



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Aplicación de Ingeniería de Métodos para aumentar la productividad en la fabricación de cascos de embarcaciones en el astillero Luguensi E.I.R.L. Chimbote, 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Industrial

AUTORAS:

Lavado Chacon, Kelly Antuane (ORCID 0000-0003-1711-0890)

Reyes Rodríguez, Anasofía Beatriz (ORCID 0000-002-1730-4638)

ASESORES:

Mgr. Esquivel Paredes, Lourdes Jossefyne (ORCID 0000-0001-5541-294)

Ms. Calla Delgado, Víctor Fernando (ORCID 0000002-7502-5806)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas de Gestión Empresarial

CHIMBOTE - PERÚ

2019

Dedicatoria

A Dios, por guiarnos durante este tiempo darnos fortaleza, voluntad de cumplir nuestros objetivos y brindarnos sabiduría necesaria para desarrollar esta investigación

A nuestros padres y familia por su apoyo incondicional y forjarnos en ser la persona que somos en la actualidad, todos nuestros logros se lo debemos a ellos por inspirarnos por su sacrificio y por no ceder antes las dificultades de la vida, por la enseñanza de valores y virtudes para cumplir nuestras metas.

Agradecimiento

A Dios por la vida y las bendiciones que tiene con nosotros. A nuestros padres por apoyarnos cada día y darnos fuerza y fortaleza para seguir adelante. A la Universidad Cesar Vallejo por sus conocimientos impartidos desde el inicio de nuestra carrera profesional.

A nuestros asesores Ing. Víctor Calla Delgado y Ing. Lourdes Esquivel Paredes por su enseñanza, paciencia y dedicación para poder culminar nuestro trabajo de investigación con sus enseñanzas y conocimientos.

Por otro lado, también demuestro mi agradecimiento con la Empresa Luguensi E.I.R.L quien nos brindó la oportunidad de desarrollar esta investigación.

Página del Jurado

Declaratoria de autenticidad

Yo,

Lavado Chacón Kelly Antuane con DNI N° 73992196

Reyes Rodríguez Anasofía Beatriz con DNI N° 71619771

A efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

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

Chimbote. 11 de diciembre del 2019



Lavado Chacón, Kelly Antuane



Reyes Rodríguez, Anasofía Beatriz

Presentación

Señores miembros del jurado:

La presente investigación se titula “Aplicación de Ingeniería de Métodos para aumentar la productividad en la fabricación de cascos de embarcaciones en el astillero Luguensi” la cual encomendamos, sea de su agrado esperando se encuentre conforme a las directrices de aprobación para obtener el Título Profesional de Ingeniero Industrial.

Los contenidos desarrollados son:

- Introducción, expone la realidad problemática enfatizando la problemática a solucionar, los antecedentes, teorías relacionadas al tema en estudio, la formulación del problema, asimismo se detalla la justificación, la hipótesis y los objetivos propuestos para la investigación.
- Método, precisa el tipo y diseño de investigación, se definen las variables para su operacionalización, además se detalla la población, muestra, muestreo y los criterios de su selección, del mismo modo se puntualiza las técnicas e instrumentos para la recolección de datos, los procedimientos en análisis de datos y aspectos éticos.
- Resultados, se desarrollan de acuerdo a los objetivos específicos propuestos, lo cual involucra la utilización de tablas y figuras plasmando los valores obtenidos en la investigación.
- Discusión, se procede con la contratación de los resultados obtenidos en la investigación con los resultados por otros autores y se hace la confrontación con los antecedentes.
- Conclusiones, se esquematiza los resultados de la investigación los cuales se relacionan con los objetivos.
- Recomendaciones, se pueden relacionar en función a los objetivos desarrollados.

La investigación tuvo como propósito aplicar la Ingeniería de Métodos para aumentar la productividad en la fabricación de cascos de embarcaciones en el astillero Luguensi

Lavado Chacón, Kelly Antuane

Reyes Rodríguez, Anasofia Beatriz

Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del Jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Presentación	vi
Índice	vii
Índice de tablas	viii
Índice Figuras	x
Resumen	xii
Abstract	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO.....	15
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	15
2.2 Operacionalización de variables:	15
2.3. Población, muestra y muestreo.....	17
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	17
2.5. Procedimiento	18
2.6. Método de análisis de datos.	19
2.7. Aspectos éticos	19
III. RESULTADOS	20
3.1. Diagnóstico de los problemas actuales en la fabricación de casco.....	20
3.2. Productividad inicial de la fabricación de cascos de embarcación.....	22
3.3 Aplicación de la mejora de métodos	24
3.4 Determinar en cuanto aumenta la productividad.....	27
IV. DISCUSIÓN.....	32
V. CONCLUSIONES	35
VI. RECOMENDACIONES	36
REFERENCIAS	37
ANEXOS	46

Índice de tablas

Tabla 1: operacionalización de variables	16
Tabla 2: Técnicas e instrumentos	17
Tabla 3: Método de análisis de datos	19
Tabla 4: Productividad en la fabricación de casco de embarcaciones de fibra de vidrio	22
Tabla 5: Productividad del costo de la mano de obra en el proceso de fabricación de casco	23
Tabla 6: Alternativa de solución: Técnica del interrogatorio – Fabricación de casco de embarcación ...	24
Tabla 7: Ponderaciones de alternativa de solución	25
Tabla 8: Tiempo promedio, tiempo normal y tiempo estándar de la etapa de encerado, pulido y laminado	26
Tabla 9: Tiempo promedio, tiempo normal y tiempo estándar de la etapa de encerado, pulido y laminado	26
Tabla 10: Números de actividades actual y propuesto	27
Tabla 11: Productividad de la mano de obra	27
Tabla 12: Productividad del costo de la mano de obra.....	28
Tabla 13: Variación entre la productividad actual y productividad mejorada	28
Tabla 14: Estadísticas de grupo.....	30
Tabla 15: Prueba t para medias independientes de la productividad de fabricación de casco de embarcación	30
Tabla 16: Lista de problemas de mayor porcentaje de ocurrencia	49
Tabla 17: Problemas presentados en la línea de producción.....	49
Tabla 18: Técnica del cuestionario para el proceso de encerado	62
Tabla 19: Técnica del cuestionario para el proceso de pulido.....	63
Tabla 20: técnica del cuestionario para el proceso de laminado	64
Tabla 21: Número de observaciones de la etapa de pulido, encerado y laminado.....	66
Tabla 22: Prueba t para determinar número de observaciones en método inicial de la etapa de pulido, encerado y laminado.	69
Tabla 23: Tiempo promedio, tiempo normal de la etapa de encerado, pulido, aplicación de Gel coat y laminado.....	74
Tabla 24: Tiempos normal y estándar del proceso de encerado, pulido, aplicación de Gelcoat y laminado	74
Tabla 25: Número de observaciones de la etapa de pulido, encerado y laminado.....	77
Tabla 26: Prueba t para determinar número de observaciones en método inicial de la etapa de pulido, encerado y laminado.	80

Tabla 27: Calculo del tiempo normal de la etapa de encerado, pulido, aplicación de Gel coat y laminado.....	85
Tabla 28: Tiempo estándar del proceso de encerado, pulido y laminado	85
Tabla 29: Productividad del proceso de fabricación de casco de embarcación de fibra de vidrio (M2/Soles).....	95
Tabla 30: Productividad del proceso de fabricación de casco de embarcación de fibra de vidrio (M2/Hh).....	95
Tabla 31: Costo en materiales para la etapa de pulido y encerado antes de la aplicación	99
Tabla 32: Costo en materiales para la etapa de pulido y encerado después de la aplicación	99
Tabla 33: Costo de mano de obra para la etapa de pulido y encerado antes de la aplicación	99
Tabla 34: Costo de mano de obra para la etapa de pulido y encerado pulido de la aplicación	99
Tabla 35: Costo de mano de obra para la etapa de Laminado antes de la aplicación.....	100
Tabla 36: Costo de mano de obra para la etapa de Laminado antes de la aplicación.....	100
Tabla 37: Costo del aditivo acelerador en la etapa de laminado	100
Tabla 38: Productividad de horas hombre en la fabricación de casco de embarcaciones de fibra de vidrio	101
Tabla 39: Fórmulas aplicadas en la investigación.....	102
Tabla 40: Registro de libros de la biblioteca UCV	103
Tabla 41: Calificación del Ing. Wilson Simpalo Lopez	108
Tabla 42: Calificación del Ing. Guillermo Segundo Miñan Olivos.....	108
Tabla 43: Calificación del Ing. Williams Esteward Castillo Martinez.....	108
Tabla 44: Calificación total de expertos.....	109
Tabla 45: Escala de validez de instrumento	109

Índice Figuras

Figura 1: Diagrama de flujo del procedimiento de los objetivos de la fabricación de casco de embarcaciones	18
Figura 2: Diagrama de Pareto.....	20
Figura 3: Diagrama Ishikawa	21
Figura 4: Análisis de la hipótesis mediante la campana de gauss	31
Figura 5: Diagrama de análisis del proceso de la etapa de Encerado.....	50
Figura 6: Diagrama de análisis del proceso de la etapa de Pulido	51
Figura 7: Diagrama de análisis del proceso de la etapa de Gelcoat	52
Figura 8: Diagrama de análisis del proceso de la etapa de Gelcoat	53
Figura 9: Diagrama de análisis del proceso de la etapa de Laminado (continuación)	54
Figura 10: Diagrama de análisis del proceso de la etapa de Laminado (continuación)	55
Figura 11: Diagrama de análisis del proceso de la etapa de Laminado (continuación)	56
Figura 12: Diagrama de análisis del proceso de la etapa de Laminado (continuación)	57
Figura 13: Diagrama de análisis del proceso de la etapa de Laminado (continuación)	58
Figura 14: Diagrama de análisis del proceso de la etapa de Laminado (continuación)	59
Figura 15: Diagrama de análisis del proceso de la etapa de Laminado (continuación)	60
Figura 16: Diagrama de análisis del proceso de la etapa de Laminado.....	61
Figura 17: Sistema de valoración de Westinghouse.....	75
Figura 18: Holgura recomendada por la Organización internacional del trabajo (OIT) 2001.	76
Figura 19: Diagrama de análisis del proceso de la fabricación de casco de fibra de vidrio.....	86
Figura 20: Diagrama de análisis del proceso de la fabricación de casco de fibra de vidrio (continuación)	87
Figura 21: Diagrama de análisis del proceso de la fabricación de casco de fibra de vidrio (continuación)	88
Figura 22: Diagrama de análisis del proceso de la fabricación de casco de fibra de vidrio (continuación)	89
Figura 23: Diagrama de análisis del proceso de la fabricación de casco de fibra de vidrio (continuación)	90
Figura 24: Diagrama de análisis del proceso de la fabricación de casco de fibra de vidrio (continuación)	91
Figura 25: Diagrama de análisis del proceso de la fabricación de casco de fibra de vidrio (continuación)	92
Figura 26: Diagrama de análisis del proceso de la fabricación de casco de fibra de vidrio (continuación)	93
Figura 27: Diagrama de análisis del proceso de la fabricación de casco de fibra de vidrio (continuación)	94
Figura 28: Ficha técnica del acelerador de secado DMA ACCELERATOR.....	96
Figura 29: Ficha técnica del producto 3M Marina.....	97

Índice de anexos

Anexo 1: Lluvia de ideas.....	47
Anexo 2: Análisis para el Diagrama de Pareto.....	49
Anexo 3: Diagrama analítico de proceso de Encerado.....	50
Anexo 4: Diagrama analítico de proceso de Pulido	51
Anexo 5: Diagrama analítico del proceso de Gelcoat	52
Anexo 6: Diagrama analítico de proceso de Laminado	54
Anexo 7: Técnica del interrogatorio.....	62
Anexo 8: Estudio de tiempos del método inicial.....	66
Anexo 9: Sistema de valoración de Westinghouse	75
Anexo 10: Holgura recomendada por OIT.....	76
Anexo 11: Estudio de tiempos del método mejorado.....	77
Anexo 12: Diagrama analítico del proceso de Encerado y pulido	86
Anexo 13: Diagrama analítico de la etapa de Laminado.....	87
Anexo 14: Productividad mejorada.....	95
Anexo 15: Ficha técnica de los nuevos productos para la etapa de encerado, pulido y laminado. ..	96
Anexo 16: Foto del tamaño de las láminas antes y después de la mejora	98
Anexo 17: Ahorro económico de la etapa de Pulido y Encerado.....	99
Anexo 18: Eficiencia económica de la etapa de Laminado.....	100
Anexo 19: Prueba de hipótesis – T STUDENT	101
Anexo 20: Fórmulas.....	102
Anexo 21: Biblioteca UCV	103
Anexo 22: Evaluación de alternativas de solución.....	104
Anexo 23: Validación de expertos	105
Anexo 24: Acta de Aprobación de Originalidad de Tesis.....	104
Anexo 25: Pantallazo del Software Turnitin	105
Anexo 26: Autorización de publicación de tesis	104
Anexo 27: Autorización de la Versión final del Trabajo de Investigación	105

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo principal aumentar la productividad en la fabricación de casco de embarcación del Astillero Luguensi E.R.L implementando la Ingeniería de métodos, siendo su diseño de investigación Pre – Experimental con una pre prueba a dos embarcaciones llamadas proyecto 1 y 2 y una pro prueba con 2 embarcaciones llamadas proyecto 3 y 4, la investigación inició con la técnica del interrogatorio aplicada a los enfibradores, supervisor y el jefe de operaciones encargado del proyecto del cual se obtuvieron y evaluaron alternativas para la mejora y el método de trabajo ya que según el Diagrama Pareto el método representaba el 33% de las causas de la baja productividad ya que en un inicio presentaban una productividad de 0.11 m/hH en el proyecto 1 y 0.12m/hH en el proyecto 2; en la investigación se utilizaron técnicas como análisis, fichas bibliográficas, estudio de tiempos para determinar el tiempo estándar, con la aplicación de las nuevas mejoras que fueron de paralelizar la etapa de pulido y encerado, cortar las láminas de fibra en tamaños más grandes y añadir un aditivo acelerador a la mezcla de la resina se logró aumentar la productividad en un 71% disminuyendo los días de fabricación en un 67% ya que antes se tomaban 10 días en realizar la fabricación de casco con la implementación de la mejora realizan el casco en 6 días generando un ahorro económico de S/16,673.00 / por cada casco de fibra de vidrio de embarcación fabricado.

Palabras claves: *Técnica del interrogatorio, Productividad, Ingeniería de métodos, estudio de tiempos*

Abstract

The main objective of the current investigation was increase productivity in the manufacturing of hull of boats of the Astillero Luguensi E.R.L by the implementación of Methods engineering, being its design pre-experimental with a pre-test to two boats that are called project 1 and 2 and a pro-test with two boats that are called project 3 and 4 ,the investigation started with the technique of the interrogation applied to the fillers, supervisor and the boss of operations in charge of the project from which were obtained and evaluated alternatives for the improvement and the method of work considering that according to the Pareto chart the methods represented 33% of the causes of low productivity because at the start that represented a productivity of 0.11 m/Hh in project 1 and 0.12 m/Hh in project 2 ;in the investigation were applied techniques like analysis , bibliography cards ,study of times to determine standard time, with the application of the new improvements that were parallel the stage of polish and waxed, cut sheets of fiber in bigger sizes and add an accelerant additive to the mixture of resin was successful increase the productivity in 71% diminishing the days of manufacturing in 67% considering that it used take 10 days to make the manufacturing of the hull with the implementation of the improvement take 6 days to manufacture the hull it generates a cost saving of S/16,673.00 / per each hull made of fiberglass of boat fabricated.

Keywords: *Technique of the interrogation, Productivity, Methods engineering, Time study*

I.INTRODUCCIÓN

Mantenerse activo en el mercado que cada vez es más competitivo no solo basta con optimizar procesos o ahorrar el capital, es importante mejorar la calidad, competitividad y productividad esto se ha logrado desarrollar a través de un profundo entendimiento como analizar a la organización interna y externamente sin omitir aspectos fundamentales. Para poder satisfacer a nuestros clientes futuros y actuales se necesita conseguir una mejora continua identificando algunos métodos por mejorar para poder alcanzar los objetivos propuestos.

En la actualidad, la liberalización y globalización de los mercados exigen nuevas técnicas, capacidades y conocimientos obtener el exacto equilibrio entre los correspondientes valores que determinan las distintas maneras de conductas frente los problemas, como la adaptabilidad-continuidad que es lo que necesitan las organizaciones hoy en día y que pueden resultar en desorientación y rigidez si no cuentan con un método de mejora como una solución equilibrada (Falcon, 2016, p.191). Para esto la mejora continua tiene que ser el pilar y apoyo de las diferentes áreas de la organización desde la tecnología hasta el capital humano, de esta forma la mejora continua involucra a toda la empresa en la búsqueda de la calidad total, permitiendo que sus trabajadores se involucren en esta filosofía de la mejora y darse cuenta de lo rápido que evoluciona el mercado (Singh y Hemant, 2016, p.428).

Con un aumento rápido en la demanda de producción o fabricación las industrias necesitan aumentar sus potenciales en producción y efectividad para competir; En el al mismo tiempo, el proceso de producción debe estar listo con la capacidad de reducir costos con mayor competencia; Por lo tanto, la ruta para simplificar el problema con respecto a la producción es de primordial importancia. Hay muchas formas, es decir, estandarizar Trabajo (SDW), Reducción de configuración (SUR), Tiempo de ciclo Reducción, eliminación de residuos, etc. para resolver los problemas concernientes y gobernando productividad (Khedkar, Thakre y Mahantare, 2012, p, 365).

Si hablamos internacionalmente sabremos que muchas empresas industriales pelean por ser muy competitivas, teniendo un producto de buena calidad, a la vez tener un buen proceso eficiente de producción, y buenas estrategias de planeación y de esta manera tener más ingresos aumentando su productividad (Putz, 2018). Así mismo debido al tiempo y al avance

tecnológico la mayoría de empresas tuvieron que contratar a personas expertas para poder ejecutar mejoras en la producción y con efecto, mejorar la productividad, tales que empresas conocidas a nivel internacional ya hicieron cambios en sus procesos como por ejemplo la empresa Nike, que pudo aplicar y mejorar, de esa manera pudo crear indicadores de desempeño y así pudieron ahorrar dinero y energía y materiales de desechos, así mismo una de las empresas de mayor fabricación en el mundo de maquinaria agrícola aplico la mejorar en sus procesos, teniendo como resultado la identificación de actividades improductivas y eliminación de esas actividades cuando sea posible, pero una de las empresas que tuvo un mejor resultado aplicando mejoras en sus procesos es la empresa Toyota, ya que tuvo como resultado eliminar los desperdicios, además eliminar los tiempos de espera y transporte mejorando así su productividad.

A nivel mundial, muchos bienes se hacían de manera artesanal y no se hacía énfasis en la productividad del colaborador o artesano tampoco se medía la eficiencia ni eficacia de la producción ya que esta no era a gran escala al pasar de los años en la Edad Media los trabajadores se unían y según sus especialidades hacían gremios y a estas personas se les entregaban los recursos y se les pagaba por cada producto que entregaban es ahí donde empiezan a nacer las compañías industriales (Moktadir, Ahmed y Sultana,2017,p.3). La ingeniería de métodos comprende el diseño, la formulación y la selección de los mejores métodos, procesos, herramientas, equipos diversos y especialidades necesarias para lograr manufacturar o procesar un producto (Contreras, 2006, p.30).

La Ingeniería de Métodos también se define como la mejora de procesos y estudios a los flujos de caja con el propósito de mejorarlo. Si se quiere elevar la sostenibilidad de la producción se deben implementar actividades que satisfagan a los clientes actuales y presentes según sus requerimientos estas tareas deben errores y en un proceso el ciclo de tiempo, para poder observar mejoras y estas sean constantes (Ankit y Ashutosh, 2015, p.577). Es imprescindible en la producción ejercer cambios en el factor humano incorporando prácticas de excelencia, teniendo la capacidad de asumir riesgos en los procesos teniendo control de una forma proactiva. Para su selección debe identificarse, en primer lugar, si estas actividades son necesarias para las salidas del proceso (Falcón, 2015).

Se utiliza la ingeniería de métodos de la mejor manera para que se vea reflejado en la productividad eliminando o reduciendo acciones que requieren mucho tiempo que son innecesarias en realidad producción. Es una forma de reducir el costo de producción y aumento de la productividad, que también aumenta rentabilidad anual de la industria (Wankhade y Shahare, 2017, p.1501). Por lo que cualquier proceso puede mejorarse basado en el método de estudio, procedimiento de trabajo y utilización adecuada de la máquina y el material. Eso mejorará el proceso actual al reducir los transportes, y reduciendo la fatiga del trabajador (Rishabh, 2015, p.363).

A nivel nacional en nuestro país como en el resto de los países latinoamericanos con mayor dinamismo y desarrollo se quiere elevar la productividad con una mira a crecer afrontando nuevos retos. Según Gestión la productividad del Perú se mide por las compañías que tiene y como esta gestiona diariamente para lograr ser más optimas respondiendo a su contexto externo cada vez más competitivo, es por ello que las empresas deben saber identificar sus problemas con la ayuda de técnicas, herramientas y nuevos métodos; Para poder resolver aquellas fuentes que disminuyen la calidad y productividad, hace una década en nuestro país, las sociedades orientadas en "correr la ola" y de esta manera obtener ventajas del desarrollo que por el que pasaba nuestro país durante este periodo, olvidando así la eficiencia y la optimización de sus recursos en pos de crecer y desarrollar clientes, por lo tanto las compañías solicitan expertos con visión de negocio más amplia , arriesgarse con nueva propuestas soluciones atreves de métodos innovados asumiendo de esta manera nuevos retos (Gestión, 2014).

Según el diario (El Comercio, 2017) En el Perú, muchas empresas se preocupan por perfeccionar sus métodos de trabajo y adaptar la reingeniería en sus procedimientos operativos; dicha inquietud se vio reflejada en el acrecentamiento de la productividad profesional en una tasa de desarrollo de 2.2% según el Instituto de Economía y Desarrollo Empresarial (IEDEP), el “Perú se ubicó por delante de Bolivia (1.8%), Uruguay (1.6%), Chile (1.1%), México (0.4%) y Colombia (0.01%)”.

El astillero LUGUENSI E.I.R.L es una empresa privada dedicada a la construcción, reparación, modificación y mantenimiento de embarcaciones de acero naval, madera y fibra de vidrio esta se encuentra ubicada en una zona industrial, donde se puede apreciar que tiene

competencia a su alrededor y esto genera que la empresa innove en muchas cosas que la beneficie por ejemplo, en los trabajos que realiza a otras entidades que contratan sus servicios y también la compra de mejores maquinarias y herramientas para ser distintas a las demás la buena realización de sus proyectos ha generado que grandes empresas en el Perú se pongan en contacto con ellos para que sean proveedores de dichas empresas y cuenten con sus servicios, eso beneficia al astillero en lo económico y genera estabilidad y buena reputación, Luguensi tiene como objetivo ser una de las mejores empresas reconocidas a nivel nacional, realizando estudios con la ayuda de herramientas y técnicas manejadas por expertos profesionales y no como lo viene haciendo hasta ahora de una forma empírica, para esto deben los colaboradores estar en constante capacitación para la mejora continua de esta manera se ayudara a mejorar los procesos productivos y tener una mayor confiabilidad de los registros de la productividad.

En la empresa la toma de decisiones en el proceso productivo de la fabricación de casco de embarcación de fibra de vidrio se basan en la experiencia laboral que tiene el supervisor mediante sus conocimientos obtenidos a través de los años dicha experiencia es amplia gracias a las destrezas obtenida de años de labor ejerciendo su función como lo tienen los maestros de obra y operarios, pero esto nos es suficiente ya que para ciertas funciones en determinadas etapa se debe contar con herramientas de ingeniería de métodos que brindan resultados cuantitativos y cualitativos de esta manera se puede medir el grado de aprovechamiento de los recursos y lograr identificar el problema y sus posibles alternativas de solución, teniendo como resultados la optimización de recursos y disminución de costos.

En la línea de producción de la fabricación de caso de embarcaciones de fibra de vidrio se ha generado muchos retrasos en tiempo de traslado ya que el área no se encuentra diseñada adecuadamente para realizar los diferentes tipos de trabajo y no se registra el tiempo en el que se realiza lo cual puede significar de ayuda para sintetizar la acción , al momento de efectuarlo presenta una deficiencia en la producción formándose tiempos muertos o improductivos, los materiales que se emplea para realizar la fabricación de casco, están ubicadas en un área distinta al almacén de la planta causando que los operario tengan que ir a buscar lo requerido en el almacén que esta fuera del astillero, la cual ah generados muchas veces retrasos en la producción de la fabricación de caso de embarcaciones, con respecto a las maquinarias que se usan para realizar las principales etapas que son corte, pintado y lijado

se contrata el servicio de alquiler de las maquinarias tales son las compresoras, esmeriles y taladros, en reiteradas oportunidades están siendo utilizadas por otras compañías del mismo sector y en planta tiene que parar la producción por falta de estas maquinarias. A veces se llegan a conseguir las maquinarias, pero no las que se necesita que son 11 esmeriles, 4 compresoras, 6 taladros. Entonces la mano de obra no se está aprovechando al máximo.

Los orígenes de la baja productividad son : La errónea distribución del área de trabajo ya que no tiene áreas estratificadas para cada actividad que ejecuta el operario y esto genera que entre ellos tengan que buscar un lugar libre donde ordenar sus materiales y adecuarlo para ejecutar su labor produciéndose tiempos muertos e improductivos, la falta de inspección de procesos para la fabricación de casco solo es supervisado por el maestro de obra esto quiere decir que no tienen un supervisor experto que emplee herramientas o técnicas de ingeniería, falta de personal calificado para elaborar maniobras y trabajos de izaje, la carencia de limpieza y orden, falta de maquinarias, demora en abastecimiento de materias e insumos ya que no cuentan con un cronograma de pedidos semanales que deben realizarse para evitar demoras y contratiempos, demora en transporte. Por ello el astillero presenta una baja productividad y necesita aplicar la ingeniería de métodos de trabajos para que se simplifiquen las actividades y tareas del proceso realizando un estudio previamente.

Los procesos que se ven afectados por el cuello de botella son la espera por el tiempo que toma el secado en la etapa del laminado ya que se produce tiempos muertos en mano de obra la instalación de la caseta que también se hace de fibra de vidrio, la instalación de motor, bitas y verduguetes entre otros esto detienen la fluidez y el avance limitando la capacidad productiva conllevando a la ineficiencia de los proyectos y los trabajadores produciéndose un decaimiento, para ello es importante detectar el problema para entender las causas y aplicar una solución factible con herramientas estadísticas adecuadas. Uno de los indicadores más importante es mejorar la productividad en el astillero por lo que hará que la compañía acrecenté sus ingresos, ayudándole a ser más reconocida y poder sobresalir por su eficiencia, se debe identificar el cuello de botella en cada etapa productiva para evitar contratiempos y s daños que serán imposibles rescatar en un corto tiempo y en los procesos adyacentes al problema.

Hasta la actualidad la empresa no ha realizado ningún tipo de investigación relacionada con el método de trabajo y tampoco con la estandarización de los tiempos en los diversos procesos que presenta la línea de producción, esto conlleva a que la empresa no tenga el conocimiento de una determinación de avance terminado que pueda realizar en una jornada diaria con cierta cantidad de personal disponible, el gestionar un adecuado método de trabajo en el área de producción se convierte en un punto clave para el éxito y de no darle importancia, la empresa seguirá tomando decisiones empíricas y no podrá plantear una visión a su costo de oportunidad para el aprovechamiento en el aumento de producción con procesos mejorados, una eficiente productividad y con una gran competitividad en el mercado que cada vez es más exigente, y poder tener la satisfacción que el cliente necesita.

Los Trabajos Previos que sustentan al trabajo a nivel internacional Dussan (2017), en su trabajo de investigación “Estudio de métodos y tiempos para mejorar y/o fortalecer los procesos en el área de producción de la empresa Confecciones Gregory - Ibagué ” ; donde su objetivo final es de acrecentar los indicadores relacionados con la productividad , como lo son Eficiencia, Eficacia y Productividad así mismo reducir los tiempos muertos por lo que la investigación se basó en establecer una mejora en el proceso pasando de una producción modular discontinua a una producción modular lineal para cumplir con el objetivo de recortar tiempos módulos de transportes , ya que de esta manera se lograra una mayor cercanía entre los operarios ,haciendo el correcto uso las herramientas para cortes concluyendo que al realizar esta mejora se logró un mejoramiento y optimización de la producción en un 18.75.

Así mismo CHECA (2017), en su tesis: “Propuesta de mejora en el proceso productivo de la línea de confección de polos para incrementar la productividad de la empresa confecciones sol”, de la Universidad Privada del Norte; planteo que para su objetivo principal objetivo hará uso la propuesta de mejora para acrecentar la productividad en el proceso productivo de la línea de confección de polos ; luego de aplicar y evaluar el estudio de tiempos , métodos de trabajos y la clasificación ABC se concluyó que no se cuenta con el numero correcto de operarios por lo que se tendrá que contratar 4 personas más entre operarios ayudantes para realizar el planchado ,embolsado y limpieza así mismo se lograra erradicar desperdicios en planta como: mano de obra innecesaria, procesos innecesarios , entre otros; haciendo aumentar la productividad de línea de polos básicos a 90.68%, produciendo 500

prendas semanales.

Guaraca (2015), presenta en su tesis titulada “Mejora de la productividad, en la sección de prensado de pastillas, mediante el estudio de métodos y medición del trabajo, de la Fábrica frenos automotrices Egar S.A, en la Escuela Politécnica Nacional, Ecuador para obtener el grado de Magister en Ingeniería Industrial y Productividad, como principal objetivo de este investigación fue mejorar la productividad en la área de prensado de pastillas de freno en la Fabrica Egar S.A con la menor inversión posible y la optimización de medios de producción, por medio de una implementación de un nuevo método, como resultado se logró el incremento del 25% de la productividad obtenida en la prensa de pastilla 3. Esta investigación concluyó: Incrementó de 108 a 136 pastillas/HH en la jordana de 11 horas y de 102 a 128 en la jornada de 8 horas. Se optimiza la capacidad de producción de 3248 juegos/mes, numero de producción necesaria para cubrir los 2500 juegos/mes requeridos por el área de mercadeo de la Empresa Egar S.A”.

Romero (2010) en su tesis “Aumento de productividad en línea de envasado de la planta los cortijos de cervecería polar.” de la Universidad Simón Bolívar– Venezuela. La investigación tiene como objetivo mejorar la línea 2 de envasado de cerveza y malta para así aumentar la productividad, para esto primero se desarrollara el estudio de las causas y el tiempo de paradas que es el cuello de botella en la producción , segundo se realizara un análisis de la velocidad su balance lineal de los equipos .Concluyendo que según la evaluación y el análisis realizado de las paradas del proceso de llenado y del balance lineal obteniendo que se logra mejorar las líneas permitiendo disminuir los tiempos porcentuales de las paradas del llenado y así aumentar su productividad.

A nivel nacional, Salinas (2018) en su tesis “Propuesta de estandarización de procesos y mejora de métodos en la producción de conservas de pescado para incrementar la rentabilidad de la planta el Ferrol S.A.C”, para el alcance del estudio se planteó como objetivo aumentar la rentabilidad de la planta mediante la mejora de métodos y procesos estandarizados, los resultados dispuestos del trabajo realizado demostraron que se redujo las pérdidas económicas en un total de S/141,836.01 a S/46,562.26; obteniendo un beneficio de S/95,273.74 asi como también la reducción de mermas de un 0.85% y tiempos muertos en 11.4% concluyendo que se logró un incremento en la rentabilidad ascendente a 70% lo que corresponde a una variación positiva del 18% sobre la rentabilidad inicial de 52%.

Según Vásquez (2017) en su tesis titulada: La aplicación de Ingeniería de Métodos para mejorar la productividad en una empresa de confección Sartorial, al realizar el el proceso de la Ingeniería de métodos, teniendo como objetivo principal aumentar la productividad en la empresa textil confección sartorial, para cumplir este objetivo propuesto se aplica en la ejecución de procedimiento del estudio de tiempos en donde se logra dividir las actividades en elementos, se realiza el cronometraje de los elementos y luego de un cálculo en donde se procesamiento se obtiene un tiempo estándar de 306.86 minutos; A partir de ellos, se determina que la capacidad disponible de producción es de 122 sacos por mes, además según registros de producción real, la eficacia es de 88% y la eficiencia del proceso es de 80%, en los cuatro primeros meses año, en donde se concluye que se logra pasar de una situación descontrolada a una situación en la cual se pueden manejar los métodos de confección la productividad de la empresa de confección se mejora en un 27% y con ello la producción en un 21% con respecto al año anterior.

De igual manera, Sánchez (2017) en su tesis, “Aplicación de la ingeniería de métodos en el área de vacíos para mejorar la productividad en los traslados de los contenedores en la empresa Unimar s.a. callao 2017”, tiene como objetivo principal determinar la mejoría entre la aplicación del estudio de tiempo y el estudio de movimiento ; se logró identificar que carecen de herramientas que logren controlar los movimientos , tiempos , seguimientos y control del servicio en las asignaciones de los contenedores impidiendo cumplir con el número de asignaciones programadas en el día por lo que se aplicó una herramienta de ingeniería la cual ayudo a registrar los tiempos muertos ,repetitivos e innecesarios obteniendo como resultado y concluyendo que se acrecentó 39% a 58% lo que equivale a un aumento del 48.7 % en la productividad en los traslados de los contenedores en la empresa .

Llontop (2017) en la tesis titulada “Aplicación del estudio del trabajo para incrementar la productividad en la fabricación de bolsas real garza en Polybags Perú S.R.L” de la universidad Cesar Vallejo de Lima, tiene como objetivo remover tiempos improductivos para lograr una mejor trazabilidad en las actividades de producción y aumentar la productividad ya que la empresa no cuenta con un plan de trabajo estandarizado. Utiliza herramientas como diagrama Ishikawa y diagrama de Pareto para diagnosticar su causa principal de su baja productividad donde como se obtuvo la ausencia trabajos estandarizados en donde luego de aplicar el estudio de trabajo para los indicadores una reducción del tiempo

estándar de 41.39 minutos y una mejora de procesos de 12.33%; por lo que el autor concluyo que la productividad acrecentó un 32,25%, 17% de eficiencia y de eficacia un 12.33%.

Ulco (2015) presenta su tesis titulada “aplicación de ingeniería de métodos en el proceso productivo de cajas de calzado para mejorar la productividad de mano de obra de la empresa industrias ART PRINT” de la UCV de Trujillo , considero como objetivo principal acrecentar la productividad de la mano de obra de del sistema productivo de cajas de calzado de la empresa utilizando métodos de ingeniería donde se verá acrecentada mediante la ideación de nuevos métodos y de esta manera aprovechar al máximo el recurso “tiempo” , teniendo como resultado que con respecto a la situación inicial en donde se identificó que existían actividades que no aportaban valor (47%) ;al realizar el estudio de métodos permitió mejorar las actividades que estaban influyendo en la baja productividad se logró acrecentar la productividad de mano de obra en la fabricación en un 19% concluyendo que se logró cumplir con los objetivos del trabajo de investigación .

Zeña (2017), en su tesis titulada “Estudio del trabajo para mejorar la productividad en el proceso de fabricación de estructuras, Empresa Santo Domingo contratistas generales S.A. Chíncha 2017, en la Universidad Cesar Vallejo, Perú para obtener el título de Ingeniero Industrial, su principal objetivo fue determinar de qué forma el estudio del trabajo aumentara la productividad en el proceso de fabricación de estructuras en la empresa Santo Domingo Contratistas Generales S. A. Se concluyó que, luego de emplear el estudio del trabajo en el proceso de fabricación de estructuras, se cumplió con el objetivo principal determinar indicadores más bajos de productividad así mismo se sostuvo que contaban con un método de trabajo inadecuado e ineficiente, el cual se mejoró proponiendo e implantando un nuevo método de trabajo en la Empresa obteniendo un nuevo, un tiempo estándar de 182.5 minutos con un porcentaje de actividades productivas de 94,57% y 5,43% de actividades productivas, un incremento en la producción semanal de 8,5 und/sem y en valores porcentuales un incremento de 121,42%, por consecuente se logró incrementar la productividad semanal aun 0,059 und/hh..

En relación las teorías relacionadas al tema, el estudio de métodos según Niebel y Freivalds (2013) tiene la finalidad de mejorar las distintas maneras de realizar las actividades practicando la mejora y midiendo el trabajo atreves de técnicas también mediante un análisis

crítico sistematizado para medir el tiempo que empelan al realizar su actividad o tarea asignada según la norma de utilidad preestablecido (p.158). Palacios (2009) define que: “El estudio del proceso de fabricación o prestación de servicio, el cálculo de tiempo y el estudio de movimientos forman parte de la mejora de métodos (p.132)”. Teniendo en cuenta que se corregirá la materia de los productos o servicios que se dará es necesario que en la producción los empleados se ajusten a sus actividades de una manera correcta aprovechando los todos los recursos. Se considera su aplicación como clave a la hora de acrecentar los índices de productividad en la empresa, y el perfeccionamiento y estandarización de sus procesos (Correa y Gomez Botero, 2013, p.90). El estudio de trabajo tiene como objetivo examinar el método que se está desembolsando la actividad asociada. Simplificando o modificando la táctica de operación a trabajo innecesario o al uso derrochador de recursos y fijando un tiempo lugar común para practicar la actividad ((Moktadir, Ahmed y Sultana, 2017, p.2)

La ingeniería de métodos ayuda a formar métodos o maneras más económicas, empleando técnicas más eficaces comprobando su mejora y minimizando costos (Quesada, 2007, p.15). De igual manera García (2005), nos dice que la ingeniería de métodos es la técnica encargada de quitar los desperdicios de materiales también de tiempo, esfuerzo físico logrando aumentar la productividad del trabajo, haciéndolo más lucrativa cada tarea también más fácil aumentando la calidad de los productos para que tengan alcance a los clientes (p.34).

La técnica de estudio de tiempo puede ser utilizado sin importa al rubro que pertenezca y la actividad a que se dedique la empresa, ya que su uso permite implantar los procedimientos necesarios que ayuden a realizar las actividades dentro de la organización de una forma mucho más eficiente y rápida (Bravo y Mendez,2018, p.8).

Según Quesada y Villa (2007) El estudio de métodos busca diversos propósitos, los más importantes son: Estandarizar y mejorar los procesos encontrando nuevas formas de trabajo siendo así más simple y pronto de realizarlo mejorando la disposición y también bosquejar la zona de trabajo para hacerlo más seguro, economizar el esfuerzo humano y reducir la fatiga innecesaria, economizar el uso de materiales, máquinas y mano de obra (p.273). Por lo tanto, se puede afirmar que a través de método de estudio tenemos una forma sistemática de desarrollar efectividad de recursos humanos, proporcionando alta máquina y utilización de equipos y uso económico de materiales que se necesitan dentro de la producción

(Shantideo y Yarchal, 2018, p.1982). Según Kanawaty (2014) “Las etapas principales de la Ingeniería de Métodos son la selección del trabajo que se va a estudiar y definir sus límites, el registro de todos los hechos relacionados con dicho trabajo, un examen y análisis del modo en que se realiza dicho trabajo, establecer posibles soluciones de mejora, evaluar dichas soluciones, definir el nuevo método de realizar las actividades presentándolo clara y precisamente a las personas competentes, implantarlo y controlar su aplicación a fin de efectuar mejoras” (p.77).

Para Niebel y Freidvalds (2013) “El diagrama de causa - efecto, ayuda a analizar los problemas de una organización como las causas que lo originan, definiendo la concurrencia de un evento o problema no deseado, lo cual es importante su uso para tanto para el diseño de un nuevo método de trabajo como para la mejora de una operación existente (p.19). Para la elaboración del diagrama primero se procede a enlistar en listar todos los problemas identificados, tipo “lluvia de ideas”, y de esta manera intentar jerarquizar cuáles son principales; “huesos primarios” y en los “huesos pequeños”, que se desprenderán todos de las ramas principales (Romeo y Díaz, 2010, p.128). La Ley de Pareto es una herramienta de calidad y plantea “En cualquier negocio o industria pocos elementos son vitales, mientras que la gran mayoría no lo son”. También se conoce como Ley 80-20 ya que aproximadamente el 80% de las consecuencias proviene del 20% de las causas (Bonet, 2005, p.2); El gráfico de Pareto es útil para priorizar dónde deben enfocarse los cambios de acción y proceso y se usan comúnmente para identificar el tiempo de inactividad y otros desperdicios (Marathamuthu y Murugaiah, 2015, p.421).

El diagrama de operaciones muestra cronológicamente los procesos e inspecciones que se realizan para un bien o servicio, muestra detalles de entradas y salidas de materiales y tiempo, registrando hechos que hay dentro de la organización, el DOP es una herramienta de análisis dentro de ellos tenemos el diagrama de flujo, diagrama de recorrido permitiendo realizar un excelente análisis El diagrama analítico de procesos esta herramienta es más detallada ya que analiza todo el proceso incluido el diagrama de operaciones, esta ayuda a erradicar los costos no imputables de un componente ya que estos no generan ningún valor a la organización ; ya través de este diagrama de flujo se puede detectar todos los movimientos, demoras y almacenamientos, de una manera concisa que están influyendo negativamente en el proceso para idear nuevas mejoras disminuyendo la cantidad, la duración de estos

elementos y de esta manera pudiendo buscar posibles soluciones(Carrera, 2005, p.225).Según García (2005) La actividad operación se emplea para los actos de asir, sujetar, utilizar, soltar, etc y su símbolo es un círculo; La actividad transporte se emplea para representar el movimiento de la mano hacia el trabajo, pieza, material etc y su símbolo es una flecha; La actividad demora Se emplea para indicar el tiempo en el que la mano no trabaja y su símbolo es un círculo a la mitad: La actividad almacenamiento se utiliza para indicar el acto de sostener alguna pieza, material, herramienta su símbolo es un triángulo invertido(p.45). Hoy en día la productividad es tomada como una variable muy importante dentro toda organización, ya que permite mejorar la calidad de vida de una sociedad, viéndose reflejado en las remuneraciones y permitiendo aumentar la inversión y el empleo siendo los proyectos cada vez más rentables (Baca, 2014, p. 56).

Según Alzate (2013) Los métodos para el estudio de tiempos son el muestreo de trabajo ayuda a establecer proporciones de ocurrencias en las actividades para evaluar qué actividades son productivas y agregan valor y las que no lo hacen, el segundo método que se emplea es el cronometro de medición este sirve para medir la actividad o tarea del tiempo observado valorando cual es el tiempo el operario se toma para hacer dicha actividad(p.78); El tiempo estándar se define como “el tipo de tiempo en el que se permite realizar y proceder una actividad efectuada por el personal encargado” (Meyers,2000,p.201) dentro de estos se encuentran los tiempos variables, muertos y repetitivos; usualmente se define aplicando las tolerancias del tiempo normal. Parar Lukodono y Ulfa (2018) “El tiempo estándar son interrupciones causadas por factores externos que se le incrementan al tiempo normal, es la jornada a un ritmo normal del operario plenamente calificado y adiestrado” (p.87).

El tiempo real es el elemento medio de tiempo empleado por el colaborador durante el estudio de tiempos El tiempo normal es el requerido por el colaborador para realizar su trabajo y el tiempo estándar es el tiempo que un colaborador requiere para terminar su actividad utilizando alguna herramienta, método o equipo, lo cual estos indicadores permiten visualizar el nivel de productividad que obtuvo durante un periodo, lo que permite concientizarlo de sus compromisos para la mejora de sus actividades (Permanta,2016.p.192) García (2011) dice que “la productividad es la relación entre los productos obtenidos y los recursos utilizados” el índice de esta muestra el aprovechamiento de todos los factores que intervienen en su definido periodo (p. 15). La productividad se puede medir a través de la

productividad total que es el bien total entre los recursos utilizados y productividad parcial que se pueden obtener a través de distintos factores de producción tales como materiales, tiempo, maquinaria y mano de obra (Fleitman, 2007, p.95). Por eso es importante adoptar una técnica eficiente de mejora de la productividad para garantizar el crecimiento de la productividad de las personas y las organizaciones (Vagyanavar y Nuggenahalli, 2017, p. 526).

Según (Miranda 2010) la productividad es un indicador relativo en donde mide la capacidad de un factor productivo, o varios, para crear y obtener bienes, por lo que al incrementarla se logran mejores resultados (p.248), la producción incluye todos los bienes y servicios producidos y vendido e insumos incluyen todos los materiales, servicios, uso de maquinaria y esfuerzos realizados en la producción de salidas (Nagaich y Misahra, 2018, p.31). Prathamesh (2014) mediante su investigación dice que al combinar el estudio de tiempos cuando con los métodos de estudio de trabajo podría formar un sistema único más delgado, que proporcionará una universal solución para cualquier tipo de industria que tenga cualquier tipo de problema de productividad (p.421).

Por lo que surge la formulación de problema, ¿Cuál será la influencia de la Ingeniería de Métodos en la productividad de la fabricación de casco de embarcaciones en el astillero Luguensi?

La Justificación del trabajo de investigación determino la aplicación de la Ingeniería de Métodos para la mejora de la productividad en la fabricación de casco de embarcaciones en el astillero Luguensi.E.I.R.L, la variable Ingeniería de Métodos afecto de una manera positiva a la variable de productividad, el desarrollo fue constante ya que atreves del estudio se mejoró el método de trabajo y aspectos relacionados con la calidad, asegurando el desarrollo continuo en la empresa. Se tuvo como finalidad lograr producir una mayor cantidad en un tiempo menor, en lo que fue indispensable realizar la correcta distribución de los puestos de trabajo, que todos los puestos de trabajos dispongan en su ambiente de maquinarias y equipos necesarios para la ejecución, así mismo determinar métodos para la realización de las tareas con esta técnica propuesta obtendremos acrecentar la tasa de producción teniendo ingresos mayores y una participación mayor en el mercado.

La base de solución es utilizar la ingeniería de métodos por lo que espera que resuelva el problema de productividad erradicando de esta manera los tiempos que no aportan valor con

la finalidad que los operarios responsables en la producción de embarcaciones la realicen de una mejor manera. El método para utilizar es común en distintas organizaciones de los distintos sectores, ya que al designar distintos métodos de trabajo en las diferentes actividades se verá la reflejada la forma de desempeñar su labor los operarios, por lo que con ellos se aspira que la investigación coopere a la ejecución de distintos casos mediante la temática presentada. Con el propósito de cumplir y ejecutar con los distintos requerimientos y exigencias de las organizaciones deciden instruir el proyecto de investigación a la aplicación de la ingeniería de métodos accediendo a establecer procedimientos de trabajo, identificando y erradicando tiempos improductivos en la línea de producción objetivo y de esta manera alcanzar a progresar en la productividad de esta.

Se presentó como **hipótesis positiva**: La Ingeniería de Métodos aumentará la productividad en la fabricación de cascos de embarcaciones en el astillero Luguensi y como hipótesis nula: La Ingeniería de Métodos no aumentará la productividad en la fabricación de cascos de embarcaciones en el astillero Luguensi.

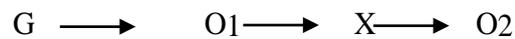
La investigación tuvo como **objetivo general** Aplicar la Ingeniería de Métodos para incrementar la productividad en la fabricación de cascos de embarcaciones en el astillero Luguensi y presentó como **objetivos específicos**: identificar los actuales problemas relacionados con la productividad en la fabricación de casco de embarcaciones en el astillero Luguensi, determinar la productividad inicial en la fabricación de cascos de embarcaciones en el astillero Luguensi, aplicar la ingeniería de métodos en la fabricación de cascos de embarcaciones en el astillero Luguensi y medir la nueva productividad en la fabricación de cascos de embarcaciones en el astillero Luguensi .

II.MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación.

Este proyecto de investigación es de tipo Pre-Experimental, porque “la variable independiente no presentó manipulación, se manejó la preprueba y posprueba por medio de un estímulo, se aplicó una prueba a la productividad inicial, luego se hizo el estudio de método de trabajo y por último se designó una prueba posterior a la productividad final, hay un seguimiento” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014.p167)

Dónde:



G = Productividad del astillero LUGUENSI E.I.R.L.

O1 = Productividad ANTES de realizar la Ingeniería de métodos X = Análisis y desarrollo de la Ingeniería de métodos

O2 = Productividad DESPUES de implementar la Ingeniería de métodos

El resultado final se reflejará en la variabilidad entre O1 y O2 y poder determinar si la productividad en la empresa fue mejorada.

2.2 Operacionalización de variables:

Variable independiente:

X= Ingeniería de Métodos Variable dependiente:

Y= Productividad

Tabla 1: operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Ingeniería de métodos	Definimos la ingeniería de métodos al estudio de métodos que investiga facilitar la tarea y formar métodos más económicos para comprobar. Es el medio de idear y emplear métodos más sencillos y eficaces para verificar mejoras y disminuir costos (Quesada y Villa, 2007, p. 67).	Una mejora de proceso se realiza mediante la identificación de problemas encontrados en la línea de producción, que se efectúa mediante un análisis de proceso, para poder realizar la aplicación de herramientas necesarias y poder determinar un método en la mejora de proceso e incrementar la productividad de la empresa.	Identificación del problema	Diagrama Ishikawa Diagrama de Pareto	Nominal
			Análisis de proceso	Diagrama de proceso actual Diagrama de flujo actual Diagrama analítico actual	Razón
			Estudio de tiempos	$T.P = \sum t \text{ observados} / N.^{\circ} \text{ Observado}$ T. N=T. P x Factor Valoración T. T. S=T.N x (1+%Suplemento)	Razón
Productividad	La productividad se puede medir a través de la productividad total que es el bien total entre los recursos utilizados y productividad parcial que se pueden obtener a través de distintos factores de producción tales como materiales, tiempo, maquinaria y mano de obra (Fleitman, 2007, p.95).	La productividad se medirá en base a la productividad de horas hombre y mano de obra	Productividad de horas hombres	$P.H - H = \frac{\text{Cantidad de produccion}(m2)}{\text{trabajadores} * \text{hora}}$	Razón
			Productividad de costo de mano de obra	$P.M - O = \frac{\text{Cantidad de produccion}(m2)}{\text{trabajadores} * \text{hora} * \text{costo por hota}}$	Razón

Fuente: Elaborado por los autores de la investigación

2.3. Población, muestra y muestreo

“La población son los casos conjuntos que coinciden con determinadas especificaciones (Hernández, Fernández y Baptista, 2014.p174)”. En el proyecto de investigación la población serán todas las etapas de fabricación de embarcaciones de la empresa Luguensi E.I.R.L.

La muestra pertenece a un conjunto definido siendo un subgrupo de la población (Hernández, Fernández y Baptista, 2014.p172). En la investigación se usará como muestra la etapa de la fabricación de casco de embarcaciones de la empresa Luguensi E.I.R.L

El muestreo no probabilístico se conoce como el procedimiento que no se basa en fórmulas de probabilidad, este depende del proceso de toma de decisiones ya que obedecen al criterio de la indagación (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). El muestreo en la investigación será no probabilístico por conveniencia.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Se manejará en la investigación para la toma de los datos las siguientes técnicas e instrumentos:

Observación directa, por este medio se registrará el método que emplean en las actividades o procesos de fabricación de cascos de embarcación.

Técnica de análisis documental, es la base de la investigación en donde se evaluará la duración de proceso actual de las actividades llevadas a cabo de la producción para su comparación y determinación de su tiempo estándar.

Instrumento – Diagrama de proceso: Se representará gráficamente las actividades, describiendo cada etapa del proceso de fabricación de cascos de embarcaciones.

Tabla 2: *Técnicas e instrumentos*

Variable	Técnica	Instrumento	Fuente de Validación
Variable Independiente: Mejora de métodos	Revisión bibliográfica	Fichas Bibliográficas	Bibliotecas virtuales y físicas.
	Análisis de Datos	Diagrama analítico de procesos (figura 4, figura 5, figura 6) Técnica de Interrogatorio (tabla 18)	Elaboración Propia
	Observación	Registro de datos históricos de horas/hombre (PRE- TEST) (tabla 5)	Línea de producción de la empresa
Variable Dependiente: Productividad	Revisión bibliográfica	Fichas Bibliográficas	Bibliotecas virtuales y físicas.
	Análisis de Datos	Registro de productividad mejorada Registro de datos históricos de horas/hombre (POST- TEST) (tabla 26)	Documentos de la empresa

Fuente: Elaboración por los autores de la investigación

2.5. Procedimiento

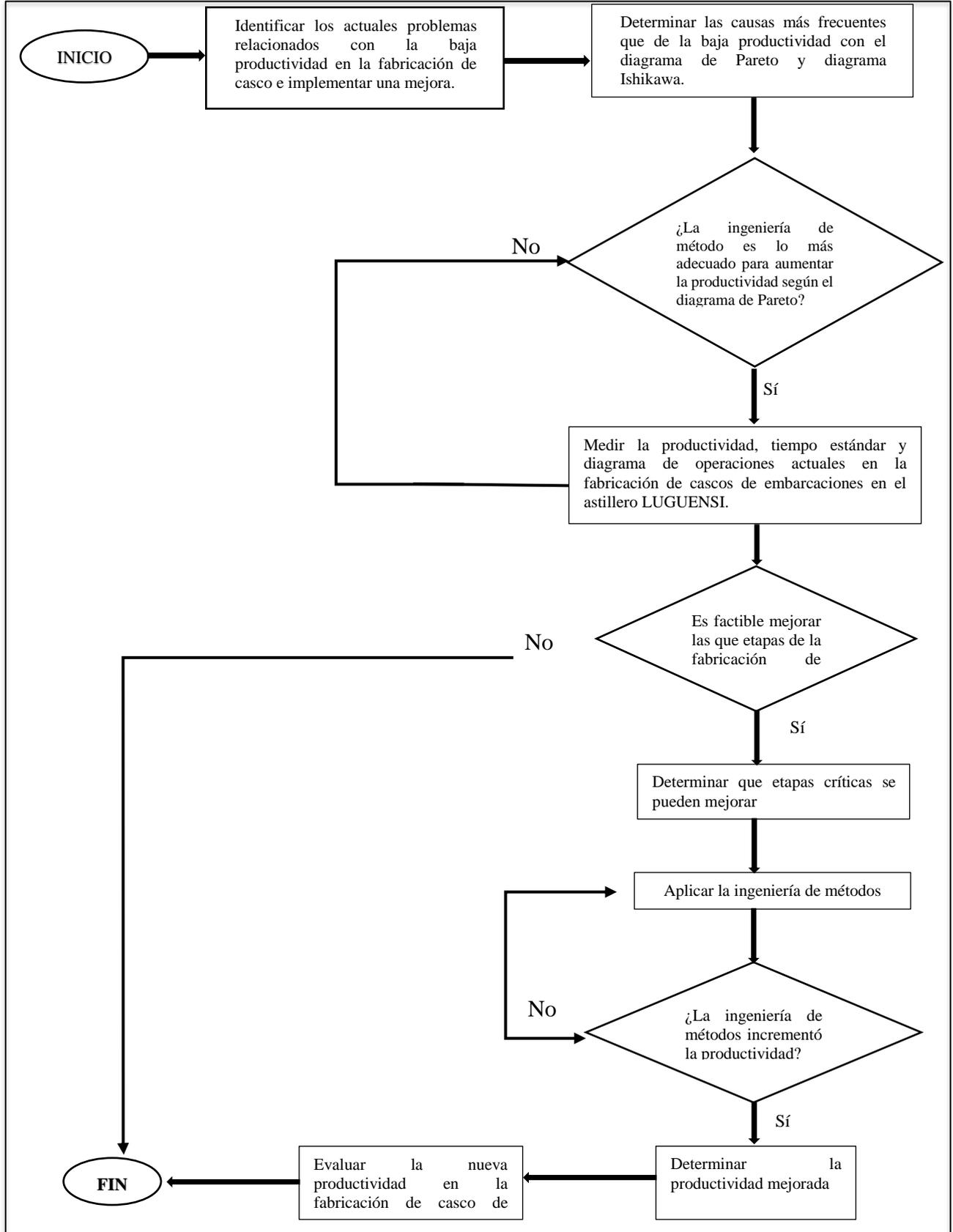


Figura 1: Diagrama de flujo del procedimiento de los objetivos de la fabricación de casco de embarcaciones
Fuente: Elaborado por los autores de la investigación

2.6. Método de análisis de datos.

Tabla 3: *Método de análisis de datos*

Objetivos	Técnica	Instrumento	Resultado
Identificar los actuales problemas relacionados con la productividad en la fabricación de casco de embarcaciones en el astillero Luguensi.	Análisis de causa efecto Diagrama de Pareto.	Diagrama de Ishikawa. (Figura 3) Plantilla de Excel para análisis de Pareto. (Figura 2) Diagrama analítico de operaciones actual. (figura 4, figura 5, figura 6)	Diagnóstico de los problemas relacionados con la baja productividad en la fabricación de casco de embarcaciones.
Determinar la productividad inicial en la fabricación de cascos de embarcaciones en el astillero Luguensi.	Observación	Registro de productividad inicial. (tabla 4)	Productividades de las etapas productivas en la fabricación de casco
Aplicar la ingeniería de métodos en la fabricación de cascos de embarcaciones en el astillero Luguensi.	Análisis de datos	Formato de la técnica del cuestionario. (tabla 18) Formato de estudio de tiempos. (tabla 21)	<ul style="list-style-type: none"> - Mejora de procesos - Tiempo promedio - Tiempo normal - Tiempo Estándar Nueva productividad
Determinar en cuanto aumenta la productividad en la fabricación de cascos de embarcaciones en el astillero Luguensi.	Análisis de Datos	Registro de Productividad (table 13)	Variación de la nueva productividad.

Fuente: Elaboración por los autores de la investigación.

2.7. Aspectos éticos

En el presente proyecto de investigación titulado: Aplicación de Ingeniería de Métodos para aumentar la productividad en la fabricación de cascos de embarcaciones en el astillero Luguensi. La ética de los autores está comprometida con la obediencia de las normas estipuladas por la universidad.

III.RESULTADOS

3.1. Diagnóstico de los problemas actuales en la fabricación de casco

Se inició la investigación con la identificación del problema que presenta la fabricación de casco de embarcaciones de forma clara y lógica para así poder eliminar o minimizar su efecto, para ello recurrimos al uso de la herramienta que brinda un adecuado diagnóstico las cuales son: el diagrama Pareto y el diagrama de Ishikawa.

En el Diagrama Pareto, se presentó un análisis de los problemas que aparecen en la fabricación de casco de embarcaciones procediendo a realizar una lluvia de ideas (ANEXO 01) con el jefe de operaciones y los operarios que son 10 colaboradores para ello los trabajadores dieron una puntuación que aquejaba su labor y la frecuencia. Por último, se efectuó a determinar la frecuencia absoluta y acumulada (ANEXO 02); Como se muestra en la Figura 2 se encontró que el método que maneja la empresa es la causa de la baja productividad en la fabricación de casco ya que representó el 33% de los problemas.

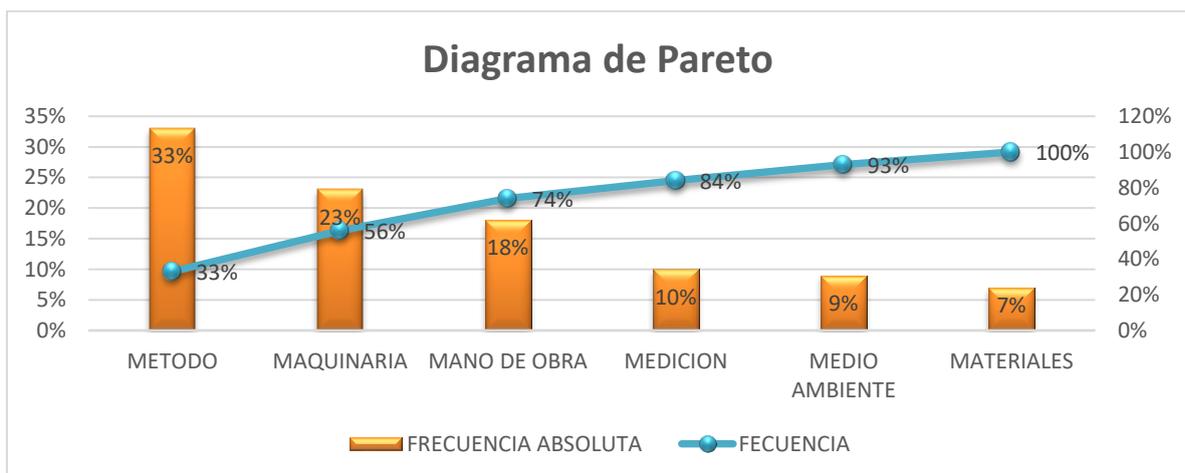


Figura 2: Diagrama de Pareto

Fuente: Anexo 02

En el Diagrama Ishikawa se identificó las causas que originan las deficiencias presentadas en la línea de fabricación de casco de embarcaciones de fibra de vidrio. En nuestro caso, el problema es la baja productividad en la fabricación de casco de embarcaciones, realizando el diagrama de Ishikawa se evaluó la mano de obra, método, máquina, medio ambiente y materiales; a partir del diagrama Pareto (figura 3) se determinó que el método es la causa raíz y según esta evaluación el método se vio afectado por no contar con procedimientos adecuados y supervisión.

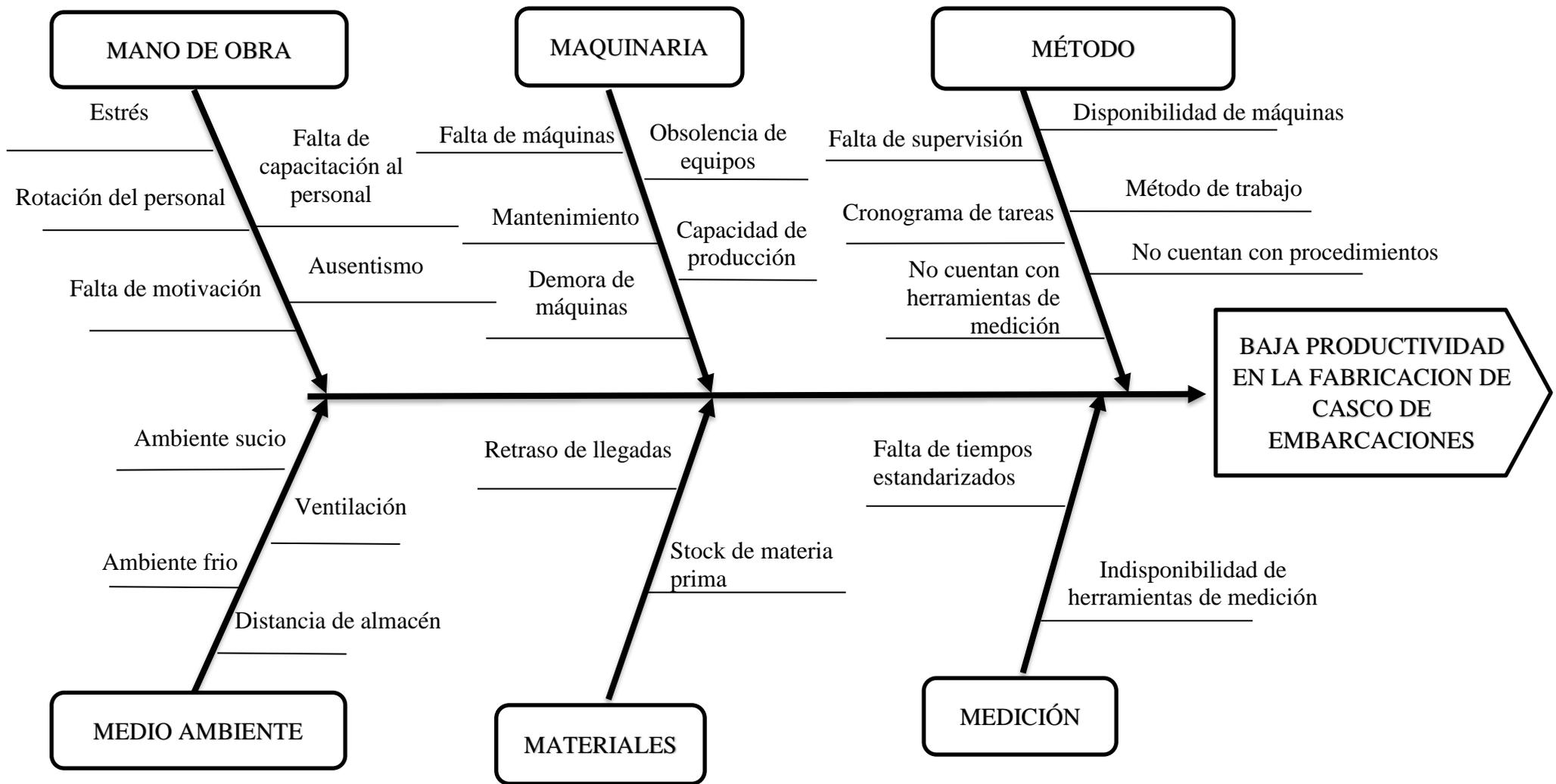


Figura 3: Diagrama Ishikawa

Fuente: Elaborada por los autores de la investigación

Siguiendo con el diagnóstico se realizó un diagrama de análisis de procesos que presenta la fabricación de casco de embarcaciones para las etapas de Encerado (ANEXO 03), Pulido (ANEXO 04), aplicación de Gelcoat (ANEXO 05) y Laminado(ANEXO 06) en los diagramas se visualiza cada actividad que realizan para la fabricación , el DAP de la etapa de encerado tiene un tiempo de 32.03 minutos por cada metro cuadrado encerado en el molde de casco de embarcación, el DAP de la etapa de Pulido tiene un tiempos de 11.995 minutos por cada metro cuadrado de pulido en el molde , el DAP del Aplicado de Gelcoat tiene un tiempo promedio de 98.21 minutos por cada metro cuadrado de aplicación de Gelcoat, el DAP de la etapa de la etapa de laminado tiene un tiempo de 1271.84 minutos por cada metro cuadrado laminado en el molde de casco de embarcación.

3.2. Productividad inicial de la fabricación de cascos de embarcación

Para calcular la productividad actual en la empresa se consideró la productividad de los 2 proyectos tomando los 10 primeros días que es en lo que se demoran en fabricar el casco, teniendo en cuenta que los operarios son todos varones.

Tabla 4: Productividad en la fabricación de casco de embarcaciones de fibra de vidrio

PROYECTO 1					PROYECTO 2				
Días	Nº Trabajadores	Tiempo (H)	Producción (metros cuadrados)	Productividad	Días	Nº Trabajadores	Tiempo (H)	Producción (metros cuadrados)	Productividad
1	10	6.76	6.87	0.102	1	9	6.12	7.66	0.139
2	9	6.22	6.29	0.112	2	8	7.63	7.64	0.125
3	10	6.8	6.67	0.098	3	9	7.6	6.49	0.095
4	9	7.3	6.87	0.105	4	8	6.37	6.58	0.129
5	7	6.39	6.2	0.139	5	8	6.49	6.56	0.126
6	10	6.44	6.4	0.099	6	10	8.1	6.69	0.083
7	8	7.2	6.6	0.115	7	9	7.4	7.3	0.110
8	9	6.6	6.92	0.116	8	8	6.72	6.71	0.125
9	9	6.76	6.97	0.115	9	9	7.07	7.45	0.117
10	8	6.57	6.87	0.131	10	10	6.44	6.87	0.107
Promedio de productividad–PROYECTO 1					Promedio de productividad - PROYECTO 2				
0.11					0.12				
m²/hH					m²/hH				

Fuente: Empresa Luguensi E.I.R.L -Elaborado por los autores de la investigación

En la tabla 4 se observa la cantidad de operarios que estuvieron en la fabricación del casco, las horas y la cantidad producida, obteniendo la productividad del proyecto 1 que fue de 0.11 m²/Hh y proyecto 2 que fue de 0.12 m²/Hh esto se dio ya que en el proceso de fabricación se presentan muchas deficiencias lo ocasiona muchos tiempos muertos.

Para el resultado de la Tabla 5 se consideró el costo de la mano de obra y el tiempo de producción para calcular la productividad del costo de la mano de obra.

Se observa que la productividad del costo de la mano de obra del proyecto 1 es 0.021 m²/Soles y del proyecto 2 es 0.022m²/Soles esto se dio ya que el costo de la mano de obra es directamente proporcional al tiempo de fabricación contando los mencionados.

Tabla 5: *Productividad del costo de la mano de obra en el proceso de fabricación de casco*

PROYECTO 1						PROYECTO 2					
Días	N° Trabajadores	Tiempo (H)	Costo por hora hombre	Producción (metros cuadrados)	Productividad	Días	N° Trabajadores	Tiempo (H)	Costo por hora hombre	Producción (metros cuadrados)	Productividad
1	10	6.76	5.35	6.87	0.0190	1	9	6.12	5.35	7.66	0.026
2	9	6.22	5.35	6.29	0.0210	2	8	7.63	5.35	7.64	0.023
3	10	6.8	5.35	6.67	0.0183	3	9	7.6	5.35	6.49	0.018
4	9	7.3	5.35	6.87	0.0195	4	8	6.37	5.35	6.58	0.024
5	7	6.39	5.35	6.2	0.0259	5	8	6.49	5.35	6.56	0.024
6	10	6.44	5.35	6.4	0.0186	6	10	8.1	5.35	6.69	0.015
7	8	7.2	5.35	6.6	0.0214	7	9	7.4	5.35	7.3	0.020
8	9	6.6	5.35	6.92	0.0218	8	8	6.72	5.35	6.71	0.023
9	9	6.76	5.35	6.97	0.0214	9	9	7.07	5.35	7.45	0.022
10	8	6.57	5.35	6.87	0.0244	10	10	6.44	5.35	6.87	0.020
Promedio de productividad - PROYECTO 1						Promedio de productividad - PROYECTO 2					
0.021						0.022					
m²/Soles						m²/Soles					

Fuente: Empresa Luguensi E.I.R.L – Elaborado por los autores de la investigación.

3.3 Aplicación de la mejora de métodos

Se utilizó la técnica del interrogatorio para desarrollar y evaluar nuevas mejoras de trabajo en los problemas presentados (ANEXO 07), como se puede visualizar en la Tabla 6 se registró el resumen con respecto a las alternativas de solución de mejora para la fabricación de casco de embarcaciones de fibra de vidrio, consignándose las nuevas actividades que se tienen que ejecutar para mejorar el método de trabajo. Se obtuvo el propósito de cada actividad, el lugar donde debería ser desarrollado, la sucesión de las actividades que debería hacerse, la persona que debería hacerlo, y el medio como debería hacerse.

Tabla 6: *Alternativa de solución: Técnica del interrogatorio – Fabricación de casco de embarcación*

PROPOSITO	LUGAR	SUCESIÓN	PERSONA	MEDIO
Paralelizarlo la etapa de encerado	En la zona de fabricacion (molde)	Al terminar el proyecto anterior	Operarios de fibra de vidrio	Paralelizandolo con la etapa de encerado
Paralelizarlo la etapa de pulido	En la zona de fabricacion (molde)	Al terminar la etapa de encerado	Operarios de fibra de vidrio	Paralelizandolo con la etapa de pulido
Aplicar el Gel Coat con dos sopletes para minimizar el tiempo	En la zona de fabricacion (molde)	Al terminar la etapa de Pulido	Operarios de fibra de vidrio	Aplicando el gel coat con dos sopletes para minimizar el tiempo de espera
Comprar una ventiladora industrial para acelerar el secado	En la zona de fabricacion (molde)	Al culminar la etapa de pulido y encerado	Operarios de fibra de vidrio	Comprando una ventiladora industrial
Cortar las laminas en tamaños mas grandes para acelerar el proceso	En la zona de fabricacion (molde)	Al culminar la etapa de pulido y encerado	Operarios de fibra de vidrio	Cortando laminas en tamaños mas grandes para acelerar el proceso
Comprar un aditivo (acelerador de secado) y mezclarlo con la resina.	En la zona de fabricacion (molde)	Al culminar la etapa de pulido y encerado	Operarios de fibra de vidrio	Comprando un aditivo mezclandolo con la resina para acelerar el secado.

Fuente: Anexo 06, Anexo 07, Anexo 08

Para evaluar y definir el nuevo método de acuerdo a las alternativas de solución se realizó un cuadro de ponderaciones del 1 al 5, tomando como aceptación el número 5 y el 1 como rechazo estas ponderaciones los evaluará el jefe de operaciones de la empresa Luguensi para esta manera determinar que alternativas de solución de aplicará.

Tabla 7: *Ponderaciones de alternativa de solución*

Resumen	Alternativas	Ponderación
PROPOSITO	Paralelizar la etapa de pulido y encerado	5
	Aplicar el Gel Coat con dos sopletes para minimizar el tiempo	1
LUGAR	Comprar una ventiladora industrial para acelerar el secado	1
SUCESION	Cortar las laminas en tamaños mas grandes para acelerar el proceso	5
PERSONA	Comprar un soplete para fibra de vidrio	1
MEDIO	Comprar un aditivo (acelerador de secado) y mezclarlo con la resina.	5

Fuente: Anexo 18

Decididas las alternativas de solución de la tabla N° 7, se pasó a evaluar mediante una ponderación las alternativas por parte del jefe de operaciones de la empresa, se pasó a dar importancia a las alternativas de rediseñar las actividades de trabajo en la etapa de encerado y pulido utilizando un productos que cumplan las funciones requeridas para el trabajo con el fin de reducir tiempos innecesarias mediante el diagrama analítico de procesos, cortar láminas de fibra de vidrio en tamaños más grandes viéndose reflejado en los días de trabajo y el costo de mano de obra y por último agregar a la mezcla de la resina un aditivo acelerador para el secado ya que hay tiempos muertos para los trabajadores la ficha técnica del acelerador de secado y el nuevo producto que realizará la función de pulir y encerar se encuentran en el Anexo 15.

Diagramas analíticos de procesos del nuevo método de trabajo, determinando el nuevo método de trabajo se procedió a elaborar un nuevo D.A.P de la etapa de encerado y pulido (Anexo 12) que con el nuevo método estas etapas se paralelizan y la etapa de laminado (Anexo 13) disminuyen los tiempos. La relación que tuvo el método actual y el método mejorado es de una reducción de tiempo de 4897.27 minutos gracias al nuevo producto que se aceleró el secado y los días de trabajo. Se aprecia también que con el nuevo método de trabajo se reducen las operaciones; Luego se realizó un estudio de tiempos con el nuevo método de trabajo para determinar el nuevo tiempo estándar en la fabricación de casco de embarcaciones en la etapa de pulido, encerado y laminado.

Se desarrolló el estudio de tiempos del proceso de fabricación de casco actual, el detalle se observa en el (ANEXO 07)

Tabla 8: *Tiempo promedio, tiempo normal y tiempo estándar de la etapa de encerado, pulido y laminado*

	<i>Pulido</i>	<i>Encerado</i>	<i>Aplicado de Gelcoat</i>	<i>Laminado</i>
<i>Tiempo promedio</i>	12.0	32.0	98.2	1271.8
<i>1 + Factor de valoración</i>	1.19	1.19	1.19	1.19
<i>Tiempo normal</i>	13.2	33.2	99.4	1273.0
<i>1 + %Suplemento</i>	1.13	1.13	1.13	1.13
<i>Tiempo estándar</i>	14.9	37.5	112.3	1438.5

Fuente: Anexo 08

Se registraron los tiempos que se obtuvieron de una muestra de 10 observaciones de cada proceso (ANEXO 08), con el fin de obtener los tiempos promedio de ejecución actual de cada proceso, se observó que el proceso con mayor tiempo es el proceso de laminado, esto se debe a las demoras que se generaban en muchas ocasiones por los tiempos muertos, esto ocasionaba largas esperas.

Cálculo del tiempo normal y estándar para el proceso mejorado del proceso de fabricación de casco de embarcaciones

Tabla 9: *Tiempo promedio, tiempo normal y tiempo estándar de la etapa de encerado, pulido y laminado*

	Pulido Y Encerado	Aplicado De Gelcoat	Laminado
	2.6	98.2	783.92
1 + Factor De Valoración	1	99.40	1
Tiempo Normal	3.78	99.40	785.11
1 + %Suplemento	1.13	1.13	1.13
Tiempo Estándar	4.27	112.32	887.17

Fuente: Anexo 11

En la Tabla 9, se registraron los tiempos que se obtuvo del proceso de encerado y pulido y laminado, esta muestra fue de 10 observaciones de cada proceso con el fin de obtener los tiempos promedio de ejecución actual de cada proceso, los procesos quedaron balanceados y sin retrasos para el proceso, esto dio como resultado el aumento de la productividad.

Comparación del método actual y método mejorado

En la siguiente tabla se observa el ahorro en el desarrollo de las actividades.

Tabla 10: *Números de actividades actual y propuesto*

Resumen general del D.A. P				
Actividad		Actual	Mejorado	Ahorro
Operación	○	55	52	3
Inspección	□	0	0	0
Inspección. /operación	◻	19	18	1
Espera	D	19	17	2
Total		93	87	6

Fuente: Elaborado por los autores de la investigación

En la tabla 10 se observa la variación de las actividades del método actual y el método mejorado, dando como resultado que se eliminan 3 actividades de operación, 1 actividad de operación inspección y 2 de espera.; Esto ocurre porque se paralelizo las actividades Pulido y encerado.

3.4 Determinar en cuanto aumenta la productividad

Productividad de la mano de obra

En la tabla 11, el incremento se refleja con el nuevo método de trabajo en la fabricación de casco de embarcaciones de fibra de vidrio, con respecto a los metros cuadrados por cada hora hombre empleada. La tabla muestra la productividad promedio de los proyectos 1 que fue de 0.113(m²/hH) y del proyecto 2 que fue de 0.116 (m²/hH) que representan el método actual de trabajo; El proyecto 3 tuvo una productividad de 0.18 (m²/hH) y en el el proyecto 4 tuvo una productividad de 0.21 (m²/hH).

Tabla 11: *Productividad de la mano de obra*

	<i>Productividad Actual</i> (m ² /hH)		<i>Productividad mejorada</i> (m ² /hH)
<i>Proyecto 1</i>	0.113	<i>Proyecto 3</i>	0.18
<i>Proyecto 2</i>	0.116	<i>Proyecto 4</i>	0.21

Fuente: Anexo 14

Productividad del costo de la mano de obra

Tabla 12: Productividad del costo de la mano de obra

Productividad Actual (m ² /Soles)		Productividad mejorada (m ² /Soles)	
Proyecto 1	0.021	Proyecto 3	0.03
Proyecto 2	0.022	Proyecto 4	0.04

Fuente: Anexo 14

Variación porcentual de la productividad

Para conocer la variación porcentual que existe entre la productividad actual y la mejorada se determina con la siguiente fórmula:

$$\Delta Productividad = \frac{Productividad\ mejorada - Productividad\ actual}{Productividad\ actual} \times 100$$

Tabla 13: Variación entre la productividad actual y productividad mejorada

Δ Productividad		
	Productividad	m/hH
Actual	Proyecto 1	0.11
	Proyecto 2	0.12
Mejorada	Proyecto 3	0.18
	Proyecto 4	0.21

Fuente: Elaborada por los autores de la investigación

Como resultado se obtuvo que la variación porcentual entre la productividad actual y la productividad mejorada es del 71% según nos indica la tabla 13, lo que nos dice que el astillero Luguensi incremento su productividad con la aplicación de la Ingeniería de métodos.

Económicamente la etapa de Pulido y encerado gracias a la Ingeniería de métodos tuvo un ahorro de S/ 837.00 en materiales y S/ 1,198.40 en mano de obra (ANEXO 17); En la etapa de laminado tuvo un ahorro económico en mano de obra de S/ 14,637.60 teniendo una eficiencia económica de 1.15, esto quiere decir que por cada sol de inversión obtiene un beneficio de 0.15 soles (ANEXO 18).

PRUEBA DE HIPÓTESIS – T STUDENT (SPSS)

Hipótesis Estadística:

H1: La Ingeniería de Métodos aumentará la productividad en la fabricación de cascos de embarcaciones en el astillero Luguensi, Chimbote - 2019

H0: La Ingeniería de Métodos no aumentará la productividad en la fabricación de cascos de embarcaciones en el astillero Luguensi, Chimbote – 2019

RESULTADOS DE LA HIPÓTESIS ESTADÍSTICA

Haciendo uso del Anexo 19, se escogió Nivel de Significancia (α) para la prueba de hipótesis es del 5%

Siendo $\alpha = 0.05$ (Nivel de Significancia).

Tabla 14: Estadísticas de grupo

	VAR00002	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	t crítico
VAR00001	1,00	20	,1143	,01502	,00336	1.6973
	2,00	12	,1956	,03028	,00874	

Fuente: Resultados extraídos con el software SPSS 22

Tabla 15: Prueba t para medias independientes de la productividad de fabricación de casco de embarcación

	Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
VAR00001 Se asumen varianzas iguales	9,955	,004	-10,174	30	,000	-,08131	,00799	-,09763	-,06499
VAR00001 No se asumen varianzas iguales			-8,684	14,308	,000	-,08131	,00936	-,10135	-,06127

Fuente: Resultados extraídos con el software SPSS 22

En la tabla 15 se puede verificar como resultado del SPS22 que el valor estadístico -10,174 es menor que el valor crítico -1.6973 (tabla 14), por consiguiente por ser el nivel de significancia de 0.05 con una prueba de 02 colas, se tiene también que el valor estadístico de 10,174 es mayor que el valor crítico 1.6973. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y aceptamos la hipótesis positiva (H_1), concluyendo que: “La Ingeniería de Métodos aumentará la productividad en la fabricación de cascos de embarcaciones en el astillero Luguensi, Chimbote – 2019”

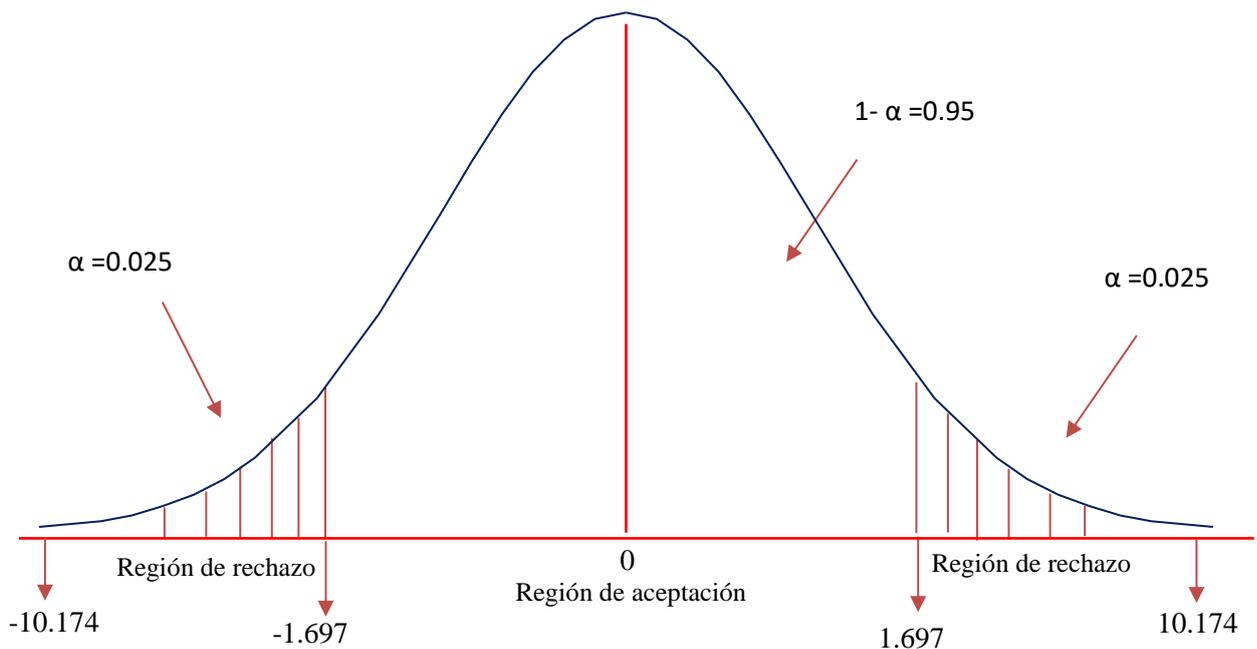


Figura 4: Análisis de la hipótesis mediante la campana de gauss

Fuente: Elaborado por los autores de la investigación

IV.DISCUSIÓN

La presente investigación tuvo como objetivo aplicar la ingeniería de métodos para aumentar la productividad en la producción de cascos de embarcaciones del Astillero Luguensi de Chimbote. Para diagnosticar las causas de la baja productividad se conoció los problemas de la fabricación de casco de embarcación, mediante del diagrama de Ishikawa y Pareto siendo el método la causa raíz lo que según esta evaluación se vio afectado por no contar con procedimientos adecuados y estandarizados ni con una supervisión, lo que nos indica que al encontrar una solución y disminuir estas causas se podría mejorar la productividad en el proceso. En el trabajo de Llontop (2017) en su tesis “Aplicación del estudio del trabajo para incrementar la productividad en la fabricación de bolsas real garza en Polybags Perú S.R.L” el cual utilizó el diagrama Ishikawa para diagnosticar su causa principal de su baja productividad en donde obtiene que la falta de estudio de trabajo y procedimientos estandarizados son el principal problema de la baja productividad, lo que significa que ambos trabajos tienen cierta similitud ya que en ambas investigaciones se obtiene como causa raíz que la falta de procedimientos adecuados y el no contar con procesos estandarizados son el problema que ocasiona la baja productividad en las empresas así pertenezca a distintos rubros.

Así mismo se coincide en el usos del diagrama Ishikawa y Pareto para el diagnóstico de los problema, lo que es posible constatar con las afirmaciones se dan con Niebel y Freidvalds (2013) donde menciona que el uso del diagrama Ishikawa es importante para poder diseñar un nuevo método de trabajo, de la misma manera Marathamuthu y Murugaiah describen en su teoría que el gráfico de Pareto es útil es útil para priorizar y saber dónde deben enfocarse los cambios de acción dentro de un proceso.

De la misma manera para seguir con el diagnóstico se dio a conocer las actividades que intervienen en el proceso de elaboración de cascos mediante un diagrama analítico de procesos para las etapas de Encerado, Pulido, aplicación de Gelcoat y Laminado donde se contabilizó 93 actividades dentro de las cuales se detectaron tiempos muestro, de esta manera luego de implantar la mejora se logró reducir a 87 actividades; Se coincide con Vásquez (2017) en su tesis titulada: La aplicación de Ingeniería de Métodos para mejorar la productividad en una empresa de confección Sartorial que tiene como objetivo aumentar la productividad, se usó las herramientas de diagrama de operaciones, diagrama de flujo y diagrama de recorrido para mostrar de forma detallada el proceso, se obtuvo 137 actividades de la dentro de las cuales se identifican 23 actividades que no generan ningún tipo de valor

en el proceso considerados como tiempos muertos , finalmente se logró pasar de una situación descontrolada a una en donde se pueden manejar los métodos de confección; De la misma manera con el autor Ulco (2015) que en su tesis “aplicación de ingeniería de métodos en el proceso productivo de cajas de calzado para mejorar la productividad de mano de obra de la empresa industrias ART PRINT” de la UCV de Trujillo ,obtiene como resultado a la situación inicial mediante el diagrama de análisis de operaciones se obtiene 111 de actividades de las cuales se detectaron 52 que no generan valor lo que significa que hay mucho tiempo de espera y tiempos muertos en el proceso , cabe recalcar que se coincide en el uso de las herramientas y con la finalidad que se usa ya que con las tesis comparadas en ambas se usa el diagrama de análisis de proceso con la finalidad de encontrar actividades innecesarias y tiempos muertos con largas esperas que no pueden ser eliminadas por completo para luego poder implantar una mejora dentro del proceso .Se constata con (Carrera, 2005) ya que en su estudio relata mediante el diagrama de flujo, diagrama de recorrido son herramientas de análisis así como también el diagrama analítico de procesos que es la más detallada en donde podemos visualizar de forma detallada los movimientos y actividades que generan demoras y tiempos muertos dentro de un proceso productivo.

En la productividad inicial de la empresa se obtuvo del proyecto 1 una productividad de 0.11 m²/Hh y proyecto 2 que fue de 0.12 m²/Hh sabiendo que se presentaron muchas deficiencias lo ocasiona muchos tiempos muertos, así mismo en la productividad de costo de proyecto 1 es 0.021 m²/Soles y del proyecto 2 es 0.022m²/Soles mano de obra luego de la evaluación .Se implanto nuevo métodos de mejora como la paralización de la etapa de pulido y encerado lo que minimizó costos de mano de obra y de materiales; para la etapa del laminado se rediseñó la manera el corte de la fibra de vidrio en tamaños más grandes ya que inicialmente fue de 1.5 x 1.0 mtos y luego de 1.5 x 2.5, así como también la aplicación de un aditivo acelerante que redujo los tiempos muertos en el la actividad del secado reduciendo de esta manera eliminaron 3 actividades de operación, 1 actividad de operación inspección y 2 de espera esto ocurre porque se paralelizó las actividades Pulido y encerado de la misma manera los resultados de la aplicación de se se vieron reflejados en la nueva productividad del proyecto 3 y 4 que es de 0.18 (m²/hH) y 0.21 (m²/hH) respectivamente ,lo cual que indica que el astillero Luguensi logró incrementar productividad en un 71% con la aplicación de la ingeniera de métodos; Coincidiendo con Guaraca (2015), que en su tesis titulada “Mejora de la productividad, en la sección de prensado de pastillas, mediante el estudio de métodos y medición del trabajo, de la Fábrica frenos automotrices Egar S.A quien por medio de una

implementación de un nuevo método que fue rediseñar y fabricar un elevador de matrices con 4 niveles para cargar y 4 para poder hacer la descarga ,así mis acondicionar un espacio para los pre moldes, esta mejora permite al operario descargar la prensa en menos tiempos lo que se vio reflejado en la productividad final ya que se obtuvo un 25 % de aumento con respecto a la anterior.

Dussan (2017) en su investigación “Estudio de métodos y tiempos para mejorar y/o fortalecer los procesos en el área de producción de la empresa Confecciones Gregory logró la optimización de la producción en un 18.75% y reducción de los tiempos de transportes de las prendas en los distintos módulos logrando una cercanía entre los trabajadores pasando de una producción modular discontinua a una producción modular lineal. A partir de ello se puede afirmar que efectivamente mediante la ingeniería de métodos se logra incrementa la productividad de un proceso productivo en ambas investigaciones y de esta manera cumplir con el objetivo de los trabajos de investigación pese a no aplicar la mejora o el mismo método de trabajo ya que las investigaciones que pertenecen a distinto sectores.

Esto se llega a constatar con la investigación de Bravo y Méndez quienes indican que mediante la ingeniería de métodos y el estudio de tiempos es posible acrecentar la productividad dentro de un proceso productivo sin importar a que rubro pertenezca la empresa.

V.CONCLUSIONES

El método de trabajo que maneja el astillero no es la adecuada ya que representa el 33% de los problemas siendo sus principales causas la carencia de herramientas de trabajo y medición.

En la preevaluación, la productividad en la fabricación de casco de embarcaciones en el astillero Luguensi fue de 0.11 m²/Hh.

La implementación de la ingeniería de métodos en la fabricación de casco por medio de la técnica del interrogatorio se evaluó e implemento las alternativas de paralelizar las etapas de pulido y encerado reemplazándolo con un nuevo producto, agregar un aditivo acelerador para el secado ya que generaba tiempos muertos para los operarios, cortar laminas más grandes para avanzar más rápido la producción.

La ingeniería de métodos permitió el aumento de la productividad entre el proyecto 1 y 2 que fueron los estudiados en un 71% con el proyecto 3 y 4.

VI.RECOMENDACIONES

Realizar capacitaciones constantes de la importancia del nuevo método de trabajo establecido, con el propósito de mantener la implementación ya establecida, y contribuir con la economía de la empresa.

Utilizar el estudio de trabajo específicamente para la fabricación de caseta de embarcación ya que con la investigación realizada se pudo reducir un porcentaje de tiempo de espera que presentaba tiempo muerto en la producción, pero se puede mejorar aún más, dedicándole el tiempo y estudio adecuado para una mejora continua.

Realizar la técnica del interrogatorio después de cada proyecto a los trabajadores sobre posibles mejoras que se podrán realizar en los métodos de trabajo, teniendo en cuenta que ellos forman la base de la empresa, y cada uno de ellos pueda demostrar su interés de participación a través de su labor.

Implantar ventiladores industriales para acelerar el secado en las otras partes de la fabricación de casco.

Invertir en temas relacionados a los riesgos ergonómicos y riesgos laborales, y adecuar la planta con áreas de descanso dentro de producción y aplicar metodologías relacionados a los riesgos ergonómicos y evitar los problemas lumbares, entre otros.

REFERENCIAS

ALZATE Guzmán, Nathalia y SÁNCHEZ Castaño, Julián. Estudio de métodos y tiempos de la línea de producción de calzado tipo “clásico de dama” en la empresa de Calzado Caprichosa para definir un nuevo método de producción y determinar el tiempo estándar de fabricación. Trabajo de Titulación (Ingeniería Industrial). Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira, 2013. 78pp.

ANKIT. Vekariya, ASHUTOSH, Kumar. *Productivity Improvement of Manufacturing Process of Diesel Engine by Time and Motion Study Method (M.O.S.T. Technique)* [en línea]. 2015. Vol 2 .I6[Fecha de consulta 6 de Junio del 2019] Disponible en <https://www.semanticscholar.org/paper/PRODUCTIVITY-IMPROVEMENT-OF-MANUFACTURING-PROCESS-Vekariya/37d9c9f042e7204660bcb2a5b0bcb72f130c75e7>
ISSN: 2348-4470

BACA, Gabriel, Gutiérrez Juan y Rivera, Ángel. Introducción a la Ingeniería Industrial. México: Patria, 2014, 56 pp.
ISBN: 9789708170772

BLANCO, Renata y AGUILAR, Myrian. Ingeniería de Métodos. 2013. [En línea]. México. [Consultado el 18 de junio de 2018]. Disponible en internet: <http://educommons.anahuac.mx:8080/eduCommons/ingenieria-de-procesos-defabricacion/ingenieria-de-metodos/unidad-2-ocw>

BONET Borjas, Carlos Manuel. *Ley De Pareto Aplicada A La Fiabilidad*. Ingeniería Mecánica [en línea]. 2005, 8(3), 1-9. [Fecha de consulta 6 de julio de 2019] Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=225118188010>
ISSN: 1815-5944

BRAVO, Arroyo Katherine Lissette, Menéndez Dávila Jessica y Peñaherrera-Larenas Fabian (2018): *Importancia de los estudios de tiempos en el proceso de comercialización de las empresas*, Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, [en línea].2018, VI.

[Fecha de consulta 6 de julio de 2019] En línea:<https://www.eumed.net/rev/oel/2018/05/comercializacion-empresas-ecuador.html>
ISSN: 1696-8352

CARRERA Farran, F. Xavier. *Uso de los diagramas de flujo y sus efectos en la enseñanza aprendizaje de contenidos procedimentales. Área de tecnología*. Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado [en línea]. 2005, 19(1), 223-225. [Fecha de consulta 6 de julio de 2019] Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27419112>
ISSN: 0213-8646

CHECA, Pool. Propuesta de mejora en el proceso productivo de la línea de confección de polo para incrementar la productividad de la empresa confecciones sol. Trujillo Peru, trabajo para obtener el título (Ingeniero Industrial) Universidad Privada del norte.2014.pag. 279.

CONTRERAS, Claudia; EDWARDS, Gonzalo y MIZALA, Alejandra. *La Productividad Científica de Economía y Administración en Chile: Un Análisis Comparativo* [en línea]. 2006, vol.43, n.128, pp.331-354. [Fecha de consulta 3 de julio del 2019] Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-6821200600020000
ISSN 0717-6821.

CORREA ESPINAL, Alexander; GÓMEZ MONTOYA, Rodrigo Andrés; BOTERO PÉREZ, Cindy. *La Ingeniería de Métodos y Tiempos como herramienta en la Cadena de Suministro*. Revista Soluciones de Postgrado, [en línea], v. 4, n. 8, p. 89-109, nov. 2013. Disponible en: <https://revistas.eia.edu.co/index.php/SDP/article/view/356>.
ISSN: 0213-8646

DUSSAN Cartagena, Yadira ,2017. “Estudio de métodos y tiempos para mejorar y/o fortalecer los procesos en el área de producción de la empresa Confecciones Gregory – Ibagué. Tesis (Título Ingeniería Industrial)
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/13570>

FALCON-Acosta, Odalys, Petersson-Roldán, Maritza, Benavides-García, Sonia, Sarmenteros-Bon, Ileana. *Los métodos cuantitativos en la mejora de los procesos del catering. Ingeniería Industrial* [en línea] 2016, XXXVII (enero-abril) [Fecha de consulta 4

de agosto 2019] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360443665007>>
ISSN 0258-5960.

FLEITMAN, Jack. Evaluación integral para implantar modelos de calidad. México: Pax México, 2007, 95 pp.
ISBN: 9789688609200

GARCÍA, Alfonso. Productividad y reducción de costos: para la pequeña y mediana industria. 2ª ed. México, D.F.: Trillas, 2011, 304 pp.
ISBN: 9786071707338

GARCÍA, Roberto. Estudio del Trabajo. 4ta ed. México: D.F - Limusa, 2005, 697 pp.
ISBN: 9701046579.

GEORGE Kanaway, 2001. Introducción al estudio del trabajo. s.l.: Limusa, 2001, 521pp.
ISBN: 9681856287

GUARACA Guaraca Segundo. Mejora de la productividad, en la sección de prensado de pastillas, mediante el estudio de métodos y la medición del trabajo de la fábrica de frenos automotrices Edgar S.A. Tesis (Magister en Ingeniería Industrial y Productividad). Ecuador: Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria, 2015. 122pp. Disponible
en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/08118/3CD-6072.pdf>

GUTIÉRREZ, Humberto. Calidad Total y Productividad. 3ª ed. México: McGRAW-Hill, 2010, 383 pp.
ISBN: 9786071503152

HERNÁNDEZ, Sampieri, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Lucio. Metodología de la investigación. 6ta ed. México: McGrawHill, 2014, 599 pp.
ISBN: 9781456223960

KHALID S. Al-Saleh, *Productivity improvement of a motor vehicle inspection station using motion and time study techniques* [en línea] Journal of King Saud University – Engineering Sciences .2011 23, 33–41[Fecha de consulta 16 de mayo] disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1018363910000073>
ISSN: 1018-3639

KHEDKAR S. B, THAKRE R. D. Y. V. MAHANTARE, Mr. Ravi Gondne. *Study of Implementing 5S Techniques in Plastic Moulding* [en línea] Vol.2, Issue.5. 2012[Fecha de consulta 17 de abril del 2019] Disponible en http://www.ijmer.com/papers/Vol2_Issue5/DL2536533656.pdf
ISSN: 2249-6645

KOLJATIC, M. y M. Silva (2001). The international publication productivity of Latin American countries in the economics and business administration fields *Scientometrics* [en línea] vol. 51, núm. 2, pp. 381-394[Fecha de consulta el 25 de julio del 2019] disponible en <https://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1012753601797>
ISSN: 0138–9130

LUKODONO, Rio & ULFA, Siti. *Determination of standard time in packaging processing using stopwatch time study to find output standard. Journal of Engineering And Management In Industrial System.* [en línea].2018 5. 87-94. [Fecha de consulta el 07 de setiembre del 2019] disponible en https://www.researchgate.net/publication/324817492_DETERMINATION_OF_STANDARD_TIME_IN_PACKAGING_PROCESSING_USING_STOPWATCH_TIME_STUDY_TO_FIND_OUTPUT_STANDARD
ISSN 2477-6025

LLONTOP Palomino, Betzabé Cristina. 2017. *Aplicación del estudio del trabajo para incrementar la productividad en la fabricación de bolsas real garza en polybags Perú s.r.l en sjl - 2017 en línea*. Tesis (Titulo de Ingeniería Industrial): Universidad Cesar Vallejo. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/10370>

MARATHAMUTHU Benjamins, S. J., M. S., & Murugaiah, U. The use of 5-WHYs technique to eliminate OEE's speed loss in a manufacturing firm. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. [en línea]. 2005 Vol. 21 No. 4, pp. 419 – 435 [Fecha de consulta 17 de mayo del 2019] Disponible en https://www.researchgate.net/publication/282583789_The_use_of_5WHYs_technique_to_eliminate_OEE's_speed_loss_in_a_manufacturing_firm
ISSN: 1355-2511

MEYERS, Fred. Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil. 2a. ed. Mexico: Pearson Educación de México S.A. de C.V., 2000. 352 p
ISBN: 968-444-468-0

MIRANDA, Jorge., TOIRAC, Luis., *Indicadores De Productividad Para La Industria Dominicana. Ciencia Y Sociedad* [en línea]. 2010, XXXV (2), 235-290 [fecha de Consulta 7 de junio de 2019]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87014563005>
ISSN: 0378-7680

MOED, H.; F. de Moya, C. López y M. Visser (2011). “Is concentration of university Research associated with better Research performance?” *Journal of Informetrics*, [en línea] vol. 5, núm. 4, pp. 649-658. Moya, F., Z. Chinch [Fecha de consulta 5 de Julio de 2019] disponible en: <https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-b9d5ebab-7cb0-3f76-b80b-b09c4b6e9eeb/tab/contributors>
ISSN: 1751-1577

MOKTADIR Md. Abdul, AHMED Sobur y SULTANA Razia, *Productivity Improvement by Work Study Technique: A Case on Leather Products Industry of Bangladesh*. [en línea]. 2017. Vol 6.(1). 1-11 [Fecha de consulta el 12 de mayo del 2019] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/315463070_Productivity_Improvement_by_Work_Study_Technique_A_Case_on_Leather_Products_Industry_of_Bangladesh
ISSN: 2169-0316

NAGAICH, R., Shukla, A.C., & MISHRA, R.B. *Productivity Improvement by using method study in automobile industry: a case study*. [en línea]. 2018. N° 2, 9 Setiembre [Fecha de

consulta 16 de Agosto del 2019] Disponible en https://pdfs.semanticscholar.org/96bf/5d2583c7af8f996dc97bcfd8bbe8ccfb62bc.pdf?_ga=2.187327016.1001863504.1571192924-1324649184.1571192924
ISSN: 2581-4915

NIEBEL, Benjamín y FREIVALDS, Andris. Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo. 13va ed. México: McGraw Hill, 2013, 158 pp.
ISBN: 9789701069622.

PALACIOS, Luis. Ingeniería de métodos. 1ª ed. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2009.
ISBN :9789586486248

PAREDES, Erlyn Sofía., PÉREZ Urbina, Nilza., RAMOS de Francisco, Consuelo. *Gestión de información para medir la producción y productividad científica de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela. Enlace: Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento* [en línea]. 2005, 2(1), 47-63[fecha de Consulta 13 de julio de 2019]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=82320104>
ISSN: 1690-7515.

PRATHAMESH, SAGAR & KAILAS, P. Kulkarni,S Kashire & V, Chandratre . *Productivity Improvement Through Lean Deployment & Work Study Methods* [en línea]. Volume: 03 Issue: 02 Feb-2014 Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.676.2759&rep=rep1&type=pdf>
ISSN: 2319-1163

PUTZ, Theodor. *El Aumento de la Productividad como problema de política económica. Actualidad del aumento de productividad.* [en línea]. 12 va ed. Argentina. 2009. 17 pág. [Fecha de consulta: 08 de abril de 2019] Disponible en: http://economica.econo.unlp.edu.ar/documentos/20090413125124PM_Economica_4.pdf
ISSN: 1852-1649

QUESADA, M. y Villa W. 2007. Estudio del trabajo. [En línea]. 1ª. ed. Colombia: ITM.187p.[fecha de consulta 9 de julio de 2019].disponible en

<https://books.google.com.pe/books?id=Wb85eivgonQC&pg=PA5&dq=quesad#v=onepage&q&f=false>

ISBN: 978-958-98275-9-8

RISHABH Mishra. *Productivity improvement in Automobile industry by using method study*. [en línea]2015.Vol.1(4).361-363 [Fecha de consulta 27 de junio de 2019] Disponible en <http://ijseas.com/volume1/v1i4/ijseas20150451.pdf>

ISSN: 2395-3470

ROMERO Bermúdez, Erika, & DÍAZ Camacho, Jacqueline. *El uso del diagrama causa-efecto en el análisis de casos*. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos* (México). [2010]XL(3-4),[fecha de Consulta 13 de setiembre de 2019]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=270/27018888005>

ISSN: 0185-1284.

SALINAS DIAZ, Anais Mayte, 2018. Propuesta de estandarización de procesos y mejora de métodos en la producción de conservas de pescado para incrementar la rentabilidad de la planta el Ferrol S.A.C” que tiene como objetivo Incrementar la rentabilidad de la planta El Ferrol S.A.C. [en línea], [Consulta: 22 agosto 2019].

Disponible en: <http://refi.upnorte.edu.pe/bitstream/handle/11537/13230/Salinas%20D%C3%ADAZ%2c%20Mayt%C3%A9%20Anais.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SÁNCHEZ Salas, Jefferson Christofer. 2017. Aplicación de la ingeniería de métodos en el área de vacíos para mejorar la productividad en los traslados de los contenedores en la empresa Unimar s.a. callao 2017. [en línea], [Consulta: 4 abril 2019]. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/1907>

SHANTIDEO, Gujar, YACHAL Shahare. *Increasing in Productivity by Using Work Study in a Manufacturing Industry*. [en línea].2018.Vol.5-5[Fecha de consulta 7 de abril de 2019] Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/323885075_Increasing_the_Productivity_by_using_Work_Study_in_a_Manufacturing_Industry_-_Literature_Review

ISSN: 2395-0056

PERMATA Lusia Sari. Work measurement approach to determine standard time in assembly line. [en línea]. N°2,191-195[fecha de consulta 7 de junio del 2019]. Disponible en: http://www.ijraj.in/journal/journal_file/journal_pdf/14-309-1480145928192-195.pdf
ISSN: 2394-7926

SINGH Y HEMANT, M.P, Yadav. *Improvement in Process Industries By using work study Methods: a Case Study* [en línea] 2016, Vol.7.N°2. [Fecha de consulta es 13 de Septiembre 2019]Disponible en http://www.iaeme.com/MasterAdmin/UploadFolder/IJMET_07_03_038/IJMET_07_03_038.pdf
ISSN: 0976-6359

ROMERO Trejo Noeliz Vanessa. Aumento de productividad en el proceso en la línea de envasado de la planta los coritjos de cervecería polar. Tesis (Ingeniería Industrial). Venezuela: Universidad Simón Bolívar. Facultad de Ingeniería Industrial.2010, 118.p.

ULCO Arias, C.A., 2015. Aplicación de ingeniería de métodos en el proceso productivo de cajas de calzado para mejorar la productividad de mano de obra de la Empresa Industrias ARTprint [en línea]. Tesis. S.I.: Universidad César Vallejo [Consulta: 10 de abril]. Disponible en: <http://localhost:8080/xmlui/handle/UCV/182> Lo que están haciendo las compañías peruanas para ser más competitivas [en línea]. Perú: Gestión [fecha de consulta: 18 abril 2019]. Disponible en: <https://gestion.pe/economia/empresas/haciendo-companias-peruanas-competitivas108146>

VAGYANAVAR Prashant, NUGGENAHALLI, Narahari & Subramanya. *K N & N, Vijayakumar. Productivity improvement studies in a Process Industry– A Case Study.*[en línea.],.Vol2,2017.[Fecha de consulta 8 de Agosto de 2019] Disponible en <http://www.ijedr.org/papers/IJEDR1705093.pdf>
ISSN:2455-2631

VÁSQUEZ Edwin Jhoan, Mejoramiento de la productividad en una empresa de confección sartorial a través de la aplicación de ingeniería de métodos. Universidad nacional mayor de San Marcos.Tesis.2017, Lima-Peru.

WANKHADE Akshay D., SHAHARE Achal S. Shahare. *Productivity Improvement by Optimum Utilization of Plant Layout: A Case Study* [en línea].2017.Vol04.(6).1501-1504 [Fecha de consulta 28 de junio del 2019] Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/9a68/9158a5232415e8817888d03c45d4e9d0a3fa.pdf>
ISSN: 2395 -0056

ZEÑA Villanueva, Luis Estudio del trabajo para mejorar la productividad en el proceso de fabricación de estructuras, Empresa Santo Domingo Contratista Generales S.A. Chincha2017.Tesis (Ingeniero Industrial). Perú: Universidad Cesar Vallejo, Facultad Ingeniería Industrial, 2017. 109.pp

ANEXOS

Anexo 1: Lluvia de ideas

Tabla 14: Lluvia de ideas

N°	Lluvia de ideas
1	Estrés
2	Falta de capacitación al personal
3	Falta de motivación
4	Rotación de personal
5	Ausentismo
6	Método de trabajo inadecuado
7	Falta de supervisión
8	Disponibilidad de máquinas pulidoras u cortadoras
9	Método de trabajo inadecuado
10	No tienen procedimientos
11	Instrumentos de medición
12	Cronograma de tareas
13	Falta de máquinas pulidoras
14	Mantenimiento
15	Capacidad de producción
16	Obsolescencia de equipos
17	Demora de maquinas
18	Retraso en llegada
19	Stock de Materia prima
20	Ambiente sucio
21	Ambiente Frío
22	Distancia de almacén
23	Ventilación
24	Indisponibilidad de herramientas de medición.
25	Falta de tiempos estandarizados.

Fuente: Astillero Luguensi E.I.R.L

Tabla 15: Problemas presentados en la línea de fabricación de casco de embarcaciones

CATEGORÍA	CAUSAS	Grado de molestia (0- 10)
MANO DE OBRA	Estrés	7
MANO DE OBRA	Falta de motivación	7
MANO DE OBRA	Rotación de personal	7
MANO DE OBRA	Falta de capacitación al personal	5
MANO DE OBRA	Ausentismo	5
MAQUINARIA	Falta de máquinas pulidoras	9
MAQUINARIA	Mantenimiento	8
MAQUINARIA	Demora de maquinas	8
MAQUINARIA	Capacidad de producción	7
MAQUINARIA	Obsolescencia de equipos	7
MEDICIÓN	Falta de tiempos estandarizados	9
MEDICIÓN	Indisponibilidad de herramientas de medición.	8
MEDIO AMBIENTE	Ventilación	5
MEDIO AMBIENTE	Ambiente sucio	4
MEDIO AMBIENTE	Distancia de almacén	6
MEDIO AMBIENTE	Ambiente Frío	3
MÉTODO	Falta de supervisión	8
MÉTODO	No tienen procedimientos	10
MÉTODO	Cronograma de tareas	8
MÉTODO	Método de trabajo inadecuado	10
MÉTODO	Disponibilidad de máquinas pulidoras u cortadoras	10
MÉTODO	Instrumentos de medición	9
MATERIALES	Retraso en llegada	5
MATERIALES	Stock de Materia prima	7

Fuente: Elaborado por los autores de la investigación

Anexo 2: Análisis para el Diagrama de Pareto

Tabla 16: Lista de problemas de mayor porcentaje de ocurrencia

Tabla 5: Cuadro Resumen

Categoría	Suma de grado de molestia
Mano De Obra	31
Maquinaria	39
Materiales	12
Medio Ambiente	15
Método	55
Medición	17

Fuente: Elaborado por los autores de la investigación

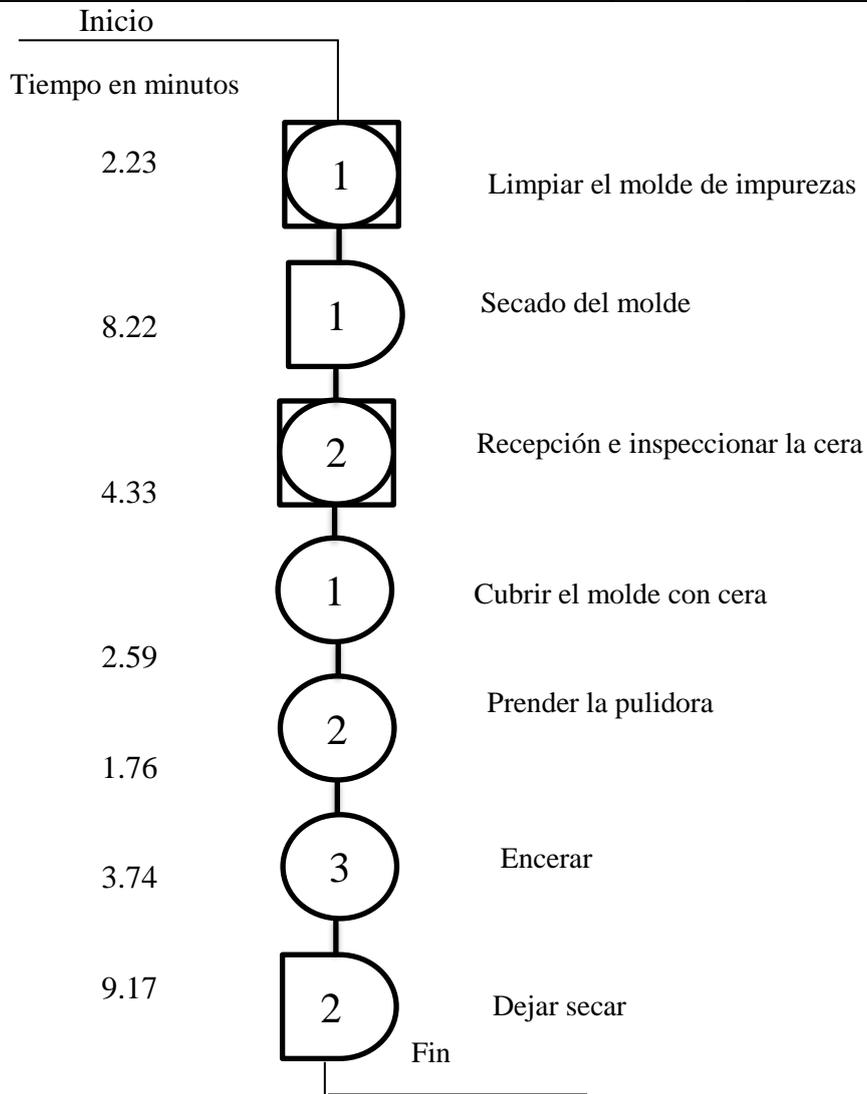
Tabla 17: Problemas presentados en la línea de producción

CATEGORÍA	FECUENCIA ACUMULADA	FRECUCIA RELATIVA (%)	FRECUCIA ABSOLUTA (%)
MÉTODO	55	33%	33%
MAQUINARIA	39	23%	56%
MANO DE OBRA	31	18%	74%
MEDICIÓN	17	10%	84%
MEDIO AMBIENTE	15	9%	93%
MATERIALES	12	7%	100%

Fuente: Elaborado por los autores de la investigación

Anexo 3: Diagrama analítico de proceso de Encerado

Producto: Casco de embarcación de fibra de vidrio	Operarios	Hoja Nro.1 de 1
Etapa: Encerado	10	
Elaborado por: Operarios de Luguensi E.I.R. L	Método	X
		Actual
		Propuesto



Resumen			
Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo
Operación	○	3	8.09
Inspección	□	0	0
Actividad combinada	◻	2	6.56
Demora	D	2	17.39
TOTAL		19	32.03

Figura 5: Diagrama de análisis del proceso de la etapa de Encerado

Fuente: Astillero Luguensi E.I.R.L -Elaborado por los autores

Anexo 4: Diagrama analítico de proceso de Pulido

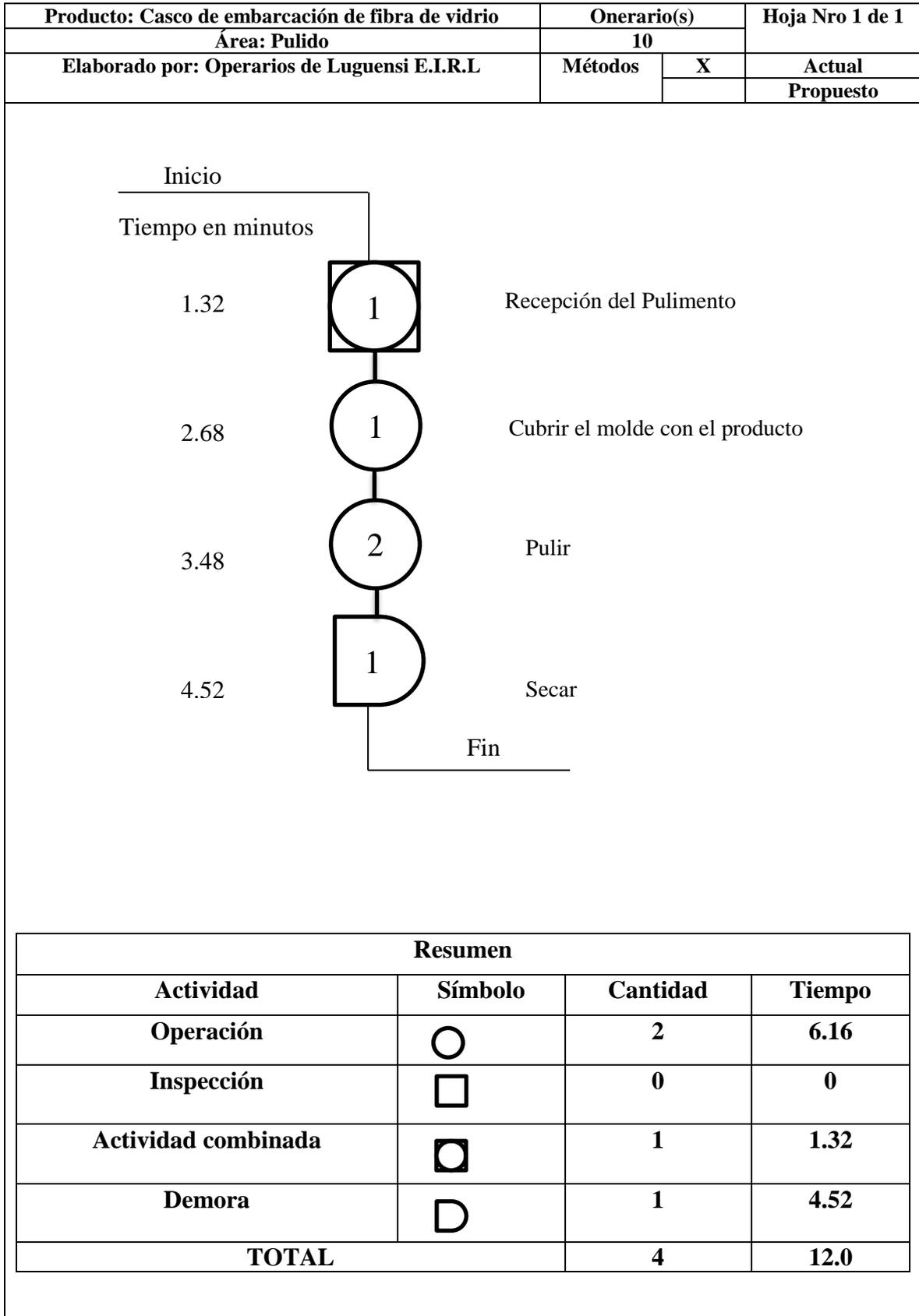


Figura 6: Diagrama de análisis del proceso de la etapa de Pulido
 Fuente: Empresa Luguensi E.I.R.L -Elaborado por los autores de la investigación

Anexo 5: Diagrama analítico del proceso de Gelcoat

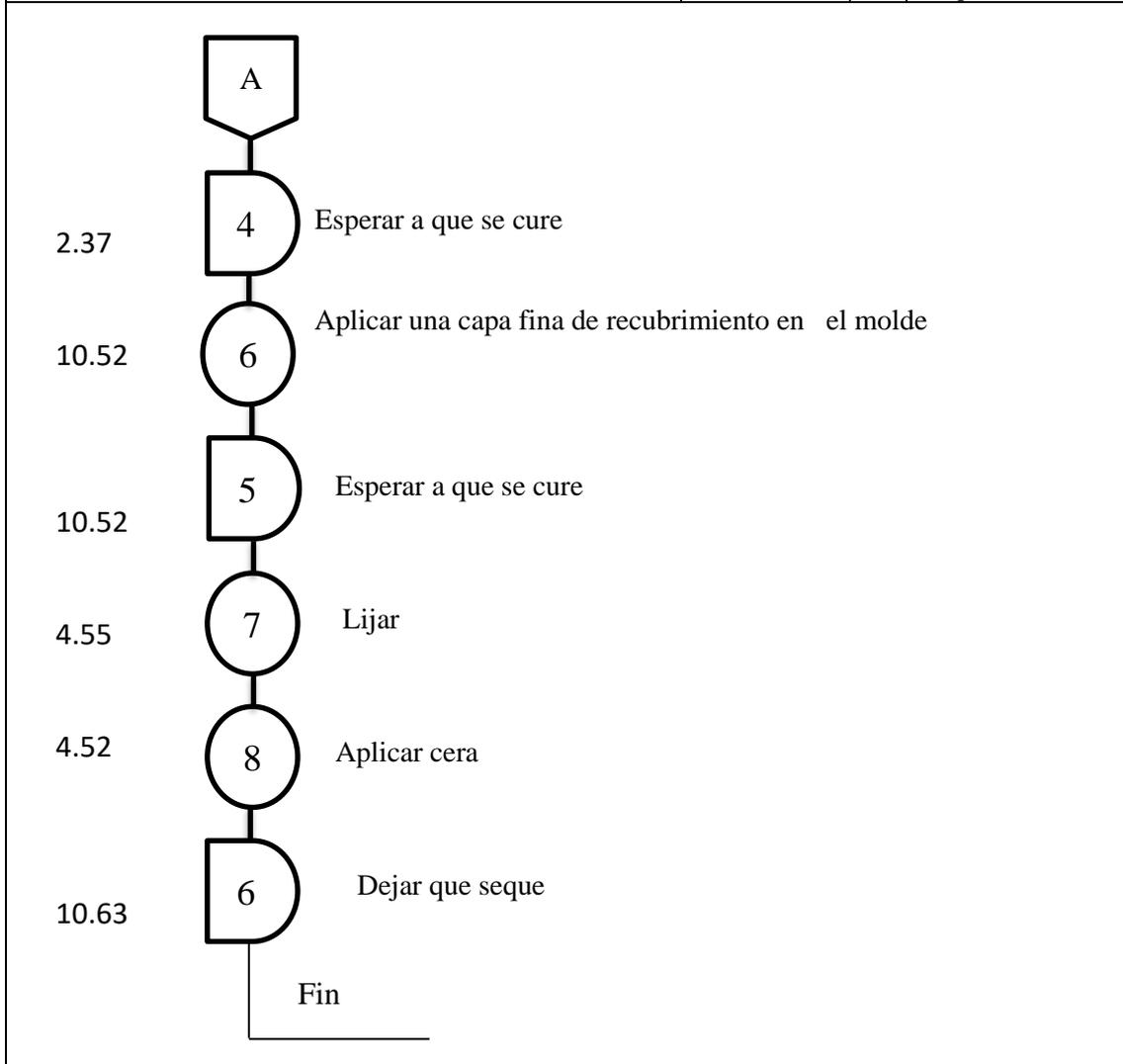
Producto: Casco de embarcación de fibra de vidrio	Operario(s)	Hoja Nro.1 de 2
Etapas: Aplicado del gel coat	10	
Elaborado por: Operarios de Luguensi E.I.R. L	Métodos	X
		Actual
		Propuesto

Inicio		
Tiempo en minutos		
4.38	1	Mezclar el pigmento con el gel coat
1.86	1	Colocar la mezcla a través del filtro de metal
5.55	2	Verter el recubrimiento de gel en la pistola de aerosol
4.30	2	Aplicar la cera demoldante
10.52	1	Esperar a que se cure
2.71	3	Aplicar una capa fina de recubrimiento en el molde
10.55	3	Esperar a que se cure
2.46	4	Aplicar una capa fina de recubrimiento en el molde
10.41	4	Esperar a que se cure
2.24	5	Aplicar una capa fina de recubrimiento en el molde
10.63	5	Aplicar una capa fina de recubrimiento en el molde
	A	

Figura 7: Diagrama de análisis del proceso de la etapa de Gelcoat

Fuente: Astillero Luguensi E.I.R.L -Elaborado por los autores

Producto: Casco de embarcación de fibra de vidrio	Operario(s)	Hoja Nro. 2 de 2
Etapa: Aplicación de Gelcoat	10	
Elaborado por: Operarios de Luguensi E.I.R. L	Métodos	X
		Actual
		Propuesto



Resumen			
Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo
Operación	○	8	57.34
Inspección	□	0	0
Actividad combinada	◻	2	9.93
Demora	D	6	30.93
TOTAL		16	98.21

Figura 8: Diagrama de análisis del proceso de la etapa de Gelcoat

Fuente: Astillero Luguensi E.I.R.L -Elaborado por los autores

Anexo 6: Diagrama analítico de proceso de Laminado

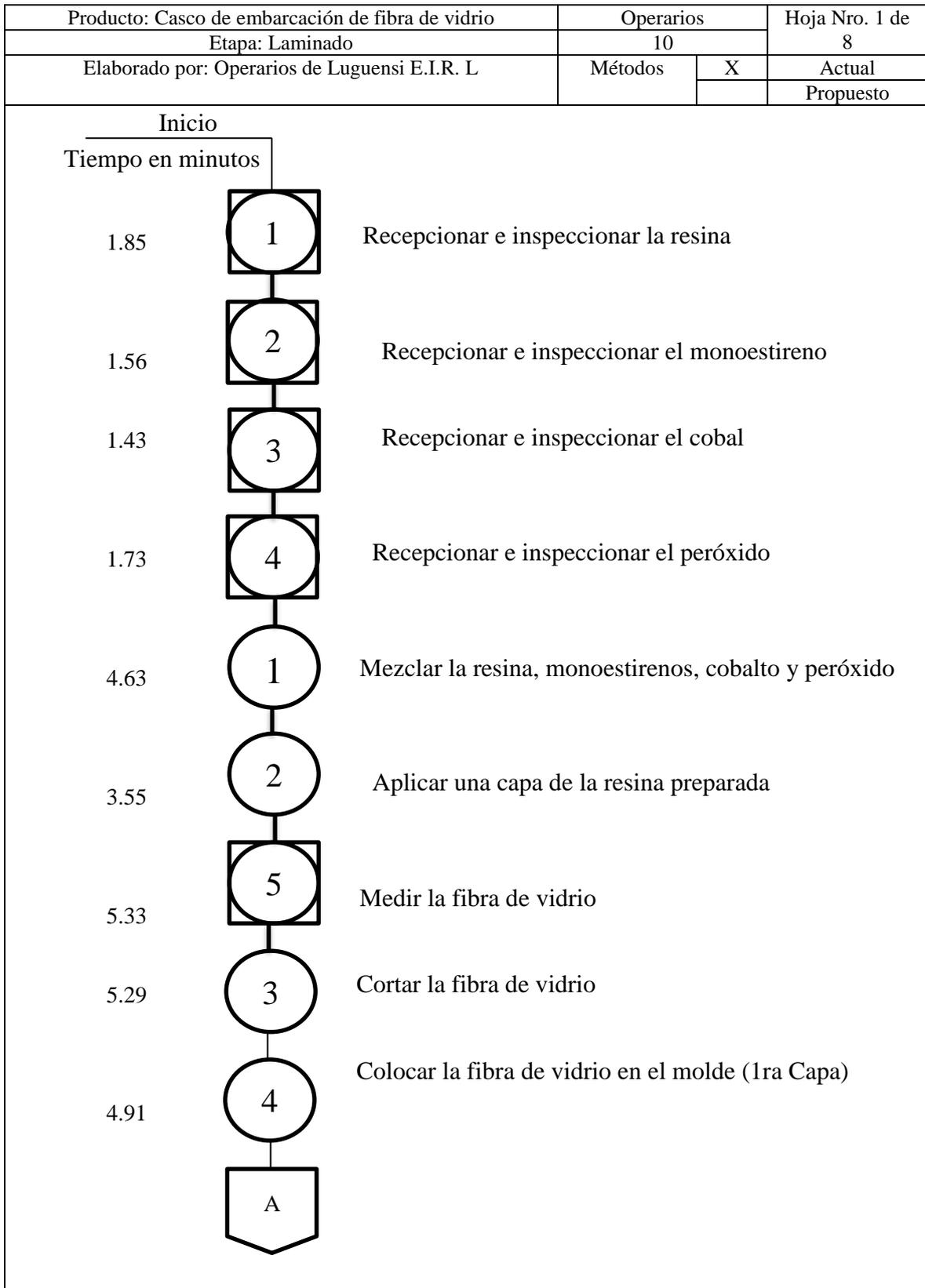


Figura 9: Diagrama de análisis del proceso de la etapa de Laminado (continuación)

Fuente: Astillero Luguensi E.I.R.L -Elaborado por los autores

Producto: Casco de embarcación de fibra de vidrio		Onerario(s):		Hoja Nro. 2 de 8
Etapa: Laminado		10		
Elaborado por: Operarios de Luguensi E.I.R. L		Métodos	X	Actual
				Propuesto
	A			
59.84	1	Dejar secar		
4.70	5	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido		
3.34	6	Aplicar una capa de la resina preparada		
5.35	6	Medir la fibra de vidrio		
4.75	7	Cortar la fibra de vidrio		
4.64	8	Colocar la fibra de vidrio en el molde (2da Capa)		
61.07	2	Dejar secar		
4.53	9	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido		
3.30	10	Aplicar una capa de la resina preparada		
	B			

Figura 10: Diagrama de análisis del proceso de la etapa de Laminado (continuación)

Fuente: Astillero Luguensi E.I.R.L -Elaborado por los autores

Producto: Casco de embarcación de fibra de vidrio	Onerario(s):	Hoja Nro. 3 de 8
Etapa: LAMINADO	10	
Elaborado por: Operarios de Luguensi E.I.R. L	Métodos	X
		Actual
		Propuesto

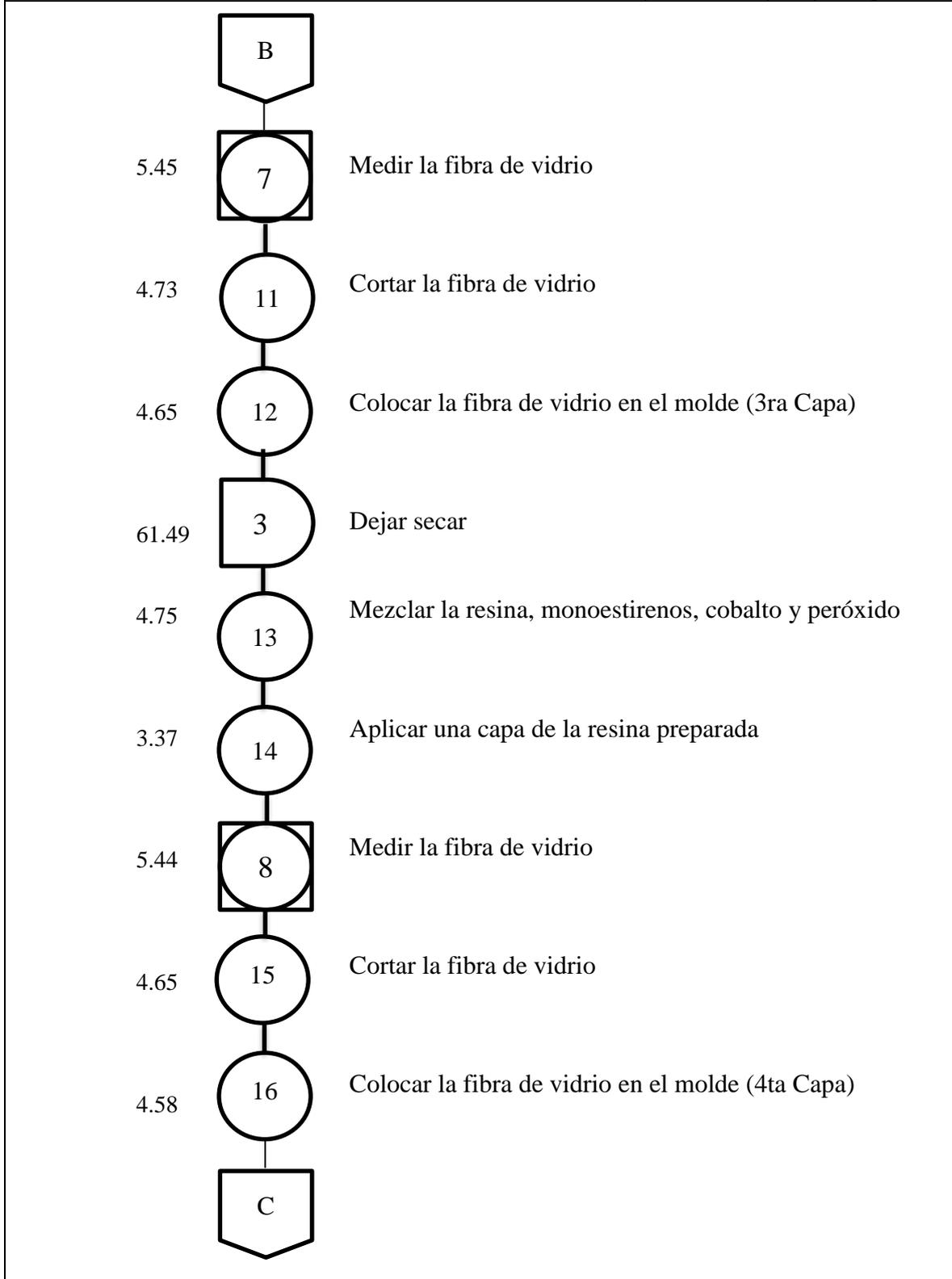


Figura 11: Diagrama de análisis del proceso de la etapa de Laminado (continuación)

Fuente: Astillero Luguensi E.I.R.L -Elaborado por los autores

Producto: Casco de embarcación de fibra de vidrio		Onerarios		Hoja Nro. 4 de 8
Etapa: LAMINADO		10		
Elaborado por: Operarios de Luguensi E.I.R. L		Métodos	X	Actual
				Propuesto
	C			
61.58	4			Dejar secar
4.67	17			Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido
3.38	18			Aplicar una capa de la resina preparada
5.41	9			Medir la fibra de vidrio
4.81	19			Cortar la fibra de vidrio
4.55	20			Colocar la fibra de vidrio en el molde (5ta Capa)
2.96	21			Rolar burbujas en la pieza de fibra
61.89	5			Dejar secar
4.29	22			Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido
	D			

Figura 12: Diagrama de análisis del proceso de la etapa de Laminado (continuación)
Fuente: Astillero Luguensi E.I.R.L -Elaborado por los autores

Producto: Casco de embarcación de fibra de vidrio	Operario(s):	Hoja Nro. 5
Etapa: LAMINADO	10	de 8
Elaborado por: Operarios de Luguensi E.I.R. L	Métodos	X
		Actual
		Propuesto

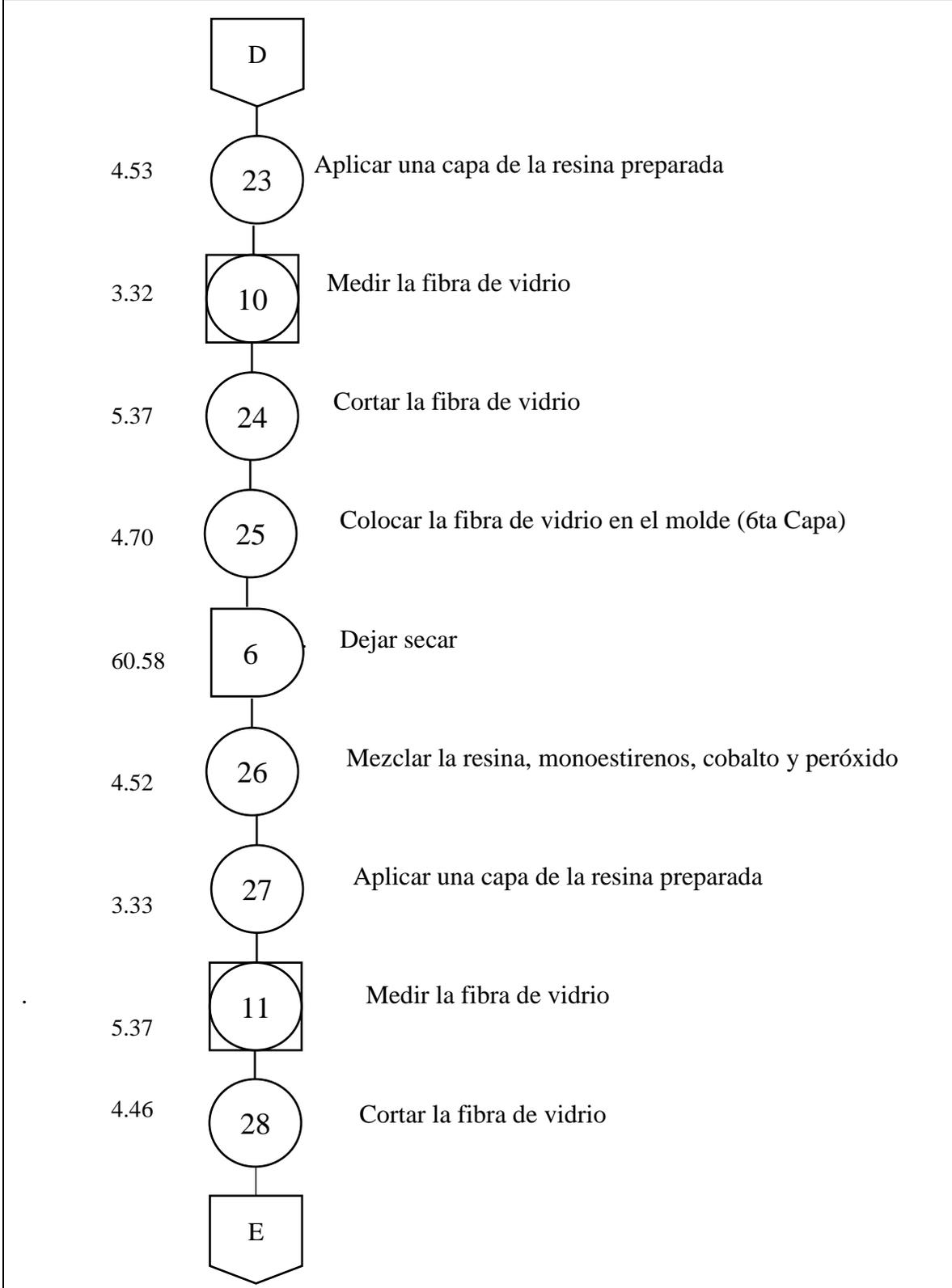


Figura 13: Diagrama de análisis del proceso de la etapa de Laminado (continuación)

Fuente: Astillero Luguensi E.I.R.L -Elaborado por los autores

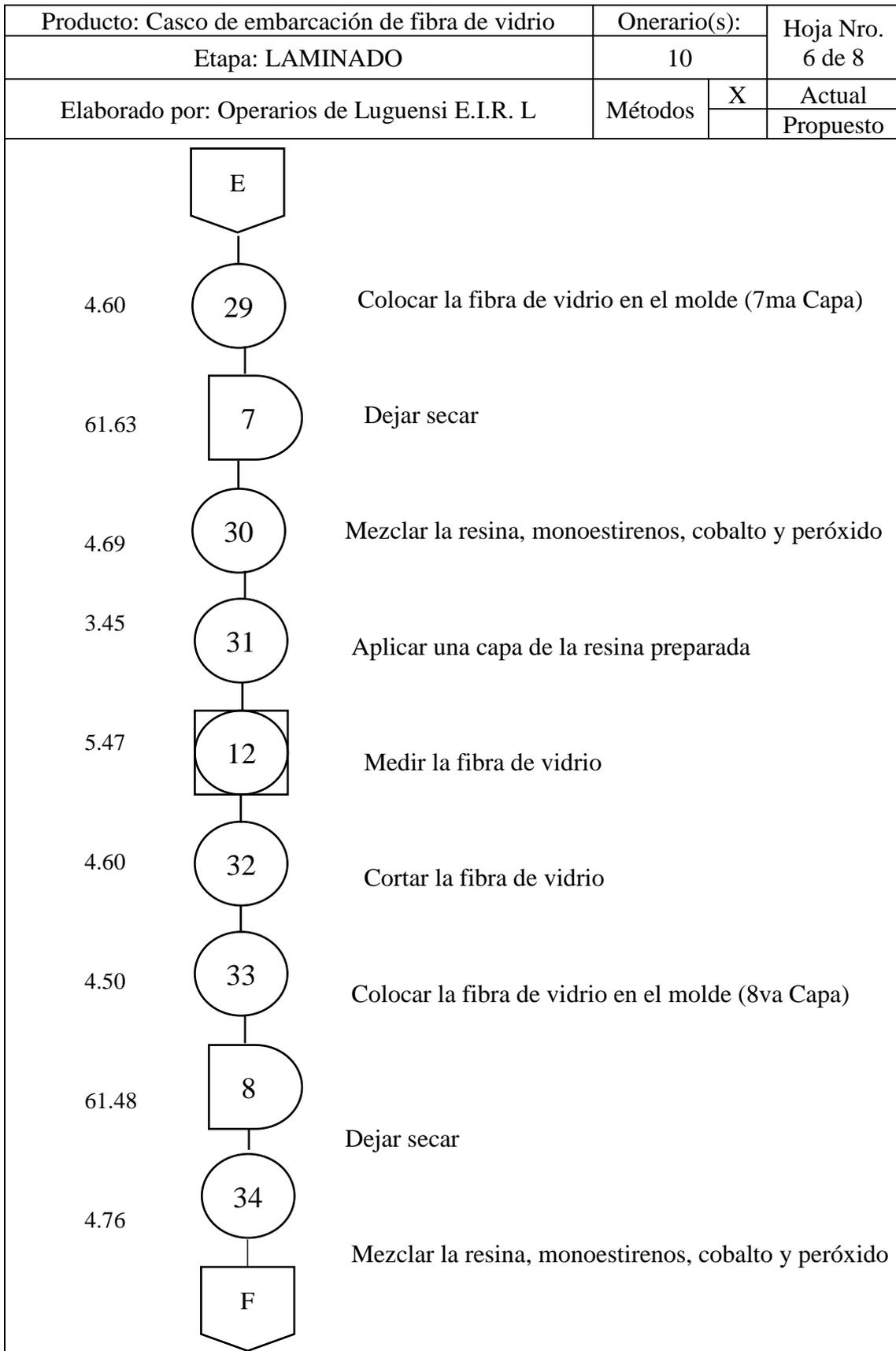


Figura 14: Diagrama de análisis del proceso de la etapa de Laminado (continuación)

Fuente: Astillero Luguensi E.I.R.L -Elaborado por los autores

Producto: Casco de embarcación de fibra de vidrio	Operario(s):	Hoja Nro 7
Etapa: LAMINADO	10	de 8
Elaborado por: Operarios de Luguensi E.I.R. L	Métodos	x
		Actual
		Propuesto

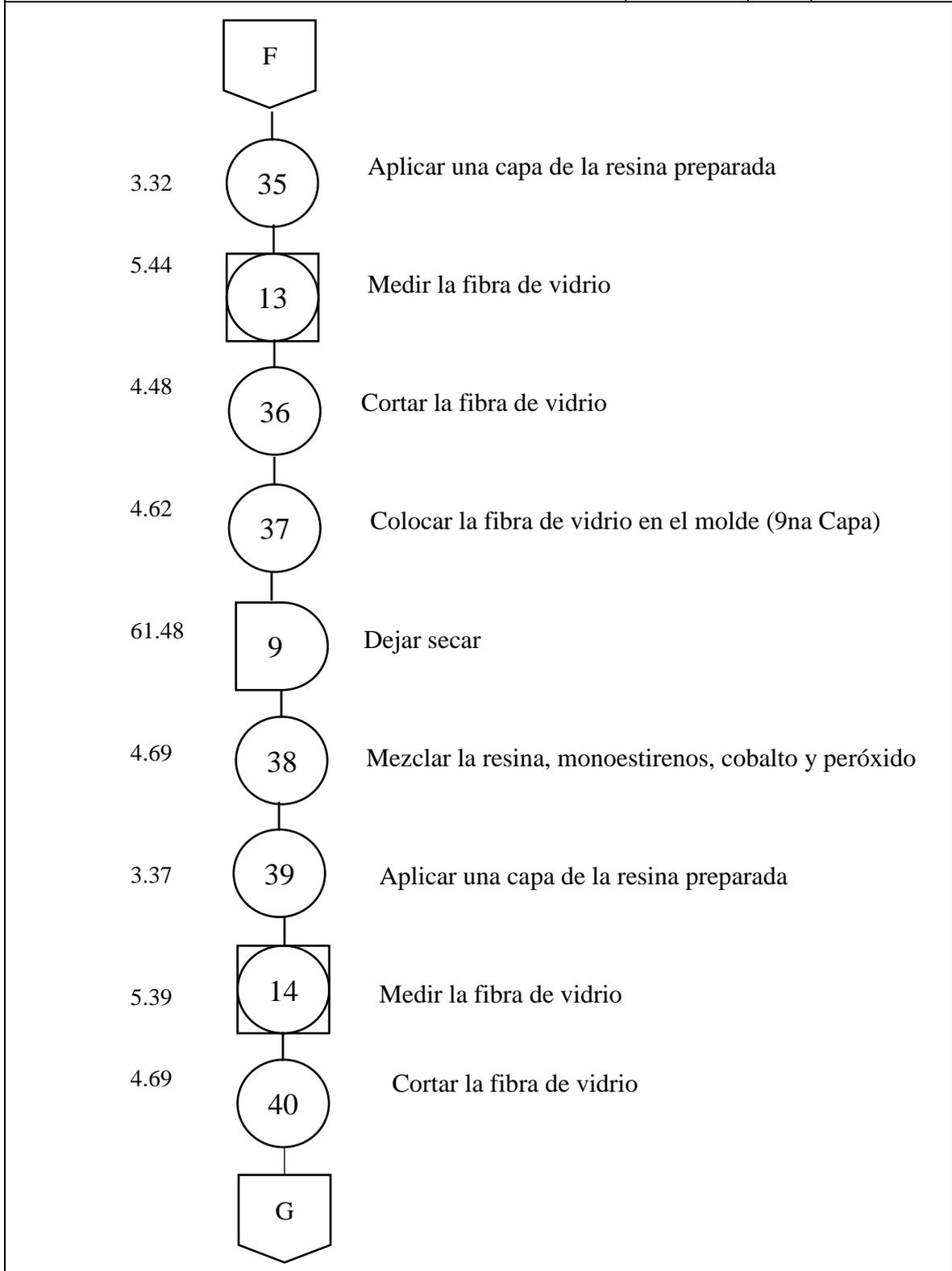
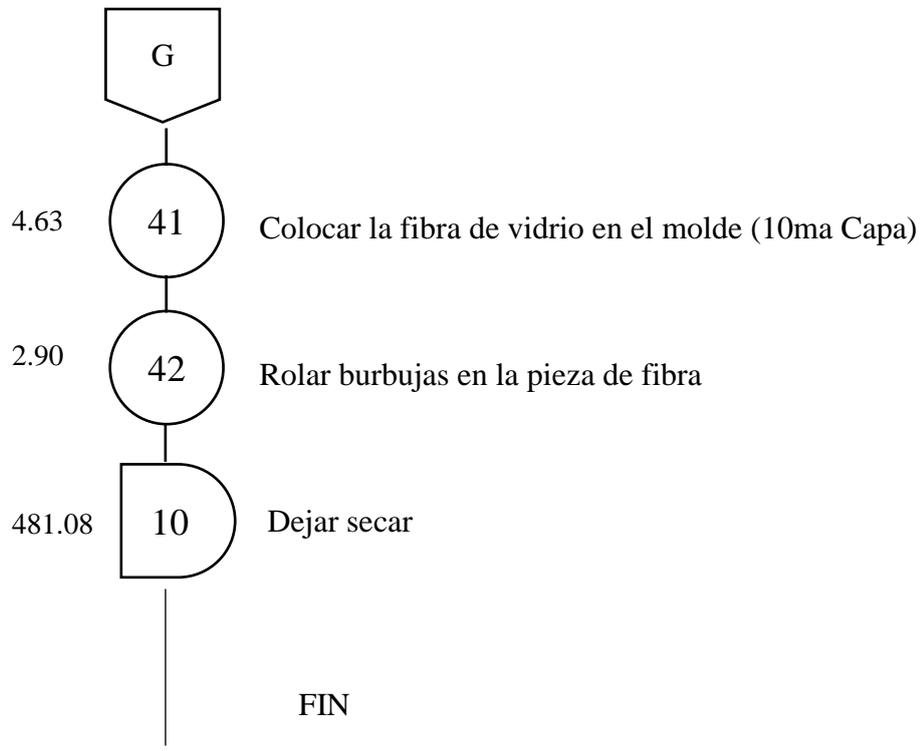


Figura 15: Diagrama de análisis del proceso de la etapa de Laminado (continuación)

Fuente: Astillero Luguensi E.I.R.L -Elaborado por los autores

Producto: Casco de embarcación de fibra de vidrio	Operario(s):	Hoja Nro 8
Etapa: LAMINADO	10	de 8
Elaborado por: Operarios de Luguensi E.I.R. L	Métodos	X
		Actual
		Propuesto



Resumen			
Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo
Operación	○	42	187.75
Inspección	□	0	0
Actividad combinada	◻	14	51.97
Demora	D	10	1032.12
TOTAL		66	1271.84

Figura 16: Diagrama de análisis del proceso de la etapa de Laminado

Fuente: Astillero Luguensi E.I.R.L -Elaborado por los autores

Anexo 7: Técnica del interrogatorio

Tabla 18: Técnica del cuestionario para el proceso de encerado

PROPÓSITO				
DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	PRELIMINARES		FONDO	
	¿Qué se hace en realidad?	¿Por qué hay que hacerlo?	¿Qué otra cosa podría hacerse?	¿Que debiera hacerse?
ENCERADO	Se aplica la cera líquida para dar protección y evitar la decoloración	Para que el molde tenga más vida útil	Combinar la operación de pulido y encerado	Tener el molde encerado para la siguiente etapa
LUGAR				
DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	PRELIMINARES		FONDO	
	¿Dónde se hace?	¿Por qué se hace allí?	¿En qué lugar podría hacerse?	¿Donde debería hacerse?
ENCERADO	En el lugar donde está el molde.	Porque es donde se va a encerar	Podría hacerse en lugar más amplio para los materiales y el molde	En un ambiente adecuado para efectuar el proceso
SUCESIÓN				
DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	PRELIMINARES		FONDO	
	¿Cuándo se hace?	¿Por qué se hace entonces?	¿Cuándo podría hacerse?	¿Cuando debería hacerse?
ENCERADO	Cuando el molde ya este pulido	Porque el encerado sirve de protección	Cuando se esté puliendo el molde	Cuando se haga el desmoldaje de la embarcación
PERSONAS				
DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	PRELIMINARES		FONDO	
	¿Quién lo hace?	¿Por qué lo hace esa persona?	¿Qué otra persona podría hacerlo?	¿Quien lo debiera hacer?
ENCERADO	Los operarios de fibra de vidrio	Porque son los más conocedores de la etapa	Una persona que tenga conocimiento sobre el encerado	Un personal calificado y capacitado
MEDIOS				
	PRELIMINARES		FONDO	

DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	¿Cómo se hace?	¿Por qué se hace de ese modo?	¿De qué otro modo podría hacerse?	¿Como debería hacerse?
ENCERADO	Se aplica la cera líquida y se encera con la pulidora	Porque es el método que se conoce	Podría hacerse al mismo tiempo que se hace el pulido	Debería hacerse junto al proceso de pulido así se podría ganar más tiempo

Fuente: Elaborado por los autores de la investigación

Tabla 19: Técnica del cuestionario para el proceso de pulido

PROPÓSITO				
DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	PRELIMINARES		FONDO	
	¿Qué se hace en realidad?	¿Por qué hay que hacerlo?	¿Qué otra cosa podría hacerse?	¿Que debería hacerse?
PULIDO	Se pule el molde que fue usado anteriormente	Para eliminar rayas, manchas o marcas de gelcoat.	Se podría pulir y encerar a la vez	Tener el molde pulido para la siguiente etapa
LUGAR				
DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	PRELIMINARES		FONDO	
	¿Dónde se hace?	¿Por qué se hace allí?	¿En qué lugar podría hacerse?	¿Donde debería hacerse?
PULIDO	En el molde de la embarcación	Porque allí está el molde	En ningún otro lugar, porque ahí está el molde	En un lugar adecuado donde tengan suficiente espacio el molde
SUCESIÓN				
DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	PRELIMINARES		FONDO	
	¿Cuándo se hace?	¿Por qué se hace entonces?	¿Cuándo podría hacerse?	¿Cuando debería hacerse?
PULIDO	Cuando se fabrica una nueva embarcación	Porque se necesita el molde	Cuando se termina de fabricar la embarcación	Cuando se desmolde la embarcación

PERSONAS				
DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	PRELIMINARES		FONDO	
	¿Quién lo hace?	¿Por qué lo hace esa persona?	¿Qué otra persona podría hacerlo?	¿Quien debería hacerlo?
PULIDO	Los operarios de fibra de vidrio	Porque son los más conocedores de la etapa	Una persona que tenga conocimiento sobre el pulido	Un personal calificado y capacitado
MEDIOS				
DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	PRELIMINARES		FONDO	
	¿Cómo se hace?	¿Por qué se hace de ese modo?	¿De qué otro modo podría hacerse?	¿Cómo debería hacerse?
PULIDO	Se aplica el líquido pulidos y se pule con la pulidora	Es el método habitual que usa la empresa	Para una mayor eficiencia podría combinarse la operación de pulido y encerado	Para una mayor eficacia deberían usarse unos ventiladores industriales para que el secado sea más rápido

Fuente: Elaborado por los autores de la investigación

Tabla 20: Técnica del cuestionario para el proceso de laminado

PROPÓSITO				
DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	PRELIMINARES		FONDO	
	¿Qué se hace en realidad?	¿Por qué hay que hacerlo?	¿Qué otra cosa podría hacerse?	¿Que debería hacerse?
LAMINADO	Se miden y cortan las fibras de vidrio para pegarlas en el molde con la resina preparada	Para hacer la embarcación de fibra de vidrio	Para mayor eficacia podría cortarse la fibra de vidrio en medidas más grandes	Tener la fibra ya cortada para aplicarlo en el molde
LUGAR				
DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	PRELIMINARES		FONDO	
	¿Dónde se hace?	¿Por qué se hace allí?	¿En qué lugar podría hacerse?	¿Donde debería hacerse?
LAMINADO	En el molde de	Porque ahí	En ningún	En un ambiente

	la embarcación	debe hacerse el laminado	otro lugar que no sea el molde	adecuado para efectuar el proceso
SUCESIÓN				
DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	PRELIMINARES		FONDO	
	¿Cuándo se hace?	¿Por qué se hace entonces?	¿Cuándo podría hacerse?	¿Cuándo debería hacerse?
LAMINADO	Cuando el Gelcoat ya este seco y la resina preparada	Porque en ese momento se tiene la resina preparada	Cuando el gel coat este seco y el molde listo para el proceso de laminado	Cuando este la resina y el molde listo
PERSONAS				
DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	PRELIMINARES		FONDO	
	¿Quién lo hace?	¿Por qué lo hace esa persona?	¿Qué otra persona podría hacerlo?	¿Cuándo debería hacerlo?
LAMINADO	Operarios del área de fibra de vidrio	Son las que más conocimiento tienen	Personas que estén más capacitadas	Personal entrenado y capacitado
MEDIOS				
DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	PRELIMINARES		FONDO	
	¿Cómo se hace?	¿Por qué se hace de ese modo?	¿De qué otro modo podría hacerse?	¿De qué otro modo debería hacerse?
LAMINADO	Se usa la cortadora y la regla para tener la fibra y la resina lista para el molde	Porque es el método habitual que utilizan los operarios	Primero cortar la fibra de vidrio y luego preparar la resina.	Los operarios deberían usar mascarillas guantes de latex para su seguridad y salud y no contaminar la resina.

Fuente: Elaborado por los autores de la investigación

Anexo 8: Estudio de tiempos del método inicial

Para determinar el tiempo promedio se realizó la medición del tiempo obteniendo un total de 10 observaciones.

Tabla 21: Número de observaciones de la etapa de pulido, encerado y laminado.

N ^o	DESCRIPCIÓN	TIEMPO OBSERVADO										TO-TAL	PRO M
		OBS 1	OBS 2	OBS 3	OBS 4	OBS 5	OBS 6	OBS 7	OBS 8	OBS 9	OBS 10	ΣX	\bar{X}
PULIDO													
1	Recepción del Pulimento	1.33	1.56	1.29	1.3	1.31	1.23	1.27	1.37	1.21	1.35	13.22	1.32
2	Cubrir el molde con producto	2.8	2.4	2.7	2.6	2.9	2.7	2.75	2.5	2.5	2.9	26.75	2.68
3	Pulir	3.3	3.47	3.34	3.5	3.9	3.41	3.24	3.5	3.48	3.69	34.83	3.48
4	Secar	4.92	4.7	4.78	4.3	4.09	4.34	4.65	4.75	3.9	4.72	45.15	4.52
ENCERADO													
1	Limpiar el molde de impurezas	2.21	2.23	2.18	2.34	2.36	2.03	2.11	2.1	2.42	2.3	22.28	2.23
2	Secado del molde	8.55	8.24	8.44	7.9	8.6	8.55	9.2	7.32	7.61	7.83	82.24	8.22
3	Recepcionar e inspeccionar la cera	4.2	4.3	4.5	3.8	4.3	4.5	4.7	4.4	4.11	4.5	43.31	4.33
4	Cubrir el molde con cera	2.59	2.55	2.19 ₉	2.63	2.58	2.82	2.46	2.71	2.7	2.65	25.889	2.59
5	Prender la pulidora	1.96	1.82	1.5	1.8	1.6	1.91	1.74	1.83	1.62	1.77	17.55	1.76
6	Encerar	3.55	3.7	3.74	3.75	3.3	3.9	3.7	3.9	3.8	3.95	37.29	3.73
7	Secar	9.4	9.2	8.1	9.4	8.6	9.2	8.7	9.2	9.6	10.3	91.7	9.17
LAMINADO													
1	Recepcionar la resina	1.86	1.74	1.97	1.82	1.73	1.81	1.79	2.01	1.85	1.87	18.45	1.85
2	Recepcionar el monoestireno	1.57	1.58	1.52	1.58	1.6	1.5	1.4	1.7	1.58	1.6	15.63	1.56
3	Recepcionar el cobalto	1.53	1.52	1.45	1.56	1.48	1.41	1.37	1.27	1.29	1.38	14.26	1.43
4	Recepcionar el peróxido	1.65	1.67	1.87	1.81	1.69	1.99	1.77	1.61	1.58	1.69	17.33	1.73
5	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido	4.51	5.01	4.47	4.78	5.1	4.23	4.74	4.19	4.36	4.86	46.25	4.63
6	Aplicar una capa de la resina preparada	3.73	3.87	3.53	3.42	3.29	3.35	3.41	3.53	3.68	3.66	35.47	3.55
7	Medir la fibra de vidrio	4.85	5.17	5.55	5.31	4.91	5.21	5.98	5.54	5.62	5.18	53.32	5.33
8	Cortar la fibra de vidrio	5.11	5.35	5.8	5.2	5.27	4.52	5.41	5.63	5.23	5.36	52.88	5.29
9	Colocar la fibra de vidrio en el molde (1ra Capa)	4.55	4.56	5.35	4.47	5.02	4.85	4.79	5.43	5.17	4.95	49.14	4.91
10	Secado	61.2 ₇	62.0 ₅	57.1	58.4 ₆	64.6 ₃	60.8 ₉	59.2 ₂	61.7 ₉	55.8 ₇	57.09	598.37	59.84
11	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido	4.76	4.79	4.52	4.36	4.33	4.96	4.64	4.71	4.92	5.01	47	4.70
12	Aplicar una capa de la resina preparada	3.09	3.15	3.06	3.47	3.48	3.42	3.16	3.64	3.61	3.28	33.36	3.34
13	Medir la fibra de vidrio	5.2	5.42	5.21	5.52	5.22	5.31	5.56	5.26	5.48	5.34	53.52	5.35

14	Cortar la fibra de vidrio	4.69	5.01	4.76	4.85	4.93	4.35	4.45	4.82	4.86	4.76	47.48	4.75
15	Colocar la fibra de vidrio en el molde (2da Capa)	4.94	4.35	4.41	4.96	4.61	4.47	5.01	4.23	4.63	4.78	46.39	4.64
16	Dejar secar	62	61.54	60	60.85	60.62	60.92	60.7	60.23	62.21	61.62	610.69	61.07
17	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido	4.57	4.56	4.52	4.5	4.32	4.37	4.9	4.82	4.39	4.35	45.3	4.53
18	Aplicar una capa de la resina preparada	3.03	3.45	3.59	3.29	3.18	3.34	3.21	3.33	3.17	3.41	33	3.30
19	Medir la fibra de vidrio	5.32	5.47	5.56	5.3	5.4	5.51	5.52	5.54	5.26	5.57	54.45	5.45
20	Cortar la fibra de vidrio	4.28	4.87	4.91	4.82	4.38	4.8	4.83	4.98	4.96	4.45	47.28	4.73
21	Colocar la fibra de vidrio en el molde (3ra Capa)	4.97	4.46	4.84	4.64	4.8	4.69	4.21	4.39	4.67	4.87	46.54	4.65
22	Dejar secar	61	60.11	61.95	60.45	61.73	62.61	62.38	60.72	61.87	62.06	614.88	61.49
23	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido	4.47	4.71	4.82	4.31	4.97	4.86	4.64	4.96	4.81	4.97	47.52	4.75
24	Aplicar una capa de la resina preparada	3.16	3.06	3.3	3.62	3.05	3.29	3.62	3.56	3.35	3.64	33.65	3.37
25	Medir la fibra de vidrio	5.61	5.57	5.3	5.23	5.31	5.6	5.4	5.41	5.58	5.36	54.37	5.44
26	Cortar la fibra de vidrio	4.46	4.25	4.62	4.83	4.51	4.42	4.82	4.99	4.79	4.79	46.48	4.65
27	Colocar la fibra de vidrio en el molde (4ta Capa)	4.34	4.25	4.59	4.61	4.33	4.96	4.49	4.94	4.39	4.87	45.77	4.58
28	Dejar secar	61.38	61.5	61.96	62.32	61.53	61.82	61.49	62.05	60.92	60.86	615.83	61.58
29	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido	4.95	4.28	5.01	4.88	4.78	4.72	4.36	4.58	4.54	4.55	46.65	4.67
30	Aplicar una capa de la resina preparada	3.64	3.08	3.42	3.27	3.48	3.63	3.07	3.49	3.42	3.33	33.83	3.38
31	Medir la fibra de vidrio	5.43	5.47	5.49	5.45	5.31	5.29	5.52	5.62	5.34	5.2	54.12	5.41
32	Cortar la fibra de vidrio	5	4.9	4.32	5.01	4.79	4.55	4.44	4.96	5.3	4.81	48.08	4.81
33	Colocar la fibra de vidrio en el molde (5ta Capa)	4.7	4.23	4.58	4.8	4.86	4.86	4.22	4.55	4.24	4.43	45.47	4.55
34	Rolar burbujas en la pieza de fibra	3.03	3.02	2.72	2.78	2.99	3	2.97	3.1	2.98	3	29.59	2.96
35	Dejar secar	61.9	60.35	62.67	62.6	60.4	62.72	62.66	61.79	61.28	62.55	618.92	61.89
36	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido	4.28	4.16	4.23	4.09	4.34	4.02	4.51	4.42	4.1	4.78	42.93	4.29
37	Aplicar una capa de la resina preparada	4.2	5.01	4.35	4.64	4.54	4.93	4.4	4.44	4.52	4.28	45.31	4.53
38	Medir la fibra de vidrio	3.53	3.37	3.15	3.12	3.45	3.05	3.63	3.27	3.16	3.44	33.17	3.32
39	Cortar la fibra de vidrio	5.24	5.57	5.33	5.19	5.29	5.46	5.26	5.57	5.24	5.53	53.68	5.37
40	Colocar la fibra de vidrio en el molde (6ta Capa)	4.31	4.34	4.91	4.5	4.69	4.97	4.44	4.9	4.92	4.99	46.97	4.70
41	Dejar secar	60.8	60.85	60.29	60.72	60.71	60.49	60.31	60.39	60.75	60.53	605.84	60.58

4 2	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido	4.2	4.47	4.5	4.87	4.48	4.89	4.27	4.47	4.51	4.52	45.18	4.52
4 3	Aplicar una capa de la resina preparada	3.43	3.66	3.2	3.28	3.63	3.09	3.12	3.48	3.24	3.18	33.31	3.33
4 4	Medir la fibra de vidrio	5.54	5.32	5.28	5.36	5.44	5.42	5.48	5.29	5.33	5.26	53.72	5.37
4 5	Cortar la fibra de vidrio	4.32	4.22	4.51	4.65	4.21	4.32	4.56	4.55	4.65	4.57	44.56	4.46
4 6	Colocar la fibra de vidrio en el molde (7ma Capa)	4.73	4.62	4.49	4.69	4.36	4.61	4.47	4.67	4.98	4.37	45.99	4.60
4 7	Dejar secar	61	62.1 1	61.8 8	61.1	60.8 6	62.3 9	61.8	62.4 9	61.6 2	61	616.25	61.63
4 8	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido	4.67	4.83	4.82	4.33	4.26	4.52	4.93	4.65	4.96	4.9	46.87	4.69
4 9	Aplicar una capa de la resina preparada	3.67	3.63	3.25	3.59	3.27	3.65	3.27	3.6	3.32	3.24	34.49	3.45
5 0	Medir la fibra de vidrio	5.35	5.32	5.55	5.57	5.39	5.51	5.3	5.5	5.7	5.51	54.7	5.47
5 1	Cortar la fibra de vidrio	4.22	4.73	4.63	4.39	4.57	5	4.97	4.36	4.54	4.58	45.99	4.60
5 2	Colocar la fibra de vidrio en el molde (8va Capa)	4.93	4.44	4.36	4.71	4.63	4.26	4.52	4.27	4.67	4.23	45.02	4.50
5 3	Dejar secar	62.4 4	61.1 3	60.3 5	60.8	60.3 5	61.5 4	62.7 6	62.5 3	60.7 8	62.16	614.84	61.48
5 4	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido	4.88	4.86	5	4.66	4.74	4.98	4.35	4.88	4.85	4.44	47.64	4.76
5 5	Aplicar una capa de la resina preparada	3.16	3.4	3.19	3.47	3.15	3.43	3.25	3.25	3.44	3.49	33.23	3.32
5 6	Medir la fibra de vidrio	5.59	5.58	5.37	5.47	5.3	5.37	5.61	5.47	5.3	5.31	54.37	5.44
5 7	Cortar la fibra de vidrio	4.41	4.83	4.48	4.23	4.45	4.21	4.26	4.42	4.53	4.93	44.75	4.48
5 8	Colocar la fibra de vidrio en el molde (9na Capa)	4.2	4.39	4.28	4.99	4.42	4.76	4.74	4.71	4.71	4.98	46.18	4.62
5 9	Dejar secar	61.2	60.9 9	61	61.9 7	60	62.4 3	61.7 6	62.3 7	62.7 1	60.33	614.76	61.48
6 0	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido	4.92	4.53	4.64	4.69	4.95	4.62	4.97	4.32	4.99	4.22	46.85	4.69
6 1	Aplicar una capa de la resina preparada	3.11	3.22	3.36	3.21	3.61	3.53	3.49	3.62	3.04	3.48	33.67	3.37
6 2	Medir la fibra de vidrio	5.52	5.6	5.43	5.25	5.4	5.46	5.29	5.22	5.45	5.29	53.91	5.39
6 3	Cortar la fibra de vidrio	4.87	4.86	4.67	4.67	4.91	4.52	4.89	4.91	4.43	4.2	46.93	4.69
6 4	Colocar la fibra de vidrio en el molde (10ma Capa)	4.48	4.22	4.72	4.47	4.85	5.01	4.36	4.91	4.75	4.49	46.26	4.63
6 5	Rolar burbujas en la pieza de fibra	2.78	2.76	3.02	3.09	3.1	2.9	2.97	2.68	2.61	3.06	28.97	2.90
6 6	Dejar secar	480. 74	480. 75	480. 09	481. 55	481. 3	480. 46	481. 9	481. 9	481. 58	480.5 2	4810.7 9	481.0 8

Fuente: Elaborado por los autores de la investigación

En la tabla se mostró el tiempo promedio de cada proceso, luego se calculó si era necesario ampliar el número de observaciones a través de una prueba t:

Tabla 22: Prueba t para determinar número de observaciones en método inicial de la etapa de pulido, encerado y laminado.

		E	0.05	Confianza	1.96											TO	P	Desviación estándar	n
N ^o	DESCRIPCIÓN	TIEMPO OBSERVADO										ΣX	X̄						
		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O			O					
		B	B	B	B	B	B	B	B	B	B			B					
		S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	BS							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								
PULIDO																			
1	Recepción del Pulimento	1.33	1.56	1.29	1.3	1.31	1.23	1.27	1.37	1.21	1.35	13.22	1.32	0.097273	8954				
2	Cubrir el molde con producto	2.8	2.4	2.7	2.6	2.9	2.7	2.75	2.5	2.5	2.9	26.75	2.68	0.171998	6062				
3	Pulir	3.3	3.47	3.34	3.5	3.9	3.41	3.24	3.5	3.48	3.69	34.83	3.48	0.193163	5719				
4	Secar	4.92	4.7	4.78	4.3	4.09	4.34	4.65	4.75	3.9	4.72	45.15	4.52	0.336592	9401				
ENCERADO																			
1	Limpia el molde de impurezas	2.21	2.23	2.18	2.34	2.36	2.03	2.11	2.1	2.42	2.3	22.28	2.23	0.126561	536				
2	Secado del molde	8.55	8.24	8.44	7.9	8.6	8.55	9.2	7.32	7.61	7.83	82.24	8.22	0.558553	7688				
3	Recepcionar e inspeccionar la cera	4.2	4.3	4.5	3.8	4.3	4.5	4.7	4.4	4.11	4.5	43.31	4.33	0.253089	5795				
4	Cubrir el molde con cera	2.59	2.55	2.19	2.63	2.58	2.82	2.46	2.71	2.7	2.65	25.88	2.59	0.168677	7503				
5	Prender la pulidora	1.96	1.82	1.5	1.8	1.6	1.91	1.74	1.83	1.62	1.77	17.55	1.76	0.143623	10737				
6	Encerar	3.55	3.7	3.74	3.75	3.3	3.9	3.7	3.9	3.8	3.95	37.29	3.73	0.191685	4506				
7	Secar	9.4	9.2	8.1	9.4	8.6	9.2	8.7	9.2	9.6	10.3	91.7	9.17	0.601941	7304				

LAMINADO															
1	Recepcionar la resina	1.86	1.74	1.97	1.82	1.73	1.81	1.79	2.01	1.85	1.87	18.45	1.85	0.089969131	4
2	Recepcionar el monoestireno	1.57	1.58	1.52	1.58	1.6	1.5	1.4	1.7	1.58	1.6	15.63	1.56	0.078038452	4
3	Recepcionar el cobalto	1.53	1.52	1.45	1.56	1.48	1.41	1.37	1.27	1.29	1.38	14.26	1.43	0.099688403	8
4	Recepcionar el peróxido	1.65	1.67	1.87	1.81	1.69	1.99	1.77	1.61	1.58	1.69	17.33	1.73	0.127021433	8
5	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido	4.51	5.01	4.47	4.78	5.1	4.23	4.74	4.19	4.36	4.86	46.25	4.63	0.319556985	7
6	Aplicar una capa de la resina preparada	3.73	3.87	3.53	3.42	3.29	3.35	3.41	3.53	3.68	3.6	35.47	3.55	0.185175592	4
7	Medir la fibra de vidrio	4.85	5.17	5.55	5.31	4.91	5.21	5.98	5.54	5.62	5.18	53.32	5.33	0.344602831	6
8	Cortar la fibra de vidrio	5.11	5.35	5.8	5.2	5.27	4.52	5.41	5.63	5.23	5.36	52.88	5.29	0.339273734	6
9	Colocar la fibra de vidrio en el molde (1ra Capa)	4.55	4.56	5.35	4.47	5.02	4.85	4.79	5.43	5.17	4.95	49.14	4.91	0.334803425	7
10	Secado	61.27	62.05	57.1	58.46	64.3	60.9	59.2	61.9	55.7	57.09	59.83	59.84	2.746670914	3
11	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido	4.76	4.79	4.52	4.36	4.33	4.96	4.64	4.71	4.92	5.01	47	4.70	0.238607069	4
12	Aplicar una capa de la resina preparada	3.09	3.15	3.06	3.47	3.48	3.42	3.16	3.64	3.61	3.28	33.36	3.34	0.215674652	6
13	Medir la fibra de vidrio	5.2	5.42	5.21	5.52	5.22	5.31	5.56	5.26	5.48	5.34	53.52	5.35	0.134808506	1
14	Cortar la fibra de vidrio	4.69	5.01	4.76	4.85	4.93	4.35	4.45	4.82	4.86	4.76	47.48	4.75	0.205685845	3
15	Colocar la fibra de vidrio en el molde (2da Capa)	4.94	4.35	4.41	4.96	4.61	4.47	5.01	4.23	4.63	4.78	46.39	4.64	0.275658807	5
16	Dejar secar	62.4	61.5	60.4	60.85	60.2	60.92	60.7	60.2	60.3	61.2	61.06	61.07	0.741521709	0
17	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido	4.57	4.56	4.52	4.5	4.32	4.37	4.9	4.82	4.39	4.3	45.3	4.53	0.196129209	3
18	Aplicar una capa de la resina preparada	3.03	3.45	3.59	3.29	3.18	3.34	3.21	3.33	3.17	3.41	33	3.30	0.16110728	4
19	Medir la fibra de vidrio	5.32	5.47	5.56	5.3	5.4	5.51	5.52	5.54	5.26	5.57	54.45	5.45	0.116069902	1

20	Cortar la fibra de vidrio	4.28	4.87	4.91	4.82	4.38	4.8	4.83	4.98	4.96	4.45	47.28	4.73	0.256852746	5
21	Colocar la fibra de vidrio en el molde (3ra Capa)	4.97	4.46	4.84	4.64	4.8	4.69	4.21	4.39	4.67	4.87	46.54	4.65	0.237730006	4
22	Dejar secar	61.61	60.1	61.9	60.4	61.7	62.6	62.3	60.7	61.8	62.06	61.48	61.49	0.856605705	0
23	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido	4.47	4.71	4.82	4.31	4.97	4.86	4.64	4.96	4.81	4.97	47.52	4.75	0.222900077	3
24	Aplicar una capa de la resina preparada	3.16	3.06	3.3	3.62	3.05	3.29	3.62	3.56	3.35	3.64	33.65	3.37	0.232868585	7
25	Medir la fibra de vidrio	5.61	5.57	5.3	5.23	5.31	5.6	5.4	5.41	5.58	5.36	54.37	5.44	0.141582328	1
26	Cortar la fibra de vidrio	4.46	4.25	4.62	4.83	4.51	4.42	4.82	4.99	4.79	4.79	46.9	4.648	0.232273785	4
27	Colocar la fibra de vidrio en el molde (4ta Capa)	4.34	4.25	4.59	4.61	4.33	4.96	4.49	4.94	4.39	4.87	45.77	4.58	0.265038781	5
28	Dejar secar	61.61	61.3	61.5	62.9	61.3	61.5	61.8	62.4	60.0	60.9	61.86	61.58	0.469208553	0
29	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido	4.95	4.28	5.01	4.88	4.78	4.72	4.36	4.58	4.54	4.55	46.65	4.67	0.244960314	4
30	Aplicar una capa de la resina preparada	3.64	3.08	3.42	3.27	3.48	3.63	3.07	3.49	3.42	3.33	33.83	3.38	0.198888579	5
31	Medir la fibra de vidrio	5.43	5.47	5.49	5.45	5.31	5.29	5.52	5.62	5.34	5.2	54.12	5.41	0.125414867	1
32	Cortar la fibra de vidrio	5.5	4.9	4.32	5.01	4.79	4.55	4.44	4.96	5.3	4.81	48.08	4.81	0.296602989	6
33	Colocar la fibra de vidrio en el molde (5ta Capa)	4.7	4.23	4.58	4.8	4.86	4.86	4.22	4.55	4.24	4.43	45.47	4.55	0.258158005	5
34	Rolar burbujas en la pieza de fibra	3.03	3.02	2.72	2.78	2.99	3	2.97	3.1	2.98	3	29.59	2.96	0.116757108	2
35	Dejar secar	61.61	60.9	62.3	62.6	60.4	62.7	62.6	61.7	61.2	62.55	61.89	61.89	0.931173692	0
36	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido	4.28	4.16	4.23	4.09	4.34	4.02	4.51	4.42	4.1	4.78	42.93	4.29	0.230316208	4
37	Aplicar una capa de la resina preparada	4.2	5.01	4.35	4.64	4.54	4.93	4.4	4.44	4.52	4.28	45.31	4.53	0.264887817	5
38	Medir la fibra de vidrio	3.53	3.37	3.15	3.12	3.45	3.05	3.63	3.27	3.16	3.44	33.17	3.32	0.195451045	5

39	Cortar la fibra de vidrio	5.24	5.57	5.33	5.19	5.29	5.46	5.26	5.57	5.24	5.53	53.68	5.37	0.149056291	1
40	Colocar la fibra de vidrio en el molde (6ta Capa)	4.31	4.34	4.91	4.5	4.69	4.97	4.44	4.9	4.92	4.99	46.97	4.70	0.274633089	5
41	Dejar secar	60.8	60.85	60.29	60.72	60.71	60.49	60.31	60.39	60.75	60.53	60.58	60.58	0.208230641	0
42	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido	4.2	4.47	4.5	4.87	4.48	4.89	4.27	4.47	4.51	4.52	45.18	4.52	0.218926675	4
43	Aplicar una capa de la resina preparada	3.43	3.66	3.2	3.28	3.63	3.09	3.12	3.48	3.24	3.18	33.31	3.33	0.206314216	6
44	Medir la fibra de vidrio	5.54	5.32	5.28	5.36	5.44	5.42	5.48	5.29	5.33	5.26	53.72	5.37	0.093784623	0
45	Cortar la fibra de vidrio	4.32	4.22	4.51	4.65	4.21	4.32	4.56	4.55	4.65	4.57	44.56	4.46	0.171282742	2
46	Colocar la fibra de vidrio en el molde (7ma Capa)	4.73	4.62	4.49	4.69	4.36	4.61	4.47	4.67	4.98	4.37	45.99	4.60	0.186871911	3
47	Dejar secar	61.4	62.1	61.88	61.1	60.86	62.39	61.8	62.49	61.2	61.6	61.62	61.63	0.60612155	0
48	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido	4.67	4.83	4.82	4.33	4.26	4.52	4.93	4.65	4.96	4.9	46.87	4.69	0.248642984	4
49	Aplicar una capa de la resina preparada	3.67	3.63	3.25	3.59	3.27	3.65	3.27	3.6	3.32	3.24	34.49	3.45	0.191104974	5
50	Medir la fibra de vidrio	5.35	5.32	5.55	5.57	5.39	5.51	5.3	5.5	5.7	5.51	54.7	5.47	0.127191894	1
51	Cortar la fibra de vidrio	4.22	4.73	4.63	4.39	4.57	5	4.97	4.36	4.54	4.58	45.99	4.60	0.250707887	5
52	Colocar la fibra de vidrio en el molde (8va Capa)	4.93	4.44	4.36	4.71	4.63	4.26	4.52	4.27	4.67	4.23	45.02	4.50	0.23136311	4
53	Dejar secar	62.4	61.1	60.35	60.8	60.35	61.54	62.7	62.5	60.8	62.16	61.48	61.48	0.928382105	0
54	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido	4.88	4.86	5	4.66	4.74	4.98	4.35	4.88	4.85	4.44	47.64	4.76	0.219504492	3
55	Aplicar una capa de la resina preparada	3.16	3.4	3.19	3.47	3.15	3.43	3.25	3.25	3.44	3.49	33.23	3.32	0.135568761	3
56	Medir la fibra de vidrio	5.59	5.58	5.37	5.47	5.3	5.37	5.61	5.47	5.3	5.31	54.37	5.44	0.124101213	1
57	Cortar la fibra de vidrio	4.41	4.83	4.48	4.23	4.45	4.21	4.26	4.42	4.53	4.93	44.75	4.48	0.240474069	4

58	Colocar la fibra de vidrio en el molde (9na Capa)	4.2	4.39	4.28	4.99	4.42	4.76	4.74	4.71	4.71	4.98	46.18	4.62	0.279197	6
59	Dejar secar	61.2	60.9	61.9	61.7	60.3	62.4	61.7	62.3	62.7	60.33	61.47	61.48	0.918189	0
60	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido	4.92	4.53	4.64	4.69	4.95	4.62	4.97	4.32	4.99	4.22	46.85	4.69	0.274762	5
61	Aplicar una capa de la resina preparada	3.11	3.22	3.36	3.21	3.61	3.53	3.49	3.62	3.04	3.48	33.67	3.37	0.209976	6
62	Medir la fibra de vidrio	5.52	5.6	5.43	5.25	5.4	5.46	5.29	5.22	5.45	5.29	53.91	5.39	0.124583	1
63	Cortar la fibra de vidrio	4.87	4.86	4.67	4.67	4.91	4.52	4.89	4.91	4.43	4.2	46.93	4.69	0.243905	4
64	Colocar la fibra de vidrio en el molde (10ma Capa)	4.48	4.22	4.72	4.47	4.85	5.01	4.36	4.91	4.75	4.49	46.26	4.63	0.258680	5
65	Rolar burbujas en la pieza de fibra	2.78	2.76	3.02	3.09	3.1	2.9	2.97	2.68	2.61	3.06	28.97	2.90	0.178702	6
66	Dejar secar	48.074	48.075	48.09	48.155	48.13	48.46	48.9	48.9	48.58	48.05	48.10	48.18	0.646932	0

Fuente: Elaborada por los autores de la investigación

El cálculo realizado mostro que teniendo en cuenta la dispersión de los datos, un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5% se necesitaba 9 observaciones para pulido, 10 observaciones para encerado y 8 observaciones para laminado, por lo que el tiempo promedio quedó validado.

Cálculo del tiempo normal y estándar

Luego de haber calculado el tiempo promedio se utilizó el Sistema de Valoración de Westinghouse para obtener el tiempo normal

Tabla 23: *Tiempo promedio, tiempo normal de la etapa de encerado, pulido, aplicación de Gel coat y laminado.*

Factor	Nivel	Pulido	Aplicación de Gelcoat	Encerado	Laminado
Habilidad	Excelente B2	0.08	0.08	0.08	0.08
Esfuerzo	Excelente B2	0.08	0.08	0.08	0.08
Condiciones	Buenas	0.02	0.02	0.02	0.02
Consistencia	Buenas	0.01	0.01	0.01	0.01
1 + Factor de valoración		1.19	1.19	1.19	1.19
Tiempo promedio		12.0	98.2	32.03	1271.84
Tiempo normal		13.2	99.4	33.2	1273.0

Fuente: Sistema de Valoración de Westinghouse.

Tabla 24: *Tiempos normal y estándar del proceso de encerado, pulido, aplicación de Gelcoat y laminado*

Factor Holgura	Pulido	Aplicación de Gelcoat	Encerado	Laminado
Fatiga	4	4	4	4
Necesidades personales	7	7	7	7
Postura incómoda	2	2	2	2
1 + %Suplemento	1.13	1.13	1.13	1.13
Tiempo normal	13.2	99.4	33.2	1273.0
Tiempo estándar	14.9	112.3	37.5	1438.5

Fuente: Holguras OIT.

Anexo 9: Sistema de valoración de Westinghouse

HABILIDAD			ESFUERZO		
+ 0.15	A1	Extrema	+ 0.13	A1	Excesivo
+0.13	A2	Extrema	+0.12	A2	Excesivo
+0.11	B1	Excelente	+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente	+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Buena	+0.05	C1	Bueno
+0.03	C2	Buena	+0.02	C2	Bueno
0.00	D	Regular	0.00	D	Regular
-0.05	E1	Aceptable	-0.04	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable	-0.08	E2	Aceptable
-0.16	F1	Deficiente	-0.12	F1	Deficiente
-0.22	F2	Deficiente	-0.17	F2	Deficiente
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
0.00	D	Regulares	0.00	D	Regular
-0.03	E	Aceptable	-0.02	E	Aceptable
-0.07	F	Deficiente	-0.04	F	Deficiente

Figura 17: Sistema de valoración de Westinghouse

Anexo 11: Estudio de tiempos del método mejorado

Para determinar el tiempo promedio se realizó la medición del tiempo obteniendo un total de 10 observaciones.

Tabla 25: Número de observaciones de la etapa de pulido, encerado y laminado.

N ^o	DESCRIPCIÓN	TIEMPO OBSERVADO										TOTAL	PROMEDIO
		OBS 1	OBS 2	OBS 3	OBS 4	OBS 5	OBS 6	OBS 7	OBS 8	OBS 9	OBS 10		
PULIDO Y ENCERADO													
1	Recepción del nuevo producto	2.4	2.3	2.3	2.3	2.4	2.2	2.2	2.4	2.3	2.2	23.4	1.5
			8		3		5	9	5	8	8	6	6
2	Cubrir el molde con producto	2.4	2.4	2.3	2.2	2.2	2.2	2.3	2.3	2.2	2.2	23.3	1.5
		8		4	9	8	9	8	6	3	8	3	6
3	Pulir y encerar	3.2	3.3	3.4	3.4	3.2	3.4	3.5	3.2	3.5	3.5	34.0	2.2
		2	2	6	8	6	1	2	8	7		2	7
4	Secar	2.2	2.1	2.2	2.1	2.1	2.2	2.4	2.3	2.4	2.4	22.8	1.5
		1	8	3	9	3	9	1	1	9	4	8	3
LAMINADO													
1	Recepcionar la resina	1.8	1.7	1.9	1.8	1.7	1.8	1.7	2.0	1.8	1.8	18.4	1.2
		6	4	7	2	3	1	9	1	5	7	5	3
2	Recepcionar el monoestireno	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.5	1.4	1.7	1.5	1.6	15.6	1.0
		7	8	2	8					8		3	4
3	Recepcionar el cobalto	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.4	1.3	13.1	0.8
		3	2	5	5	8	7	9	7	4	8	1	7
4	Recepcionar el peróxido	1.6	1.6	1.7	1.7	1.6	1.8	1.7	1.6	1.5	1.6	16.9	1.1
		5	7		4	9	6	7	1	8	9	6	3
5	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido	4.5	4.6	4.4	4.7	4.8	4.2	4.7	4.1	4.3	4.7	45.3	3.0
		1		7	8		3	4	9	6		8	3
6	Aplicar una capa de la resina preparada	3.7	3.8	3.5	3.4	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.6	35.4	2.3
		3	7	3	2	9	5	1	3	8	6	7	6
7	Medir la fibra de vidrio	4.8	4.9	5.1	4.8	4.8	5.2	4.8	4.5	4.6	4.4	47.9	3.2
		5							2			7	0
8	Cortar la fibra de vidrio	5.3	5.3	5.5	5.3	5.4	4.5	5.4	5.5	5.2	5.3	52.9	3.5
		3	5				2	1	5	3	6	5	3
9	Colocar la fibra de vidrio en el molde (1ra Capa)	4.5	4.5	4.7	4.4	4.3	4.5	4.7	4.4	4.1	4.8	45.2	3.0
		5	6		7			9	3	7		7	2
10	Secado	30.	30.	30.	31	30.	30.	30.	30.	30.	30.	306.	20.
		45	24	48		93	49	11	99	69	66	04	40
11	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido	4.7	4.7	4.5	4.3	4.3	4.9	4.6	4.7	4.9	5.0	47	3.1
		6	9	2	6	3	6	4	1	2	1		3
12	Aplicar una capa de la resina preparada	3.2	3.2	3.0	3.3	3.3	3.4	3.1	3.3	3.6	3.2	33.0	2.2
		3	5	6	7	7	2	6	4	1	8	9	1
13	Medir la fibra de vidrio	5.2	5.4	5.2	5.5	5.2	5.3	5.5	5.2	5.4	5.3	53.5	3.5
			2	1	2	2	1	6	6	8	4	2	7
14	Cortar la fibra de vidrio	4.6	5.0	4.7	4.8	4.9	4.3	4.4	4.8	4.8	4.7	47.4	3.1
		9	1	6	5	3	5	5	2	6	6	8	7
15	Colocar la fibra de vidrio en el molde (2da Capa)	4.9	4.8	4.9	4.9	4.8	4.6	4.8	4.2	4.6	4.7	47.4	3.1
		4			6				3	3	8	4	6

1	Dejar secar	30.	30.	30.	30.	30.	30.	30.	30.	30.	30.	305.	20.
6		43	59	67	23	87	94	31	77	28	13	22	35
1	Mezclar la resina,	4.5	4.5	4.5	4.5	4.3	4.3	4.9	4.8	4.3	4.3	45.3	3.0
7	monoestirenos, cobalto y peróxido	7	6	2		2	7		2	9	5		2
1	Aplicar una capa de la resina preparada	3.0	3.4	3.5	3.2	3.1	3.3	3.2	3.3	3.1	3.4	33	2.2
8		3	5	9	9	8	4	1	3	7	1		0
1	Medir la fibra de vidrio	5.3	5.4	5.5	5.3	5.4	5.5	5.5	5.5	5.2	5.5	54.4	3.6
9		2	7	6			1	2	4	6	7	5	3
2	Cortar la fibra de vidrio	4.2	4.8	4.9	4.8	4.3	4.8	4.8	4.9	4.9	4.4	47.2	3.1
0		8	7	1	2	8		3	8	6	5	8	5
2	Colocar la fibra de vidrio en el molde (3ra Capa)	4.9	4.4	4.8	4.6	4.8	4.6	4.2	4.3	4.6	4.8	46.5	3.1
1		7	6	4	4		9	1	9	7	7	4	0
2	Dejar secar	30.	30.	30.	30.	30.	30.	30.	30.	30.	30.	303.	20.
2		65	01	81	49	06	29	03	07	96	4	77	25
2	Mezclar la resina,	4.4	4.7	4.8	4.3	4.9	4.8	4.6	4.9	4.8	4.9	47.5	3.1
3	monoestirenos, cobalto y peróxido	7	1	2	1	7	6	4	6	1	7	2	7
2	Aplicar una capa de la resina preparada	3.1	3.0	3.3	3.3	3.0	3.3	3.5	3.3	3.3	3.4	32.9	2.2
4		6	6		8	5	7	2	4	5		3	0
2	Medir la fibra de vidrio	5.6	5.5	5.3	5.2	5.3	5.6	5.4	5.4	5.5	5.3	54.3	3.6
5		1	7		3	1			1	8	6	7	2
2	Cortar la fibra de vidrio	4.4	4.2	4.6	4.8	4.5	4.4	4.8	4.9	4.7	4.7	46.4	3.1
6		6	5	2	3	1	2	2	9	9	9	8	0
2	Colocar la fibra de vidrio en el molde (4ta Capa)	4.3	4.2	4.4	4.6	4.3	4.6	4.4	4.9	4.3	4.8	45.4	3.0
7		4	5	9	1	3	9	9	4	9	7		3
2	Dejar secar	61.	61.	61.	62.	61.	61.	61.	62.	60.	60.	615.	41.
8		38	5	96	32	53	82	49	05	92	86	83	06
2	Mezclar la resina,	4.9	4.2	5.0	4.8	4.7	4.7	4.3	4.5	4.5	4.5	46.6	3.1
9	monoestirenos, cobalto y peróxido	5	8	1	8	8	2	6	8	4	5	5	1
3	Aplicar una capa de la resina preparada	3.6	3.7	3.7	3.3	3.3	3.6	3.7	3.5	3.4	3.3	35.4	2.3
0		4	2	5	7		7			2	3		6
3	Medir la fibra de vidrio	5.4	5.4	5.4	5.4	5.3	5.2	5.5	5.6	5.3	5.2	54.1	3.6
1		3	7	9	5	1	9	2	2	4		2	1
3	Cortar la fibra de vidrio	5	4.9	4.3	5.0	4.7	4.5	4.4	4.9	4.7	4.8	47.5	3.1
2				2	1	9	5	4	6	2	1		7
3	Colocar la fibra de vidrio en el molde (5ta Capa)	4.7	4.3	4.6	4.7	4.8	4.8	4.4	4.4	4.2	4.4	45.5	3.0
3						6	6	5		4	3	4	4
3	Rolar burbujas en la pieza de fibra	3.0	3.0	2.7	2.7	2.9	3	2.9	3.1	2.9	3	29.5	1.9
4		3	2	2	8	9		7		8		9	7
3	Dejar secar	30.	30.	30.	30.	30.	30	30.	30.	30.	30.	305.	20.
5		52	92	2	98	99		53	73	54	34	75	38
3	Mezclar la resina,	4.2	4.1	4.2	4.0	4.3	4.0	4.5	4.4	4.1	4.7	42.9	2.8
6	monoestirenos, cobalto y peróxido	8	6	3	9	4	2	1	2		8	3	6
3	Aplicar una capa de la resina preparada	4.2	4.6	4.3	4.6	4.5	4.7	4.4	4.4	4.5	4.2	44.6	2.9
7				5	4	4			4	2	8	7	8
3	Medir la fibra de vidrio	3.5	3.3	3.4	3.3	3.4	3.0	3.6	3.2	3.1	3.4	33.6	2.2
8		3	7		2	5	5	3	7	6	4	2	4
3	Cortar la fibra de vidrio	5.2	5.5	5.3	5.1	5.2	5.4	5.2	5.5	5.2	5.5	53.6	3.5
9		4	7	3	9	9	6	6	7	4	3	8	8
4	Colocar la fibra de vidrio en el molde (6ta Capa)	4.3	4.3	4.4	4.4	4.3	4.3	4.4	4.6	4.9	4.9	45.2	3.0
0		1	4	3	7	8	3	4		2	9	1	1
4	Dejar secar	30.	30.	30.	30.	30.	30.	30.	30.	30.	30.	304.	20.
1		07	82	36	62	2	54	91	46	21	51	7	31

4 2	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido	4.2 7	4.4 7	4.5 7	4.8 8	4.4 9	4.8 7	4.2 7	4.4 7	4.5 1	4.5 2	45.1 8	3.0 1
4 3	Aplicar una capa de la resina preparada	3.4 3	3.6 6	3.4 6	3.4 6	3.5 7	3.2 7	3.2 8	3.4 8	3.2 4	3.1 8	33.8 2	2.2 5
4 4	Medir la fibra de vidrio	5.5 4	5.3 2	5.2 8	5.3 6	5.4 4	5.4 2	5.4 8	5.2 9	5.3 3	5.2 6	53.7 2	3.5 8
4 5	Cortar la fibra de vidrio	4.3 2	4.2 2	4.5 1	4.6 5	4.2 1	4.3 2	4.5 6	4.5 5	4.6 5	4.5 7	44.5 6	2.9 7
4 6	Colocar la fibra de vidrio en el molde (7ma Capa)	4.7 3	4.6 2	4.4 9	4.6 9	4.3 6	4.6 1	4.4 7	4.6 7	4.9 8	4.3 7	45.9 9	3.0 7
4 7	Dejar secar	30. 23	30. 67	30. 47	30. 96	30. 62	30. 62	30. 45	30. 53	30. 78	30. 06	305. 39	20. 36
4 8	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido	4.6 7	4.8 3	4.8 2	4.3 3	4.2 6	4.5 2	4.9 3	4.6 5	4.9 6	4.9	46.8 7	3.1 2
4 9	Aplicar una capa de la resina preparada	3.6 7	3.6 3	3.4 9	3.5 9	3.2 7	3.6 5	3.2 7	3.6 7	3.3 2	3.2 4	34.6 4	2.3 1
5 0	Medir la fibra de vidrio	5.3 5	5.3 2	5.5 5	5.5 7	5.3 9	5.5 1	5.3 1	5.5 8	5.2 1	5.5 8	54.2 8	3.6 2
5 1	Cortar la fibra de vidrio	4.2 2	4.7 3	4.6 3	4.3 9	4.5 7	5 7	4.9 7	4.3 6	4.5 4	4.5 8	45.9 9	3.0 7
5 2	Colocar la fibra de vidrio en el molde (8va Capa)	4.9 3	4.4 4	4.3 6	4.7 1	4.6 3	4.2 6	4.5 2	4.2 7	4.6 7	4.2 3	45.0 2	3.0 0
5 3	Dejar secar	30. 76	30. 49	30. 68	30. 21	30. 32	30. 67	30. 92	30. 38	30. 36	30. 77	305. 56	20. 37
5 4	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido	4.8 8	4.8 6	5 6	4.6 6	4.7 4	4.9 8	4.3 5	4.8 8	4.8 5	4.4 4	47.6 4	3.1 8
5 5	Aplicar una capa de la resina preparada	3.1 6	3.4 9	3.1 9	3.4 7	3.1 5	3.4 3	3.2 5	3.2 5	3.4 4	3.4 9	33.2 3	2.2 2
5 6	Medir la fibra de vidrio	5.5 9	5.5 8	5.3 7	5.4 7	5.3 7	5.3 7	5.6 1	5.4 7	5.3 1	5.3 1	54.3 7	3.6 2
5 7	Cortar la fibra de vidrio	4.4 1	4.8 3	4.4 8	4.2 3	4.4 5	4.2 1	4.2 6	4.4 2	4.5 3	4.9 3	44.7 5	2.9 8
5 8	Colocar la fibra de vidrio en el molde (9na Capa)	4.2 8	4.3 9	4.2 8	4.5 2	4.4 2	4.6 4	4.7 1	4.7 1	4.7 1	4.7 8	45.3 3	3.0 2
5 9	Dejar secar	30. 22	30. 34	30. 16	30. 15	30. 27	30. 03	30. 11	30. 66	30. 29	30. 49	302. 72	20. 18
6 0	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido	4.9 2	4.5 3	4.7 4	4.7 9	4.9 5	4.8 2	4.9 7	4.8 7	4.9 9	4.2 2	47.7 3	3.1 8
6 1	Aplicar una capa de la resina preparada	3.1 1	3.2 2	3.3 6	3.2 1	3.5 3	3.5 9	3.3 7	3.3 7	3.0 4	3.4 8	33.2 1	2.2 1
6 2	Medir la fibra de vidrio	5.5 2	5.6 3	5.4 3	5.2 5	5.4 6	5.4 9	5.2 2	5.2 5	5.4 9	5.2 9	53.9 1	3.5 9
6 3	Cortar la fibra de vidrio	4.8 7	4.8 6	4.6 7	4.6 7	4.9 1	4.5 2	4.8 9	4.9 1	4.4 3	4.2 3	46.9 3	3.1 3
6 4	Colocar la fibra de vidrio en el molde (10ma Capa)	4.4 8	4.2 2	4.5	4.6	4.8 5	5.0 1	4.8	4.9 1	4.7 5	4.4 9	46.6 1	3.1 1
6 5	Rolar burbujas en la pieza de fibra	2.7 8	2.7 6	2.9	2.8	3.1	2.9	2.9 7	2.8 6	2.6 1	2.9	28.5 8	1.9 1
6 6	Dejar secar	24 0	240 0	240 0	160 .00								

Fuente: Elaborado por los autores de la investigación

En la tabla se mostró el tiempo promedio de cada proceso, luego se calculó si era necesario ampliar el número de observaciones a través de una prueba t:

Tabla 26: Prueba t para determinar número de observaciones en método inicial de la etapa de pulido, encerado y laminado.

		E 0.05 Confia bilid ad 1.96															
N ^o	DESCRIPCIÓN	TIEMPO OBSERVADO										T O T A L Σ X	P R O M X̄	Des viación están dar	n		
		O B S 1	O B S 2	O B S 3	O B S 4	O B S 5	O B S 6	O B S 7	O B S 8	O B S 9	O B S 10						
PULIDO Y ENCERADO																	
1	Recepción del nuevo product	2.4	2.38	2.3	2.33	2.4	2.25	2.29	2.45	2.38	2.28	23.46	1.56	0.065012819	3		
2	Cubrir el molde con producto	2.48	2.4	2.34	2.29	2.28	2.29	2.38	2.36	2.23	2.28	23.33	1.56	0.073794008	3		
3	Pulir y encerar	3.22	3.32	3.46	3.48	3.26	3.41	3.52	3.28	3.57	3.5	34.02	2.27	0.122999548	5		
4	Secar	2.21	2.18	2.23	2.19	2.13	2.29	2.41	2.31	2.49	2.4	22.88	1.53	0.122456341	10		
LAMINADO																	
1	Recepcionar la resina	1.86	1.74	1.97	1.82	1.73	1.81	1.79	2.01	1.85	1.8	18.45	1.23	0.089969131	8		
2	Recepcionar el monoestireno	1.57	1.58	1.52	1.58	1.6	1.5	1.4	1.7	1.58	1.6	15.63	1.04	0.078038452	9		
3	Recepcionar el cobalto	1.53	1.52	1.45	1.45	1.48	1.47	1.49	1.37	1.44	1.3	13.11	0.87	0.055677644	6		
4	Recepcionar el peróxido	1.65	1.67	1.7	1.74	1.69	1.86	1.77	1.61	1.58	1.6	16.96	1.13	0.080304974	8		
5	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido	4.51	4.6	4.47	4.78	4.8	4.23	4.74	4.19	4.36	4.7	45.38	3.03	0.223894817	8		

6	Aplicar una capa de la resina preparada	3.73	3.87	3.53	3.42	3.29	3.35	3.41	3.53	3.68	3.66	35.47	2.36	0.185175592	9
7	Medir la fibra de vidrio	4.85	4.9	5.1	4.8	4.8	5.2	4.8	4.5	4.62	4.4	47.97	3.20	0.246037486	9
8	Cortar la fibra de vidrio	5.33	5.35	5.5	5.3	5.4	4.52	5.41	5.55	5.23	5.36	52.95	3.53	0.287643684	10
9	Colocar la fibra de vidrio en el molde (1ra Capa)	4.55	4.56	4.7	4.47	4.3	4.5	4.79	4.43	4.17	4.8	45.27	3.02	0.202102834	7
10	Secado	30.45	30.24	30.48	30.31	30.93	30.49	30.11	30.99	30.69	30.66	30.60	20.40	0.307542228	0
11	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido	4.76	4.79	4.52	4.36	4.33	4.96	4.64	4.71	4.92	5.01	47	3.13	0.238607069	9
12	Aplicar una capa de la resina preparada	3.23	3.25	3.06	3.37	3.37	3.42	3.16	3.34	3.61	3.28	33.09	2.21	0.151323788	7
13	Medir la fibra de vidrio	5.2	5.42	5.21	5.52	5.22	5.31	5.56	5.26	5.48	5.34	53.52	3.57	0.134808506	2
14	Cortar la fibra de vidrio	4.69	5.01	4.76	4.85	4.93	4.35	4.45	4.82	4.86	4.76	47.48	3.17	0.205685845	6
15	Colocar la fibra de vidrio en el molde (2da Capa)	4.94	4.8	4.9	4.96	4.8	4.6	4.8	4.23	4.63	4.78	47.44	3.16	0.215520043	7
16	Dejar secar	30.43	30.59	30.67	30.23	30.87	30.94	30.31	30.77	30.28	30.13	30.52	20.35	0.285727143	0
17	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido	4.57	4.56	4.52	4.45	4.32	4.37	4.9	4.82	4.39	4.35	45.3	3.02	0.196129209	6
18	Aplicar una capa de la resina preparada	3.03	3.45	3.59	3.29	3.18	3.34	3.21	3.33	3.17	3.41	33	2.20	0.16110728	8
19	Medir la fibra de vidrio	5.32	5.47	5.56	5.3	5.4	5.51	5.52	5.54	5.26	5.57	54.45	3.63	0.116069902	2
20	Cortar la fibra de vidrio	4.28	4.87	4.91	4.82	4.38	4.8	4.83	4.98	4.96	4.45	47.28	3.15	0.256852746	10
21	Colocar la fibra de vidrio en el molde (3ra Capa)	4.97	4.46	4.84	4.64	4.8	4.69	4.21	4.39	4.67	4.87	46.54	3.10	0.237730006	9
22	Dejar secar	30.65	30.01	30.81	30.49	30.06	30.29	30.03	30.07	30.96	30.4	30.37	20.25	0.345222955	0

2 3	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido	4. 47	4. 71	4. 82	4. 31	4. 97	4. 86	4. 64	4. 96	4. 81	4.9 7	47. 52	3. 17	0.22 2900 077	8
2 4	Aplicar una capa de la resina preparada	3. 16	3. 06	3. 3	3. 38	3. 05	3. 37	3. 52	3. 34	3. 35	3.4	32. 93	2. 20	0.15 3843 355	8
2 5	Medir la fibra de vidrio	5. 61	5. 57	5. 3	5. 23	5. 31	5. 6	5. 4	5. 41	5. 58	5.3 6	54. 37	3. 62	0.14 1582 328	2
2 6	Cortar la fibra de vidrio	4. 46	4. 25	4. 62	4. 83	4. 51	4. 42	4. 82	4. 99	4. 79	4.7 9	46. 48	3. 10	0.23 2273 785	9
2 7	Colocar la fibra de vidrio en el molde (4ta Capa)	4. 34	4. 25	4. 49	4. 61	4. 33	4. 69	4. 49	4. 94	4. 39	4.8 7	45. 4	3. 03	0.23 3809 039	9
2 8	Dejar secar	61 .3 8	61 .5	61 .9 6	62 .3 2	61 .5 3	61 .8 2	61 .4 9	62 .0 5	60 .9 2	60. 86	61 5.8 3	41 .0 6	0.46 9208 553	0
2 9	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido	4. 95	4. 28	5. 01	4. 88	4. 78	4. 72	4. 36	4. 58	4. 54	4.5 5	46. 65	3. 11	0.24 4960 314	1 0
3 0	Aplicar una capa de la resina preparada	3. 64	3. 72	3. 75	3. 37	3. 3	3. 67	3. 7	3. 5	3. 42	3.3 3	35. 4	2. 36	0.17 4992 063	8
3 1	Medir la fibra de vidrio	5. 43	5. 47	5. 49	5. 45	5. 31	5. 29	5. 52	5. 62	5. 34	5.2	54. 12	3. 61	0.12 5414 867	2
3 2	Cortar la fibra de vidrio	5	4. 9	4. 32	5. 01	4. 79	4. 55	4. 44	4. 96	4. 72	4.8 1	47. 5	3. 17	0.24 1246 762	9
3 3	Colocar la fibra de vidrio en el molde (5ta Capa)	4. 7	4. 3	4. 6	4. 7	4. 86	4. 86	4. 45	4. 4	4. 24	4.4 3	45. 54	3. 04	0.22 2371 061	8
3 4	Rolar burbujas en la pieza de fibra	3. 03	3. 02	2. 72	2. 78	2. 99	3	2. 97	3. 1	2. 98	3	29. 59	1. 97	0.11 6757 108	5
3 5	Dejar secar	30 .5 2	30 .9 2	30 .2	30 .9 8	30 .9 9	30	30 .5 3	30 .7 3	30 .5 4	30. 34	30 5.7 5	20 .3 8	0.33 5335 653	0
3 6	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido	4. 28	4. 16	4. 23	4. 09	4. 34	4. 02	4. 51	4. 42	4. 1	4.7 8	42. 93	2. 86	0.23 0316 208	1 0
3 7	Aplicar una capa de la resina preparada	4. 2	4. 6	4. 35	4. 64	4. 54	4. 7	4. 4	4. 44	4. 52	4.2 8	44. 67	2. 98	0.16 1661 512	5
3 8	Medir la fibra de vidrio	3. 53	3. 37	3. 4	3. 32	3. 45	3. 05	3. 63	3. 27	3. 16	3.4 4	33. 62	2. 24	0.17 1191 9	9
3 9	Cortar la fibra de vidrio	5. 24	5. 57	5. 33	5. 19	5. 29	5. 46	5. 26	5. 57	5. 24	5.5 3	53. 68	3. 58	0.14 9056 291	3

40	Colocar la fibra de vidrio en el molde (6ta Capa)	4.31	4.34	4.43	4.47	4.38	4.33	4.44	4.6	4.92	4.99	45.21	3.01	0.244151592	10
41	Dejar secar	30.7	30.2	30.6	30.2	30.2	30.4	30.1	30.6	30.1	30.51	30.47	20.31	0.270349568	0
42	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido	4.2	4.47	4.5	4.87	4.48	4.89	4.27	4.47	4.51	4.52	45.18	3.01	0.218926675	8
43	Aplicar una capa de la resina preparada	3.43	3.66	3.4	3.46	3.5	3.27	3.2	3.48	3.24	3.18	33.82	2.25	0.154976701	7
44	Medir la fibra de vidrio	5.54	5.32	5.28	5.36	5.44	5.42	5.48	5.29	5.33	5.26	53.72	3.58	0.093784623	1
45	Cortar la fibra de vidrio	4.32	4.22	4.51	4.65	4.21	4.32	4.56	4.55	4.65	4.57	44.56	2.97	0.171282742	5
46	Colocar la fibra de vidrio en el molde (7ma Capa)	4.73	4.62	4.49	4.69	4.36	4.61	4.47	4.67	4.98	4.37	45.99	3.07	0.186871911	6
47	Dejar secar	30.23	30.67	30.47	30.96	30.62	30.62	30.45	30.53	30.78	30.06	30.53	20.36	0.258905817	0
48	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido	4.67	4.83	4.82	4.33	4.26	4.52	4.93	4.65	4.96	4.9	46.87	3.12	0.248642984	10
49	Aplicar una capa de la resina preparada	3.67	3.63	3.4	3.59	3.27	3.65	3.27	3.6	3.32	3.24	34.64	2.31	0.179270125	9
50	Medir la fibra de vidrio	5.35	5.32	5.55	5.57	5.39	5.51	5.3	5.5	5.28	5.51	54.28	3.62	0.111135553	1
51	Cortar la fibra de vidrio	4.22	4.73	4.63	4.39	4.57	5	4.97	4.36	4.54	4.58	45.99	3.07	0.250707887	10
52	Colocar la fibra de vidrio en el molde (8va Capa)	4.93	4.44	4.36	4.71	4.63	4.26	4.52	4.27	4.67	4.23	45.02	3.00	0.23136311	9
53	Dejar secar	30.76	30.49	30.68	30.21	30.32	30.67	30.92	30.38	30.36	30.77	30.55	20.37	0.235098088	0
54	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido	4.88	4.86	5	4.66	4.74	4.98	4.35	4.88	4.85	4.44	47.64	3.18	0.219504492	7
55	Aplicar una capa de la resina preparada	3.16	3.4	3.19	3.47	3.15	3.43	3.25	3.25	3.44	3.49	33.23	2.22	0.135568761	6
56	Medir la fibra de vidrio	5.59	5.58	5.37	5.47	5.3	5.37	5.61	5.47	5.3	5.31	54.37	3.62	0.124101213	2

5 7	Cortar la fibra de vidrio	4. 41	4. 83	4. 48	4. 23	4. 45	4. 21	4. 26	4. 42	4. 53	4.9 3	44. 75	2. 98	0.24 0474 069	1 0
5 8	Colocar la fibra de vidrio en el molde (9na Capa)	4. 2	4. 39	4. 28	4. 5	4. 42	4. 6	4. 74	4. 71	4. 71	4.7 8	45. 33	3. 02	0.20 5537 236	7
5 9	Dejar secar	30 .2 2	30 .3 4	30 .1 6	30 .1 5	30 .2 7	30 .0 3	30 .1 1	30 .6 6	30 .2 9	30. 49	30 2.7 2	20 .1 8	0.18 7959 807	0
6 0	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido	4. 92	4. 53	4. 74	4. 79	4. 95	4. 82	4. 97	4. 8	4. 99	4.2 2	47. 73	3. 18	0.23 7582 734	9
6 1	Aplicar una capa de la resina preparada	3. 11	3. 22	3. 36	3. 21	3. 5	3. 53	3. 39	3. 37	3. 04	3.4 8	33. 21	2. 21	0.16 8552 662	9
6 2	Medir la fibra de vidrio	5. 52	5. 6	5. 43	5. 25	5. 4	5. 46	5. 29	5. 22	5. 45	5.2 9	53. 91	3. 59	0.12 4583 751	2
6 3	Cortar la fibra de vidrio	4. 87	4. 86	4. 67	4. 67	4. 91	4. 52	4. 89	4. 91	4. 43	4.2	46. 93	3. 13	0.24 3905 719	9
6 4	Colocar la fibra de vidrio en el molde (10ma Capa)	4. 48	4. 22	4. 5	4. 6	4. 85	5. 01	4. 8	4. 91	4. 75	4.4 9	46. 61	3. 11	0.24 3331 05	9
6 5	Rolar burbujas en la pieza de fibra	2. 78	2. 76	2. 9	2. 8	3. 1	2. 9	2. 97	2. 86	2. 61	2.9	28. 58	1. 91	0.13 2060 592	7
6 6	Dejar secar	24 0	24 0	24 00	16 0. 00	0	0								

Fuente: Elaborada por los autores de la investigación

El cálculo realizado mostro que teniendo en cuenta la dispersión de los datos, un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5% se necesitaba 10 observaciones para la etapa de pulido y encerado, 10 observaciones para para laminado, por lo que el tiempo promedio quedó validado.

Calcula del tiempo normal y estándar

Luego de haber calculado el tiempo promedio se utilizó el Sistema de Valoración de Westinghouse (Anexo 8 – Figura 17) para obtener el tiempo normal.

Tabla 27: *Calculo del tiempo normal de la etapa de encerado, pulido, aplicación de Gel coat y laminado.*

Factor	Nivel	Pulido y encerado	Aplicado de Gelcoat	Laminado
Habilidad	Excelente B2	0.08	0.08	0.08
Esfuerzo	Excelente B2	0.08	0.08	0.08
Condiciones	Buenas	0.02	0.02	0.02
Consistencia	Buenas	0.01	0.01	0.01
1 + Factor de valoración		1.19	1.19	1.19
Tiempo promedio		2.6	98.2	783.92
Tiempo normal		3.8	99.4	785.1

Fuente: Sistema de Valoración de Westinghouse.

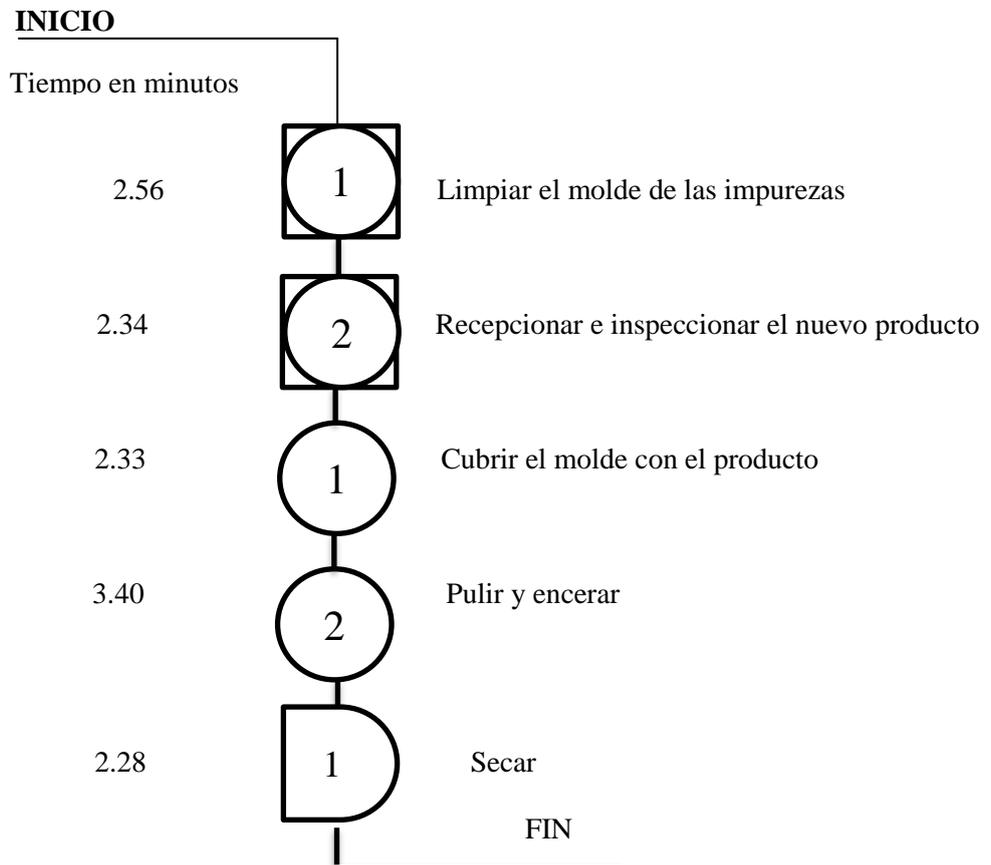
Tabla 28: *Tiempo estándar del proceso de encerado, pulido y laminado*

Factor Holgura	Pulido y encerado	Aplicado de Gelcoat	Laminado
Fatiga	4	4	4
Necesidades personales	7	7	7
Postura incómoda	2	2	2
1 + %Suplemento	1.13	1.13	1.13
Tiempo normal	3.78	99.40	785.11
Tiempo estándar	4.3	112.3	887.2

Fuente: Holguras OIT.

Anexo 12: Diagrama analítico del proceso de Encerado y pulido

Producto: Casco de embarcación de fibra de vidrio	Operario(s):	Hoja Nro
Etapas: ENCERADO Y PULIDO	10	1 de 1
Elaborado por: Operarios de Luguensi E.I.R. L	Métodos	Actual
		x Propuesto



Resumen			
Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo
Operación	○	2	5.73
Inspección	□	0	0
Actividad combinada	◻	2	4,94
Demora	D	1	2.28
TOTAL		5	12,95

Figura 19: Diagrama de análisis del proceso de la fabricación de casco de fibra de vidrio
 Fuente: Astillero Luguensi E.I.R.L -Elaborado por los autores

Anexo 13: Diagrama analítico de la etapa de Laminado

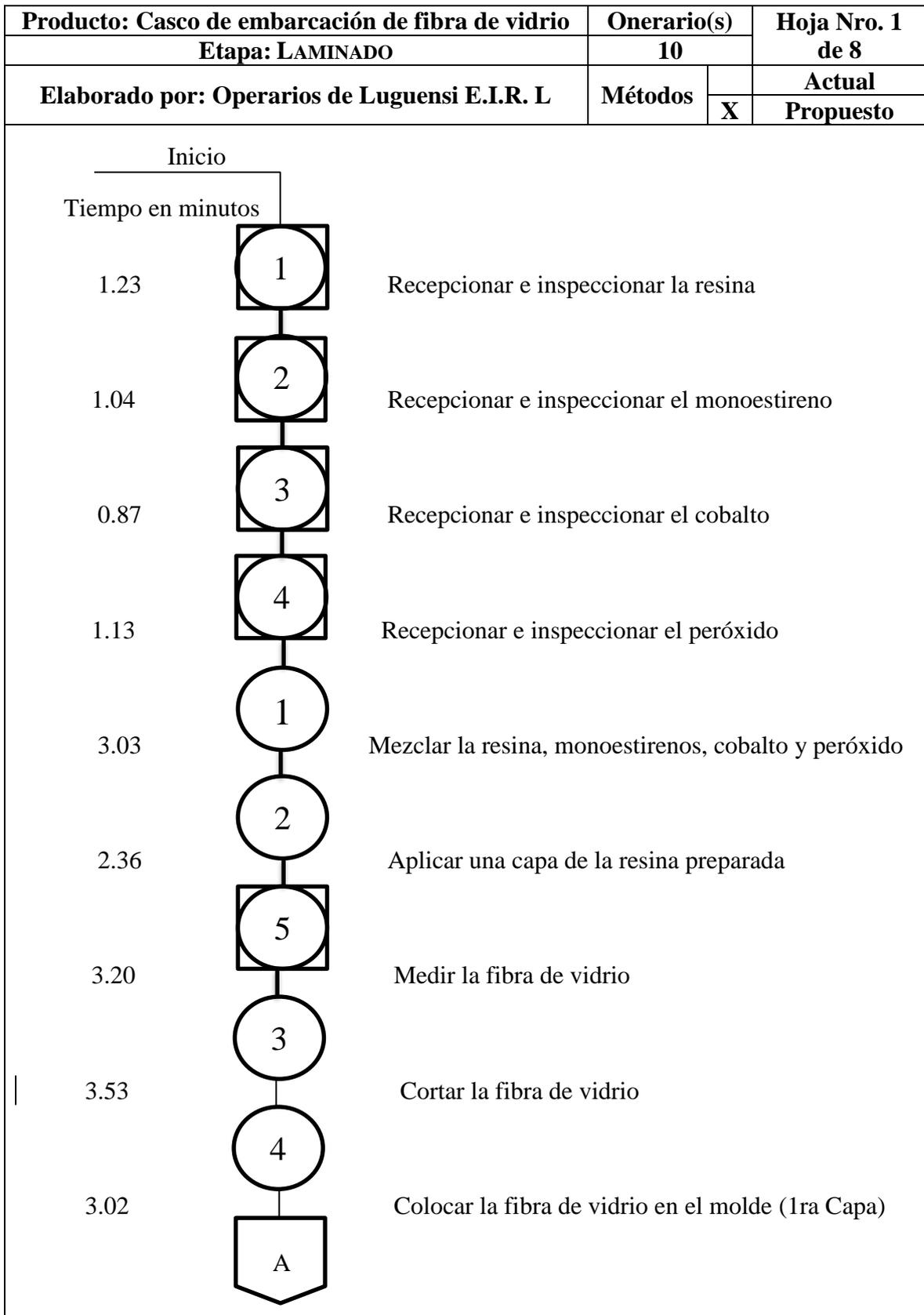


Figura 20: Diagrama de análisis del proceso de la fabricación de casco de fibra de vidrio (continuación)
 Fuente: Astillero Luguensi E.I.R.L -Elaborado por los autores de la investigación

Producto: Casco de embarcación de fibra de vidrio		Onerario(s):	Hoja Nro. 2 de 8	
Etapa: Laminado		10		
Elaborado por: Operarios de Luguensi E.I.R. L		Métodos		Actual
			X	Propuesto
	A			
20,04	1	Dejar secar		
3.13	5	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido		
2.21	6	Aplicar una capa de la resina preparada		
3.57	6	Medir la fibra de vidrio		
3.17	7	Cortar la fibra de vidrio		
3.16	8	Colocar la fibra de vidrio en el molde (2da Capa)		
20.35	2	Dejar secar		
3.02 peróxido	9	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y		
2.20	10	Aplicar una capa de la resina preparada		
	B			

Figura 21: Diagrama de análisis del proceso de la fabricación de casco de fibra de vidrio (continuación)
Fuente: Astillero Luguensi E.I.R.L -Elaborado por los autores de la investigación

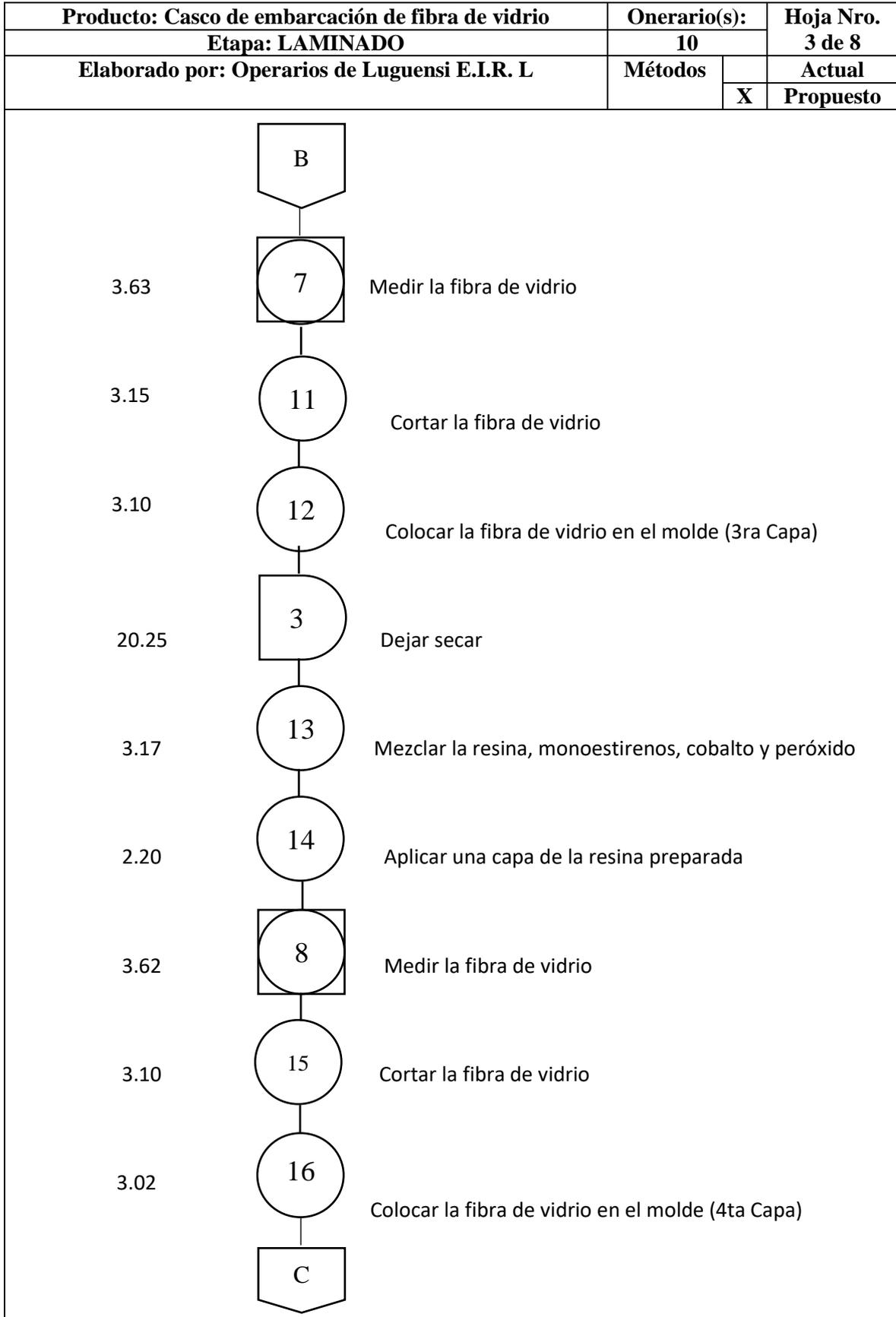


Figura 22: Diagrama de análisis del proceso de la fabricación de casco de fibra de vidrio (continuación)
 Fuente: Astillero Luguensi E.I.R.L -Elaborado por los autores de la investigación

Producto: Casco de embarcación de fibra de vidrio	Onerario(s):	Hoja Nro. 4 de 8
Etapa: LAMINADO	10	
Elaborado por: Operarios de Luguensi E.I.R. L	Métodos	Actual
		X

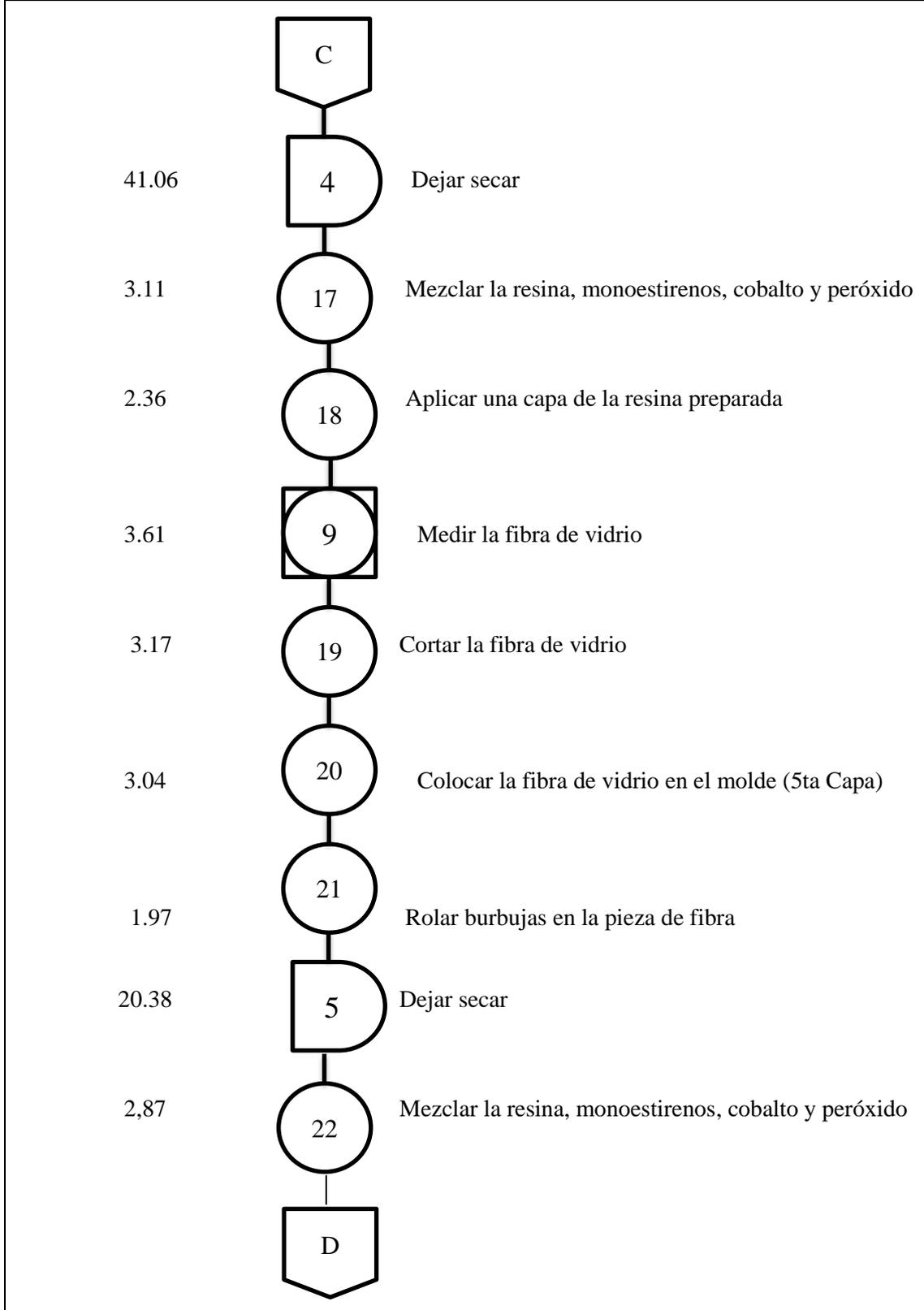


Figura 23: Diagrama de análisis del proceso de la fabricación de casco de fibra de vidrio (continuación)
Fuente: Astillero Luguensi E.I.R.L -Elaborado por los autores de la investigación

Producto: Casco de embarcación de fibra de vidrio		Operario(s):	Hoja Nro. 5 de 8
Etapa: LAMINADO		10	
Elaborado por: Operarios de Luguensi E.I.R. L		Métodos	Actual
			Propuesto
	D		
2.98	23	Aplicar una capa de la resina preparada	
2.24	10	Medir la fibra de vidrio	
3.58	24	Cortar la fibra de vidrio	
3.01	25	Colocar la fibra de vidrio en el molde (6ta Capa)	
20.31	6	Dejar secar	
3.01	26	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido	
3.25	27	Aplicar una capa de la resina preparada	
3.58	11	Medir la fibra de vidrio	
2.97	28	Cortar la fibra de vidrio	
	E		

Figura 24: Diagrama de análisis del proceso de la fabricación de casco de fibra de vidrio (continuación)
Fuente: Astillero Luguensi E.I.R.L -Elaborado por los autores de la investigación

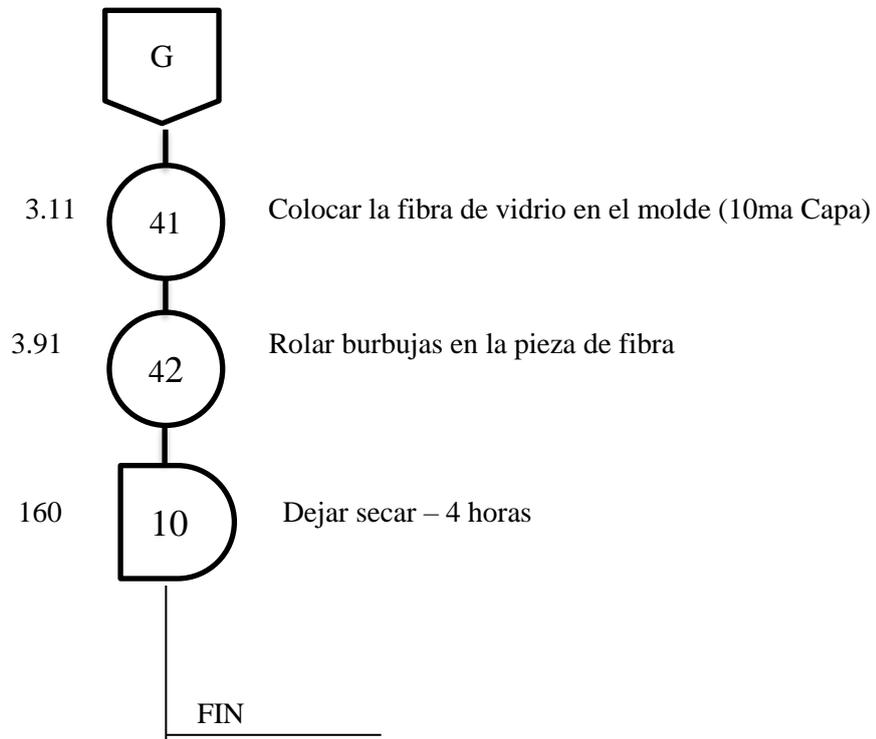
Producto: Casco de embarcación de fibra de vidrio		Onerario(s):	Hoja Nro. 6 de 8
Etapa: LAMINADO		10	
Elaborado por: Operarios de Luguensi E.I.R. L		Métodos	Actual
			Propuesto
		E	
3.07		29	Colocar la fibra de vidrio en el molde (7ma Capa)
20.36		7	Dejar secar
3.12		30	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido
3.31		31	Aplicar una capa de la resina preparada
3.62		12	Medir la fibra de vidrio
3.07		32	Cortar la fibra de vidrio
3.00		33	Colocar la fibra de vidrio en el molde (8va Capa)
20.37		8	Dejar secar
3.18		34	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido
		F	

Figura 25: Diagrama de análisis del proceso de la fabricación de casco de fibra de vidrio (continuación)
Fuente: Astillero Luguensi E.I.R.L -Elaborado por los autores de la investigación

Producto: Casco de embarcación de fibra de vidrio		Operarios	Hoja Nro 7 de 8
Etapa: LAMINADO		10	
Elaborado por: Operarios de Luguensi E.I.R. L		Métodos	Actual
			Propuesto
	F		
3.22	35	Aplicar una capa de la resina	
3.62	13	Medir la fibra de vidrio	
2.98	36	Cortar la fibra de vidrio	
3.02	37	Colocar la fibra de vidrio en el molde (9na Capa)	
20.18	9	Dejar secar	
3.18	38	Mezclar la resina, monoestirenos, cobalto y peróxido	
2.21	39	Aplicar una capa de la resina preparada	
3.59	14	Medir la fibra de vidrio	
3.13	40	Cortar la fibra de vidrio	
	G		

Figura 26: Diagrama de análisis del proceso de la fabricación de casco de fibra de vidrio (continuación)
Fuente: Astillero Luguensi E.I.R.L -Elaborado por los autores de la investigación

Producto: Casco de embarcación de fibra de vidrio	Operario(s):	Hoja Nro 8
Etapa: LAMINADO	10	de 8
Elaborado por: Operarios de Luguensi E.I.R. L	Métodos	Actual
		Propuesto



Resumen			
Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo
Operación	○	42	127,23
Inspección	□	0	
Actividad combinada	◻	14	38,55
Demora	D	10	336
TOTAL		66	522.62

Figura 27: Diagrama de análisis del proceso de la fabricación de casco de fibra de vidrio (continuación)
Fuente: Astillero Luguensi E.I.R.L -Elaborado por los autores de la investigación

Anexo 14: Productividad después de la aplicación de la ingeniería de métodos

Tabla 29: Productividad del proceso de fabricación de casco de embarcación de fibra de vidrio (m^2/Soles)

FABRICACIÓN DE CASCO											
PROYECTO 2						PROYECTO 3					
Días	N° Trabajadores	Tiempo (H)	Producción (metros cuadrados)	Producción (metros cuadrados)	Productividad	Días	N° Trabajadores	Tiempo (H)	Producción (metros cuadrados)	Producción (metros cuadrados)	Productividad
1	10	6.4	5.35	10.9	0.032	1	9	5.31	5.35	10.94	0.043
2	9	6.7	5.35	10.66	0.033	2	8	6.8	5.35	10.96	0.038
3	10	6.9	5.35	10.9	0.030	3	8	5.44	5.35	10.82	0.046
4	9	6.7	5.35	11.87	0.037	4	10	6.33	5.35	11.22	0.033
5	10	7.3	5.35	11.93	0.031	5	10	6.76	5.35	11.98	0.033
6	8	6.87	5.35	11.6	0.039	6	8	6.28	5.35	11.94	0.044
Promedio de productividad - PROYECTO 1						Promedio de productividad - PROYECTO 2					
0.03						0.04					
m^2/Soles						m^2/Soles					

Fuente: Empresa Luguensi E.I.R.L – Elaborado por los autores de la investigación

Tabla 30: Productividad del proceso de fabricación de casco de embarcación de fibra de vidrio ($M2/Hh$)

FABRICACIÓN DE CASCO									
PROYECTO 3					PROYECTO 4				
Días	N° Trabajadores	Tiempo (H)	Producción (metros cuadrados)	Productividad	Días	N° Trabajadores	Tiempo (H)	Producción (metros cuadrados)	Productividad
1	10	6.4	10.9	0.17	1	9	5.31	10.94	0.23
2	9	6.7	10.66	0.18	2	8	6.8	10.96	0.20
3	10	6.9	10.9	0.16	3	8	5.44	10.82	0.25
4	9	6.7	11.87	0.20	4	10	6.33	11.22	0.18
5	10	7.3	11.93	0.16	5	10	6.76	11.98	0.18
6	8	6.87	11.6	0.21	6	8	6.28	11.94	0.24
Promedio de productividad - PROYECTO 3					Promedio de productividad - PROYECTO 4				
0.18					0.21				
m^2/Hh					m^2/Hh				

Fuente: Empresa Luguensi E.I.R.L – Elaborado por los autores de la investigación

Anexo 15: Ficha técnica de los nuevos productos para la etapa de encerado, pulido y laminado.

<h1>DMA Accelerator</h1>	
TECHNICAL DATA SHEET	
Typical Properties	
Appearance	A clear pale yellow liquid
Assay	98.5% min.
Density, 20° C	960 kg/m3
Boiling point	193-194° C
Melting point	> 2.0 ° C
Flashpoint	62° C (Cleveland, OC)
Auto ignition temperature	370° C
Solubility	Insoluble in water. Soluble in various organic solvents.
Aniline	0.07 % max
N-Methylaniline	0.60 % max
Strength	99.00 % min
Water	0.20 % max
Applications	
<p>The curing of unsaturated polyester resins at ambient temperatures can in general not be performed an organic peroxide alone. The radical formation, which is necessary to start the polymerisation reaction, is at ambient temperatures with most generally applied organic peroxides too slow.</p> <p>To speed up the radical formation in a controllable way, organic peroxides must therefore be used in combination with a so-called accelerator.</p> <p>In this way a cure system can be developed for unsaturated polyester resins, which is extremely fast resulting in very short demolding times of the cured product.</p> <p>The cure system dibenzoyl peroxide/amine accelerator can further be characterized as being:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Not sensitive for moisture. - Practically not sensitive to pigments and fillers. - Applicable at low temperatures, even at 0° C a reasonable speed of cure can be achieved. <p>Possible disadvantages may be:</p> <ul style="list-style-type: none"> - A limited pot life of the amine accelerator in the UP resin. - Yellow to brown colour of the cured product. - Poor UV light stability of the cured product. - A relatively high residual styrene content in the mouldings after a postcure at elevated temperatures, especially high amine accelerator dosages. <p>A special application of the amine accelerators is their use as promoter in a ketone peroxide/cobalt accelerator cure system. For this application mainly DMA accelerator or its lower concentrated version used.</p>	

Figura 28: Ficha técnica del acelerador de secado DMA ACCELERATOR

Nuevo Sistema de Pulido 3M Marina

Conseguir un acabado suave y pulido en el Gelcoat de los cascos de fibra es el objetivo para el dueño de un barco, tanto para el que se dedica a la competición que desea mejorar la velocidad al máximo, como para el que utiliza el barco para recreo y desea preservar la apariencia de la embarcación. Desafortunadamente, la mayoría de los pulimentos comerciales están diseñados para el acabado del automóvil, quedando demasiado áspero para el fino acabado de los cascos GRP. Ahora, 3M como compañía innovadora ha desarrollado un nuevo sistema de compuesto de pulido formulado específicamente para conseguir un acabado óptimo en los Gelcoat de marina.

En el corazón del nuevo sistema está el Compuesto Imperial de 3M Marina y el material de acabado. Diseñado por científicos de 3M expertos en materiales, utilizando abrasivos que han sido diseñados para igualar la resistencia de los gelcoats comerciales, el producto se puede aplicar después de lijar, utilizando una boina de lana, para eliminar los arañazos de un grano P600 o más finos, así como la oxidación del Gelcoat de manera rápida y sencilla, sin dejar marcas ni arañazos.



Compuesto Imperial de 3M Marina

El Compuesto Imperial de 3M Marina no contiene cera o silicona y ha sido optimizado para su uso a máquina con boinas entre 1500 o 2500 rpm, utilizando boinas Superbuff o Hookit. Puede aplicarse también a mano con un paño suave.

Para lo que buscan el máximo brillo, el sistema de pulido de 3M Marina, se completa con la aplicación del material de acabado Finesse-It II de 3M Marina utilizando una pulidora de baja velocidad. Una nueva formulación diseñada para ayudar a los constructores de barcos y dueños a conseguir la máxima calidad de acabado en los sistemas de pintado y Gelcoat. Finesse-It II rápidamente elimina arañazos y deja un imaculado acabado brillante. Finsse-It puede aplicarse con boinas Superbuff, que están diseñados para conseguir un control perfecto del pulido sin dejar marcas superficiales.

El Compuesto Imperial de 3M Marina y el Compuesto de acabado Finesse-It II están disponibles en botellas de 1 litro. El nuevo sistema de acabado 3M se une a la gama de mantenimiento de marina y productos de acabado.

Figura 29: Ficha técnica del producto 3M Marina

Anexo 16: Foto del tamaño de las láminas antes y después de la mejora

Antes

1.50 x 1.0 m



Después

1.5 x 2.5 m



Anexo 17: Ahorro económico de la etapa de Pulido y Encerado

Tabla 31: Costo en materiales para la etapa de pulido y encerado antes de la aplicación

Antes			
Etapa de pulido y encerado			
Cantidad	Materiales	Precio unitario	Precio total
15.8	Kg de pulimento	\$ 45.00	\$ 711.00
15.8	Kg de cera	\$ 65.00	\$ 1,027.00
			\$ 1,738.00

Fuente: Elaborado por los investigadores

Tabla 32: Costo en materiales para la etapa de pulido y encerado después de la aplicación

Después			
Etapa de pulido y encerado			
Cantidad	Materiales	Precio unitario	Precio total
17	Kg de 3m marina	\$ 53.00	\$ 901.00
			\$ 901.00

Fuente: Elaborado por los investigadores

AHORRO ECONÓMICO EN MATERIALES \$837.00

Tabla 33: Costo de mano de obra para la etapa de pulido y encerado antes de la aplicación

Antes			
Etapa de pulido y encerado			
Enfibradores	Hora	Costo por hora	Costo total
19	16	\$ 5.35	\$ 1,626.40
	TOTAL		\$ 1,626.40

Fuente: Elaborado por los investigadores

Tabla 34: Costo de mano de obra para la etapa de pulido y encerado pulido de la aplicación

Después			
Etapa de pulido y encerado			
Enfibradores	Hora	Costo por hora	Costo total
10	8	\$ 5.35	428
	TOTAL		\$ 428.00

Fuente: Elaborado por los investigadores

AHORRO ECONÓMICO EN MANO DE OBRA \$1,198.40

Anexo 18: *Eficiencia económica de la etapa de Laminado*

Tabla 35: *Costo de mano de obra para la etapa de Laminado antes de la aplicación*

Antes					
Etapa de laminado					
Cantidad	Horas	Costo por hora		Costo total	
70	56	S/	5.35	S/	20,972.00

Fuente: Elaborado por los investigadores

Tabla 36: *Costo de mano de obra para la etapa de Laminado antes de la aplicación*

Después					
Etapa de laminado					
Cantidad	Horas	Costo por hora		Costo total	
37	32	S/	5.35	S/	6,334.40

Fuente: Elaborado por los investigadores

Tabla 37: *Costo del aditivo acelerador en la etapa de laminado*

Después				
Etapa de laminado				
Cantidad	Descripción	Precio unitario		Precio total
85	litros del aditivo acelerador DMA ACELERATOR	S/	150.00	S/ 12,750.00

Fuente: Elaborado por los investigadores

Para la etapa de laminado se tuvo un costo de mano de obra total de S/ 20,972.00 este resultado se calculó con los números de enfibreadores que fueron los 7 días en el que se tomaron para hacer el casco teniendo un costo de S/ 5.35 por hora siendo un total de 56 horas; Después de la aplicación solo tomo 4 días terminar la etapa de laminado tomando en cuenta a los 37 trabajadores con un total de 32 horas dando un costo total de mano de obra de S/. 6,334.40 además en esta etapa se agregó un aditivo acelerador que por cada metro cuadrado se utiliza 1.83 litros teniendo un costo de S/13,500.00

Anexo 19: Prueba de hipótesis – T STUDENT

Tabla 38: Productividad de horas hombre en la fabricación de casco de embarcaciones de fibra de vidrio

Productividad horas hombre					
Pre – Test			Post - Test		
Proyecto 1		Proyecto 2	Proyecto 3		Proyecto 4
Días	Productividad	Productividad	Días	Productividad	Productividad
1	0.102	0.139	1	0.17	0.23
2	0.112	0.125	2	0.18	0.20
3	0.098	0.095	3	0.16	0.25
4	0.105	0.129	4	0.20	0.18
5	0.139	0.126	5	0.16	0.18
6	0.099	0.083	6	0.21	0.24
7	0.115	0.110			
8	0.116	0.125			
9	0.115	0.117			
10	0.131	0.107			

Fuente: Parte de producción de la Empresa Luguensi E.I.R.L

Anexo 20: Fórmulas

Tabla 39: Fórmulas aplicadas en la investigación

INGENIERÍA DE MÉTODOS	Fórmula 1	$T.P = \frac{\sum \text{Tiempos}}{N^{\circ} \text{ Observaciones}}$ <p>Donde: T.P = Tiempo promedio</p>
	Fórmula 2	$T.N = T. Real \times \text{Factor Valoración}$ <p>Donde: T.N = Tiempo normal</p>
	Fórmula 3	$T.S = T.N \times (1 + \% \text{Suplemento})$ <p>Donde: T.S = Tiempo estándar T.N = Tiempo normal</p>
PRODUCTIVIDAD	Fórmula 5	$P.H - H = \frac{\text{Cantidad de produccion}(m2)}{\text{trabajadores} * \text{hora}}$
	Fórmula 6	$P.M - O = \frac{\text{Cantidad de produccion}(m2)}{\text{trabajadores} * \text{hora} * \text{costo por hota}}$
		<p>ΔProductividad</p> $= \frac{\text{Productividad mejorada} - \text{Productividad actual}}{\text{Productividad actual}} \times 100$

Fuente: Elaborada por los autores de la investigación

Anexo 21: *Biblioteca UCV*

Tabla 40: *Registro de libros de la biblioteca UCV*

BIBLIOTECA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
Autor	Título	Código Dewey	Código Registro
JOSÉ AGUSTIN CURELLES	INGENIERIA INDUSTRIAL: MÉTODOS, ESTÁNDARES Y DISEÑO DEL TRABAJO	621.7 / C 92	5933
BENJAMIN W. NIEBEL ANDRIS FREIVALDS	INGENIERIA INDUSTRIAL: MÉTODOS, ESTÁNDARES Y DISEÑO DEL TRABAJO	621.7 / N55 / E2	5953

Fuente: Elaboración por los autores de la investigación

Anexo 22: Evaluación de alternativas de solución



EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

NOMBRE: Cieber Vega Luján DNI: 32974419
 CARGO: Dpto de Operaciones AREA: Jefe de Operaciones

N°	ALTERNATIVAS	PONDERACIÓN	OBESERVACIONES
1	Paralelizar la etapa de pulido y encerado	5	
2	Aplicar el Gel Coat con dos sopletes para minimizar el tiempo	1	Costo elevado por sopletes
3	Comprar una ventiladora industrial para acelerar el secado	1	Costo elevado por ventiladores
4	Cortar las laminas en tamaños mas grandes para acelerar el proceso	5	
5	Comprar un soplete para fibra de vidrio	1	Costo elevado por soplete para fibra
6	Comprar un aditivo (acelerador de secado) y mezclarlo con la resina.	5	

Se toma como aceptacion el numero 5 y el 1 como rechazo

CHIMBOTE, 2019

LUGUENSI E.I.R.L.

 Ing. Cieber Vega Lujan
 OPERACIONES
 FIRMA

www.luguensi.com
 Talleres: Av. Los Pescadores Mz. K Lote 4 - Zona Industrial Gran Trapecio - Chimbote
 Teléfono: 043-350758 - Entel: 998391491 - 994077088
 e-mail: astillero@luguensi.com - operaciones@luguensi.com

Anexo 23: Validación de expertos

AAA



CONSTANCIA DE EVALUACION DEL INSTRUMENTO USADO PARA EL ANALISIS DE LOS DATOS DEL 2019

YO:

TITULAR DEL DNI N°: 44377154 DE PROFESION Ingeniero Industrial
 EJERCIENDO ACTUALMENTE COMO Jefe de Laboratorios

POR MEDIO DE LA PRESENTE HAGO CONSTAR QUE HE REVISADO CON FINES DE VALIDACION DE ILOS INSTRUMENTOS, A LOS EFECTOS DE SU APLICACION EN LA EMPRESA LUGUENSI E.I.R.L LUEGO DE HACER OBSERVACIONES PERTINENTES PUEDO FORMULAR LAS SIGUENTES APRECIACIONES

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
CONGRUENCIA DE ITEM			X	
MIDE LO QUE PRETENDE				X
CALIDAD DE ITEM			X	
CALRIDAD Y PRECISION				X
PERTINENCIA			X	
SUFICIENCIA				X


 Guillermo Segundo Millán Olivas
 ING. INDUSTRIAL
 R. CIP. N° 215311

CHIMBOTE, 2019.

CONSTANCIA DE EVALUACION DEL INSTRUMENTO USADO PARA EL ANALISIS DE LOS DATOS DEL 2019

YO:

TITULAR DEL DNI N°: 44186120 DE PROFESION: Ingeniero Industrial
 EJERCENDO ACTUALMENTE COMO Docente

POR MEDIO DE LA PRESENTE HAGO CONSTAR QUE HE REVISADO CON FINES DE VALIDACION DE LOS INSTRUMENTOS, A LOS EFECTOS DE SU APLICACION EN LA EMPRESA LUGUENSI E.I.R.L. LUEGO DE HACER OBSERVACIONES PERTINENTES PUEDO FORMULAR LAS SIGUIENTES APRECIACIONES

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
CONGRUENCIA DE ITEM			/	
MIDE LO QUE PRETENDE			/	
CALIDAD DE ITEM			/	
CALIDAD Y PRECISION			/	
PERTINENCIA			/	
SUFICIENCIA			/	


 CHIMBOTE, 2019
 Wilson Sempol Lopez

CONSTANCIA DE EVALUACION DEL INSTRUMENTO USADO PARA EL ANALISIS DE LOS DATOS DEL 2019

YO:

TITULAR DEL DNI N°: 10169364 DE PROFESION Ingeniero Agrónomo
 EJERCIENDO ACTUALMENTE COMO Docente

POR MEDIO DE LA PRESENTE HAGO CONSTAR QUE HE REVISADO CON FINES DE VALIDACION DE ILOS INSTRUMENTOS, A LOS EFECTOS DE SU APLICACION EN LA EMPRESA LUGUENSI E.I.R.L

LUEGO DE HACER OBSERVACIONES PERTINENTES PUEDO FORMULAR LAS SIGUIENTES APRECIACIONES

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
CONGRUENCIA DE ITEM				1
MIDE LO QUE PRETENDE				1
CALIDAD DE ITEM			X	
CALRIDAD Y PRECISION				1
PERTINENCIA				2
SUFICIENCIA				X

CHIMBOTE, 2019.

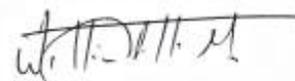


Tabla 41: *Calificación del Ing. Wilson Simpalo Lopez*

Criterios de validez	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	
Amplitud del contenido	1	2	3	4	
Redacción de ítems	1	2	3	4	
Claridad y precisión	1	2	3	4	
Pertinencia	1	2	3	4	
total					15

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42: *Calificación del Ing. Guillermo Segundo Miñan Olivos*

Criterios de validez	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	
Amplitud del contenido	1	2	3	4	
Redacción de ítems	1	2	3	4	
Claridad y precisión	1	2	3	4	
Pertinencia	1	2	3	4	
total					17

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43: *Calificación del Ing. Williams Esteward Castillo Martinez*

Criterios de validez	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	
Amplitud del contenido	1	2	3	4	
Redacción de ítems	1	2	3	4	
Claridad y precisión	1	2	3	4	
Pertinencia	1	2	3	4	
total					19

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44: *Calificación total de expertos*

Experto	Calificación de validez	Calificación (%)
Ing. Wilson Simpalo López	15	29%
Ing. Guillermo Segundo Miñan Olivos	17	33%
Ing. Williams Castillo Martinez	19	37%
Calificación	51	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45: *Escala de validez de instrumento*

Experto	Calificación de validez
0.00 - 0.53	Validez nula
0.54 – 0.59	Validez baja
0.60 – 0.65	Valida
0.66 – 0.71	Muy valida
0.72 – 0.99	Excelente validez
1	Validez perfecta

Fuente: Oseda y Ramirez, 2011. 154 p.