pasada de resina en el molde	11,81
19	Pasar el rodillo	19,25
20	Colocar fibra a los lados del molde	4,10
21	Colocar resina a los lados del molde	10,97
22	Poner el coremat	1,55
23	Sexta pasada de resina en el molde	4,67
24	Situar la sexta capa de fibra de vidrio en el molde	3,78
25	Septima pasada de resina en el molde	15,86
26	Preparar la resina	6,28
27	Situar la septima capa de fibra de vidrio en el molde	3,92
28	Octava pasada de resina en el molde	14,70
29	Pasar los rodillos sobre las capas de fibra de vidrio y coremat	91,85
	TOTAL	629,35

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Tabla 4-3: Método de trabajo propuesto de la parte posterior del techo.

MÉTODO DE TRABAJO PROPUESTO		
No	Actividades	T.S (min)
1	Trasladar las herramientas para limpiar el molde posterior	0,15
2	Limpia el molde	25,25
3	Trasladar los materiales y herramientas para pasar la cera y sacar brillo.	0,13
4	Se pasa la cera y se saca brillo	45,63
5	Trasladar el material y las herramientas para pintar el molde.	0,24
6	Se coloca pintura	34,28
7	Corte de la fibra y el coremat	64,54
8	Preparación de la resina	10,44
9	Trasladar los materiales y herramientas para pasar la resina y colocar la fibra	0,78
10	Primera pasada de resina en el molde	1,83
11	Poner la primera capa de fibra de vidrio en el molde	1,26
12	Segunda pasada de resina en el molde	3,91
13	Colocar la segunda capa de fibra de vidrio en el molde	1,83
14	Tercera pasada de resina en el molde	3,37
15	Introducir la tercera capa de fibra de vidrio en el molde	1,39
16	Cuarta pasada de resina en el molde	2,81
17	Depositar la cuarta capa de fibra de vidrio en el molde	1,53
18	Quinta pasada de resina en el molde	3,05
19	Pasar el rodillo	4,12
20	Situar fibra a los lados del molde	1,99
21	Colocar resina a los lados del molde	3,58
22	Poner el coremat	1,31
23	Sexta pasada de resina en el molde	1,50
24	Poner la sexta capa de fibra de vidrio en el molde	1,35
25	Septima pasada de resina en el molde	2,93
26	Preparar la resina	1,97
27	Situar la septima capa de fibra de vidrio en el molde	1,24
28	Octava pasada de resina en el molde	4,03
29	Pasar los rodillos sobre las capas de fibra de vidrio y coremat	42,43
TOTAL		268,86

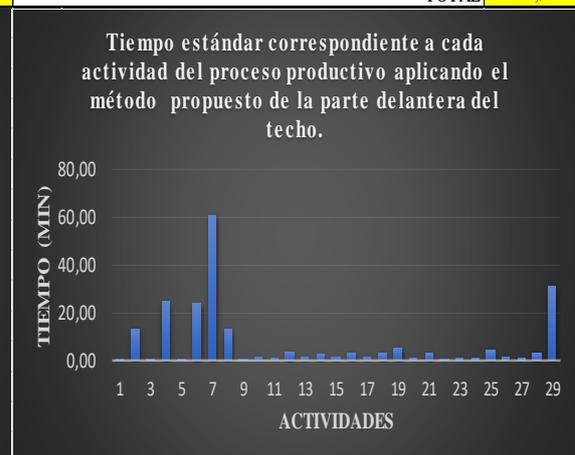
Realizado por: Tene Héctor, 2024.

4.2. Comparación de resultados

Los resultados logrados con el método de trabajo propuesto se comparan con los resultados del método actual, tal comparación se puede apreciar en la Tabla 4-4.

Tabla 4-4: Tiempos de producción alcanzados con el método actual y el propuesto de la parte delantera del techo.

Método de trabajo actual			Método de trabajo propuesto		
No	Actividad	T.S (min)	No	Actividad	T.S (min)
1	Trasladar las herramientas para limpiar el molde de la parte del	0,14	1	Trasladar las herramientas para limpiar el molde de la parte	0,14
2	Limpiar el molde	13,24	2	Limpiar el molde	13,24
3	Trasladar los materiales y herramientas para pasar la cera y sacar brillo.	0,12	3	Trasladar los materiales y herramientas para pasar la cera y sacar brillo.	0,12
4	Se pasa la cera y se saca brillo	47,38	4	Se pasa la cera y se saca brillo	24,98
5	Trasladar el material y las herramientas para pintar el molde.	0,34	5	Trasladar el material y las herramientas para pintar el molde.	0,34
6	Se coloca pintura	36,95	6	Se coloca pintura	24,05
7	Corte de la fibra y el coremat	90,78	7	Corte de la fibra y el coremat	60,91
8	Preparación de la resina	13,53	8	Preparación de la resina	13,53
9	Trasladar los materiales y herramientas para pasar la resina y colocar la fibra	0,75	9	Trasladar los materiales y herramientas para pasar la resina y colocar la fibra	0,75
10	Primera pasada de resina en el molde	1,66	10	Primera pasada de resina en el molde	1,66
11	Poner la primera capa de fibra de vidrio en el molde	1,28	11	Poner la primera capa de fibra de vidrio en el molde	1,28
12	Segunda pasada de resina en el molde	3,67	12	Segunda pasada de resina en el molde	3,67
13	Colocar la segunda capa de fibra de vidrio en el molde	1,78	13	Colocar la segunda capa de fibra de vidrio en el molde	1,78
14	Tercera pasada de resina en el molde	2,90	14	Tercera pasada de resina en el molde	2,90
15	Introducir la tercera capa de fibra de vidrio en el molde	1,41	15	Introducir la tercera capa de fibra de vidrio en el molde	1,41
16	Cuarta pasada de resina en el molde	3,03	16	Cuarta pasada de resina en el molde	3,03
17	Depositar la cuarta capa de fibra de vidrio en el molde	1,52	17	Depositar la cuarta capa de fibra de vidrio en el molde	1,52
18	Quinta pasada de resina en el molde	3,15	18	Quinta pasada de resina en el molde	3,15
19	Pasar el rodillo	5,17	19	Pasar el rodillo	5,17
20	Situar fibra a los lados del molde	1,26	20	Situar fibra a los lados del molde	1,26
21	Colocar resina a los lados del molde	3,07	21	Colocar resina a los lados del molde	3,07
22	Poner el coremat	0,82	22	Poner el coremat	0,82
23	Sexta pasada de resina en el molde	1,26	23	Sexta pasada de resina en el molde	1,26
24	Poner la sexta capa de fibra de vidrio en el molde	1,03	24	Poner la sexta capa de fibra de vidrio en el molde	1,03
25	Septima pasada de resina en el molde	4,39	25	Septima pasada de resina en el molde	4,39
26	Preparar la resina	1,91	26	Preparar la resina	1,91
27	Situar la septima capa de fibra de vidrio en el molde	1,14	27	Situar la septima capa de fibra de vidrio en el molde	1,14
28	Octava pasada de resina en el molde	3,45	28	Octava pasada de resina en el molde	3,45
29	Pasar los rodillos sobre las capas de fibra de vidrio y coremat	42,67	29	Pasar los rodillos sobre las capas de fibra de vidrio y coremat	30,98
TOTAL		289,81	TOTAL		212,95

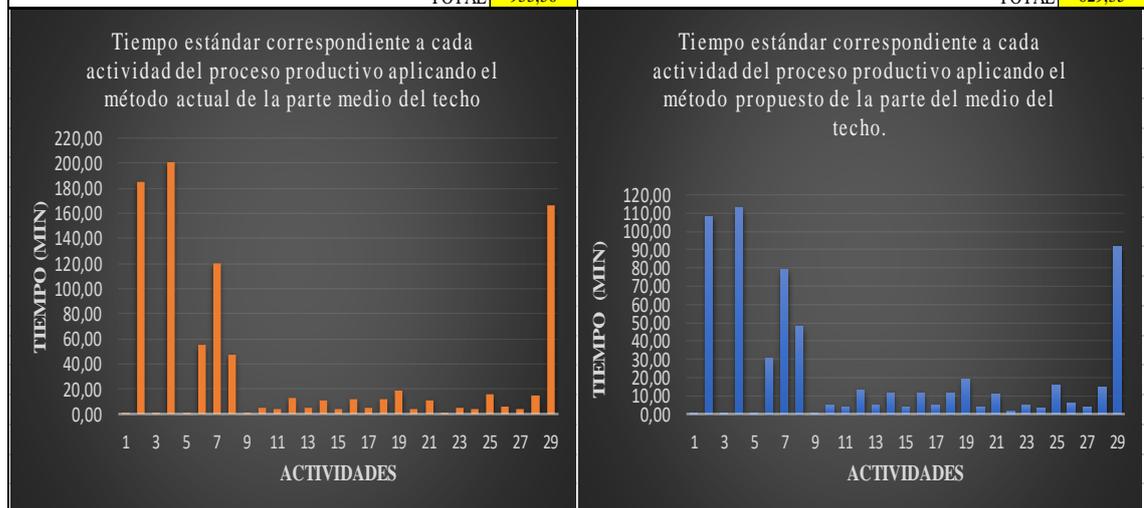


Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Logrando interpretar en la Tabla 4-7, que en la propuesta de mejora existe una reducción significativa en el tiempo total de producción a 76,87 min = 1 h 16 min 52,2 s, lo que simboliza una disminución del 26,52%, este porcentaje es significativo, por lo que es considerado óptimo el método propuesto.

Tabla 4-5: Tiempos de producción alcanzados con el método actual y el propuesto de la parte del medio del techo.

Método de trabajo actual			Método de trabajo propuesto		
No	Actividad	T.S (min)	No	Actividad	T.S (min)
1	Trasladar las herramientas para limpiar el molde del medio	0,23	1	Trasladar las herramientas para limpiar el molde del medio	1,03
2	Limpiar el molde	185,24	2	Limpiar el molde	108,00
3	Trasladar los materiales y herramientas para pasar la cera y sacar brillo.	0,22	3	Trasladar los materiales y herramientas para pasar la cera y sacar brillo.	0,42
4	Se pasa la cera y se saca brillo	200,37	4	Se pasa la cera y se saca brillo	112,84
5	Trasladar el material y las herramientas para pintar el molde.	0,22	5	Trasladar el material y las herramientas para pintar el molde.	0,22
6	Se coloca pintura	54,97	6	Se coloca pintura	30,48
7	Corte de la fibra y el coremat	120,47	7	Corte de la fibra y el coremat	79,37
8	Preparación de la resina	47,81	8	Preparación de la resina	47,81
9	Trasladar los materiales y herramientas para pasar la resina y colocar la fibra	1,11	9	Trasladar los materiales y herramientas para pasar la resina y colocar la fibra	1,11
10	Primera pasada de resina en el molde	5,01	10	Primera pasada de resina en el molde	5,01
11	Poner la primera capa de fibra de vidrio en el molde	4,25	11	Poner la primera capa de fibra de vidrio en el molde	4,25
12	Segunda pasada de resina en el molde	13,08	12	Segunda pasada de resina en el molde	13,08
13	Colocar la segunda capa de fibra de vidrio en el molde	4,98	13	Colocar la segunda capa de fibra de vidrio en el molde	4,98
14	Tercera pasada de resina en el molde	11,45	14	Tercera pasada de resina en el molde	11,45
15	Introducir la tercera capa de fibra de vidrio en el molde	4,16	15	Introducir la tercera capa de fibra de vidrio en el molde	4,16
16	Cuarta pasada de resina en el molde	11,71	16	Cuarta pasada de resina en el molde	11,71
17	Depositar la cuarta capa de fibra de vidrio en el molde	4,69	17	Depositar la cuarta capa de fibra de vidrio en el molde	4,69
18	Quinta pasada de resina en el molde	11,81	18	Quinta pasada de resina en el molde	11,81
19	Pasar el rodillo	19,25	19	Pasar el rodillo	19,25
20	Colocar fibra a los lados del molde	4,10	20	Colocar fibra a los lados del molde	4,10
21	Situar resina a los lados del molde	10,97	21	Situar resina a los lados del molde	10,97
22	Poner el coremat	1,55	22	Poner el coremat	1,55
23	Sexta pasada de resina en el molde	4,67	23	Sexta pasada de resina en el molde	4,67
24	Poner la sexta capa de fibra de vidrio en el molde	3,78	24	Poner la sexta capa de fibra de vidrio en el molde	3,78
25	Septima pasada de resina en el molde	15,86	25	Septima pasada de resina en el molde	15,86
26	Preparar la resina	6,28	26	Preparar la resina	6,28
27	Situar la septima capa de fibra de vidrio en el molde	3,92	27	Situar la septima capa de fibra de vidrio en el molde	3,92
28	Octava pasada de resina en el molde	14,70	28	Octava pasada de resina en el molde	14,70
29	Pasar los rodillos sobre las capas de fibra de vidrio y coremat	166,51	29	Pasar los rodillos sobre las capas de fibra de vidrio y coremat	91,85
TOTAL		933,36	TOTAL		629,35



Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Se puede observar en la Tabla 4-8, que en la propuesta de mejora existe una reducción significativa en el tiempo total de producción $304,02 \text{ min} = 5 \text{ h } 4 \text{ min } 0,9 \text{ s}$, lo que simboliza una disminución del 32,57 %, este porcentaje es significativo, por lo que es considerado óptimo al método propuesto.

Tabla 4-6: Tiempos de producción obtenidos con el método actual y el propuesto de la parte posterior del techo.

Método de trabajo actual			Método de trabajo propuesto		
No	Actividad	T.S (min)	No	Actividad	T.S (min)
1	Trasladar las herramientas para limpiar el molde posterior	0,15	1	Trasladar las herramientas para limpiar el molde posterior	0,15
2	Limpiar el molde	25,25	2	Limpiar el molde	25,25
3	Trasladar los materiales y herramientas para pasar la cera y sacar brillo.	0,13	3	Trasladar los materiales y herramientas para pasar la cera y sacar brillo.	0,13
4	Se pasa la cera y se saca brillo	88,14	4	Se pasa la cera y se saca brillo	45,63
5	Trasladar el material y las herramientas para pintar el molde.	0,24	5	Trasladar el material y las herramientas para pintar el molde.	0,24
6	Se coloca pintura	67,22	6	Se coloca pintura	34,28
7	Corte de la fibra y el coremat	84,77	7	Corte de la fibra y el coremat	64,54
8	Preparación de la resina	10,44	8	Preparación de la resina	10,44
9	Trasladar los materiales y herramientas para pasar la resina y colocar la fibra	0,78	9	Trasladar los materiales y herramientas para pasar la resina y colocar la fibra	0,78
10	Primera pasada de resina en el molde	1,83	10	Primera pasada de resina en el molde	1,83
11	Poner la primera capa de fibra de vidrio en el molde	1,26	11	Poner la primera capa de fibra de vidrio en el molde	1,26
12	Segunda pasada de resina en el molde	3,91	12	Segunda pasada de resina en el molde	3,91
13	Colocar la segunda capa de fibra de vidrio en el molde	1,83	13	Colocar la segunda capa de fibra de vidrio en el molde	1,83
14	Tercera pasada de resina en el molde	3,37	14	Tercera pasada de resina en el molde	3,37
15	Introducir la tercera capa de fibra de vidrio en el molde	1,39	15	Introducir la tercera capa de fibra de vidrio en el molde	1,39
16	Cuarta pasada de resina en el molde	2,81	16	Cuarta pasada de resina en el molde	2,81
17	Depositar la cuarta capa de fibra de vidrio en el molde	1,53	17	Depositar la cuarta capa de fibra de vidrio en el molde	1,53
18	Quinta pasada de resina en el molde	3,05	18	Quinta pasada de resina en el molde	3,05
19	Pasar el rodillo	4,12	19	Pasar el rodillo	4,12
20	Situar fibra a los lados del molde	1,99	20	Situar fibra a los lados del molde	1,99
21	Colocar resina a los lados del molde	3,58	21	Colocar resina a los lados del molde	3,58
22	Poner el coremat	1,31	22	Poner el coremat	1,31
23	Sexta pasada de resina en el molde	1,50	23	Sexta pasada de resina en el molde	1,50
24	Poner la sexta capa de fibra de vidrio en el molde	1,35	24	Poner la sexta capa de fibra de vidrio en el molde	1,35
25	Septima pasada de resina en el molde	2,93	25	Septima pasada de resina en el molde	2,93
26	Preparar la resina	1,97	26	Preparar la resina	1,97
27	Situar la septima capa de fibra de vidrio en el molde	1,24	27	Situar la septima capa de fibra de vidrio en el molde	1,24
28	Octava pasada de resina en el molde	4,03	28	Octava pasada de resina en el molde	4,03
29	Pasar los rodillos sobre las capas de fibra de vidrio y coremat	63,39	29	Pasar los rodillos sobre las capas de fibra de vidrio y coremat	42,43
TOTAL		385,49	TOTAL		268,86



Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Se observa en la Tabla 4-9, que en la propuesta de mejora existe una reducción significativa en el tiempo total de producción $116,63 \text{ min} = 1 \text{ h } 56 \text{ min } 37,9 \text{ s}$, lo que simboliza una disminución del 30,25 %, este porcentaje es significativo, por lo que es considerado óptimo el método propuesto.

Tabla 4-7: Comparación de resultados logrados entre el método actual y el propuesto de la parte delantera del techo.

MÉTODO ACTUAL		MÉTODO PROPUESTO		Diferencia de tiempo (min)	% de disminución
TIEMPO TOTAL	%	TIEMPO TOTAL	%		
289,81	100	212,95	73,48	76,86	26,52

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

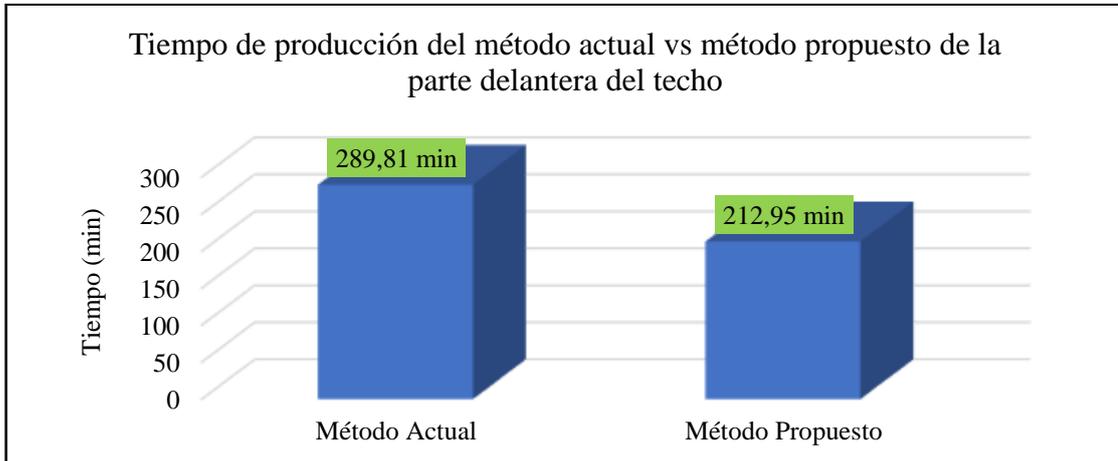


Ilustración 4-1: Tiempo de producción total obtenido con el método actual vs el propuesto de la parte delantera del techo.

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Tabla 4-8: Comparación de resultados logrados entre el método actual y el propuesto de la parte del medio del techo.

MÉTODO ACTUAL		MÉTODO PROPUESTO		Diferencia de tiempo (min)	% de disminución
TIEMPO TOTAL	%	TIEMPO TOTAL	%		
933,36	100	629,35	67,43	304,01	32,57

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

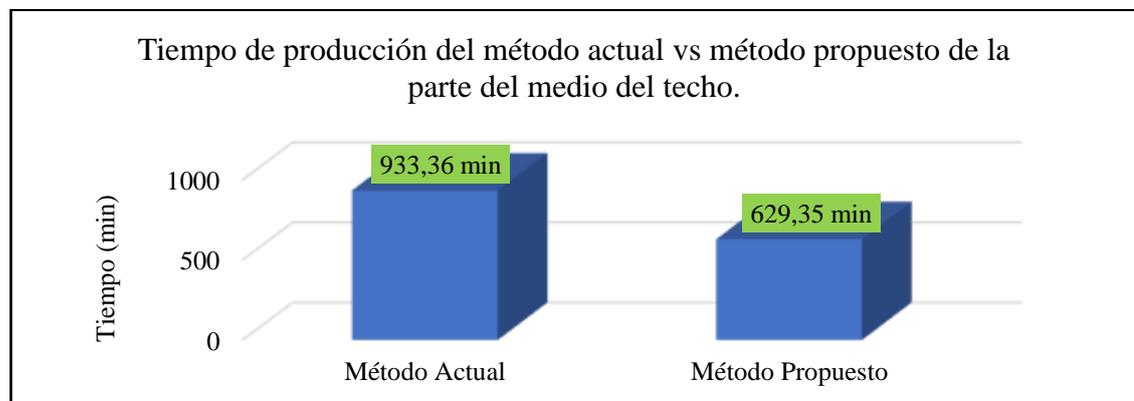


Ilustración 4-2: Tiempo de producción total obtenido con el método actual vs el propuesto de la parte del medio del techo.

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Tabla 4-9: Comparación de resultados logrados entre el método actual y el propuesto de la parte posterior del techo.

MÉTODO ACTUAL		MÉTODO PROPUESTO		Diferencia de tiempo (min)	% de disminución
TIEMPO TOTAL	%	TIEMPO TOTAL	%		
385,49	100	268,86	69,74	116,63	30,26

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

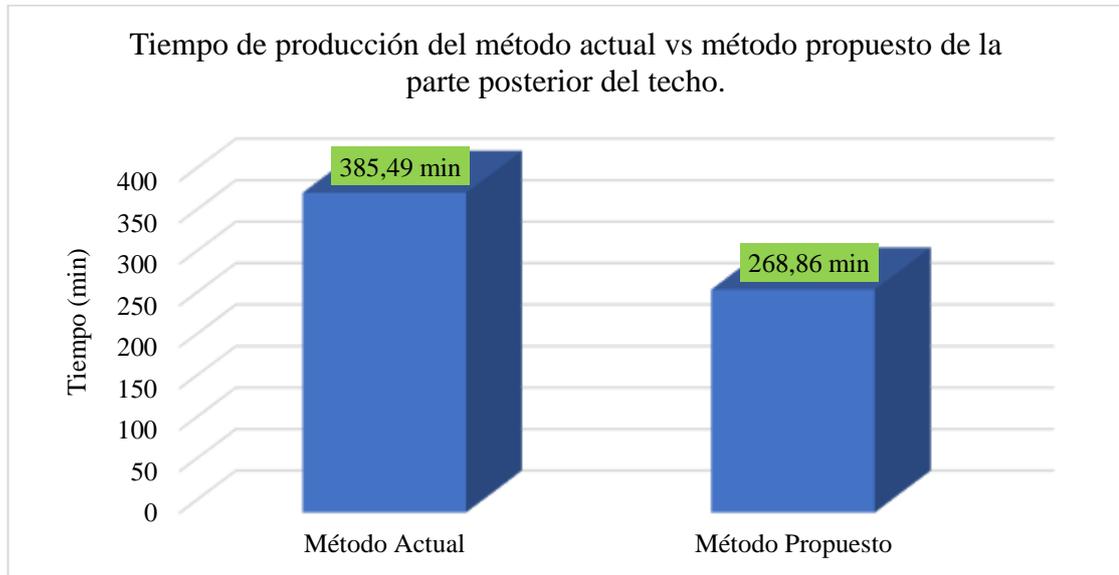


Ilustración 4-3: Tiempo de producción total obtenido con el método actual vs el propuesto de la parte posterior del techo.

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

4.3. Comprobación con el estadístico U de Mann-Whitney

Se utiliza la prueba estadística U de Mann-Whitney porque es no paramétrica, es decir que los datos están a un nivel de medición nominal u ordinal esto ocurre cuando las muestras son pequeñas, es decir menores a 30, lo que nos permitirá aceptar o rechazar el método de trabajo propuesto. Esto nos permite determinar si los resultados obtenidos con la propuesta de mejora difieren significativamente de los valores actuales, para ello se plantea dos hipótesis

Hipótesis nula (H₀): Los tiempos de operación logrados en la propuesta de mejora, no son menores que los tiempos de operación del método actual.

Hipótesis alternativa (H_a): Los tiempos de operación obtenidos en la propuesta de mejora son menores que los tiempos de operación del método actual.

Tabla 4-10: Rangos obtenidos para el estudio U de Mann-Whitney.

Método de trabajo	Observaciones (n)	Actual	Rango R1	Propuesto	Rango R2
Tiempo total de producción en min	1	275,68	13	205,85	5
	2	296,001	17	215,141	7
	3	275,517	12	200,387	2
	4	312,5625	20	229,585	9
	5	290,3725	16	204,805	3
	6	312,3725	19	231,5525	10
	7	279,5649	14	205,3049	4
	8	299,5531	18	222,6539	8
	9	269,8957	11	200,1057	1
	10	286,6131	15	214,0795	6
Sumatoria de rangos		ΣR1	155	ΣR2	55

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Cálculo de U_1 y U_2

$$U_1 = n_1 * n_2 + \frac{n_1 (n_2 + 1)}{2} - \sum R_1$$

$$U_1 = 10 * 10 + \frac{10 (10 + 1)}{2} - 155$$

$$U_1 = 100 + \frac{110}{2} - 155$$

$$U_1 = 0$$

$$U_2 = n_1 * n_2 + \frac{n_1 (n_2 + 1)}{2} - \sum R_1$$

$$U_2 = 10 * 10 + \frac{10 (10 + 1)}{2} - 55$$

$$U_2 = 100 + \frac{110}{2} - 55$$

$$U_2 = 100$$

Se opta por seleccionar el U_1 con menor valor en este asunto $U_1=0$ y se lo compara con el U_t de Tabla 4-10, con un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

PRUEBA DE MANN - WHITNEY	$\alpha = 0,05$
Valores críticos de U^*	$\alpha = 0,01$

($U_{exp} = \min [U_1, U_2]$)
 ($n_2 \geq n_1$)

Rechazo de H_0 si $U_{exp} \leq U_{crítico}$

n_2 n_1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2							0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2	2
3				0	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8
4			0	1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	10	11	11	12	13	13
5		0	1	2	3	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15	17	18	19	20
6		1	2	3	5	6	8	10	11	13	14	16	17	19	21	22	24	25	27
7		1	3	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
8	0	2	4	6	8	10	13	15	17	19	22	24	26	29	31	34	36	38	41
9	0	2	4	7	10	12	15	17	20	23	26	28	31	34	37	39	42	45	48
10	0	3	5	8	11	14	17	20	23	26	29	33	36	39	42	45	48	52	55
11	0	3	6	9	13	16	19	23	26	30	33	37	40	44	47	51	56	58	62
12	1	4	7	11	14	18	22	26	29	33	37	41	45	49	53	57	61	65	69
13	1	4	8	12	16	20	24	28	33	37	41	45	50	54	59	63	67	72	76
14	1	5	9	13	17	22	26	31	36	40	45	50	55	59	64	67	74	78	83
15	1	5	10	14	19	24	29	34	39	44	49	54	59	64	70	75	80	85	90
16	1	6	11	15	21	26	31	37	42	47	53	59	64	70	75	81	86	92	98
17	2	6	11	17	22	28	34	39	45	51	57	63	67	75	81	87	93	99	105
18	2	7	12	18	24	30	36	42	48	55	61	67	74	80	86	93	99	106	112
19	2	7	13	19	25	32	38	45	52	58	65	72	78	85	92	99	106	113	119
20	2	8	13	20	27	34	41	48	55	62	69	76	83	90	98	105	112	119	127

Ilustración 4-4: Valores críticos U_t (α, n_1, n_2) del estadístico de Mann – Whitney.

Fuente: (Tomás, y otros, 2006) p. 29

Para $m=n_1 = 10$ y $n_2 = 10$, se tiene $U_t = 23$

Se calculó que $U_1 = 0$ es menor $U_t = 23$ entonces se rechaza la H_0 y se acepta la H_a , es decir que los resultados de la propuesta de mejora son menores que los del método actual, por lo cual se acepta la propuesta de mejora como óptima.

4.4. Análisis costo – beneficio

El potencial efecto financiero del método de trabajo sugerido se determinó mediante un análisis de costo-beneficio. Además, se realizó un análisis para determinar si los beneficios han aumentado, donde se examinaron los ingresos y costos derivados del enfoque existente y se contrastan los resultados con los que se producirían al utilizar el método propuesto.

4.4.1. Estado de resultados con el método de trabajo actual

Se realizará un estudio semanal, mensual y anual de ingresos y costos. Confirmando que se tiene la producción semanal 1 techo, mensuales 4 techos y anuales 48 techos, realizando tres moldes la cual conforma un techo en un tiempo aproximado de 26 h.

Tabla 4-11: Tiempos de producción mensual de techos

Tiempos de producción mensual de techos en la empresa Car – Buss Yaulema					
Tiempo mensual	Otras actividades	Partes del techo			Tiempo total
Tiempo total laborable mensual (h)	Otras actividades (h)	Parte delantero (h)	Parte medio (h)	Parte posterior (h)	Tiempo en elaborar un techo (h)
180	72	4,83	15,56	6,42	26,81

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Tiempo mensual dedicadas a la elaboración de techos = $180 - 72 = 108$ h

Tiempo de elaboración de un techo = $4,83 + 15,56 + 6,42 = 26,81$ h

Cantidad de techos elaborados mensualmente = $108 \text{ h} / 26,81 \text{ h}$

Cantidad de techos elaborados mensualmente = 4 techos

Tabla 4-12: Ingresos actuales mensual.

INGRESOS				
Descripción	Unidad	Costo x Unidad (\$)	Número de unidades	Costo Total (\$)
Parte delantero	U	259,65	4	\$ 1038,6
Parte del medio	U	802,23	4	\$ 3208,92
Parte posterior	U	221,21	4	\$ 884,84
Total, de Ingresos:		\$ 1283,09		\$ 5132,36

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Tabla 4-13: Egresos actuales mensual.

EGRESOS						
Descripción	Unidad	Costo x Unidad (\$)	Horas laborables en el techo	Costo Total (\$)		
Mano de obra						
Operario 1	Horas	2,52	108	272,16		
Operario 2	Horas	2,52	108	272,16		
Total (\$):				544,32		
Materia prima e insumos						
Cantidad de material y costo para hacer cuatro techo						
Material	Unidad	Cantidad de material	Costo por unidad (\$)	Costo de material para hacer un techo (\$)	Cantidad techos	Costo de material para hacer 4 techos (\$)
Fibra de vidrio 450 JUSHI	m ²	92,775	1,7	157,72	4	630,87
Coremat	m ²	43,905	4,64	203,72	4	814,88
Resina	lt	150	2,65	397,5	4	1590
Estireno	lt	14	2,3	32,2	4	128,8
Meck Peroxido	lt	0,524	5,7	2,99	4	11,95
Cera	lt	0,68	24	16,32	4	65,28
Pintura	lt	28	3,96	110,88	4	443,52
Guaípe	lb	2	1	2	4	8
Total				923,32	Total	3693,29
Costos de producción:						\$ 4237,62
Transporte						
Transporte	-		\$ 5	5 x 4		20,00
Servicios Básicos						
Luz y Agua	-		\$ 5	5 x 4		20,00
Arriendo	-		-	-		0,00

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Tabla 4-14: Estado de resultados con el método actual.

ESTADO DE RESULTADOS			
	SEMANA	MENSUAL	ANUAL
Ingresos por ventas de techo.	\$ 1283,09	\$ 5132,36	\$61588,32
Costos de producción	\$ 1059,40	\$ 4237,61	\$50851,32
Unidad Bruta	\$ 223,69	\$ 894,75	\$ 10737
Gastos de operación (-)	\$ 5	\$ 20	\$ 240
Gastos administrativos (-)	\$ -	\$ -	\$ -
Gastos de distribución	\$ 5	\$ 20	\$ 240
Utilidades operacionales	\$ 213,69	\$ 854,75	\$ 10257
Impuestos sobre la renta	\$ -	\$ -	\$ -
Utilidad neta	\$ 213,69	\$ 854,75	\$ 10257

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

4.4.2. Estado de resultados con la propuesta de mejora

Para la propuesta se realizó un análisis de ingresos y egresos semanal, mensual y anual, similar con el método actual; donde se determinó que para la producción semanal se realizara 1,5 techos, mensual 6 techos y anual 72 techos, realizando con tres moldes la cual conforma para la producción de cada techo en un tiempo aproximado de 18,52 h.

Tabla 4-15: Producción mensual de techos.

Producción mensual de techos en la empresa Car – Buss Yaulema					
Tiempo mensual	Otras actividades	Partes del techo			
Tiempo total laborable mensual (h)	Otras actividades (h)	Parte delantero (h)	Parte medio (h)	Parte posterior (h)	Tiempo en elaborar un techo (h)
180	72	3,55	10,49	4,48	18,52

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Horas dedicadas a la elaboración del techo = $180 - 72 = 108$ h

Tiempo de elaboración de un techo = $3,55 + 10,49 + 4,48 = 18,52$ h

Cantidad de techos elaborados mensualmente = Tiempo dedicado a la elaboración del techo / tiempo de elaboración de un techo.

Cantidad de techos elaborados mensualmente = $108 \text{ h} / 18,52 \text{ h}$

Cantidad de techos elaborados mensualmente = 6 techos

Tabla 4-16: Ingresos mensuales con el método propuesto.

INGRESOS				
Descripción	Unidad	Costo x Unidad (\$)	Número de unidades	Costo Total (\$)
Parte delantero	U	\$ 259,65	6	\$ 1557,9
Parte del medio	U	\$ 802,23	6	\$ 4813,38
Parte posterior	U	\$ 221,21	6	\$ 1327,26
TOTAL DE INGRESOS (\$)		1283,09		\$ 7698,54

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Tabla 4-17: Egresos mensuales con el método propuesto.

EGRESOS						
Descripción	Unidad	Costo x Unidad (\$)	Horas laborables en el techo	Costo Total (\$)		
Mano de obra						
Operario 1	Horas	2,52	108	272,16		
Operario 2	Horas	2,52	108	272,16		
Total (\$)				544,32		
Materia prima e insumos						
cantidad de material y costo para hacer seis techos						
Material	Unidad	Cantidad de material	Costo por unidad (\$)	Costo de material para hacer un techo (\$)	Cantidad de techos	Costo de material para hacer 6 techos (\$)
Fibra de vidrio 450 JUSHI	m^2	92,775	1,7	157,72	6	946,31
Coremat	m^2	43,905	4,64	203,72	6	1222,32
Resina	lt	150	2,65	397,5	6	2385
Estireno	lt	14	2,3	32,2	6	193,2
Meck Peroxido	lt	0,524	5,7	2,99	6	17,92
Cera	lt	0,68	24	16,32	6	97,92
Pintura	lt	28	3,96	110,88	6	665,28
Guaípe	lb	2	1	2	6	12
Total				923,32	Total	5539,94

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Tabla 4-18: Estado de resultados con el método propuesto.

ESTADO DE RESULTADOS			
	SEMANA	MENSUAL	ANUAL
Ingresos por ventas de las partes del techo.	\$ 1924,64 \$	\$ 7698,54	\$ 92382,48
Costos de producción	\$ 1521,07	\$ 6084,27	\$ 73011,24
Unidad Bruta	\$ 403,57	\$ 1614,27	\$ 19371,24
Gastos de operación (-)	\$ 5	\$ 20	\$ 240
Gatos administrativos (-)	\$ -	\$ -	\$ -
Gastos de distribución	\$ 5	\$ 20	\$ 240
Utilidades operacionales	\$ 393,57	\$ 1574,27	\$ 18891,24
Impuestos sobre la renta	\$ -	\$ -	\$ -
Utilidad neta	\$ 393,57	\$ 1574,27	\$ 18891,24

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

En la Tabla 4-18, se puede observar que la utilidad anual con el método propuesto es de \$18891,24 incluyendo los costos de operación y costos de producción la cual es indispensable para dar a conocer la elaboración de buses interprovinciales, dando como resultado un aumento de la demanda.

Tabla 4-19: Comparación de resultados de utilidades obtenidas anualmente.

	Utilidades	%	Inversión realizada
Método Actual	\$ 10257	100 %	\$612,82
Método Propuesto	\$ 18891,24	184,18 %	
Diferencia (Beneficio)	\$ 8634,24	84,18 %	

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Y lo que se puede observar en la Tabla 4-19, que se ha realizado una inversión de \$612,82 con el método propuesto, es decir existe un incremento en la utilidad anual de \$ 8634,24 lo que representa un aumento del 84,18% con lo cual se determina que el método propuesto es factible teniendo la diferencia entre las utilidades actuales y las obtenidas con el método propuesto.

4.4.3. Índice de productividad

Se compara entre el método propuesto y el método actual, con el fin de evaluar y analizar los índices de productividad.

4.4.3.1. Productividad total

$$Productividad\ Total = \frac{Ingresos}{Gastos}$$

Método Actual

$$Productividad\ Total = \frac{\$ 5132,36}{\$ 4277,62}$$

$$Productividad\ Total = 1,19$$

Método Propuesto

$$Productividad\ Total = \frac{\$ 7698,54}{\$ 6124,27}$$

$$Productividad\ Total = 1,26$$

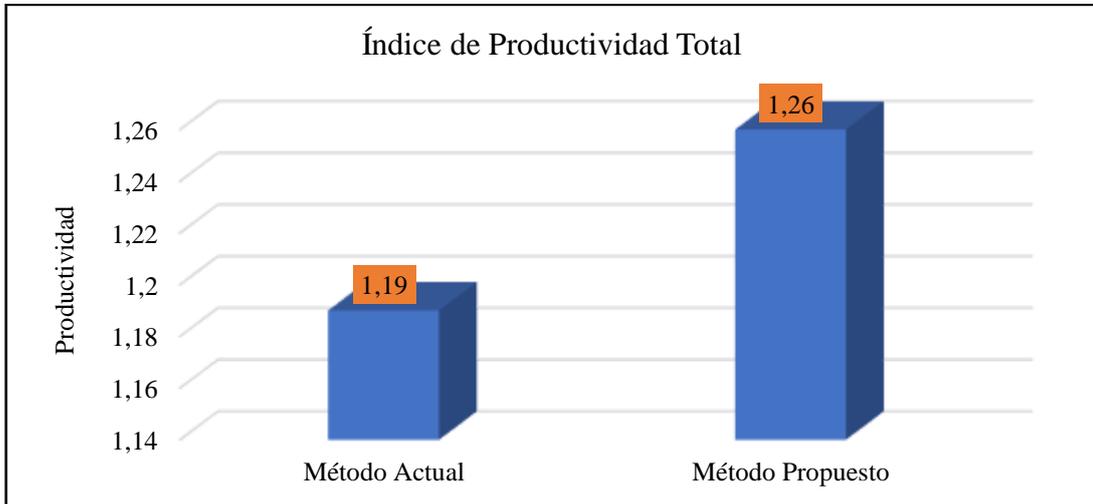


Ilustración 4-5: Índice de productividad total entre el método actual y el método propuesto.

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Lo que se observa en la Ilustración 4-5, es que el método actual el índice de rentabilidad es de 1,19; y con el método propuesto un valor de 1,26; existiendo un incremento del 5,6%, lo que quiere decir que existe evidentemente una mejora esperada en el proceso.

4.4.3.2. Productividad laboral

$$Producción\ por\ hora\ hombre = \frac{Unidades\ producidas}{Horas\ hombre\ trabajadas}$$

Método Actual

$$Producción\ por\ hora - hombre = \frac{4\ techos}{108\ horas}$$

$$Producción\ por\ hora - hombre = 0.037\ techos/hora$$

Método Propuesto

$$Producción\ por\ hora - hombre = \frac{6\ techos}{108\ h}$$

$$Producción\ por\ hora - hombre = 0.056\ techos/h$$

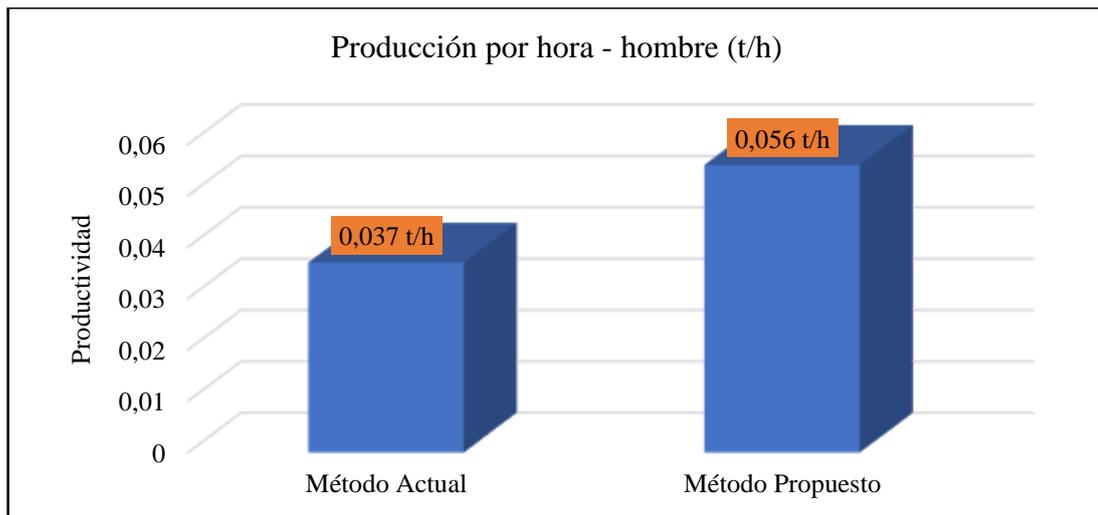


Ilustración 4-6: Índice de producción por hora hombre entre el método actual y el método propuesto.

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Como se observa en la Ilustración 4-6, que con el método actual se produce a razón de 0.037 techos/h, mientras que con el método propuesto el índice es mayor igual a 0.056 techos/h, incrementando la capacidad de producción en un 34%, favoreciendo al método propuesto.

4.4.3.3. Producción por trabajador

$$\text{Producción por trabajador} = \frac{\text{Unidades Producidas}}{\text{Número de Trabajadores}}$$

Método Actual

$$\text{Producción por trabajador} = \frac{4 \text{ techos}}{2 \text{ Trabajadores}}$$

$$\text{Producción por trabajador} = 2 \text{ techos/trabajador}$$

Método Propuesto

$$\text{Producción por trabajador} = \frac{6 \text{ techos}}{2 \text{ Trabajadores}}$$

$$\text{Producción por trabajador} = 3 \text{ techos/trabajador}$$

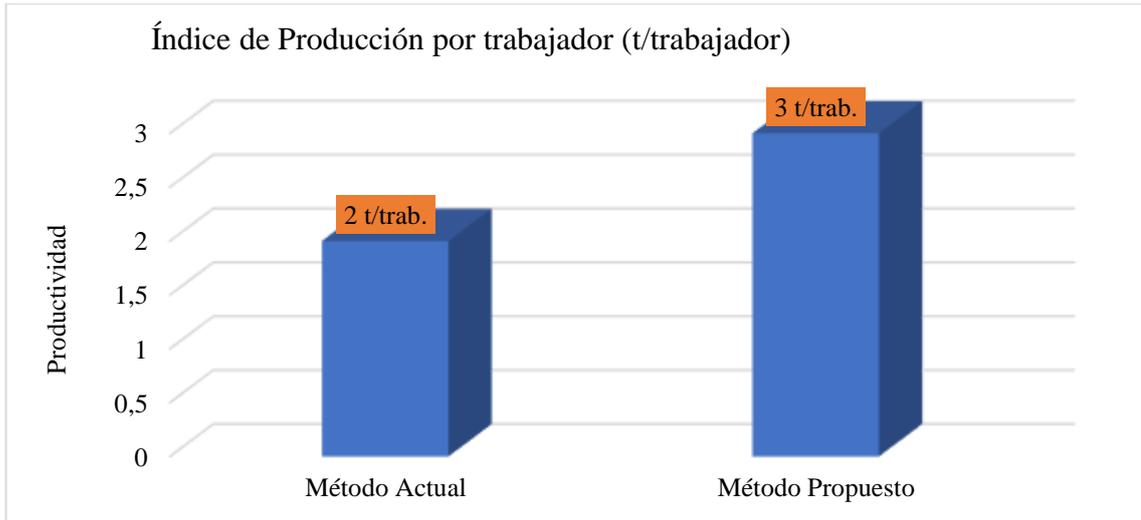


Ilustración 4-7: Índice de producción por trabajador entre el método actual y el método propuesto.

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Con el método actual un trabajador puede producir seis moldes es decir dos techos por trabajador, mientras que con el método propuesto un trabajador produce nueve moldes es decir tres techos por trabajador, así como se interpreta en la Ilustración 4-7.

4.4.3.4. Productividad económica

$$Productividad\ económica = \frac{Utilidad\ Neta}{Unidades\ producidas}$$

Método Actual

Método Propuesto

$$Productividad\ económica = \frac{\$ 854,75}{4\ t}$$

$$Productividad\ económica = \frac{\$ 1574,27}{6\ t}$$

$$Productividad\ económica = 216 \frac{\$}{techo}$$

$$Productividad\ económica = 262 \frac{\$}{techo}$$

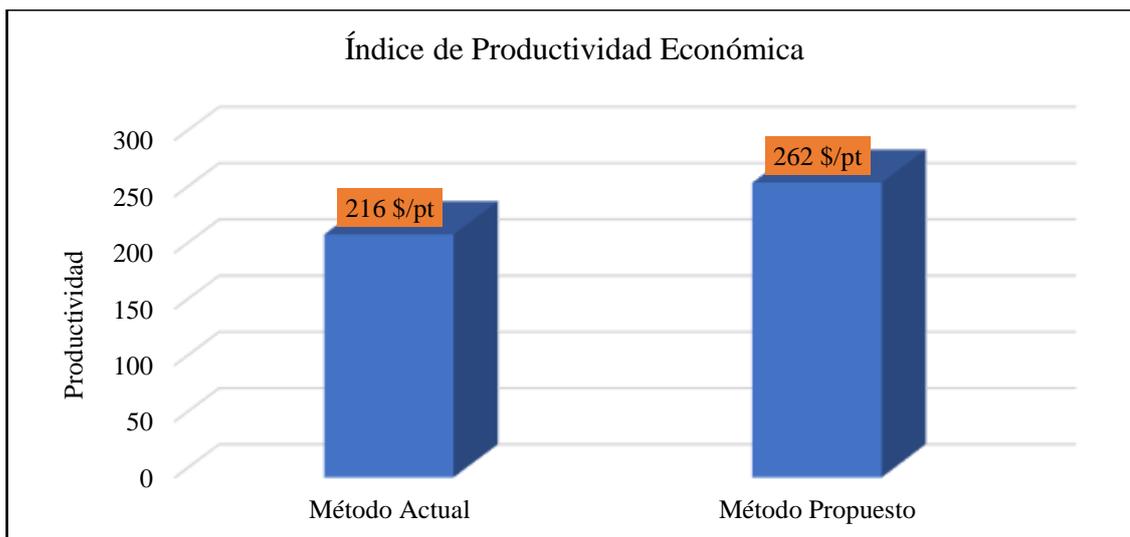


Ilustración 4-8: Índice de productividad económica entre el método actual y el método propuesto.
Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Se observa en la Ilustración 4-8, que con el método actual existe una utilidad de \$216 dólares por cada techo, y con el método propuesto la utilidad aumenta a \$262 dólares por cada techo, aumentando la productividad a \$ 46 dólares por techo.

También se tomó en consideración hacer un resumen del índice de producción haciendo referencia al método actual vs el método propuesto, como se puede apreciar en la Tabla 4-20.

Tabla 4-20: Índice de producción realizado con el método actual vs método propuesto.

Índice de productividad haciendo referencia al método actual vs método propuesto			
Método actual		Método propuesto	
Productividad total	1,19	Productividad total	1,26
Productividad laboral	0,037 t/h	Productividad laboral	0,056 t/h
Producción por trabajador	2 t/Trabaj.	Producción por trabajador	3 t/Trabaj.
Productividad económica	216 \$/t	Productividad económica	262 \$/t

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Tabla 4-21: Costos de equipos implementados en la mejora (inversión realizada)

Equipos	Marca	Cantidad	Costo por unidad	Costo total
Amoladora de 5"	DEWALT	1	\$ 84,19	\$ 84,19
Disco de lana	INCCO	5	\$ 5,21	\$ 26,05
Mesa de corte	-	1	\$ 178	\$ 178
Compresor ZM-7001	DOGOTULS	1	\$ 129,95	\$ 129,95
Rodillo de Fibra de vidrio	GENERIC	2	\$ 97,314	\$ 194,63
TOTAL:				\$ 612,82

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

De igual manera se realizó la comparación de los costos de la inversión realizada, concerniente al método actual vs el método propuesto.

Tabla 4-22: Costo de la inversión realizada del método actual vs método propuesto.

Costos con el método actual				Costos con el método propuesto			
Pasar la cera y sacar brillo				Pasar la cera y sacar brillo			
	unidad	costo por unidad	Total Anual		unidad	costo por unidad	Total Anual
Guaípe	480	\$1	\$480	Amoladora	1	\$16,84	\$16,84
Mano de obra (2 op)	576	\$2,52	\$1.452	Mano de obra	288	\$2,52	\$725,76
				Disco de lana	72	\$5,21	\$375,12
				Guaípe	240	\$1,00	\$240,00
				Luz			\$240,00
Total			\$1.932	Total			\$1.597,72
Pintar el molde				Pintar el molde			
	unidad	costo por unidad	Total Anual		unidad	costo por unidad	Total Anual
Brochas	2	\$10	\$20	Compresor	1	\$25,99	\$25,99
Rodillos de felpa	2	\$5	\$10	Mano de obra	144	\$2,52	\$362,88
Mano de obra (2 op)	288	\$2,52	\$726	Luz			\$240,00
Total			\$756	Total			\$628,87
Cortar la fibra y el coremat				Cortar la fibra y el coremat			
	unidad	costo por unidad	Total Anual		unidad	costo por unidad	Total Anual
Mano de obra (1 op)	240	\$2,52	\$604,80	Mesa de corte	1	\$36	\$36
				Mano de obra	168	\$2,52	\$423,36
Total			\$604,80	Total			\$458,96
Pasar el rodillo sobre las capas de fibra de vidrio y coremat				Pasar el rodillo sobre las capas de fibra de vidrio y coremat			
	unidad	costo por unidad	Total Anual		unidad	costo por unidad	Total Anual
Rodillo mas normal	2	\$37,84	\$75,68	Rodillo mas grande	2	\$48,66	\$97,32
Mano de obra (2 op)	432	\$2,52	\$1.088,64	Mano de obra (2 op)	264	\$2,52	\$665,28
Total			\$1.164,32	Total			\$762,60

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

4.5. Plan de mejora

4.5.1. Propuesta de mejora mediante la Metodología 5'S a usar en 1 año

Para que los resultados obtenidos en el presente trabajo se mantengan es necesario aplicar las actividades adicionales que se enlista a continuación: controlar que se ejecute de manera correcta la actividad en el puesto de trabajo, llevar un registro de actividades con respecto al tiempo de producción, mantener los puestos de trabajo en buenas condiciones y usar los equipos de protección personal.

Por lo tanto, se debe seguir con las mejoras continuas e implementar metodologías que ayuden al progreso en la producción en esta ocasión se propone implementar la metodología 5'S ya que ayudará a que los puestos de trabajo estén en buenas condiciones, libres de obstáculos, con un respectivo orden y limpieza.

4.5.1.1. Planificación y preparación

Se empieza con una planificación y preparación al personal con las capacitaciones técnicas que son dedicadas al personal operativo y administrativo para informar la efectividad de las herramientas de mejora continua.



Ilustración 4-9: Capacitación

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

La capacitación inicial se lo realizará con el objetivo de obtener resultados como:

- No se conoce la metodología 5'S.
- El personal está motivado en implementar herramientas rápidas de solución de problemas.
- La empresa tiene como política el orden y la limpieza de todos los departamentos y secciones de trabajo, pero no se aplica ninguna porque no se da un seguimiento.



Ilustración 4-10: Área de fibrado

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

4.5.1.2. Sistemas de mejoras continuas mediante las 5'S.

Seleccionar (Organizar). – Para el cumplimiento de esta S se debe considerar lo siguiente:

- a) Cada sección de trabajo tendrá un líder que se encargará de gestionar la eliminación o adquisición de herramientas o equipos de trabajo de cada sección del área de fibrado.
- b) Se establecerán criterios de utilización de herramientas realizadas por el departamento de mantenimiento. Que es el encargado de tener en completo funcionamiento todas las máquinas y herramientas de las secciones de trabajo.

Ordenar. – Actualmente y desde varios años atrás no se aplica la cultura de orden en el área de trabajo, colocando los materiales, herramientas y equipos de trabajo donde más les parece a los trabajadores.



Ilustración 4-11: Orden en el puesto de trabajo

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Limpiar. – La limpieza será realizada una vez terminada cada subproceso en el área de fibrado, también se realizará al terminar la jornada de trabajo.

Estandarizar. – La gestión visual de la empresa actualmente no presenta un sistema de señalización por áreas de trabajo, como se presenta a continuación:

- La señalización horizontal y vertical actualmente no se puede implementar debido a las condiciones del área de trabajo



Ilustración 4-12: Señalización horizontal y vertical

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

- En caso de que en 1 año se adecue el área de trabajo donde se codificarán los espacios mediante un previo diseño.

Los formularios o plantillas son utilizados bajo el concepto de mejoras continua, como:

- El formulario de la tarjeta roja es utilizado mediante un enfoque en la primera S, con el objetivo de eliminar el problema que se presenta en cada sección de trabajo.

Tabla 4-23: Tarjeta roja

N°	1	Área: Fibrado	Nombre:	Fecha:	05/04/2024
Problema destacado		Busqueda de herramientas			
Accion propuesta	1. seleccionar para eliminar		Equipo		
	2. Organizar		Herramientas		
	3. Limpiar		Producto		
	4. Estandarización		Materia prima		
	5. Seguimiento		Otra:		

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

- El formulario de requerimientos será realizado en conjunto por el equipo multidisciplinario, base importante para evitar la resistencia al cambio.

Tabla 4-24: Requerimientos por secciones de trabajo.

REQUERIMIENTOS POR SECCIONES			Fecha:	05/02/2024
SECCIÓN:	Techos		Código de requerimiento:	C001
N°	Objeto	Prioridad	Ubicación	
1	Hojas de diseño de techos		Traslado de herramientas	
2	Cambio de EPP		Preparar la resina	
3	Seguimiento		Colocar la fibra	
Nota:		1=leve, 3=moderado, 5=Importante, 7= Urgente	Responsable:	Tene H.

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

- La plantilla o manual de limpieza detallará los pasos a seguir y planificar la limpieza de toda el área de trabajo, en este caso se analizará el área de fibrado.

Tabla 4-25: Formulario de limpieza.

Plantilla de limpieza por secciones de trabajo																	
Empresa:			De departamento:			N° control:			Fecha:								
Entrega:			Recibe:			05/04/2024											
N°	Personal	Foto	DETALLE	MATERIALES							Semanas						Observación
				Rodillo para fibra de vidrio	rodillo de felpa	espátula	brochas	estilite	flexómetro	lija	Tiempo en minutos	1	2	3	4	5	
1																	
2																	
3																	

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

- El formulario de auditorías por secciones de trabajo, llevarán un registro del sistema de gestión de las 5'S, estableciendo un seguimiento programado mediante el área de Seguridad Industrial y Control de Producción. La evaluación se realizará en referencia al rango de la eficiencia.

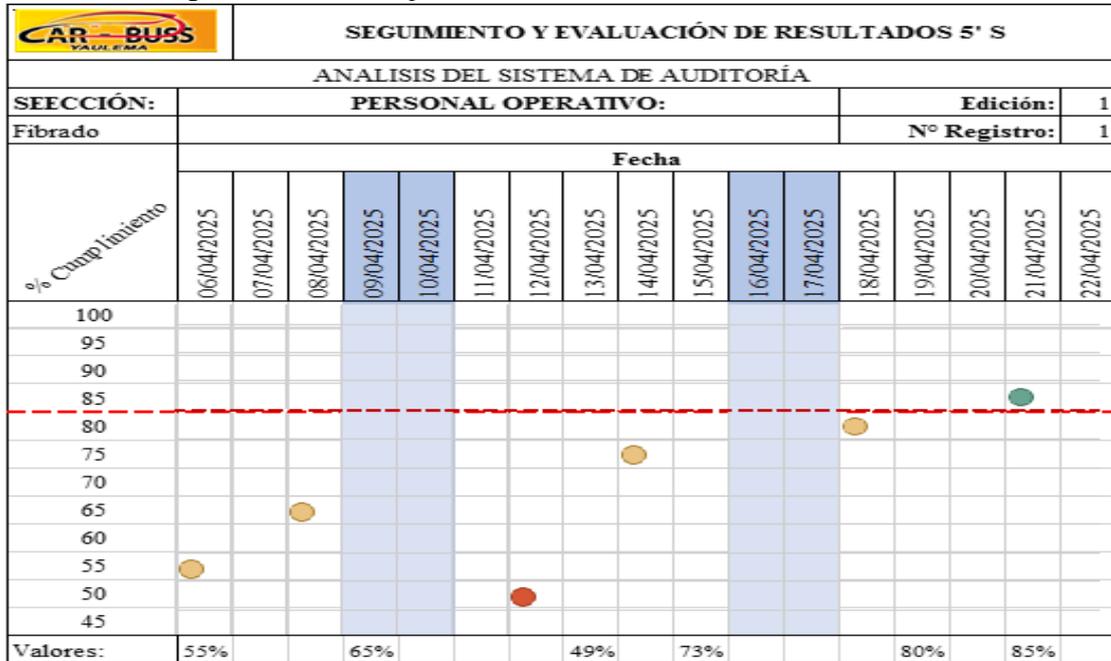
Tabla 4-26: Formulario de auditorías.

		Auditoría 5'S y Gestión Visual			Edición: 001
SECCIÓN:	TURNO:	Fecha Inicial:	06/04/2024	Hora Inicial:	8:30
Fibrado	Diurno	Fecha termina:	06/04/2024	Hora Final:	9:00
Concepto		Puntuación		Observaciones	
ORDEN					
1	Herramientas		0	Busqueda de herramientas	
2	Maquinas				
3	Materiales				
4	Caballetes				
5	Instalaciones				
6	Ubicación adecuada				
7	Señalización				
8	Capacitacion continua			Capacitacion cada 3 meses	
LIMPIEZA					
9	Limpieza de la sección de trabajo		0		
10	Maquinas				
11	Restos de Materia prima				
12	Papel, plastico, madera				
13	Paneles de control				
14	Caja de herramientas				
GESTIÓN VISUAL					
15	Señalización vertical y horizontal		0		
16	Estado decarteleras				
17	Iluminacion del puesto de trabajo				
18	Iluminación de paneles informativos				
SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL					
19	Señales de seguridad		0		
20	EPP				
21	Segregacion de residuos				
22	Riesgo Psicosocial				
Rango de eficiencia	85%	TOTAL:	0	Cumple el mínimo exigible	
		ALCANCE:			
N°	CONCLUSIONES		RECOMENDACIONES		
1	Se desconoce herramienta de mejora continua		Capacitacion continua programada		
2	la señalizacion es deficiente		Gestion SST		
3	seccion de trabajo inapropiados para la señalizacion		Control visual		
Valoración		Descripción			
0	Extremadamente deficiente		Requiere activar acciones correctivas urgentes		
3	Deficiente		No cumple con niveles de exigencia minimas		
5	Poco Eficiente		Cumple el minimo exigible		
7	Eficiente		Cumple el nivel de eficiencia		
10	Muy Eficiente		Eficiente sistema de mejoras continuas		

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Seguimiento. – El seguimiento se realizará por niveles de cumplimiento y número de accidentes, estableciendo de esta forma a la seguridad, como base fundamental en la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing.

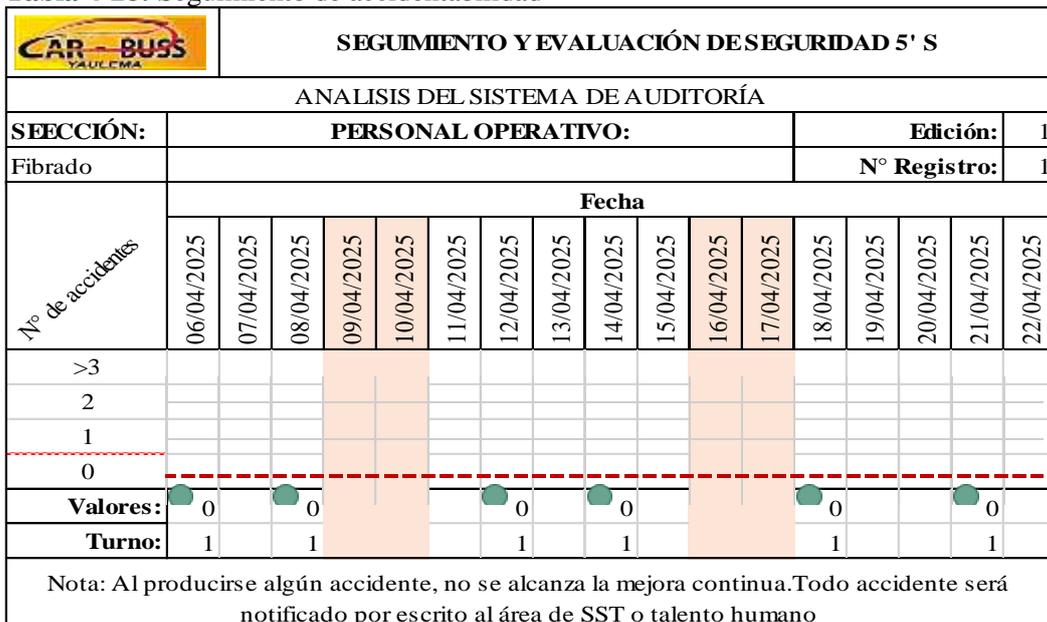
Tabla 4-27: Seguimiento del cumplimiento.



Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Las plantillas de seguimiento serán socializadas en capacitaciones previas a su aplicación en las diferentes secciones denominadas como áreas de oportunidad.

Tabla 4-28: Seguimiento de accidentabilidad



Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Se presentarán resultados de la gestión mediante la metodología 5'S aplicadas a la mejora continua de la productividad. Al estandarizar y controlar el sistema de producción los tiempos de trabajo empiezan a tener una baja significativa, aumentando la productividad.

Para generar un mejor nivel de eficiencia en el área de fibrado es necesario mantener un sistema de capacitaciones continuas que involucren a todas las personas que conforman la cadena de valor, de esta forma tendremos como resultados, a un personal más eficiente y efectivo, que presente soluciones rápidas al no buscar culpables, sino soluciones. En el presente proyecto para que los resultados obtenidos se mantengan asegurados en el proceso de producción se debe utilizar el plan de mejora.

Tabla 4-29: Plan de mejora de la metodología.

Plan de Mejora en la metodología						
Check List para un plan de mejora en la metodología.						
Área	Fibrado					
Empresa	Car - Buss Yaulema					
Fecha		Proxima fecha de revisión				
Realizado por	Héctor Tene					
Revisado por	Ing. Daniel Guanoluiza					
Aprobado por	Sr. Víctor Yaulema					
Metodología	Actividades	Tiempo	Responsable	Si Cumple	No Cumple	Observaciones
5S	Aplicar los cinco principios claves que son, clasificación, orden, limpieza, normalización y disciplina.	un año	Ing. Daniel Guanoluiza y Operarios			

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Tabla 4-30: Plan de mejora.

Plan de Mejora							
Check List para el Plan de Mejora							
Área	Fibrado						
Empresa	Car - Buss Yaulema						
Fecha		Proxima fecha de revisión					
Realizado por	Héctor Tene						
Revisado por	Ing. Daniel Guanoluiza						
Aprobado por	Sr. Víctor Yaulema						
Pasar cera y sacar brillo a los molde				Si Cumple	No Cumple	Encargado	Observaciones
Controlar que se ejecute bien la actividad en el puesto de trabajo.							
Levar un registro de actividades con respecto al tiempo de producción.							
Mantener los puestos de trabajo en buenas condiciones.							
Usar los equipos de protección personal							
Se coloca pintura en los moldes				Si Cumple	No Cumple	Encargado	Observaciones
Controlar que se ejecute bien la actividad en el puesto de trabajo.							
Levar un registro de actividades con respecto al tiempo de producción.							
Mantener los puestos de trabajo en buenas condiciones.							
Usar equipos de protección personal							
Corte de la fibra y el coremat				Si Cumple	No Cumple	Encargado	Observaciones
Controlar que se ejecute bien el corte de la fibra y el coremat.							
Levar un registro de actividades con respecto al tiempo de producción.							
Mantener los puestos de trabajo en buenas condiciones.							
Usar los equipos de protección personal							
Pasar los rodillos sobre las capas de fibra de vidrio y coremat				Si Cumple	No Cumple	Encargado	Observaciones
Controlar que se ejecute bien la actividad en el puesto de trabajo.							
Levar un registro de actividades con respecto al tiempo de producción.							
Mantener los puestos de trabajo en buenas condiciones.							
Usar los equipos de protección personal							

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

4.6. Plan de control

Para que el plan de trabajo se ejecute de la mejor manera es necesario que se elabore un plan de control.

Tabla 4-31: Plan de control.

Verificación 5S					
Nombre del Calificador	Departamento de producción				
Evaluar:	0 - 4				
Fecha:		Evaluación General de las 5S			
Hora:					
Área:	Puestos de trabajo de la parte delantero, medio y posterior del techo.				
Evaluación de Clasificación		Puntaje del factor (0 - 4)	%	Responsable	Observaciones
1	¿Se observan objetos dañados que generen molestia en el entorno de trabajo?				
2	¿Se evidencian porciones pequeñas de materias primas o residuos innecesarios en el entorno de trabajo?				
3	¿Existen herramientas o productos sin usar en el entorno de trabajo?				
4	¿En caso de observarse objetos dañados ¿Están debidamente identificados como tal, se encuentran separados y existe un plan de acción para ser descartados?				
5	¿Se observan objetos de más, es decir que no son necesarios para el desarrollo de las actividades del área?				
6	¿Están 100% operativos todos los artículos, materiales y herramientas				
7	¿Se dispone de todos los recursos necesarios para la ejecución de las labores.				
Puntaje Promedio de la etapa de seleccionar					
Evaluación de Organizar		Puntaje del factor (0 - 4)	%	Responsable	Observaciones
1	¿Los objetos considerados necesarios para el desarrollo de las actividades del área se encuentran organizadas?				
2	¿Existen materiales y/o Herramientas que se encuentran fuera de su lugar de trabajo o no cuentan con un lugar definido?				
3	¿Todas las herramientas se encuentran disponibles e identificadas, son necesarias? .				
4	¿Considera que los elementos dispuestos, se encuentran en una cantidad ideal?				
5	¿Hay un lugar para cada cosa?				
6	¿Esta cada cosa en su lugar?				
7	¿Las cosas estan ubicadas de acuerdo a su frecuencia de uso o necesidades del área?				
Puntaje Promedio de la etapa de Organizar					
Evaluación de Limpieza		Puntaje del factor (0 - 4)	%	Responsable	Observaciones
1	¿Los puestos de trabajo se encuentran limpios? (sin residuos de polvo, grasa, aceite, basura, etc.)				
2	¿Los ambientes se encuentran libres de basura, residuos, plasticos ,etc.?				
3	¿Existe un plan de limpieza?				
4	¿Las tareas de limpieza se realizan de manera constante?				
5	¿Las herramientas y utensilios utilizados durante el trabajo se presentan limpios?				
6	¿Los restos de basura, barrido, reproceso y material de Envase, son depositados en sus respectivos tachos?				
7	¿Los ambientes se encuentran libres de basura, residuos plasticos, etc.				
Puntaje Promedio de la etapa de Limpieza					
Evaluación de Estandarización		Puntaje del factor (0 - 4)	%	Responsable	Observaciones
1	¿ Los trabajadores tienen conocimiento y desarrollan de forma adecuada las operaciones requeridas?				
2	¿ Los elementos de protección personal están siendo usados regularmente?				
3	¿ Todos los procedimientos tienen un formato unico y lugar definido?				
4	¿Los procedimientos se encuentran por medio de escritos estandar y son utilizados de manera activa?				
5	¿Existen zonas habilitadas para el descanso e ingerir alimentos?				
6	¿Son aplicadas las 3 primeras "S"?				
7	¿El control visual es aplicado?				
Puntaje Promedio de la etapa de Estandarización					
Evaluación de Disciplina		Puntaje del factor (0 - 4)	%	Responsable	Observaciones
1	¿Los principios de orden estan siendo aplicados ?				
2	¿Los principios de limpieza estan siendo aplicados ?				
3	¿Se estan llenando todos los registros (plan de aseo, control de producción?				
4	¿El personal usa correctamente el uniforme y las herramientas de protección personal?				
5	¿El personal conoce el programa de 5S, sus etapas y participa en ella, preguntar a 2 personas para verificar?				
6	¿Se desarrollan los informes de auditoria correctamente y dentro del tiempo establecido?				
7	¿Son aplicadas las 4 primeras "S"?				
Puntaje Promedio de la etapa de Disciplina					

Tabla de Puntaje	
0	No evidencia avance en el factor evaluado
1	Muestra avance inicial en el proceso, pero tiene muchos aspectos por mejorar
2	Se han realizado las actividades correspondientes pero con aspectos por mejorar
3	El factor evaluado esta suficientemente cumplido
4	El factor a evaluar es digno a imitar

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

4.7. Plan de manejo de materiales tóxicos

4.7.1. *Análisis de la situación actual*

En el instante de analizar las actividades se logró observar que los materiales tóxicos usados en la producción de las partes del techo son: la resina, Meck peróxido y gel Coat. Mismo que afectan a la vida integra de los operarios a corto y largo plazo.

4.7.2. *Identificar los problemas*

En el área de fibrado al fabricar la parte delantera, medio y posterior del techo, se identificó que los operarios al estar en contacto con los materiales tóxicos, utilizaban regularmente los equipos de protección personal, mientras que el otro operario no usa los equipos de protección personal debido a que la empresa carece de estos equipos.

4.7.3. *Proponer la mejora*

Dentro del área de fibrado en la fabricación de las partes del techo se propone que los operarios deben de usar el equipo de protección personal, para evitar enfermedades como, fiebre, opresión del pecho, tos y problemas respiratorios. La resina también puede causar edema pulmonar, que es una acumulación de líquido en los pulmones, y cuando se ingiere, puede causar vómitos y diarrea. También, puede causar sangrado intestinal y daño en los órganos.

4.7.4. *Plan de manejo de materiales y sustancias peligrosas*

1. Objetivo

El Plan de Manejo de Materiales y/o sustancias Peligrosas tiene como finalidad realizar un adecuado manejo de estas sustancias que dada su composición fisicoquímica son catalogadas como peligrosas, priorizando su manipulación y transporte hacia los frentes de trabajo para la realización de las actividades de operación y/o labores de mantenimiento a ejecutar en las líneas de transmisión.

2. Alcance

El presente plan es aplicable a todas las personas (personal propio, contratistas y proveedores) que trabajan y/o ejecutan actividades de operación y mantenimiento y que es de estricto cumplimiento.

3. Marco Legal

El presente programa se encuentra enmarcado en la siguiente legislación vigente:

- Las normas técnicas NTE INEN 2266:2013 para el transporte, almacenamiento y manejo de productos químicos peligrosos y la NTE INEN 2288:2000, tratan temas de seguridad para la manipulación de materiales peligrosos.
- Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, Resolución Nro. SGR-020-2024
- NTE INEN 2841, Código de Colores para el almacenamiento de residuos sólidos.
- ACUERDO MINISTERIAL No. 42, Manejo de aceites usados, generación, recolección y almacenamiento; Manejo de aceites usados, transporte.

3. Medidas de Manejo de las Sustancias Peligrosas

- Se mantendrá una brigada entrenada en caso de incidentes y listos para constituirse en la zona de emergencia y poder conducir las acciones de respuesta en forma segura.
- Se contará con equipamiento de materiales y equipos para hacer frente derrames de sustancias peligrosas como combustibles y/o solventes.
- Se procederá a la identificación del derrame, para proceder a contenerlo y neutralizarlo.
- De ser necesario el coordinador operativo de la emergencia con la cuadrilla de emergencia (brigadistas) saldrá a controlar los daños al medio ambiente.
- El personal de control de derrames una vez constituido en la zona de emergencia, coordinará con la autoridad policial local para garantizar el aislamiento de la zona y así evitar daños, luego se procederá a la respectiva limpieza, hasta garantizar que la zona quede libre de contaminantes.
- Los residuos sólidos que se generen serán trasladados al almacén de residuos sólidos peligrosos para su posterior traslado para su disposición final.

4. Almacenamiento

Para la operación no considera el almacenamiento de materiales peligrosos, se solicitará a los proveedores el material necesario para realizar las actividades de mantenimiento operativo y en aquellos trabajos en que por características propias del trabajo se requiera un almacenamiento temporal de materiales y sustancias serán almacenadas en recipientes o cilindros apropiados y destinados para su almacenamiento según la normativa vigente y de acuerdo con lo indicado en su respectiva Hoja MSDS.

5. Transporte

El transporte y recojo de materiales y/o insumos peligrosos se contratará a una empresa que cuente con autorización de las normas técnicas NTE INEN 2266:2013 para el transporte, almacenamiento y manejo de productos químicos peligrosos y la NTE INEN 2288:2000, tratan temas de seguridad para la manipulación de materiales peligrosos.

Con respecto al transporte y disposición final de los residuos sólidos, estos se realizarán a través de una entidad debidamente autorizada ante Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, Resolución Nro. SGR-020-2024, NTE INEN 2841, Código de Colores para el almacenamiento de residuos sólidos.

Conforme con lo expuesto en el Procedimiento de Minimización y Manejo de Residuos Sólidos también se podrá contar con los servicios de una Empresa Operadora de Residuos Sólidos (EO-RS) con autorización vigente para transporte de residuos peligrosos y posterior disposición final en rellenos autorizados.

6. Comunicaciones

A continuación, se muestra un flujograma de acciones a seguir en caso de ocurrir un accidente por derrame de aceites o combustibles:

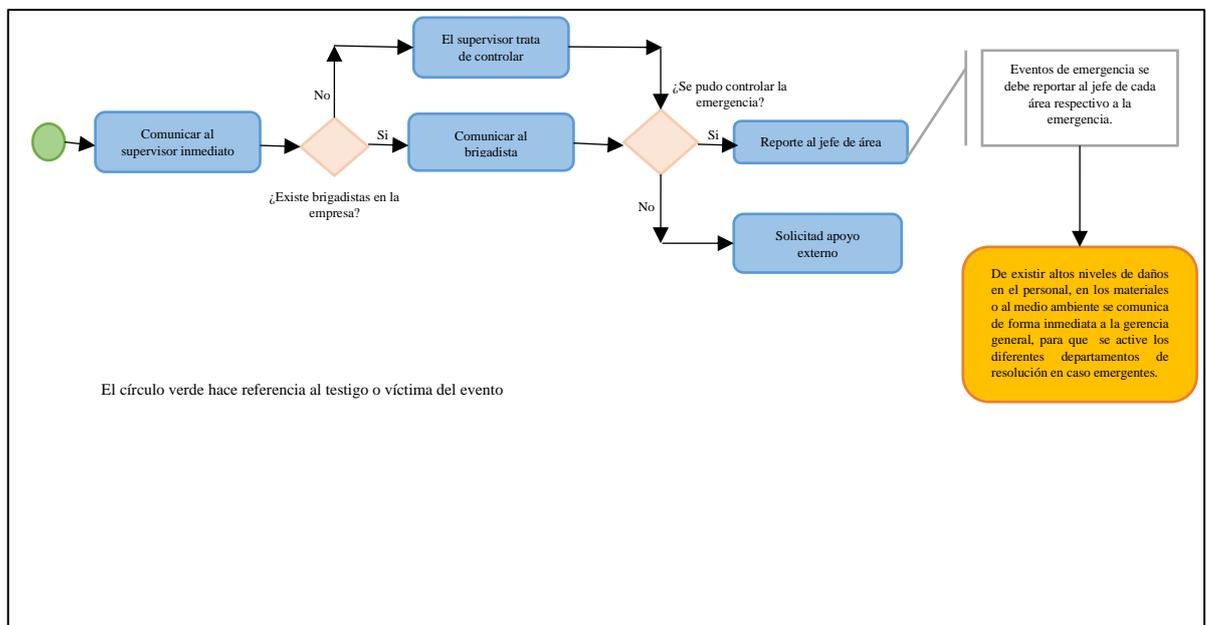


Ilustración 4-13: Flujograma de comunicación para el personal propio

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

MSDS
CAR-BUS YAULEMA



Hoja de Seguridad para materiales

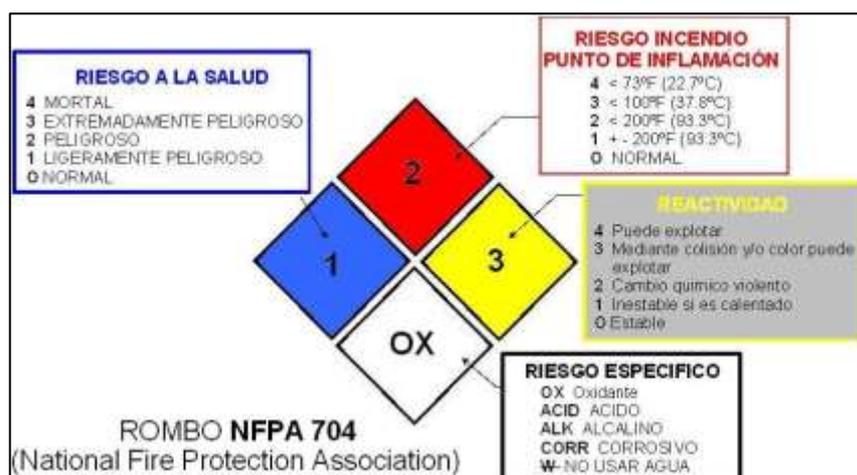
1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO QUÍMICO Y LA EMPRESA

Nombre del producto:	Resina	TELÉFONOS DE EMERGENCIA
Número de producto:	1	
Uso del producto:	Para pasar sobre la superficie de los moldes	
Nombre de la empresa:	Carrocería Car – Buss Yaulema	
Telefax:		
Dirección:	Av. Pedro Vicente Maldonado	

2. COMPOSICIÓN: INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

INGREDIENTE ACTIVO	%
Ácidos resínicos	60-75
Terpenos	10-15
Sustancias varias y Petróleo	5-10
INGREDIENTE ADITIVO	
Colofonia.	60 - 75
aguarrás y agua	15 - 25

3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS



MSDS
CAR-BUS YAULEMA



Hoja de Seguridad para materiales

4. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO QUÍMICO Y LA EMPRESA

Nombre del producto:	meck peróxido	TELÉFONOS DE EMERGENCIA
Número de producto:	1	
Uso del producto:	Para pasar sobre la superficie de los moldes	
Nombre de la empresa:	Carrocería Car – Buss Yaulema	
Telefax:		
Dirección:	Av. Pedro Vicente Maldonado	

5. COMPOSICIÓN: INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

INGREDIENTE ACTIVO	%
Peróxido de metiletilcetona	19,5 - <50
INGREDIENTE ADITIVO	
Butanona	1 - <2,5

6. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

SALUD	FUEGO	REACTIVIDAD	OTRA	GRADO DE PELIGROSIDAD	CÓDIGO DE COLORES	OTROS CÓDIGOS
1	3	0		0=Minimoriesgo 1=Riesgodespreciable 2=Riesgomoderado 3=Riesgoserio 4=Riesgosevero	SALUD=AZUL FUEGO =ROJO REACTIVIDAD= AMARILLO OTROS = BLANCO	OX=Oxidante ACID = Acido ALK =Alcalino COR =Corrosivo W=Nousar agua

MSDS
CAR-BUS YAULEMA



Hoja de Seguridad para materiales

7. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO QUÍMICO Y LA EMPRESA

Nombre del producto:	Gel coat	TELÉFONOS DE EMERGENCIA
Número de producto:	1	
Uso del producto:	Para pasar sobre la superficie de los moldes	
Nombre de la empresa:	Carrocería Car – Buss Yaulema	
Telefax:		
Dirección:	Av. Pedro Vicente Maldonado	

8. COMPOSICIÓN: INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

INGREDIENTE ACTIVO	%
Resina poliéster insaturada	80-100
Monómero de Estireno	10-20
Sílica Amorfa Pirógena	1-5
Sustancias varias y Petróleo	5-10
INGREDIENTE ADITIVO	

9. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

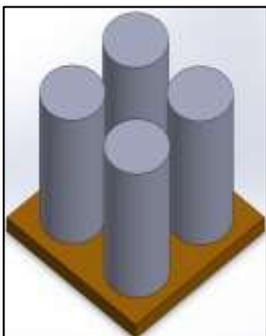
	Salud: 2	Fuego: 3	Reactividad: 2	Especial:
--	----------	----------	----------------	-----------

Tabla 4-32: Mejora 1: La resina, meck peróxido y el gel coat al ser manipulados deben de utilizar los equipos de protección personal.

Material	Actividad	Peligro al inhalar o ingerir.	EPP para la manipulación de la resina con el método actual.	EPP a utilizar en el método propuesto.
Resina Meck Peróxido Gel Coat	<p>Pasar la resina sobre la superficie de los moldes.</p> <p>Colocar la pintura o gel coat en los moldes.</p>	<p>Cuando se inhala, la resina causa fiebre, opresión del pecho, tos y problemas respiratorios. El ricino puede causar edema pulmonar, que es una acumulación de líquido en los pulmones, y cuando se ingiere, puede causar vómitos y diarrea. También, puede causar sangrado intestinal y daño en los órganos.</p>		 <p>Respirador de máscara 3 m 6200 (modelo 3 M 6003) - TAM M Fuente: Decreto Ejecutivo 2393</p>

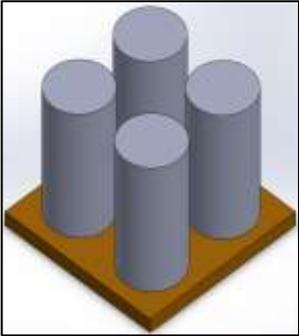
Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Tabla 4-33: Mejora 2: La resina, meck peróxido y el gel coat se deben almacenar en un lugar seguro

Material	Actividad	Peligro al no tener los tanques de resina en un lugar seguro.	Almacenamiento de la resina, meck peróxido y el gel coat.	Tanques colocados en un lugar seguro.
Resina Meck Peróxido Gel Coat	<p>Pasar la resina sobre la superficie de los moldes.</p> <p>Colocar pequeñas porciones de Meck Peróxido en la resina.</p> <p>Colocar la pintura o gel coat en los moldes.</p>	<p>Cuando los tanques no se encuentran en un lugar seguro, las reacciones con otros químicos o así mismo la interacción con el fuego puede producir accidentes en el área de trabajo</p>		

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Tabla 4-34: Mejora 3: La resina, meck peróxido y el gel coat se deben estar almacenadas donde estén libres de chispas de fuego.

Material	Actividad	Peligro al tener los materiales tóxicos en un lugar donde reciben chispas de fuego.	Almacenamiento de la resina, meck peróxido método.	Tanques colocados en un lugar seguro.
Resina Meck Peróxido Gel Coat	Pasar la resina sobre la superficie de los moldes. Colocar pequeñas porciones de Meck Peróxido en la resina. Colocar la pintura o gel coat en los moldes.	Cuando los tanques se encuentran en lugar donde recibe pequeñas limallas de fuego, esto puede producir accidentes en el área de trabajo.	Resina y pintura  Meck Peróxido 	

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

Tabla 4-35: Mejora 4: La resina, meck peróxido y el gel coat deben encontrarse limpios y alejados del fuego.

Material	Actividad	Peligro al tener los recipientes sucios.	Condiciones en la cual se encuentran los recipientes a utilizar.	Materiales limpios libres de resina, meck peróxido y gel coat.
Resina Meck Peróxido Gel Coat	Pasar la resina sobre la superficie de los moldes. Colocar pequeñas porciones de Meck Peróxido en la resina. Colocar la pintura o gel coat en los moldes.	Cuando las herramientas no se encuentran limpios o no se los limpia al terminar las labores, esto provoca retrasos en el proceso de producción, y si se los deja en un lugar donde reciba chispas de fuego, puede producir un accidente.	 	Baldes limpios  

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

4.8. Plan de mejora

En el presente proyecto para que los resultados obtenidos se mantengan asegurados en el proceso de producción se debe utilizar el plan de mejora.

Tabla 4-36: Plan de mejora

Plan de Manejo de Materiales Tóxicos										
Check List para el manejo de materiales tóxicos										
Área	Fibrado									
Empresa	Car - Buss Yaulema									
Fecha		Proxima fecha de revisión								
Realizado por	Héctor Tene									
Revisado por	Ing. Daniel Guanoluiza									
Aprobado por	Sr. Víctor Yaulema									
Material a Inspeccionar (Resina)				Si	No	Responsable		Plazo	Recur. Finac.	Observaciones
La resina al ser manipulada utilizan los EPP?										
La resina se encuentra almacenada en un lugar seguro?										
La resina se encuentra libre de chispas de fuego producidas por otras herramientas?										
Las herramientas usadas por la resina se encuentran limpias y libres de chispas de fuego?										
Material a Inspeccionar (Meck peróxido)				Si	No	Responsable	Plazo	Recur. Finac.	Observaciones	
El meck peróxido al ser manipulado utilizan los EPP?										
El meck peróxido se encuentra almacenado en un lugar seguro?										
El meck peróxido se encuentra libre de chispas de fuego producidas por otras herramientas?										
Las herramientas usadas por el meck peróxido se encuentran limpias y libres de chispas de fuego?										
Material a Inspeccionar (Gel Coat)				Si	No	Responsable	Plazo	Recur. Finac.	Observaciones	
El gel coat al ser manipulado utilizan los EPP?										
El gel coat se encuentra almacenado en un lugar seguro?										
El gel coat se encuentra libre de chispas de fuego producidas por otras herramientas?										
Las herramientas usadas por el gel coat se encuentran limpias y libres de chispas de fuego?										

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

4.9. Plan de control

Para que el plan de trabajo se ejecute de la mejor manera es necesario que se elabore un plan de control.

Tabla 4-37: Plan de control

Plan de control de Materiales Tóxicos							
Check List para el control de materiales tóxicos							
Área	Fibrado						
Empresa	Car - Buss Yaulema						
Fecha		Proxima fecha de revisión					
Realizado por	Héctor Tene						
Revisado por	Ing. Daniel Guanoluiza						
Aprobado por	Sr. Víctor Yaulema						
Materiales	Actividad.	Equipos a Utilizar		Si Cumple	No Cumple		Observaciones
Resina, Meck Peróxido y Gel Coat	Usar los EPP						
	Almacenar los materiales en un lugar seguro.						
	Los materiales deben de estar libre de chispas de fuego.						
	Las herramientas deben de estar limpias.						

Realizado por: Tene Héctor, 2024.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se analizó las actividades involucradas mediante diagramas de recorrido y diagramas de proceso, donde se pudo observar que los puestos de trabajo no estaban en condiciones adecuadas.
- Se identificó que, con el método de Westinghouse, la calificación del operario 2 es de un 5% mayor que la del operario 1.
- Al desarrollar el estudio de métodos y la medición del trabajo con la ayuda de la técnica del cronometraje se recolectó el tiempo de producción de la parte delantera, media y posterior, obteniendo tiempos de 289,813 min, 933,36 min y 385,48 min respectivamente.
- Mediante la medición del trabajo, con la técnica del cronometraje y el diagrama de Pareto se obtuvieron las actividades más críticas con los tiempos más altos encontrados en el proceso productivo de las partes del techo, las actividades más críticas son: pasar cera y sacar brillo, cortar la fibra y el Coremat, pintar el molde y pasar el rodillo.
- Al diseñar el proceso de producción adecuado se obtuvo una disminución de tiempos con respecto a la parte delantero de 289,81 min a 212,95 min, la parte del medio de 933,36 min a 629,35 min y la parte posterior de 385, 49 a 268,86 min. Obteniendo una optimización del tiempo de 26,52%, 32,57% y 30,26% respectivamente.
- En el proceso de producción se incorporó máquinas y herramientas obteniendo cambios significativos en los costos de producción mediante la reducción del costo de mano de obra que compenso el leve incremento en materiales indirectos de fabricación.
- Al evaluar los resultados obtenidos con el método propuesto en cuanto a la capacidad de producción. Muestra un incremento en la capacidad de producción por horas de trabajo en un 34%, es decir que se incrementó de 0.037 techos/hora a 0.056 techos/hora.

5.2. Recomendaciones

- Implementar un plan semestral de capacitación para los dos operarios sobre la realización apropiada de las actividades con respecto a la propuesta de mejora, con el propósito de conservar constante el tiempo para la realización de cada parte del techo.
- Realizar inspecciones normales de trabajo realizado, con el propósito de verificar que los operarios ejecuten las tareas de acuerdo a lo propuesto y así conservar los resultados.
- Motivar a los operarios el uso de los equipos de seguridad, con el propósito de disminuir el índice de riesgos posibles, debido que en los procesos productivos hay eventos adversos.
- Realizar el uso de las máquinas semiautomáticas para reducir el tiempo de producción y así mismo realizar la limpieza de las máquinas después de su uso para no tener retrasos en la producción.

BIBLIOGRAFÍA

1. **ALZOGARAY, Federico.** Qué es productividad. *pepm-sal.infed.edu.ar*. [En línea] 2020. <https://pepm-sal.infed.edu.ar/sitio/wp-content/uploads/2020/03/ESTUDIO-DEL-TRABAJO-Cartilla.pdf>.
2. **AMAZON.** Compresor de aire directo 2hp 25l lubricado. *amazon.com*. [En línea] 2023. <https://www.amazon.com/-/es/COMPRESOR-AIRE-DIRECTO-2HP-LUBRICADO/dp/B07CWK73VG>.
3. **ARTEKOLOR.** *artekolor.es*. *artekolor.es*. [En línea] 2022. <https://www.artekolor.es/empresa-pintura-consejos-servicios-noticias/diferencias-entre-un-tinte,-barniz,-laca-o-pintura-para-la-madera.html>.
4. **BLOGGING.** *blogging-techies.com*. *blogging-techies.com*. [En línea] 2023. <https://blogging-techies.com/los-chinos-presionan-el-dedo-derecho-durante-60-segundos-para-desbloquear-el-poder-del-cerebro-prueba-esto/>.
5. **BONILLA, Sayuri.** Propuesta de mejoramiento del proceso productivo del tónico de la tuna mediante el estudio de métodos y medición del trabajo en la empresa vita tuna del Cantón Guano. *Trabajo de Titulación*. *dspace.esPOCH.edu.ec*. [En línea] 2016. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4632/1/20T00692.pdf>.
6. **COMPUESTOS POLIMEROS.** *Coremat*. *polimeroscompuestos.cl*. [En línea] 2020. <http://polimeroscompuestos.cl/Page/coremat.htm>.
7. **CONDORI, Aldo & QUIZA, Danny.** Propuesta de mejora de los procesos de mantenimiento del taller de camiones 793 mediante el estudio de métodos y medición de trabajo en una empresa minera. *Trabajo de Titulación*. *repositorio.uarm.edu.pe*. [En línea] 2019. https://repositorio.uarm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/1232a105-04f2-483e-9199-e7074c91972e/content?fbclid=IwAR2j9OUs6UuctRFYp-0uqJXR8qEJycKI3rk3WZkOr12_Ut1KDGhbfbhzPecw.
8. **DURAN, Jose.** *repositorio.cepal.org*. *repositorio.cepal.org*. [En línea] 2022. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/b7405491-9c89-49f8-bbcd-91ce063d1624/content>.
9. **FERREMAX.** *distribuidortruper.mx*. *distribuidortruper.mx*. [En línea] 09 de 06 de 2021. https://distribuidortruper.mx/brochas-para-pintar-tipos-usos/?fbclid=IwAR3d93AO4-mDZcEVhRRb-y9sK_L1T_IU4SaKsonYxk008vb3d0Az3BP5Nc.
10. **FERRETERIA.** *todoferreteria.com.mx*. *todoferreteria.com.mx*. [En línea] 22 de 11 de 2022. <http://todoferreteria.com.mx/tamano-ideal-de-una-felpa/>.
11. **FIBRAPLUS.** *fibraplus.com*. *fibraplus.com*. [En línea] 14 de 01 de 2018. <http://fibraplus.com/mek-peroxido/>.

12. **FISALIS.** mundocompresor.com. *mundocompresor.com*. [En línea] 2020. https://www.mundocompresor.com/adjuntos/fichero_8334_20211024.PDF.
13. **PRODUCTPLAST.** producplastfrp.com. *producplastfrp.com*. [En línea] 2020. <https://producplastfrp.com/catalogo/productos-compuestos/accesorios/rodillos-para-fibra-de-vidrio>.
14. **GARCIA, Eva.** Aplicación del diagrama de Pareto para la priorización de problemas en la industria agroalimentaria. *riunet.upv.es*. [En línea] 2023. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/194736/Garcia%20-%20Aplicacion%20del%20diagrama%20de%20Pareto%20para%20la%20priorizacion%20de%20problemas%20en%20la%20industria%20agro....pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
15. **GISBERT, Sanchis.** Diagramación de proceso. *riunet.upv.es*. [En línea] 2020. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/144115/Sanchis%20-%20Diagramaci%C3%B3n%20de%20Procesos.pdf?sequence=1>.
16. **GUSQUI, Carlos.** dspace.espoeh.edu.ec. *dspace.espoeh.edu.ec*. [En línea] 2021. <http://dspace.espoeh.edu.ec/bitstream/123456789/15093/1/15T00751.pdf>.
17. **HERRERA, J.** Diagrama de flujo. *uv.mx*. [En línea] 2020. <https://www.uv.mx/personal/aherrera/files/2020/05/DIAGRAMAS-DE-FLUJO.pdf>.
18. **JOHNNY 28000.** Prueba u de mann-whitney. *es.slideshare.net*. [En línea] 28 de Marzo de 2020. <https://es.slideshare.net/JOHNNY28000/prueba-u-de-mannwhitney>.
19. **JUÁREZ, Yolanda.** Diagrama causa-efecto. *repository.uaeh.edu.mx*. [En línea] 2018. https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/18589/Diagrama_Ca usa-Efecto.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
20. **JUSHI.** <https://sumiglas.com/>. <https://sumiglas.com/>. [En línea] 2021. <https://sumiglas.com/wp-content/uploads/FT.-MAT-450.pdf>.
21. **LA HORA.** El guaípe, una alternativa de trabajo. *lahora.com.ec*. [En línea] 31 de 03 de 2003. <https://www.lahora.com.ec/secciones/el-guaípe-una-alternativa-de-trabajo/>.
22. **MARIN, Guillermo.** unheval.edu.pe. *unheval.edu.pe*. [En línea] 2021. <https://www.unheval.edu.pe/portal/wp-content/uploads/2021/09/LIBRO-INGENIERIA-DE-METODOS-I.pdf>.
23. **MECANICA FULL.** Full Mecanica para todos los amantes de la mecanica. *Definiciones y conceptos de Mecanica*. [En línea] 15 de Marzo de 2014. [Citado el: 5 de Mayo de 2023.] <https://www.fullmecanica.com/definiciones/c/726-chopped-stand-mat>.
24. **MERCADOLIBRE.** articulo.mercadolibre.com.ec. *articulo.mercadolibre.com.ec*. [En línea] 2023. [Citado el: 01 de 01 de 2024.] https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-519350700-disco-de-lana-para-pulidora-ingco-_JM#position=14&search_layout=stack&type=item&tracking_id=ba44d6e7-df2f-4378-a670-4e2d610bbf98.

25. **MOTOREX.** Propiedades y usos de la fibra de vidrio. *motorex.com.pe*. [En línea] 08 de 06 de 2018. <https://www.motorex.com.pe/blog/propiedades-usos-fibra-vidrio/>.
26. **MYCARSFIRST.** mycarsfirst.com. *mycarsfirst.com*. [En línea] 26 de 06 de 2021. <https://mycarsfirst.com/es/blog/usos-tips/cera-para-coche>.
27. **NEIRA, Alfredo.** *Técnicas de Medición del Trabajo*. 2da. Madrid : Fundación Confemetal, 2018. pág. 14.
28. **ORTIZ, Bryan.** quito.evisos.ec. *quito.evisos.ec*. [En línea] 04 de 2021. <https://quito.evisos.ec/guaipe-de-venta-oriente-id-328918>.
29. **OXIDER.** qca.com.co. *qca.com.co*. [En línea] 2022. <https://qca.com.co/wp-content/uploads/2019/12/FT.-REVOX-HD9-1.pdf>.
30. **PINTULAC.** pintulac.com.ec. *pintulac.com.ec*. [En línea] 2021. <https://www.pintulac.com.ec/esmeriladora-5-pulgadas-1200-watts-11000-rpm-dewalt.html>.
31. **POCHTECA.** Tipos de resinas y sus aplicaciones. *guatemala.pochteca.net*. [En línea] 2021. <https://guatemala.pochteca.net/tipos-de-resinas-y-sus-aplicaciones/>.
32. **QUIMAFLEX.** quimaflex.com.py. *quimaflex.com.py*. [En línea] 2022. https://quimaflex.com.py/wp-content/uploads/2022/01/FT_-Resina-Acrylica-Solvente.pdf.
33. **QUINTANA, Cristian.** institutoclaret.cl. *institutoclaret.cl*. [En línea] 2020. <https://institutoclaret.cl/wp-content/uploads/2020/06/GU%C3%8DA-DIAGRAMA-DE-CAJON-Y-BIGOTE-4%C2%B0-PD-MAT..pdf>.
34. **REROCA.** ¿Qué es el gelcoat de poliéster y cómo usarlo? *feroca.com*. [En línea] 2024. <https://feroca.com/es/blog/soluciones-de-moldeo/que-es-gelcoat-poliester-como-usarlo.html>.
35. **SÁENZ, Diego.** repositorio.puce.edu.ec. *repositorio.puce.edu.ec*. [En línea] 2019. <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/17251/Trabajo%20de%20Titulaci%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
36. **SANTANA, Maite.** dspace.uniandes.edu.ec. *dspace.uniandes.edu.ec*. [En línea] 2020. <https://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/12646/1/PIUSDADM063-2020.pdf>.
37. **SANTOS, Diego.** Proceso productivo: qué es, características y etapas. *blog.hubspot.es*. [En línea] 2021. <https://blog.hubspot.es/marketing/proceso-productivo>.
38. **SKF.** cdn.skfmediahub.skf.com. *cdn.skfmediahub.skf.com*. [En línea] 2019. https://cdn.skfmediahub.skf.com/api/public/0901d19680416953/pdf_preview_medium/0901d19680416953_pdf_preview_medium.pdf.
39. **SPHERE TEX.** Safety Data Sheet. *quivensa.com*. [En línea] 13 de 11 de 2015. <https://quivensa.com/wp-content/uploads/2020/05/sphere-core-s-sbc.pdf>.
40. **TITO, Dennis.** “Optimización de la productividad en la elaboración de puertas paneladas utilizando el estudio de métodos y la medición del trabajo en industrias metálicas vilema en eL Cantón Guano”. Trabajo de Titulación. *dspace.esPOCH.edu.ec*. 2019, pág. 28.

41. **TOMÁS, Xavier; et. al.** *Tablas estadísticas.* [En línea] 2006.
https://www.researchgate.net/publication/235780351_Tablas_Estadisticas. 1.
42. **UV-MX.** Diagrama de flujo. *uv.mx.* [En línea] 2020.
<https://www.uv.mx/personal/aherrera/files/2020/05/DIAGRAMAS-DE-FLUJO.pdf>.
43. **YAULEMA.** Reseña Historica. *prezi.com.* [En línea] 2017.
<https://prezi.com/gblfs8sson3/resena-historica-de-car-buss-yaulema/>.
44. **YEPES, Victor.** Diagrama de recorrido como herramienta de estudio de métodos. *victoryepes.blogs.upv.es.* [En línea] 2022.
<https://victoryepes.blogs.upv.es/2022/03/29/diagrama-de-recorrido-como-herramienta-de-estudio-de-metodos/>.
45. **YUMICEBA, Germania.** “Estudio de métodos y tiempos para el mejoramiento del proceso productivo en la hilandería de la empresa FUNORSAL del cantón Guaranda” (Trabajo de Titulacion) (Pregrado). 2022. Disponible en: [En línea]
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/18875/1/85T00760.pdf>.

Total 45 referencias bibliográficas

0820-DBRA-UPT-2024



ANEXOS

ANEXO A: ACTIVIDAD, SE PASA LA CERA DESMOLDANTE SIMONIZ Y SE SACA BRILLO.



ANEXO B: ÁREA DE CORTE DE LA FIBRA DE VIDRIO 450 JUSHI Y EL COREMAT 2 mm X 70 m.



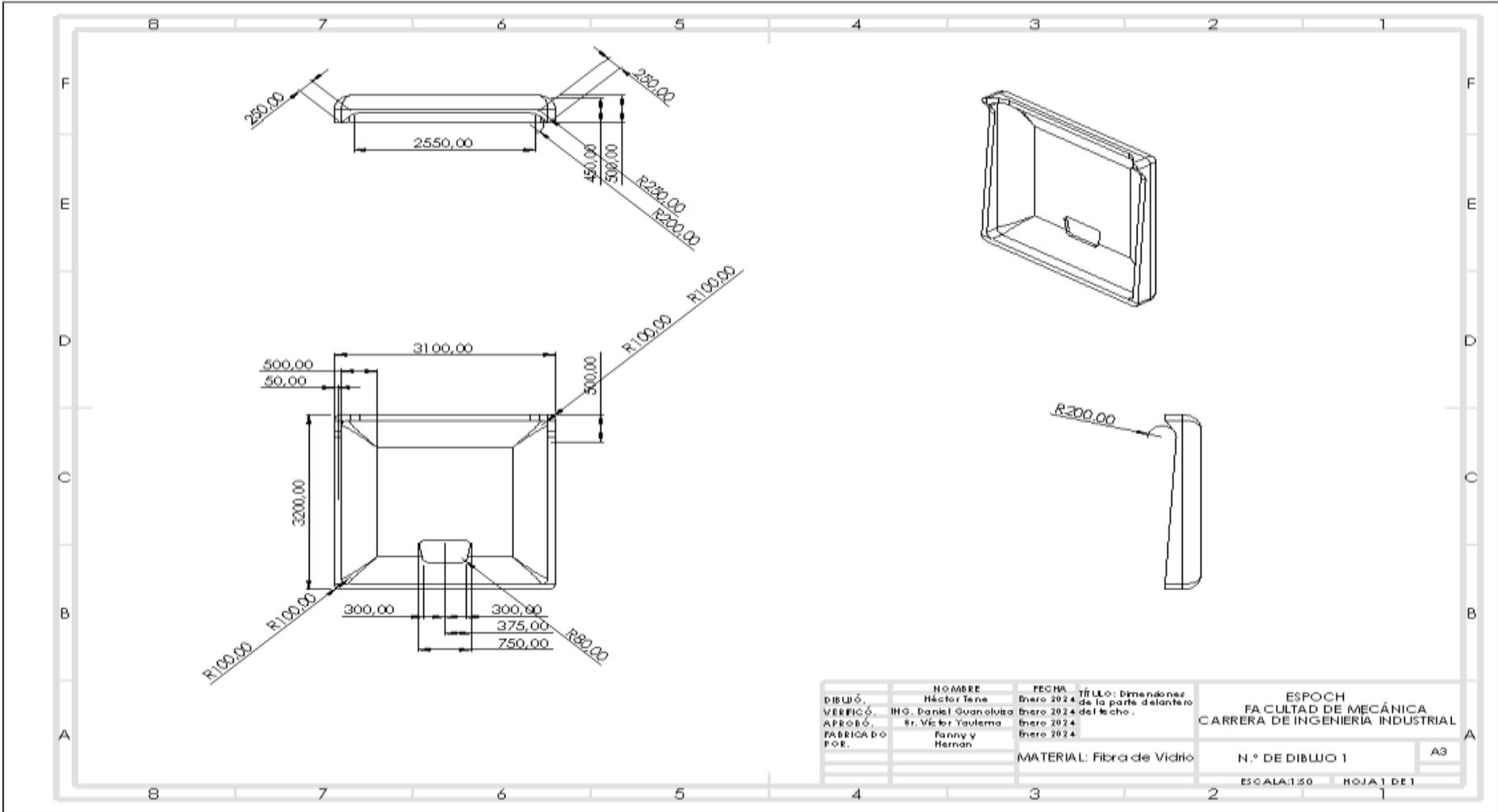
ANEXO C: ACTIVIDAD, SE COLOCA LA PINTURA O GEL COAT EN EL MOLDE.



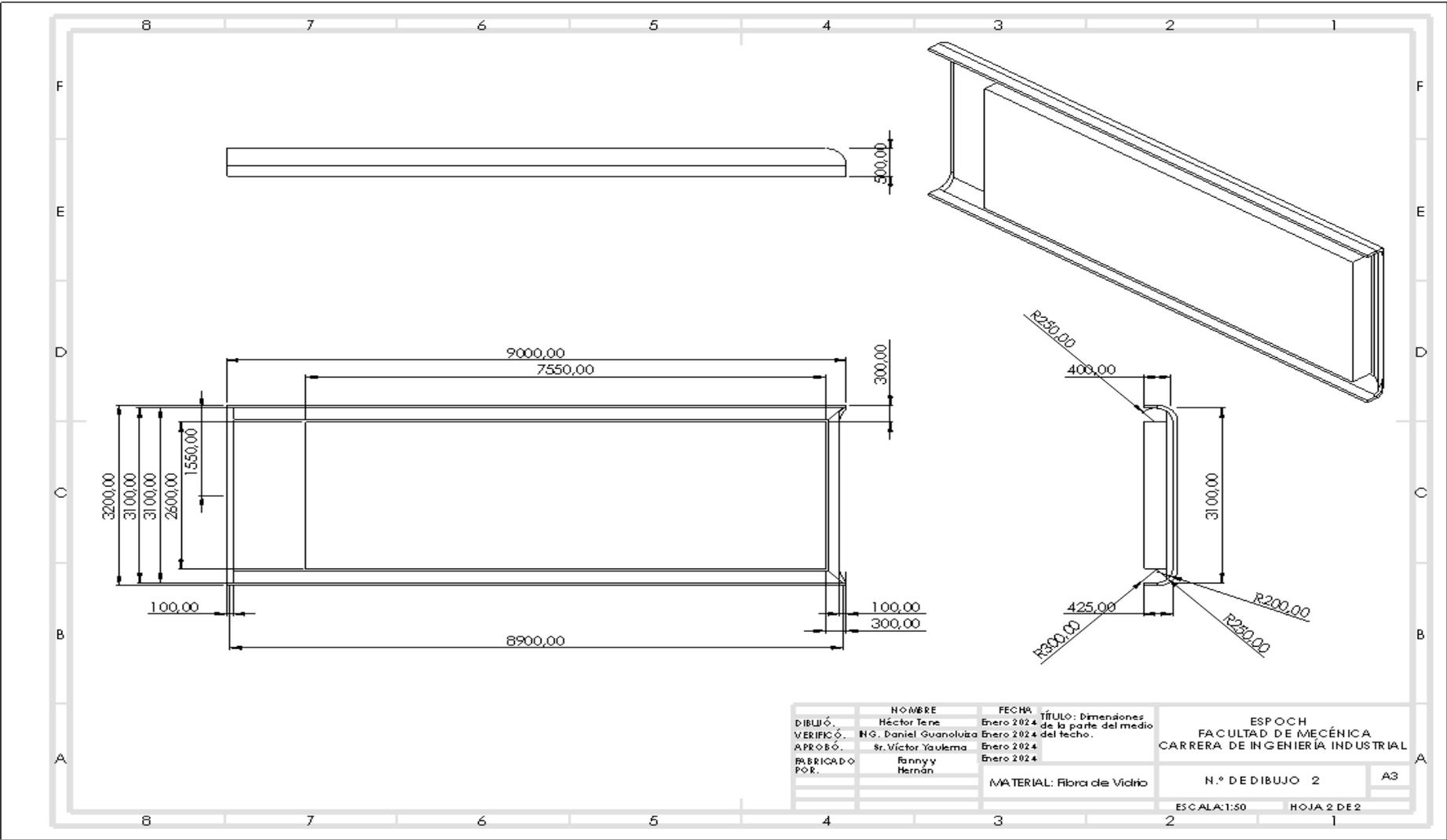
ANEXO D: ACTIVIDAD, SE PASA LOS RODILLOS EN LAS CAPAS DE FIBRA Y RESINA COLOCADAS EN EL MOLDE.



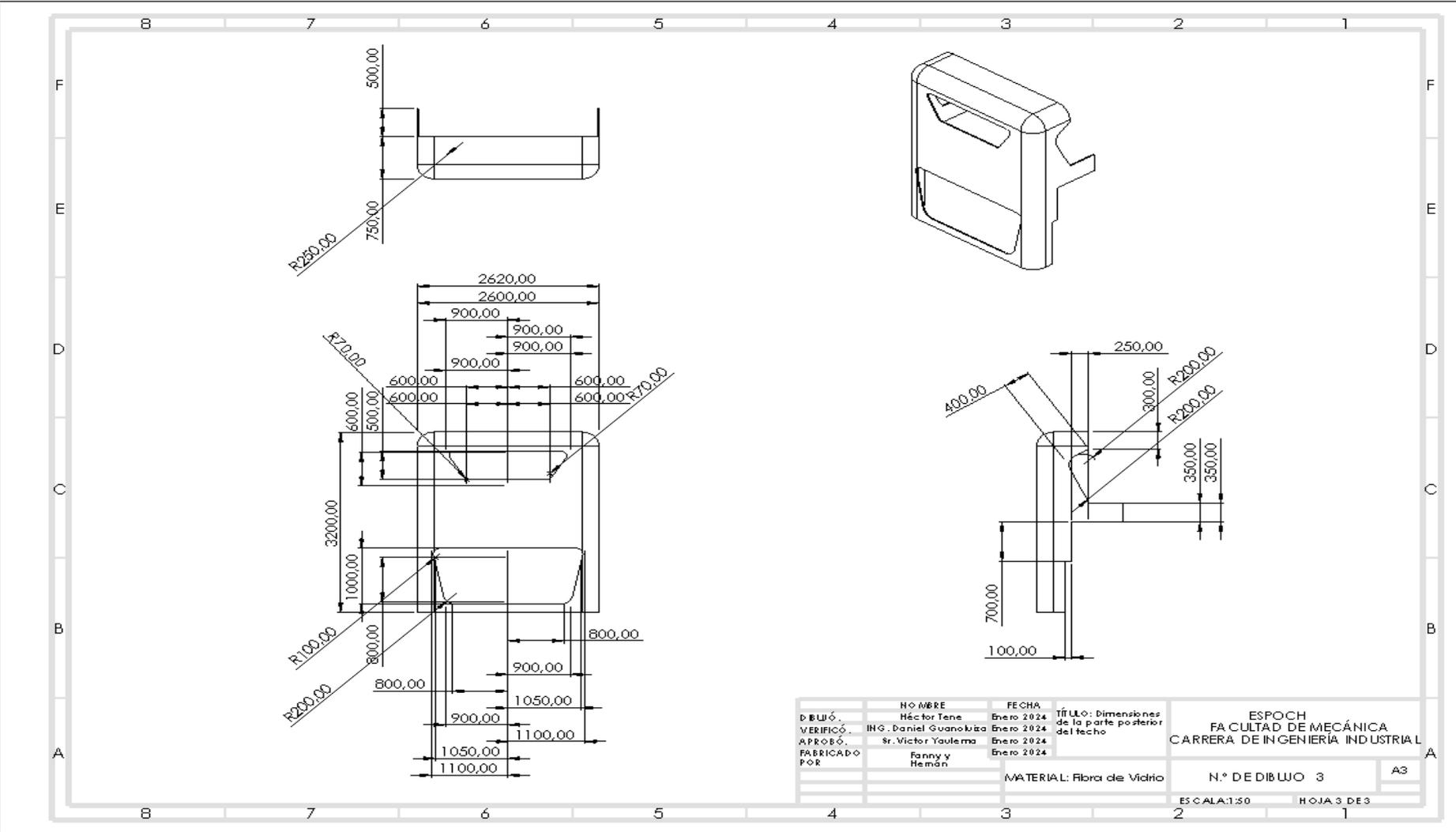
ANEXO E: DIMENSIONES DE LA PARTE DELANTERA DEL TECHO



ANEXO F: DIMENSIONES DE LA PARTE DEL MEDIO DEL TECHO



ANEXO G: DIMENSIONES DE LA PARTE POSTERIOR DEL TECHO



DIBUJÓ	NOMBRE	FECHA	TÍTULO
VERIFICÓ	Héctor Tene	Enero 2024	Dimensiones de la parte posterior del techo
APROBÓ	ING. Daniel Guanolaza	Enero 2024	
FABRICADO POR	Sr. Victor Yaulema	Enero 2024	
	Fanny y Herman	Enero 2024	

ESPOCH	
FACULTAD DE MECÁNICA	
CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL	
N.º DE DIBUJO	3
ESCALA	1:50
HOJA	3 DE 3

A3



Ficha Técnica

www.
quimaflex.
com.py

Nombre del producto: Resina Acrílica Base Solvente.

Nombre Comercial: Resina Acrílica Colorflex.

¿Para qué sirve?

Es una resina acrílica base solvente empleado para impermeabilizar superficies de cerámicas: ladrillos, tejas, piedras de fachadas.

Ventaja: Alta resistencia al amarilleo y buena retención de brillo.

Modo de empleo

*Usar en condiciones de temperatura y humedad normales.

Superficie: *La superficie a recubrir debe estar limpia, seca. Libre de polvo y óxido.

- Si es repintura, remover la pintura vieja con lija.
- Si la superficie se encuentra aceitosa, limpiar con thinner.
- Si se encuentra con polvo, retirar el mismo con un paño humedecido con thinner.
- Si la superficie se encuentra con restos de cal o cemento aplicar una solución de ácido muriático para eliminar el resto y dejar secar.

Aplicación: Resina indicada para embellecer y proteger superficies cerámicas: ladrillos, tejas y piedras.

- **Aplicación:** con rodillo o pincel.
- **Dilución:** con Thinner Disoflex, entre 10% a 15%.

Observaciones: Se recomienda limpiar las herramientas antes que la resina seque, utilizando algún solvente. Proteger de temperaturas extremas.

Propiedades:

- Líquido transparente y brillante.
- Secado al polvo: 15 – 20 minutos.
- Secado al tacto: apróx. 60 – 77 minutos dependiendo de la temperatura y humedad.
- Secado de fondo: 2 horas dependiendo de la temperatura y humedad.

- Rendimiento teórico: 12 m²/L aplicado sin diluir, para una camada seca de 30 micrones de grosor (para dimensionar se debe utilizar el rendimiento práctico).

Presentaciones:

Envases metálicos de 0,850 Litros; 5 Litros; 18 Litros y tambor de 200 Litros.

Packs de 06 unidades de 0,850 Litros y 04 unidades de 5 Litros.

Estabilidad:

Producto químicamente estable en condiciones normales (manteniendo el envase cerrado y no exponiendo al sol).

Composición:

- Resinas acrílicas de alta calidad y resistencia.
- Solventes adecuados.
- Aditivos y secantes.

PRODUCTO LIBRE DE PLOMO

ANEXO I: DATASHEET DEL COREMAT.



Hilden, 13th November 2015

Safety Data Sheet

Inspired from the EC recommendation for MSDS EC 1907/2006

These products are articles according to Article 3.3 of the regulation (EC) No. 1907/2006 (REACH). They do not contain substances that are intended to be released under normal or reasonably foreseeable conditions of use. Therefore, neither the articles nor the substances therein need to be registered. According to Article 31 of the Regulation (EC) No. 1907/2006 (REACH), safety data sheets do not have to be provided for articles. The information contained in this safety data sheet corresponds with our actual knowledge and experience. In order to ensure safe handling and use of our products, we provide our customers with our Safety Data Sheet for Articles.

Product name: Sphere.core S – Sphere.core SBC – Sphere.skin

1. Company Identification
Producer / Supplier:

Spheretex GmbH
Ellerstr. 101 Geb. A3
40721 Hilden, Germany
Phone: +49 (0) 2103/ 58 99 3 Fax: + 49 (0)2103/ 58 99 58
email: info@spheretex.de www.spheretex.com

2. Hazards
Most important Hazards/ Human Health Effects

Handling of glass filaments may cause temporary skin, eye and upper respiratory tract irritations.

3. Composition / Information on Ingredients

Chemical Characterisation: material
Production: Thermal volumized tissues (fiberglass by embedding and expanding thermoplastic micro-balloons).
Components: Glasstissues mechanically or chemically bounded combined with 40-60 Vol% microballoons (Polivinyldienchlorid and or Acrylonitrile).
Content of fibres: approx. 30 - 200 gr/m²
Content of microballoons: 10 - 120 g/m²

4. First Aid

Inhalation: Move from scene of exposure
Skin Contact: Clean immediately with soap and lukewarm water
Eye Contact: Flush well with running water for 10 minutes
Allergy: Move from scene of exposure

5. Fire Fighting Measures / Recommended Extinguishing Media:

Use water or powder. Glass filaments are not flammable

6. Accidental Release Measures

Personal Precautions: not applicable
Environment Precautions: respect local regulations for transport of waste from inert products.
Methods of cleaning up: vacuum or sweep into containers designed for glass filaments and microspheres waste

7. Handling and Storage
Handling

Technical Measures/ Precautions/ Safe Handling Advice:
People with sensitive skin should avoid long them exposure

Storage
Technical Measures: not applicable
Storage Conditions: not applicable
Incompatible Products: not applicable
Packing Materials: the product should be stored in it's original packing



- 8. Exposure Controls; Personal Protection**
Engineering Measures: no special recommendations for product use in normal conditions.
- Control Parameters**
Limit Values: no limit values for exposure time
- Personal Protective Equipment**
Respiratory Protection: during occasional operations such as unloading or cleaning wear paper mask
Hand Protection: people with sensitive skin should wear gloves
Eye Protection: wear protective glasses
Skin and Body Protection: wear long sleeves to avoid irritation
- 9. Physical and Chemical Properties**
Physical State: solid
Form: continuous sheets, rolls
Colour: white
pH: not applicable
- Specific temperature at which changes in physical state occur*
Decomposition Temperature:
Flashpoint: not applicable
Explosion Properties: not applicable
Solubility: Very slight solubility in water. Size is soluble in contact with organic solvents.
- 10. Stability and Reactivity**
Stability: stable in storage conditions
Possible Hazardous Reactions/
Hazardous Decomposition Products: when the combustion is kept going, small quantities of HCL may result from the size decomposition
- 11. Toxicological information**
Acute Toxicity: None
Local Effects: None
Sensitisation: None
- 12. Ecological information**
Persistence/ Degradability: the product is not biodegradable
- 13. Disposal Considerations**
Waste: respect local disposal regulations regarding non- hazardous products.
Packing: not applicable
- 14. Transport information**
International Regulations:
 Not considered as dangerous according to transportation regulations and are therefore subject to no special procedure.
- 15. Regulatory information**
 Glass filament products are not considered as dangerous for users. Respect general Health and Safety regulations.
- 16. Other information**
 Precautions should be taken to provide sufficient ventilating.

This safety data sheet completes technical data sheets for use but does not replace them. The information given in this document corresponds to our relative knowledge of the product concerned, at the mentioned date. It is given in good faith. Furthermore, users attention is drawn to the possible risks run when the product is used for another purpose other for which it was designed. In no case does it except the user from knowing and applying the rules regulating his activities. He will take sole responsibility for precautions regarding the way he uses the product.

End of the Safety Data Sheet

ANEXO J: DATASHEET DEL MEK PERÓXIDO.



Descripción: Peróxido de Metil Etil Cetona
No. CAS: 1338-23-4
No. EINECS/ELINCS: 700-954-4
No. UN: 3105

Especificaciones:

Densidad (@ 20°C)	1,08 ± 0,005 g/cm ³
Viscosidad (@ 20°C)	28 mPa.s
Apariencia	Líquido semiviscoso incoloro
Contenido Oxígeno Activo	8,7% ± 0,1
Contenido de Peróxido	30% - 37%
SADT	60°C

Aplicación: REVOX HD-9 es un Peróxido de MEK de uso general para curar resinas de poliéster insaturado a temperatura ambiente y alta. Generalmente se usa junto con sales de metal. En comparación con otros peróxidos de cetona, el REVOX HD-9 proporciona un tiempo de gel medio y largo. Adecuado para el curado de resinas de gelcoat, laminado (recubrimiento), botón, barniz y polímero colado, así como la producción de tubos en poliéster reforzado con fibra de vidrio por enrollamiento de filamentos y por centrifugado. Adecuado para aplicaciones de gelcoat, ya que tiene un bajo contenido de peróxido de hidrógeno y un bajo contenido de humedad para evitar burbujas y grietas en la superficie.

Uso y cantidad: Se recomienda usar entre 1% y 2% en general, dependiendo de la aplicación. Necesita ser usado con aceleradores de cobalto a temperatura ambiente.

Empaque: Garrafa plástica de 20 kg.

Manipulación y almacenamiento: Debe mantenerse entre 5°C y 25°C. Mantener el empaque bien cerrado. Almacenar y manipular en un lugar seco y bien ventilado, alejado de fuentes de calor, ignición y luz solar directa al empaque original. Proporcionar conexión a tierra y ventilación para evitar la acumulación de electricidad estática. Evite cualquier contacto con aceleradores de Amina y Cobalto, ácidos, álcalis y compuestos de metales pesados tales como secantes jabones metálicos.

Vida útil: 6 meses para empaques sin abrir en las condiciones de almacenamiento recomendadas.



ANEXO K: DATASHEET DE LA FIBRA DE VIDRIO 450 JUSHI.



E6

**P20 Powder Chopped Strand Mats
For Hand Lay-up**

P20 Powder Chopped Strand Mat is made of randomly distributed chopped E6 glass strands held together by a powder binder. P20 is compatible with unsaturated polyester, vinyl ester, epoxy and phenolic resins. P20 is designed mainly for use in the hand lay-up process and also suitable for use in filament winding, compression molding and continuous laminating processes. Its end-use applications include boats, bath equipment, automotive parts, chemical corrosion resistant pipes, tanks, cooling towers and building components.



Product Features

- Soft mat, ease of manual tearing apart, good conformability
- Good wet-through and fast wet-out in resins, rapid air release reducing rolling out time and increasing productivity
- Low resin consumption
- High mechanical strength of the composite products
- Superior acid corrosion resistance

Packaging

Each Powder Chopped Strand Mat is wound onto a paper tube which has an inside diameter of 90mm. The roll outside diameter is approximately 265mm. Each roll is wrapped up in plastic film and then packed in a cardboard box. The rolls are stacked horizontally or vertically onto pallets. All pallets are stretch wrapped and strapped to maintain stability during transport.

Product Specifications

Property	Area Weight (%)	Moisture Content (%)	Size Content (%)	Breakage Strength (N)
Methods	ISO 3374	ISO 3344	ISO1887	ISO 3342
EMC225	±7.5	±0.20	4.5±1.5	850
EMC300	±7.5	±0.20	5.5±1.5	850
EMC375	±7.5	±0.20	7.8±0.8	2100
EMC450	±7.5	±0.20	2.3±0.8	1120
EMC500	±7.5	±0.20	2.4±0.8	2150
EMC600	±7.5	±0.20	2.1±0.8	2200

Size	1040		1270		1524	
	Length, m	Weight, kg	Length, m	Weight, kg	Length, m	Weight, kg
EMC225	118.7	26	118.7	34	118.7	41
EMC300	96.2	35	96.2	37	96.2	44
EMC375	76.9	30	76.9	37	76.9	44
EMC450	79.1	37	79.1	45	79.1	54
EMC500	59.3	37	59.3	45	59.3	54
EMC600	39.5	37	39.5	45	39.5	54

Storage

Unless otherwise specified, powder chopped strand mats should be stored in a cool, dry, water-proof area. It is recommended that the room temperature and humidity be always maintained at 15°C to 35°C and 35% to 65% respectively.



JUSHI GROUP CO., LTD.

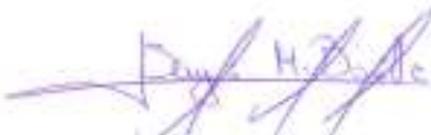
Add: Tongjiang Economic Development Zone, Zhejiang 314500, P.R.C. International Sales: +86-573-88181026 Fax: +86-573-88181058
 Domestic Sales: +86-573-88181016 Fax: +86-573-88136222 Customer Service: +86-573-88161017 Fax: +86-573-88181388
 Http://www.jushi.com E-mail: info@jushi.com

J1023-08 08 07



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA
NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO

Fecha de entrega: 15 / 07 / 2024

INFORMACIÓN DE LOS AUTORES
Nombres – Apellidos: Héctor Ramiro Tene Narváez
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Mecánica
Carrera: Ingeniería Industrial
Título a optar: Ingeniero Industrial
 Ing. Sayuri Monserrath Bonilla Novillo Directora del Trabajo de Titulación  Ing. Eugenia Mercedes Naranjo Vargas Asesora del Trabajo de Titulación