



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Proyecto de Investigación previo
a la obtención del título de
Ingeniera Industrial.**

Título del Proyecto de Investigación:

**“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE BAÑOS
PORTÁTILES Y LAVAMANOS ELABORADOS A BASE DE FIBRA
DE VIDRIO UTILIZANDO HERRAMIENTAS LEAN
MANUFACTURING EN LA EMPRESA SANI GROUP S.C.”**

Autora:

Angie Mabel Rivas Guerrero

Director de Proyecto de Investigación:

Ing. Danny Alexander Rivas Sierra, Msc.

Quevedo – Los Ríos - Ecuador

2021



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Angie Mabel Rivas Guerrero**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Angie Mabel Rivas Guerrero

C.C. # 2300167364



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Ing. Danny Alexander Rivas Sierra, Msc.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Angie Mabel Rivas Guerrero**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE BAÑOS PORTÁTILES Y LAVAMANOS ELABORADOS A BASE DE FIBRA DE VIDRIO UTILIZANDO HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING EN LA EMPRESA SANI GROUP S.C.**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

.....
Ing. Danny Alexander Rivas Sierra, MSc.
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito, **Ing. Danny Alexander Rivas Sierra, MSc.**, en calidad de Director del Proyecto de Investigación titulado “**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE BAÑOS PORTÁTILES Y LAVAMANOS ELABORADOS A BASE DE FIBRA DE VIDRIO UTILIZANDO HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING EN LA EMPRESA SANI GROUP S.C.**”, me permito manifestar a usted y por intermedio al Honorable Consejo Directivo lo siguiente:

Que, la Srta. **ANGIE MABEL RIVAS GUERRERO**, egresado de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, ha cumplido con las correcciones pertinentes, e ingresado su Proyecto de Investigación al sistema URKUND, tengo a bien certificar la siguiente información sobre el informe del sistema anti plagio con un porcentaje del 6 %.



Document Information

Analyzed document	URKUND TESIS.docx (D99667085)
Submitted	3/25/2021 8:22:00 PM
Submitted by	
Submitter email	angie.rivas2016@uteq.edu.ec
Similarity	6%
Analysis address	drivas.uteq@analysis.urkund.com

Ing. Danny Alexander Rivas Sierra, MSc.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



Título

“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE BAÑOS
PORTÁTILES Y LAVAMANOS ELABORADOS A BASE DE FIBRA DE
VIDRIO UTILIZANDO HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING EN LA
EMPRESA SANI GROUP S.C.”

Presentado al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de
Ingeniero en Industrial.

Aprobado por:

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

Ing. Mercedes Moreira Menéndez

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Gabriel Arellano Ortiz

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Iván Villafuerte López

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, le doy gracias a Dios Todopoderoso, por la vida, la salud, por haber forjado mi camino y dirigirme por el sendero correcto, ayudándome a aprender de mis errores y levantarme con más fuerza para seguir adelante.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por abrirme las puertas para poder estudiar mi carrera, así como también mi sentimiento de gratitud a todos los maestros que fueron parte de mi formación profesional.

Gracias a mi familia, a mis padres Rebeca Guerrero y Henry Rivas por su apoyo incondicional en el transcurso de mis estudios y por darme la oportunidad de estudiar esta carrera y a su vez, haber puesto toda su confianza en mí.

Agradezco al Ing. Danny Alexander Rivas Sierra. MSc., quien como Director de Proyecto de Investigación me ha brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así como también haber tenido la paciencia para guiarme en el desarrollo y elaboración de mi tesis.

Mi agradecimiento también va dirigido a SANI GROUP S. C., representada por su gerente Ing. Sofía Proaño, por haber aceptado que realice mi proyecto de investigación en tan prestigiosa empresa; en especial agradecer al Ing. Marcos Gallegos por otorgarme toda la información necesaria para el desarrollo del Proyecto de investigación realizado.

Y para finalizar agradezco a todos mis compañeros, con quienes a lo largo de esta etapa de mi vida compartimos tantas alegrías y por haberme extendido su mano en momentos difíciles, por su compañerismo y por demostrarme el verdadero valor y el significado de la palabra Amistad.

DEDICATORIA

Dedico esta Tesis a mis queridos padres, Rebeca y Henry; quienes me apoyaron en cada uno de mis pasos; por enseñarme buenos valores y por la motivación constante que permitieron que hoy en día sea la persona que soy y por su amor incondicional.

A mi abuelo paterno Don Klever (+), que siempre me dio buenos consejos y aunque ya no esté con nosotros, sé que desde el cielo derrama bendiciones a mi hermosa familia.

A mis abuelos maternos, papi Ramón y mami Esmeraldas, este logro también es para ustedes por su apoyo incondicional y cariño que siempre me dan.

A mis hermanos menores, Danna y Dylan, que, aunque veces me hagan enojar, se lo mucho que me aman y porque ven en mí, un ejemplo a seguir.

A todos mis amigos quienes de una u otra forma a lo largo de este camino me han brindado su cariño y muestras de apoyo para conseguir esta anhelada meta de ser una profesional.

RESUMEN Y PALABRAS CLAVES

La presente investigación desarrolla la optimización de la producción de la elaboración de baños y lavamanos portátiles polímeros reforzados de fibra de vidrio por medio de la metodología lean manufacturing, generando la eliminación de desperdicio y aumento de la productividad del área estudiada, teniendo como base que el principio Lean conlleva al desarrollo eficiente y eficaz de un proceso. Dentro del estudio general de la situación actual del proceso, se determinaron los tiempos que concurren cada una de las piezas o moldes de los baños y lavamanos compuestos de fibra de vidrio, reflejando el valor total en que se demora la elaboración de una pieza y a raíz de aquello realizar el análisis de los despilfarros de producción, lo cual sirvió de ayuda para poder detectar y eliminar sobreproducción, procesos innecesarios, transporte innecesario, etc., determinando una propuesta de optimización de las mudas analizadas, es decir la redistribución del área y el análisis monetario que incurre el estudio. Se estableció la descripción detallada de las actividades o tareas en conjunto con los compuestos químicos que intervienen en el proceso de polímeros reforzados a base de fibra de vidrio, sirviendo de apoyo para poder desarrollar el recorrido y operación que el operario implementa dentro de este proceso y a su vez poder ofrecer una mejora continua del mismo.

Palabras claves: Lean Manufacturing, Estudio de tiempos, Mudras de producción, mejora continua.

ABSTRACT AND KEYWORDS

This research develops the optimization of the production of fiberglass reinforced polymer portable toilets and sinks by means of the lean manufacturing methodology, generating the elimination of waste and increasing the productivity of the studied area, taking as a basis that the Lean principle leads to the efficient and effective development of a process. Within the general study of the current situation of the process, the times that each of the pieces or molds of the baths and fiberglass composite sinks were determined, reflecting the total value in which the elaboration of a piece is delayed and as a result of that to make the analysis of the production wastes, which helped to detect and eliminate overproduction, unnecessary processes, unnecessary transport, etc., determining a proposal of optimization of the analyzed changes, that is to say the redistribution of the area and the monetary analysis that the study incurs. A detailed description of the activities or tasks was established in conjunction with the chemical compounds involved in the process of fiberglass reinforced polymers, serving as support to develop the route and operation that the operator implements within this process and in turn to offer a continuous improvement of the same.

Key words: Lean Manufacturing, Time Study, Production Mudras, continuous improvement.

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.....	iv
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
RESUMEN Y PALABRAS CLAVES	viii
ABSTRACT AND KEYWORDS	ix
CÓDIGO DUBLIN	xxi
INTRODUCCIÓN	23
CAPÍTULO I.....	24
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
1.1. Problema de investigación.	25
1.1.1. Planteamiento de la problemática.	25
1.1.1.1. Pronóstico.....	25
1.1.1.2. Diagnóstico.....	26
1.1.2. Formulación del problema.	28
1.1.3. Sistematización del problema.....	28
1.2. Objetivos.	29
1.2.1. Objetivo General.....	29
1.2.2. Objetivos Específicos.	29
1.3. Justificación.....	30
CAPÍTULO II.....	31
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	31
2.1. Marco conceptual.....	32
2.1.1. Productividad.....	32
2.1.2. Importancia de la productividad.....	34
2.1.3. Procesos.	35
2.1.4. Desempeño y calidad de los procesos en la organización.	35
2.1.5. Problemas de optimización.	36
2.1.6. Diagrama de flujo de procesos- ASME.	37

2.1.7.	Diagrama de recorrido.....	39
2.1.8.	Cursograma Analítico.....	40
2.1.9.	Layout.....	41
2.1.10.	Fibra de vidrio.....	42
2.1.11.	Criterios para la elección de la fibra de vidrio.....	42
2.1.12.	<i>Gelcoat</i>	44
2.1.13.	Polímeros.....	44
2.1.14.	Materiales compuestos poliméricos.....	46
2.1.15.	Resinas de Poliéster.....	47
2.2.	Marco referencial.....	48
2.2.1.	Lean Manufacturing.....	48
2.2.2.	Aplicaciones de los conceptos Lean.....	49
2.2.3.	Desperdicios o mudas.....	49
2.2.3.1.	Sobreproducción.....	50
2.2.3.2.	Características de la sobreproducción.....	50
2.2.3.3.	Causas de la sobreproducción.....	51
2.2.4.	Sobreinventario.....	51
2.2.4.1.	Características de los sobreinventarios.....	52
2.2.4.2.	Causas de los sobreinventarios.....	52
2.2.5.	Productos defectuosos.....	52
2.2.5.1.	Características que generan los defectos.....	53
2.2.5.2.	Causas de los defectos y repetición de tareas.....	53
2.2.6.	Transporte de materiales y herramientas.....	54
2.2.6.1.	Características del transporte.....	54
2.2.6.2.	Causas del transporte.....	54
2.2.7.	Procesos innecesarios.....	55
2.2.7.1.	Características de los procesos innecesarios.....	55
2.2.7.2.	Causas de los procesos innecesarios.....	55
2.2.8.	Espera.....	56
2.2.8.1.	Características de la espera.....	56
2.2.8.2.	Causas de la espera.....	56
2.2.9.	Movimientos innecesarios de las personas.....	57
2.2.9.1.	Características de los movimientos innecesarios de las personas.....	57
2.2.9.2.	Causas de los movimientos innecesarios de las personas.....	57

2.2.10.	Principios del sistema Lean.....	60
2.2.11.	Diagrama de Ishikawa o diagrama de causa efecto.	61
2.2.12.	Estudio del trabajo.	62
2.2.13.	Estudio de tiempos.....	63
2.2.13.1.	Material fundamental.	64
2.2.14.	Tamaño de la muestra.	67
2.2.15.	Escala de valoración del ritmo del trabajo.	67
2.2.15.1.	Tiempo normal.	69
2.2.15.2.	Calcular el tiempo estándar.	69
2.2.16.	Aplicar los suplementos o tolerancias.....	70
2.2.16.1.	Suplementos por necesidades personales.	70
2.2.16.2.	Suplementos por fatiga.	71
2.2.16.3.	Suplementos por retrasos involuntarios.....	71
2.2.17.	Gráficos de control para atributos.....	75
CAPÍTULO III		77
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		77
3.1	Localización.	78
3.2	Tipo de Investigación.....	78
3.2.1	De campo.....	78
3.2.2	Bibliográfica.	79
3.2.3	Descriptiva.....	79
3.3	Métodos de investigación.....	79
3.4.	Fuentes de recopilación de información.....	79
3.3.4	Fuentes primarias.....	80
3.3.5	Fuentes secundarias.	80
3.4	Diseño de la investigación.....	80
3.5	Instrumentos de investigación.	80
CAPÍTULO IV		82
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		82
4.1	Análisis del proceso actual en la producción de baños y lavamanos portátiles elaborados a base de fibra de vidrio.....	83
4.1.1	Layout general del taller.....	83
4.1.2	Layout del área de fibra.....	85
4.1.3	Descripción de los materiales.	86

4.1.4	Descripción general del proceso de lavamanos y baños portátiles elaborados a base de fibra de vidrio.....	87
4.1.4.	Piezas independientes de los lavamanos compuestos de fibra de vidrio.....	88
4.1.4.2	Piezas independientes de los baños compuestos de fibra de vidrio.	90
4.1.5	Variables para el estudio de tiempos.....	94
4.1.6	Cálculo del número de observaciones adicionales.....	95
4.1.7	Tiempo observado.....	96
4.1.8	Tiempo normal.....	96
4.1.9	Suplementos.....	97
4.1.10	Resumen del estudio de tiempos.	101
4.1.11	Cursograma analítico de la llave y tapa de un lavamanos portátil compuestos de fibra de vidrio.	103
4.1.12.	Tiempo total de producción de un lavamanos.	105
4.1.13.	Tiempo total de producción de un baño portátil.	105
4.2	Evaluar las mudas de producción de baños y lavamanos portátiles elaborados a base de fibra de vidrio.....	106
4.2.1	Sobreproducción.....	106
4.2.2	Inventario.	108
4.2.2.1	Índice de rotación de inventario “baños portátiles”.	109
4.2.2.2	Índice de rotación de inventario “lavamanos portátiles”.....	109
4.2.2.3	Inventario de materia prima y productos en proceso.	109
4.2.3	Productos defectuosos.....	112
4.2.4	Transporte innecesario.....	113
4.2.4.1	Transporte de materiales, herramientas y movimiento del trabajador.	117
4.2.5	Procesos Innecesarios.	118
4.2.6	Espera.....	122
4.2.7	Movimientos innecesarios.....	122
4.3	Diseñar un proceso de producción optimizado para la elaboración de baños y lavamanos portátiles considerando la reducción de mudas.....	123
4.3.1	Layout propuesto.	123
4.3.2	Cursograma actual propuesto de un lavamanos portátil.....	125
4.3.3	Diagrama de recorridos propuesto.	129
4.3.4	Ahorro monetario.....	130

4.3.4.1	Análisis económico para el proceso de lavamanos compuestos de fibra de vidrio.....	130
4.3.4.2	Análisis económico para el proceso de baños compuestos de fibra de vidrio	131
4.4.	Discusión.....	133
CAPÍTULO V.....		134
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		134
5.1	Conclusiones.....	135
5.2	Recomendaciones.....	136
CAPÍTULO VI		137
BIBLIOGRAFÍA		137
BIBLIOGRAFÍA		138
CAPÍTULO VII.....		140
ANEXOS.....		140

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de Ishikawa (causa y efecto)	27
Figura 2: Relación en cadena.	33
Figura 3: La productividad y sus componentes	34
Figura 4: Simbología ASME.....	38
Figura 5: Diagrama de recorrido	39
Figura 6: Ejemplo de Cursograma analítico.....	40
Figura 7: Distribución de planta	41
Figura 8: Tipos de compuestos. [10]	47
Figura 9: Compuestos de Fibra corta	48
Figura 10: Despilfarros.	58
Figura 11: Adaptación actualizada de la Casa Toyota	59
Figura 12: Sistema Lean Manufacturing.....	61
Figura 13: Ejemplo de esquema Diagrama Causa-efecto	62
Figura 14: Relación del Estudio del trabajo.	63
Figura 15: Ejemplo Formulario general del Estudio de Tiempos.....	65
Figura 16: Formulario simple de estudio de tiempos para ciclo breve.	66
Figura 17: Numero de ciclos recomendados para el estudio de tiempos.	67
Figura 18: Ejemplos de ritmos de trabajo expresados según las principales escalas de valoración.	68
Figura 19: Suplementos por fatiga.....	71
Figura 20: Suplementos por calor y humedad.	74
Figura 21: Control del proceso.....	76
Figura 22: Localización	78
Figura 23: Layout general del taller.....	84
Figura 24: Layout del área de Fibra.....	85
Figura 25: Baño portátil.	87
Figura 26: Elementos de un baño portátil	87
Figura 27: Base Frontal de lavamanos.....	88
Figura 28: Base trasera de lavamanos.....	88
Figura 29: Llave de agua para lavamanos portátil.....	89
Figura 30: Parte trasera de la llave de lavamanos con su respectivo tubo de agua.....	89
Figura 31: Producto final "Lavamanos"	90
Figura 32: Tina de depósito de aguas grises de un baño portátil.....	90
Figura 33: Inodoro.....	91

Figura 34: Piso de los baños portátiles reforzado con madera en las esquinas	91
Figura 35: Urinario	92
Figura 36: Papelera	92
Figura 37: Sujeción de pieza frontal y trasera de lavamanos	94
Figura 38: Inventario de productos en procesos	110
Figura 39: Control de unidades defectuosas para el mes de febrero.....	113
Figura 40: Diagrama de recorridos del proceso.....	116
Figura 41: Layout Propuesta	124
Figura 42: Diagrama de recorrido propuesto	130

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Suplementos por retrasos involuntarios "Brazos"	72
Tabla 2: Suplementos por retrasos involuntarios "Espalda"	72
Tabla 3: Suplemento por mantener una carga en equilibrio.....	72
Tabla 4: Suplementos por cm. de pendiente por metro.....	72
Tabla 5: Subir escalera corriente.	73
Tabla 6: Suplemento por subir y bajar escaleras	73
Tabla 7: Manejo de vehículos.....	73
Tabla 8: Levantar cargas	74
Tabla 9: Trabajo intelectual.....	74
Tabla 10: Recursos Materiales	81
Tabla 11: Materiales para el proceso de fibra de vidrio.....	86
Tabla 12: Descripción de actividades de polímeros reforzados con fibra de vidrio	94
Tabla 13 : Tiempo Observado	96
Tabla 14: Escala de valoraciones.....	96
Tabla 15: Suplementos.....	98
Tabla 16: Resumen de estudio de tiempos del proceso de polímeros a base de fibra de vidrio "llave y tapa de lavamanos"	101
Tabla 17: Cursograma analítico de una llave y tapa de agua para lavamanos portátil a base de fibra de vidrio.....	103
Tabla 18: Clasificación de desperdicios.....	106
Tabla 19: Demanda del mes de febrero	108
Tabla 20: Especificación sobre inventario	108
Tabla 21: Control de inventario de materia prima.....	110
Tabla 22: Listado de material de inventario	111
Tabla 23: Datos estadísticos para control del proceso	112
Tabla 24: Características de "Productos defectuosos"	113
Tabla 25: Complemento para el diagrama de recorridos	114
Tabla 26: Consideraciones de transporte innecesario	117
Tabla 27: Tiempo de transporte.....	117
Tabla 28: Consideración de actividades a eliminar, reducir, simplificar o combinar en el proceso de fibra de vidrio.....	118

Tabla 29: Características de un proceso innecesario	120
Tabla 30: Descripción de las causas de movimientos innecesarios.....	122
Tabla 31: Cursograma analítico propuesto de un lavamanos.....	125
Tabla 32: Cursograma analítico propuesto de un baño portátil.....	127
Tabla 33: Tiempos de producción de lavamanos	130
Tabla 34: Ahorro económico por lavamanos	131
Tabla 35: Tiempo de producción de baño portátil.....	132
Tabla 36: Ahorro económico por lavamanos	132

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Tamaño de la muestra.....	67
Ecuación 2: Cálculo tiempo normal.....	69
Ecuación 3: Cálculo tiempo estándar.....	70

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Estudio de tiempos	141
--	-----

CÓDIGO DUBLIN

Título:	“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE BAÑOS PORTÁTILES Y LAVAMANOS ELABORADOS A BASE DE FIBRA DE VIDRIO UTILIZANDO HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING EN LA EMPRESA SANI GROUP S.C.”			
Autor:	<u>Angie Mabel Rivas Guerrero</u>			
Palabras clave:	Lean Manufacturing	Estudio de tiempos	Mudas de producción	Mejora continua
Fecha de publicación:	2021			
Editorial:	Quevedo: UTEQ, 2021.			
Resumen:	<p>Resumen. -</p> <p>La presente investigación desarrolla la optimización de la producción de la elaboración de baños y lavamanos portátiles polímeros reforzados de fibra de vidrio por medio de la metodología lean manufacturing, generando la eliminación de desperdicio y aumento de la productividad del área estudiada, teniendo como base que el principio Lean conlleva al desarrollo eficiente y eficaz de un proceso. Dentro del estudio general de la situación actual del proceso, se determinaron los tiempos que concurren cada una de las piezas o moldes de los baños y lavamanos compuestos de fibra de vidrio, reflejando el valor total en que se demora la elaboración de una pieza y a raíz de aquello realizar el análisis de los despilfarros de producción, lo cual sirvió de ayuda para poder detectar y eliminar sobreproducción, procesos innecesarios, transporte innecesario, etc., determinando una propuesta de optimización de las mudas analizadas, es decir la redistribución del área y el análisis monetario que incurre el estudio. Se estableció la descripción detalladas de las actividades o tareas en conjunto con los compuestos químicos que intervienen en el proceso de polímeros reforzados a base de fibra de vidrio, sirviendo de apoyo para poder desarrollar el recorrido y operación que el operario implementa dentro de este proceso y a su vez poder ofrecer una mejora continua del mismo.</p>			

	<p>Abstract.-</p> <p>This research develops the optimization of the production of fiberglass reinforced polymer portable toilets and sinks by means of the lean manufacturing methodology, generating the elimination of waste and increasing the productivity of the studied area, taking as a basis that the Lean principle leads to the efficient and effective development of a process. Within the general study of the current situation of the process, the times that each of the pieces or molds of the baths and fiberglass composite sinks were determined, reflecting the total value in which the elaboration of a piece is delayed and as a result of that to make the analysis of the production wastes, which helped to detect and eliminate overproduction, unnecessary processes, unnecessary transport, etc., determining a proposal of optimization of the analyzed changes, that is to say the redistribution of the area and the monetary analysis that the study incurs. A detailed description of the activities or tasks was established in conjunction with the chemical compounds involved in the process of fiberglass reinforced polymers, serving as support to develop the route and operation that the operator implements within this process and in turn to offer a continuous improvement of the same.</p>
Descripción:	hojas : dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM
URI:	

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de investigación se desarrolló en la empresa SANI GROUP S.C, ubicada en la ciudad de Santo Domingo-Ecuador, en el km ½ vía a Quito, la cual es una organización pionera en soluciones sanitarias, con 10 años de experiencia en la industria, incluyendo en sus servicios la prevención y control de virus y bacterias para empresas; cuenta con actividades económicas de alquiler y venta al por mayor y al por menor de baños portátiles, lavamanos, cabinas de desinfección viral y servicio de eliminación de aguas residuales, limpieza de retretes y pozos séptico.

La empresa cuenta con unidades de movilidad propias para la adquisición de los diferentes servicios que oferta con un sistema de logística y equipo altamente capacitado que le ofrece la seguridad de la entrega de su unidad en el día y hora pactada. Buscando permanente de la realización de sus operaciones de manera oportuna y eficaz, para ello cuenta con personal competente que genera un crecimiento y mejora la satisfacción del cliente en el producto o servicio final.

El presente proyecto de investigación, integró el propósito de optimizar la producción de lavamanos y baños portátiles compuestos de fibra de vidrio, siendo productos estrella en la empresa por época de pandemia, siendo de suma importancia la implementación del sistema Lean Manufacturing, ya que, al hablar de optimización se pretende la eliminación de tiempos improductivos, procesos innecesarios, y a su vez aumento de la productividad, y eficiencia y eficacia del personal.

El objetivo de estudio de la presente investigación radicó en la identificación sistemática del proceso, es decir, los tiempos en que un operario se demora en realizar una actividad, los implementos que intervengan en el proceso, a su vez la detección del exceso de materia prima y distancias recorridas, por ende, se pretendió evaluar la situación actual del proceso de compuestos de fibra de vidrio, para la elaboración de baños y lavamanos portátiles, los cuales se los realiza por piezas separas, para posteriormente proceder a la unión de las mismas. El análisis del proceso conlleva a una detección necesaria de una nueva distribución del área, control de inventario y control del proceso.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación.

1.1.1. Planteamiento de la problemática.

La empresa SANI GROUP S.C. cuenta como producción estrella la elaboración de baños y lavamanos portátiles a base de fibra de vidrio; desde el enfoque del material, los métodos, la mano de obra y la maquinaria, se evidencian la pérdida de material en un 5% de cada uno de los elementos que intervienen en un composite de fibra de vidrio en matriz polimérica, llevando consigo pérdida de tiempo de la mano de obra y a su vez la utilización de las herramientas.

Dentro de la empresa existen más áreas de producción, como mecánica, soldadura y la planta de tratamiento de aguas residuales, por ende, la falta de herramientas es un problema importante para el proceso de fibra de vidrio debido a que al término de la producción de los baños, se necesita taladro o remachadoras, que usualmente también lo utilizan las otras áreas, y esto genera pérdida de tiempos de producción; se suele esperar un tiempo promedio de 10 minutos para poder continuar con el trabajo de remachar o perforar las paredes de los baños y adherir la tina de depósito de desperdicio.

1.1.1.1. Pronóstico.

La presente investigación espera poder disminuir considerablemente los tiempos improductivos que se generan en la elaboración de baños y lavamanos portátiles a base de fibra de vidrio, los cuales, al no ser corregidos podrán generar que el producto terminado no se entregue a tiempo, la producción no cumpla con la meta establecida y a su vez disminuya de 100% a un 75%.

La empresa tendrá un aumento de gastos de material por el desperdicio generado, que, al momento de cortar las láminas de fibra y adherir los diferentes componentes químicos al molde, al ser un proceso totalmente manual, se producirá pérdida de material en un 5% considerablemente, sin embargo el compromiso de la mano de obra conlleva a que este desperdicio no pase a un porcentaje mayor; se considera eliminar estas acciones a través de

técnicas o control estadístico incrementando la productividad, aprovechando la materia prima desperdiciada y cumpliendo con los tiempos establecidos de entrega de los productos.

1.1.1.2. Diagnóstico.

Los tiempos innecesarios y pérdida de material son aspectos importantes dentro de la producción de baños y lavamanos portátiles a base de fibra de vidrio; deberán ser corregidos, de tal manera que, la manipulación de los rollos de fibra se pueda agilizar, la verificación del producto final se disminuya considerablemente, el trabajador sea más eficiente y eficaz en el área, capacitar al personal para que sus conocimientos sean más técnicos y precisos, y no se generen inconvenientes última hora, encontrándose en apuros.

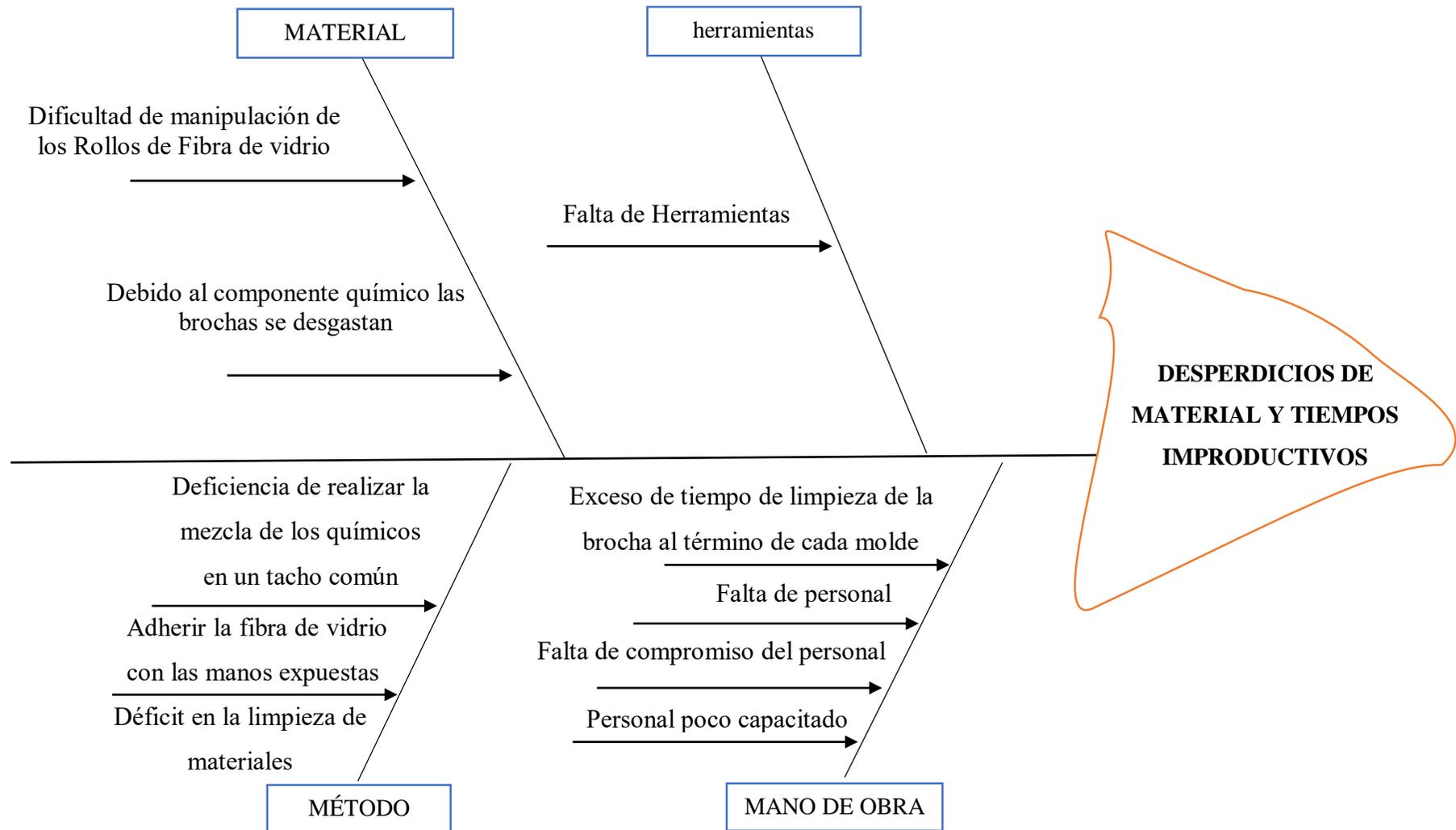


Figura 1: Diagrama de Ishikawa (causa y efecto), Angie Mabel Rivas Guerrero

1.1.2. Formulación del problema.

¿Cómo optimizar el proceso de elaboración de baños y lavamanos portátiles a base de fibra para disminuir o eliminar los tiempos innecesarios y material desperdiciado en la empresa SANI GROUP S.C.?

1.1.3. Sistematización del problema.

¿Cuál es la situación actual del proceso de elaboración de baños y lavamanos portátiles a base de fibra de vidrio?

¿Cuáles son los problemas que se presentan en el proceso de elaboración de baños y lavamanos portátiles a base de fibra de vidrio?

¿Cómo se podría reducir los tiempos de producción y aumentar la productividad?

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo General.

Optimizar el proceso de fabricación de baños y lavamanos portátiles elaborados a base de fibra de vidrio por medio de herramientas Lean Manufacturing en la empresa SANI GROUP S.C. para aumentar la productividad.

1.2.2. Objetivos Específicos.

- Analizar el proceso actual en la producción de baños y lavamanos portátiles elaborados a base de fibra de vidrio.
- Evaluar las mudas de producción de baños y lavamanos portátiles elaborados a base de fibra de vidrio.
- Diseñar un proceso de producción optimizado para la elaboración de baños y lavamanos portátiles considerando la reducción de mudas.

1.3. Justificación.

La presente investigación se la realizará con el fin de aumentar la productividad en un 99% en la empresa SANI GROUP S.C., en la elaboración de baños y lavamanos portátiles a base de fibra de vidrio, ya que, debido a la elaboración manual del proceso y la mala distribución del área, generan tiempos innecesarios y pérdida de material generando un déficit en la producción final, por ende, directamente el beneficio integra a la empresa y el operario, siendo así que, el incremento de la productividad generara una producción eficiente y eficaz del proceso.

Así, el presente trabajo de investigación permitirá establecer la situación actual de la empresa en el proceso de fibra y a su vez detectar los problemas que se generan en el transcurso de la producción en mayor cantidad de los baños y lavamanos portátiles para establecer herramientas Lean Manufacturing que permitirán eliminar los desperdicios y tiempos innecesarios, conociendo que existen técnicas de mejora que pueden ser analizadas, como la disciplina del lugar de trabajo, un control estadístico del proceso, entre otros, los cuales nos ayudan a cumplir las metas establecidas de producción y optimizar la producción de una manera más eficiente y eficaz.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual.

2.1.1. Productividad.

En general, la productividad se entiende como la relación entre lo producido y los medios empleados; por lo tanto, se mide mediante el cociente: resultados logrados entre recursos empleados. Los resultados logrados pueden medirse en unidades producidas, piezas vendidas, clientes atendidos o en utilidades. Mientras que los recursos empleados se cuantifican por medio del número de trabajadores, tiempo total empleado, horas-máquina, etc. De manera que mejorar la productividad es optimizar el uso de los recursos y maximizar los resultados. Mientras que la eficacia es el grado con el cual las actividades previstas son realizadas y los resultados planeados son logrados. Por lo tanto, ser eficaz es cumplir con objetivos y se atiende mejorando los resultados de equipos, materiales y en general del proceso.

Por ejemplo, si la productividad se mide a través de las unidades producidas entre el tiempo total empleado (figura 3), entonces la eficiencia será la relación entre tiempo útil y tiempo total; mientras que la eficacia será el cociente entre las unidades producidas y el tiempo útil. De esta manera, la figura 3 sugiere dos programas para incrementar la productividad: mejorar eficiencia, en la que se busque reducir los tiempos desperdiciados por paros de equipos, carencia de materiales, falta de balance en las capacidades, retrasos en los suministros y en las órdenes de compra, así como por mantenimiento y reparaciones no programadas. Según una encuesta aplicada en los sectores metalmecánico, de muebles, calzado, textil y de la confección en México, la eficiencia promedio detectada fue de 50%, es decir, que en estos sectores se desperdicia la mitad del tiempo en promedio por aspectos de logística y organización principalmente. Por ello, tiene sentido la afirmación de la figura 3, cuando se dice que más que producir rápido es preferible hacerlo mejor, incrementando el flujo del trabajo y reduciendo los tiempos desperdiciados a lo largo de los procesos.

Por otro lado, está la mejora de la eficacia, en la cual se busca la disminución de los productos con defectos, las fallas en arranques y en la operación de procesos. Es decir, se busca disminuir las deficiencias en materiales, diseños y equipos; además de incrementar y mejorar

las habilidades del personal y generar programas que le ayuden a la gente a realizar mejor su trabajo. Según la encuesta antes referida, la eficacia promedio detectada fue de 80%, lo cual significa que, si se planean materiales y actividades para producir 100 unidades, al final sólo 80 en promedio están libres de defectos y las otras 20 se quedaron a lo largo del proceso por algún tipo de defecto. De estas 20 algunas podrán reprocesarse y otras se convertirán en desperdicio. De esta manera, al multiplicar eficiencia por eficacia se tiene una productividad promedio de 40% en las ramas industriales referidas, lo cual indica el potencial y el área de oportunidad que existe en mejorar el actual sistema de trabajo y de organización mediante programas de mejora continua. Así, el reto es buscar la mejora continua, ya sea mediante acciones preventivas o correctivas. Las primeras sirven para eliminar la causa de una inconformidad potencial u otra situación indeseable, o sea que se enfoca a prevenir la ocurrencia. Las segundas acciones son para eliminar la causa de la inconformidad detectada y se emplean para prevenir la recurrencia [1].

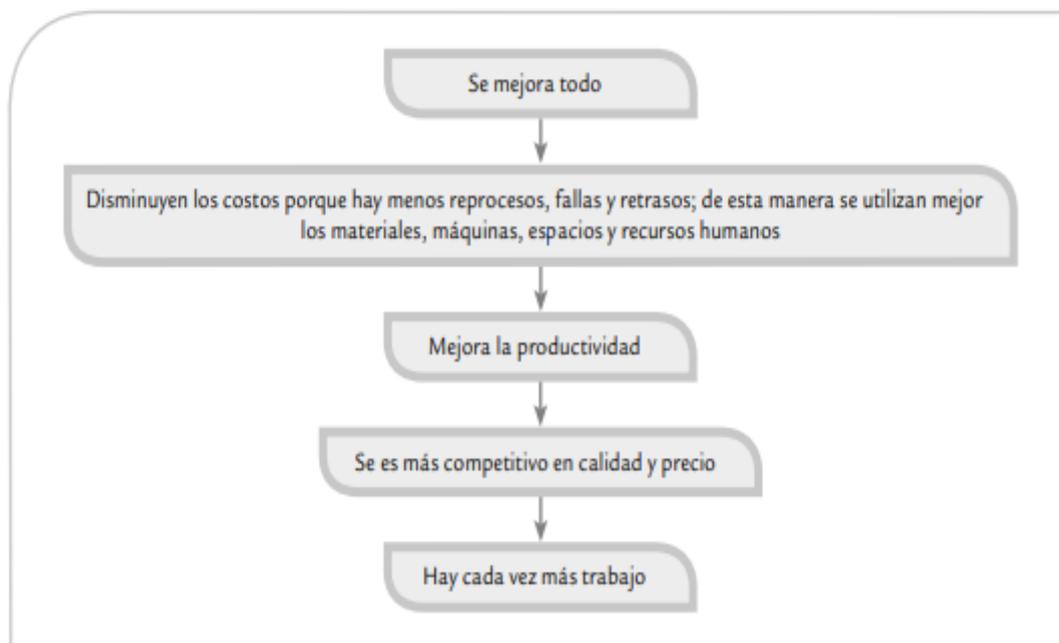


Figura 2: Relación en cadena. [1]

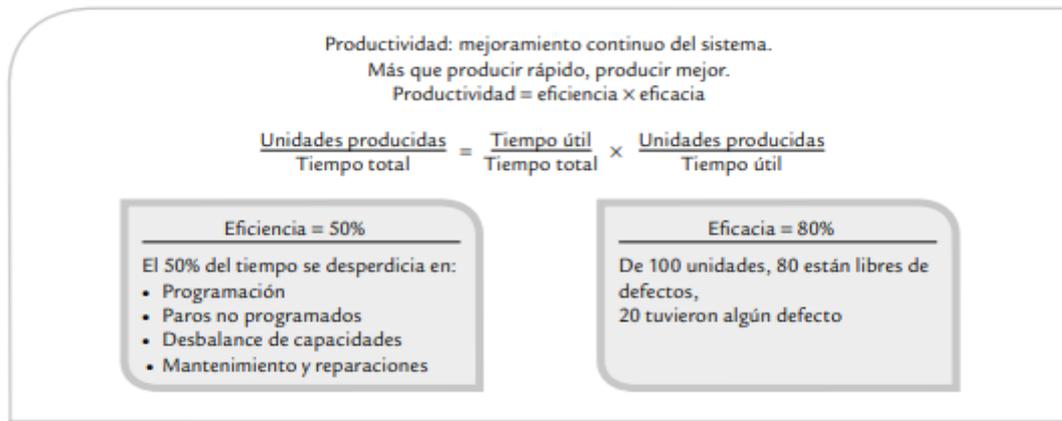


Figura 3: La productividad y sus componentes. [1]

2.1.2. Importancia de la productividad.

Es importante considerar, desde el punto de vista económico y práctico, ciertos cambios que continuamente se llevan a cabo en los ambientes industrial y de negocios. Dichos cambios incluyen la globalización del mercado y de la manufactura, el crecimiento del sector servicios, el uso de computadoras en todas las operaciones de la empresa y la aplicación cada vez más extensa de la Internet y la web. La única forma en que un negocio o empresa puede crecer e incrementar sus ganancias es mediante el aumento de su productividad. La mejora de la productividad se refiere al aumento en la cantidad de producción por hora de trabajo invertida. Estados Unidos ha tenido por mucho tiempo la productividad más alta del mundo. En los últimos 100 años, su productividad ha aumentado alrededor de 4% anualmente. Sin embargo, en la última década, la rapidez con que mejora su productividad ha sido superada por la de Japón, Corea y Alemania, y es posible que pronto sea amenazada por la de China.

Las herramientas fundamentales que generan una mejora en la productividad incluyen métodos, estudio de tiempos estándares (a menudo conocidos como medición del trabajo) y el diseño del trabajo. Doce por ciento de los costos totales en que incurre una empresa fabricante de productos metálicos está representado por trabajo directo, 45% por materia

prima y 43% por gastos generales. Todos los aspectos de una industria o negocio-ventas, finanzas, producción, ingeniería, costos, mantenimiento y administración ofrecen áreas fértiles para la aplicación de métodos, estándares y diseño del trabajo. Con mucha frecuencia la gente considera sólo la producción, mientras que los demás aspectos de la empresa también pueden beneficiarse de la aplicación de las herramientas para incrementar la productividad. En ventas, por ejemplo, los métodos modernos para la recuperación de información generalmente traen como consecuencia información más confiable y ventas mayores a un menor costo. [2]

2.1.3. Procesos.

La palabra proceso es vieja y su incorporación al mundo de la empresa tiene bastante de tópico. Para poder gestionar procesos, el término ha de tener un alto grado de concreción, así como una interpretación homogénea en el seno de la Organización. Las definiciones formales existentes y las que aportamos algunos autores no lo garantizan.

Dos características básicas tienen que tener los procesos para poder aplicar los requisitos de ISO 9001:2000:

- Que interactúen, es decir, que compartan algo.
- Que se puedan gestionar.

ISO 9000:2000 define proceso como: «Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados». [3]

2.1.4. Desempeño y calidad de los procesos en la organización.

El desempeño y la calidad de los procesos conciernen a todos. Pongamos por caso a QVC, un servicio de compras por televisión valuado en 4900 millones de dólares. QVC transmite las 24 horas del día, todo el año, excepto en Navidad.¹ QVC vende alrededor de 60,000 artículos que varían entre joyas, herramientas, utensilios de cocina, ropa, alimentos gourmet y computadoras. Las operaciones de QVC entran en acción con el pedido de un cliente: una vez que se coloca un pedido, tienen lugar actividades como registrar el pedido, ofrecer una

fecha de entrega, facturarlos y entregarlos. QVC opera cuatro centros de atención telefónica que manejan mensualmente tres millones de llamadas de clientes que desean comprar algo, quejarse de un problema o simplemente obtener información sobre los productos. En este proceso, el comportamiento y la destreza del representante de atención telefónica son cruciales para lograr un encuentro exitoso con el cliente. La gerencia de QVC lleva el control de las mediciones de productividad, calidad y satisfacción de los clientes en este proceso. Cuando las mediciones bajan, los problemas se atacan de inmediato. Saber cómo evaluar si el proceso se desempeña bien y cuándo adoptar medidas son competencias fundamentales que los gerentes de QVC deben tener. El capítulo 6 aborda primero los costos del desempeño deficiente y la mala calidad de los procesos y después se centra en las filosofías y herramientas que muchas compañías han adoptado para evaluarlos y mejorarlos. [4]

2.1.5. Problemas de optimización.

Un problema de optimización consiste en minimizar o maximizar el valor de una variable. En otras palabras, se trata de calcular o determinar el valor mínimo o el valor máximo de una función de una variable. Se debe tener presente que la variable que se desea minimizar o maximizar debe ser expresada como función de otra de las variables relacionadas en el problema. En ocasiones es preciso considerar las restricciones que se tengan en el problema, ya que éstas generan igualdades entre las variables que permiten la obtención de la función de una variable que se quiere minimizar o maximizar. En este tipo de problemas se debe contestar correctamente las siguientes preguntas:

- ¿Qué se solicita en el problema?
- ¿Qué restricciones aparecen en el problema?

La respuesta correcta a la primera pregunta nos lleva a definir la función que deberá ser minimizada o maximizada. La respuesta correcta a la segunda pregunta dará origen a (al menos) una ecuación que será auxiliar para lograr expresar a la función deseada precisamente como una función de una variable. [5]

2.1.6. Diagrama de flujo de procesos- ASME.

En general, el diagrama de flujo del proceso cuenta con mucho mayor detalle que el diagrama del proceso operativo. Como consecuencia, no se aplica generalmente a todos los ensambles, sino que a cada componente de un ensamble. El diagrama de flujo del proceso es particularmente útil para registrar los costos ocultos no productivos como, por ejemplo, las distancias recorridas, los retrasos y los almacenamientos temporales.

Una vez que estos periodos no productivos se identifican, los analistas pueden tomar medidas para minimizarlos y, por ende, reducir sus costos.

Además de registrar operaciones e inspecciones, los diagramas de flujo de procesos muestran todos los retrasos de movimientos y almacenamiento a los que se expone un artículo a medida que recorre la planta. Los diagramas de flujo de procesos, por lo tanto, necesitan varios símbolos además de los de operación e inspección que se utilizan en los diagramas de procesos operativos. Una flecha pequeña significa transporte, el cual puede definirse como mover un objeto de un lugar a otro excepto cuando el movimiento se lleva a cabo durante el curso normal de una operación o inspección.

Una letra D mayúscula representa un retraso, el cual se presenta cuando una parte no puede ser procesada inmediatamente en la próxima estación de trabajo. Un triángulo equilátero parado en su vértice significa almacenamiento, el cual se presenta cuando una parte se guarda y protege en un determinado lugar para que nadie la remueva sin autorización. Estos símbolos constituyen el conjunto estándar de símbolos que se utilizan en los diagramas de flujo de procesos (ASME, 1974). En ciertas ocasiones, algunos otros símbolos no estándar pueden utilizarse para señalar operaciones administrativas o de papeleo u operaciones combinadas. [2]

S I M P L E S	
SIMBOLO	REPRESENTA
	<i>Operación.</i> Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento.
	<i>Inspección.</i> Indica que se verifica la calidad y/o cantidad de algo.
	<i>Desplazamiento o transporte.</i> Indica el movimiento de los empleados, material y equipo de un lugar a otro.
	<i>Depósito provisional o espera.</i> Indica demora en el desarrollo de los hechos.
	<i>Almacenamiento permanente.</i> Indica el depósito de un documento o información dentro de un archivo, o de un objeto cualquiera en un almacén.

C O M B I N A D O S	
SIMBOLO	REPRESENTA
	<i>Origen de una forma o documento.</i> Indica el hecho de formular una forma o producir un informe.
	<i>Decisión o automatización de un documento.</i> Representa el acto de tomar una decisión o bien de efectuar una autorización.
	<i>Entrevistas.</i> Indica el desarrollo de una entrevista entre dos o más personas.
	<i>Destrucción de un documento.</i> Indica el hecho de destruir un documento o tanto de él o bien la existencia de un archivo muerto.

Figura 4: Simbología ASME [6]

2.1.7. Diagrama de recorrido.

Diagrama de recorrido El diagrama de recorrido se utiliza para establecer el recorrido de un solo producto o proceso. El diagrama de recorrido es la representación sobre un plano de la fábrica o zona de trabajo, hecho más o menos a escala (en el que se muestra la posición de las máquinas y puestos de trabajo), del itinerario seguido por el objeto en estudio (material o persona), utilizando los símbolos para indicar las actividades que se efectúan en los diversos puntos. En la figura 6 puede verse, en un almacén de piezas de recambio para automóviles, el recorrido de las mercancías desde el lugar de recepción hasta las estanterías. [7]

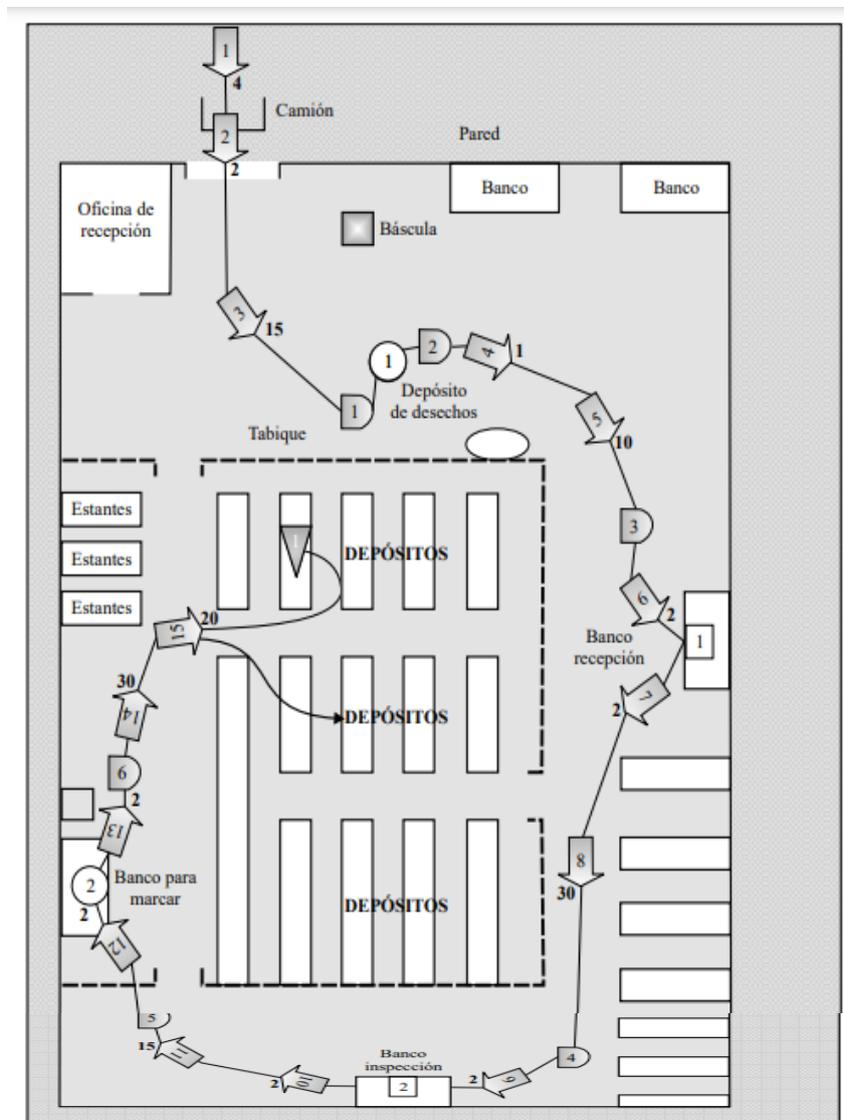


Figura 5: Diagrama de recorrido, [7]

2.1.8. Cursograma Analítico.

El cursograma analítico es la descripción de forma breve y actividad por actividad (operación, inspección, transporte, etc.) del desarrollo del proceso en estudio, indicando lo que se hace, quién lo hace, los medios empleados, la distancia recorrida (en el caso de los transportes) y el tiempo utilizado. Los tiempos están referidos a la unidad en estudio, que en el caso del ejemplo es un cajón de madera que contiene 50 productos, cada uno de ellos embalado unitariamente en una caja de cartón. El cursograma analítico correspondiente al diagrama de recorrido del apartado anterior puede verse en la figura 7 Como puede comprobarse, la distancia recorrida es de 110 m, son 20 los minutos en que el cajón es sometido a operaciones, a transportes 18, y a inspecciones 32. También se ha calculado el tiempo hombre, que arroja un resultado de 81 minutos. [7]

RECEPCIÓN, INSPECCIÓN, MARCADO Y ALMACENAMIENTO DE PIEZAS

UNIDAD: cajón con 50 piezas embaldadas unitariamente en cajas de cartón

DIAGRAMA ANALÍTICO
MÉTODO ACTUAL

TIEMPOS HOMBRE (minutos)	SÍMBOLOS	DESCRIPCIÓN	DIST. EN M.L.	TIEMPOS UNITARIOS (minutos)			OBSERVACIONES
				OPER.	TRANS.	INSPEC.	
3 x 2,5 = 7,5	○→□DV	Traslado cajón a parte posterior plataforma (mientras carretillero traslada cajón anterior)	4		1		
	○→□DV	Descargar cajón de camión, poner en transpaleta manual (dos peones)	2		1		
	○→□DV	Traslado a zona apertura y dejar en suelo (un peón)	15		1,5		
	○→□DV	Espera apertura					
5	①→□DV	Apertura cajón con martillo y cincel (un peón)		5			
	○→□DV	Espera transpaleta manual					
2 x 0,5 = 1	○→□DV	Cargar cajón en transpaleta (dos peones)	1		0,5		
1	○→□DV	Traslado a zona comprobación y dejar en suelo (un peón)	10		1		
	○→□DV	Espera comprobación					
2 x 1 = 2	○→□DV	Colocar cajón en banco (encargado y peón)	2		1		
12	○→①DV	Comprobar el contenido de las 50 cajas y su concordancia con albarán (encargado)				12	Desembalar caja 4 Comprobar 2 Emballar y meter en cajón ... 6
2 x 1 = 2	○→□DV	Bajar cajón de banco y poner en transpaleta manual (encargado y peón)	2		1		
3	○→□DV	Traslado a inspección, dejar en suelo (un peón)	30		3		
	○→□DV	Esperar inspección					
2 x 1 = 2	○→□DV	Colocar cajón en banco de inspección (verificador y peón)	2		1		
20	○→②DV	Verificar visualmente defectos de pintura, óxidos, golpes (verificador)				20	Desembalar caja 4 Verificar 10 Emballar y meter en cajón ... 6
2 x 1 = 2	○→□DV	Bajar cajón del banco y poner en transpaleta manual (verificador y peón)	2		1		
1,5	○→□DV	Traslado a banco de marcar y dejar en suelo (un peón)	15		1,5		
	○→□DV	Esperar marcaje					
2 x 1 = 2	○→□DV	Colocar cajón en banco marcaje (dos peones)	2		1		
15	②→□DV	Marcar piezas, pegando una etiqueta (un peón)		15			Desembalar caja 4 Marcar 5 Emballar 6

Figura 6: Ejemplo de Cursograma analítico. [7]

2.1.9. Layout.

Distribución de plantas (Layout) Distribución de planta implica un ordenamiento físico de los elementos considerados este ordenamiento requiere espacio para movimientos de materiales, almacenamientos y procesos, además de las actividades de servicio relacionadas. Realizar un análisis sobre errores cometidos en la distribución de gran cantidad de empresas de nuestro país (y de muchos otros) sería sumamente extenso. Lo importante no es efectuar una prolija descripción de los errores cometidos, sino aprender de ellos, sus causas y buscar posibilidades para corregirlos. Asimismo, en el estudio de operaciones para equipos de última generación es aceptado internacionalmente que la expresión Layout, en sentido genérico, es también la distribución del herramental sobre los mismos y la relación de éstos con el producto (Layout de las operaciones).

Si es un hecho consumado, generalmente no habrá un buen Layout a menos que la ubicación de la planta y el tamaño del terreno no nos impongan restricciones al diseño. Suele cometerse el error de asignarle a la estética del diseño una importancia exagerada, desmereciendo la funcionalidad. No significa descuidar la estética, simplemente debemos enmarcar el diseño en una correcta escala de valores. Cuando el empresario se preocupa demasiado por el frente de su fábrica y descuida la distribución, el diseño resulta deficiente.

La Distribución de Planta es enseñada como disciplina de la Organización Industrial, por distintos factores no se han realizado experiencias sobre este punto pues las mismas son relativas. [8]



Figura 7: Distribución de planta, [9]

2.1.10. Fibra de vidrio.

Una varilla de vidrio diríamos que es, sin temor a equivocarnos, mucho menos resistente que un revolvedor de plástico, o que una cucharita de metal ¿no es cierto? Entonces; Cuando sometemos a estos materiales “frágiles” a tensiones, los defectos presentes al azar en el sólido, provocan la ruptura del mismo a esfuerzos mucho menores que su resistencia teórica.

Para solucionar este problema, estos materiales son producidos en forma de fibras de manera tal que, si bien existen esos mismos defectos orientados al azar, estos se observarán en algunas de los miles de fibras, mientras que el resto podrá dar cuenta de la resistencia esperada del material sin defectos.

Sin embargo, las fibras sólo pueden exhibir esta alta capacidad de resistir esfuerzos en la dirección de las mismas, como ocurre con los filamentos que forman una soga. Luego, las propiedades mecánicas son generalmente anisotrópicas y varían mucho según el grado de ordenamiento de las fibras en el interior del material: ordenadas uniaxialmente, parcialmente ordenadas y desordenadas. Las aplicaciones más comunes son:

- Carrocerías de automóviles y barcos.
- Recipientes de almacenaje.
- Principalmente la industria del transporte en general. [10]

2.1.11. Criterios para la elección de la fibra de vidrio.

- **Mantas de fibra de vidrio MAT.**

Es el material más usual para laminados de PRFV por ser fácil de moldear, de menor costo, siendo los actuales ligantes fácilmente solubles en estireno. [11]

- **Tejidos de fibra de vidrio WOWEN ROVING.**

Produce laminados más resistentes por la mayor resistencia a la tracción. Ello se obtiene utilizando tejidos más finos con dibujo tupido. El problema que a veces se presenta es la adherencia interlaminar que puede ser localmente débil por problemas de desgomadura. Se puede mejorar intercalando MAT entre los tejidos o usando tejidos más gruesos. [11]

- **Filamentos de fibra de vidrio ROVING**

Se usan para reforzar las capas de tejido de vidrio y también para conferir resistencia y dureza. [11]

- **Velos**

Se puede usar de amortiguamiento entre la capa de *gelcoat* y las principales de refuerzo. También se usan como capa de refuerzo del propio *gelcoat*, dando así algo de consistencia a esta capa. [11]

- **Cintas de fibra de vidrio**

Consiste en un tejido en formas de cintas que es adecuada para aplicar en aquellos lugares donde se precisan bandas estrechas de refuerzos por ligamentos en espiral. [11]

- **Fibras de vidrio pre-impregnadas**

El tejido y los MAT se fabrican también impregnados con una mezcla de resina-catalizador que puede ser activada por calor (también pueden ser activados por radiación UV) Estos materiales se conocen con el nombre de "pre-pre". [11]

Los catalizadores más usados, son el Metil Etil Cetona Peróxido (PMEC), que es vendido en una solución al 50%. El Peróxido de Benzoilo, puede ser adquirido 100% o en una solución en dibutil. El Peróxido de Metil Etil Cetona (PMEC) es vendido en una solución al 50% en di-metil ftalato. [11]

Contrariamente con lo que ocurre con el BPO, el Mek Peróxido no posee una fórmula químicamente definida, siendo fabricada con diferentes mezclas de hidroperóxidos, lo que explica la diferencia de actividad de catalizadores obtenidos de diferentes fórmulas.

Hay muchos componentes químicos que obran como acelerados, haciendo posible que la resina que contiene un acelerador pueda fraguar sin el calor. Los más importantes de todos los compuestos acelerados son los basados en una sal de cobalto como los SECAN 706 (octoato de cobalto) y 726 (naftenato de cobalto) y los que tiene como una base una amina terciaria, como el dimetilanilina y la dietilanilida. [11]

2.1.12. Gelcoat.

Son resinas no reforzadas que constituyen la superficie de los laminados de poliéster con fibra de vidrio.

El *gelcoat* tiene tres funciones principales:

- a) Proteger el laminado contra los efectos de la intemperie y humedad.
- b) Conferir acabado colorido, liso y brillante a la superficie de la pieza.
- c) Servir de base para aplicar pinturas especiales (acrílicas, poliuretano, etc).

Generalmente el *gelcoat* es aplicado sobre la superficie del molde, siendo el laminado estructural aplicado sobre esta capa. El *gelcoat* reproduce las características superficiales del molde (obviamente cubierto por un desmoldante). Moldes lisos y brillantes permiten piezas también lisas y brillantes.

Los *gelcoat* de acabados deben ser aplicados sobre moldes bien pulidos, con esmerado acabado superficial. [11]

2.1.13. Polímeros.

Los polímeros son moléculas de gran tamaño, constituidas por “eslabones” orgánicos denominados monómeros, unidos mediante enlaces covalentes. Los eslabones están formados, fundamentalmente, por átomos de carbono y pueden poseer grupos laterales o

radicales con uno o más átomos. Estas moléculas orgánicas son las que constituyen los materiales plásticos que conocemos y también los tejidos de los seres vivos (piel, músculos, tela de araña, seda, etc.).

Los materiales poliméricos se pueden clasificar en cinco grupos:

- Termoplásticos: Como su nombre lo indica, se comportan de manera plástica a elevadas temperaturas. Más aún, la naturaleza de sus enlaces no se modifica radicalmente cuando la temperatura se eleva, razón por la cual pueden ser conformados a temperaturas elevadas, enfriados y después recalentados o reconformados sin afectar el comportamiento del polímero. Los polímeros termoplásticos son lineales.
- Termorrígidos: Los polímeros termorrígidos también denominados termoestables son polímeros reticulados durante la reacción de polimerización o mediante la introducción de entrecruzamientos químicos (cross links). Este reticulado no permite que estos polímeros sean reprocesados después de que han sido conformados.
- Elastómeros: también denominados cauchos o hules tienen un comportamiento térmico que puede variar de termoplástico a termo rígido según su estructura sea lineal o reticulada. La clasificación se realiza en base a su comportamiento mecánico: se trata de materiales poliméricos que tienen la capacidad de deformarse mucho más que el 300% en forma elástica, esto es, cuando se remueve la fuerza aplicada para estirarlos recuperan sus dimensiones originales. Esto se debe a que las largas cadenas poliméricas se encuentran enrolladas e idealmente podemos decir que, cuando se aplica un esfuerzo para estirla muestra, las cadenas lineales se desenredan. Cuando se libera el esfuerzo las cadenas vuelven a enrollarse y el polímero regresa a su forma y tamaño originales. Sin embargo, esta es sólo una idealización del comportamiento de las macromoléculas ya que las cadenas no sólo se desenrollan, sino que también deslizan unas sobre otras, de modo que al eliminar el esfuerzo aplicado desaparece la deformación elástica (instantánea y reversible) pero puede quedar una deformación remanente (deformación plástica, debida al deslizamiento).

- Adhesivos: tienen cierto grado de extensibilidad, alta adhesión, pero conservando cierto grado de cohesión. Suelen tener baja cristalinidad.
- Recubrimientos de superficies: Sus características son similares a las de los adhesivos, pero además tienen gran resistencia a la abrasión. Se usan para proteger y decorar.
- Fibras: Pueden tejerse o enlazarse para formar prendas dimensionalmente estables; es necesario que no cedan demasiado. Deben ser resistentes y con tendencia a la cristalización. [12]

2.1.14. Materiales compuestos poliméricos.

- Constituidos por diferentes materiales, elementos o componentes, que no forman sistema, pero que muestran efectos conjuntos a escala macroscópica.
- Se diseñan para mejorar el comportamiento físico o mecánico de materiales homogéneos.
- La combinación de materiales produce un aumento de las propiedades del conjunto, aunque se distinguen claramente cada uno de ellos.

Ejemplos: hormigón armado, paneles laminados, vidrios de seguridad, etc.

- Los plásticos reforzados con fibras (FRP) mejoran sus propiedades físicas y mecánicas. Constan de una matriz polimérica reforzada con otros materiales (vidrio, carbono, etc.).
- Las resinas deben tener buen comportamiento mecánico y físico, durabilidad y facilidad de procesado.
- Suelen ser resinas termoestables, lo que condiciona el procesado de los productos (Poliéster, Vinil éster y Epoxídicas).

- Las fibras poliméricas sirven como refuerzo de materiales conglomerados y para control de fisuración. [13]

2.1.15. Resinas de Poliéster.

- Son las más utilizadas ya que son las más baratas.
- Los poliésteres insaturados pueden polimerizar en condiciones controladas pasando de líquido a sólido, lo que facilita el procesado.
- La reticulación del poliéster se consigue aportando monómeros de estireno. Ventajas: Fácil de utilizar. Bajo costo. Desventajas: Moderadas propiedades mecánicas. Emisiones altas de estireno en moldes abiertos. Elevada retracción por curado. Tiempos de trabajo limitados. [13]

	MATERIAL		MATRIZ	FIBRAS
EN LA NATURALEZA	MADERA		RESINAS NATURALES	FIBRAS DE CELULOSA
EN EL CUERPO HUMANO	HUESOS		CEMENTO CÁLCICO	FIBRAS DE COLÁGENO
(M Olivares, 2003)	ANTIGÜEDAD	ADOBE	BARRO	PAJA
		YESO ARMADO	YESO	CRINES DE CABALLO
	MODERNOS	HORMIGÓN ARMADO	HORMIGÓN	ARMADURAS DE ACERO
		AMIANTO-CEMENTO	MORTERO-CEMENTO	AMIANTO
		MORTEROS Y HORMIGONES FIBROSOS	MORTERO	ACERO, VIDRIO POLIMÉRICAS
			HORMIGÓN	
		YESO ARMADO	MORTERO DE YESO	VIDRIO POLIMÉRICAS
		COMPOSITES	RESINA	VIDRIO CARBONO ARAMIDA POLIMÉRICAS

Figura 8: Tipos de compuestos. [10]

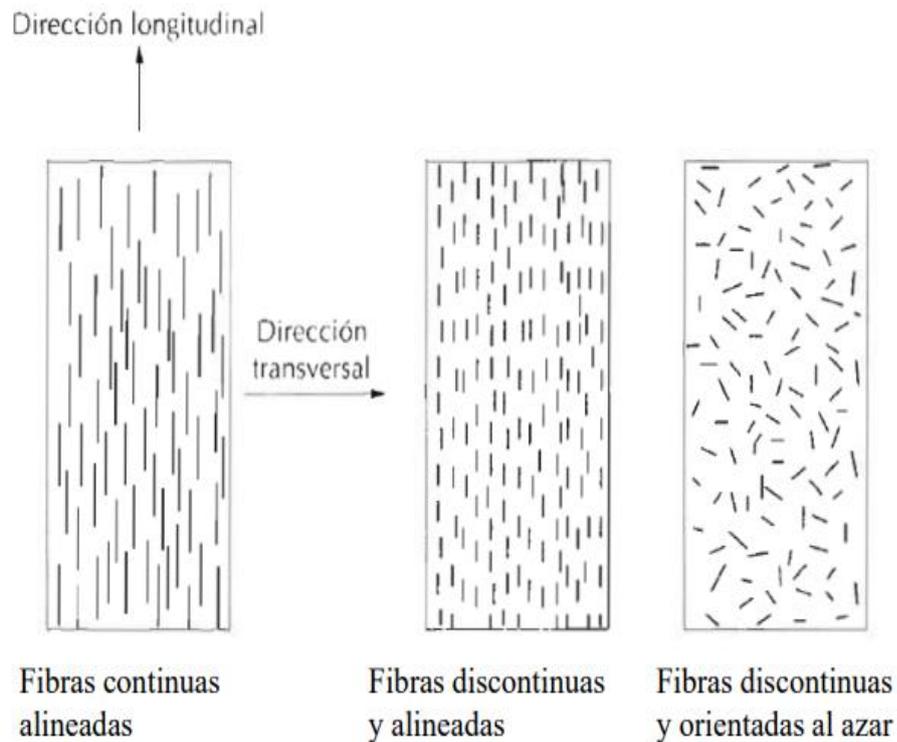


Figura 9: Compuestos de Fibra corta. [10]

2.2. Marco referencial.

2.2.1. Lean Manufacturing.

Lean Manufacturing (manufactura esbelta) es el nombre que recibe el sistema justo a tiempo (Just in time) en occidente. También se denomina manufactura de clase mundial y sistema de producción Toyota.

Se puede definir como un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación del desperdicio o excesos, entendiendo como exceso toda aquella actividad que no agrega valor en un proceso, pero sí costo y trabajo. Esta eliminación sistemática se lleva a cabo mediante trabajo con equipos de personas bien organizadas y capacitadas. Debemos entender que Lean Manufacturing es una tarea incansable e ininterrumpida para crear empresas más efectivas, innovadoras y eficientes (Bodek).

El verdadero poder de Lean Manufacturing radica en descubrir continuamente las oportunidades de mejora que esconde toda empresa, pues siempre existirán desperdicios que

podrán ser eliminados. Se trata de crear una forma de vida en la que se reconozca que los desperdicios existen y siempre serán un reto para aquellos que estén dispuestos a encontrarlos y eliminarlos. [14]

2.2.2. Aplicaciones de los conceptos Lean.

Se han desarrollado diversas aplicaciones, no solo en la manufactura, sino en los servicios. Actualmente se desarrollan casos de éxito en las siguientes aplicaciones de todos estos conceptos y herramientas:

- Lean Manufacturing (manufactura ágil).
- Lean Government (administraciones públicas ágiles).
- Lean Office (oficinas ágiles).
- Lean Healthcare (hospitales ágiles).
- Lean Hotel (hoteles ágiles).
- Lean Design (diseño ágil).
- Lean Logistics (logística ágil).
- Lean Accounting (contabilidad ágil).

Las aplicaciones específicas van en el sentido de mejorar procesos, cualquiera que estos sean, y de eliminar prácticas desperdiciadoras que existen casi en cualquier proceso. [14]

2.2.3. Desperdicios o mudas.

La mejor traducción de la palabra japonesa *muda* debería ser «exceso». Los siete tipos de desperdicio que afectan negativamente la productividad deben ser bien entendidos, detectados y eliminados o minimizados todos los días en empresas e instituciones.

Uno de los principales objetivos de Lean Manufacturing es conocer, detectar y eliminar sistemáticamente todos los desperdicios en la industria, ya que reducen diariamente la capacidad de las empresas y representan un reto para administradores, gerentes y empleados en general.

Toyota clasifica en siete grandes grupos los desperdicios o *mudas*:

1. *Muda* de sobreproducción.
2. *Muda* de sobreinventario.
3. *Muda* de productos defectuosos.
4. *Muda* de transporte de materiales y herramientas.
5. *Muda* de procesos innecesarios.
6. *Muda* de espera.
7. *Muda* de movimientos innecesarios del trabajador. [14]

2.2.3.1. Sobreproducción.

Sobre producir significa básicamente:

- Producir más de lo necesario.
- Producir más rápido de lo requerido.
- Manufacturar productos antes de que se necesiten. [14]

2.2.3.2. Características de la sobreproducción.

- Inventario acumulado.
- Exceso de equipo de gran capacidad.
- Flujo desequilibrado de material.
- Espacio excesivo para almacenamiento.
- Más mano de obra de la necesaria.
- Administración compleja de inventarios.
- Demasiada capacidad instalada/inversión.
- Grandes espacios en la planta.
- Problemas ocultos.
- Sensación de ambiente de trabajo inseguro.
- Obsolescencia de los materiales.
- Lotes de fabricación de un tamaño excesivo.
- Fabricación anticipada. [14]

2.2.3.3. Causas de la sobreproducción.

- La producción se adelanta «por si acaso» (*Just in case*).
- La comunicación entre departamentos o con el cliente es mala o inexistente.
- La optimización de las máquinas se hace de forma individual, sin tener una visión global de la cadena de valor.
- Automatización de operaciones que no lo requieren.
- Cambios y reajustes muy lentos.
- Prácticas de contabilidad de costos inadecuadas para la toma de decisiones en la planta.
- Insuficiente mantenimiento preventivo.
- Falta de consistencia en la programación de la producción.
- Enfoque en las expectativas optimistas de los pronósticos de venta.
- Procesos con capacidad potencial muy baja. [14]

2.2.4. Sobreinventario.

El sobreinventario es cualquier material, producto en proceso o productos terminados que exceden a lo que se necesita para satisfacer la demanda del cliente. En general, los inventarios se generan para evitar las siguientes ineficiencias:

- Pronósticos erróneos sobre la demanda esperada.
- Desequilibrio en la producción.
- Poca confianza en que no haya descomposturas en la maquinaria empleada para la producción.
- Desconocimiento de la capacidad real de producción.
- Producir para aumentar la eficiencia de equipos o áreas individuales.
- Procesos o máquinas separados por grandes distancias.
- División del trabajo por lotes, lo que ralentiza el proceso.
- Productos defectuosos que hay que sustituir mediante un aumento en la producción.
- Campañas masivas de re trabajo cuando los defectos salen a flote.
- Tiempos muy altos para cambio de producto o preparación de máquinas.
- Distribución inadecuada de la planta.

- Altos colchones de producto sin plan de producción entre los procesos, con lo cual se ocultan los problemas. [14]

2.2.4.1. Características de los sobreinventarios.

- Espacios grandes en el andén de recepción de materias primas.
- Permanencia de las primeras entradas, en lugar de aplicar el principio «primero en entrar, primero en salir».
- Grandes cantidades de producto a la espera de ser procesado.
- Grandes áreas destinadas al almacenamiento de producto (materias primas, materiales, producto en proceso y producto terminado).
- Tiempos prolongados de proceso cuando se implementan cambios de ingeniería.
- Necesidad de recursos adicionales para el manejo de los materiales (personal, equipo, estantes, almacenes, espacios, sistemas).
- Baja rotación de inventarios. [14]

2.2.4.2. Causas de los sobreinventarios

- Escaso conocimiento de la velocidad con la que se presenta la demanda real.
- Procesos inadecuados para satisfacer los requerimientos y especificaciones de los clientes.
- Cuellos de botella sin control.
- Capacidad insuficiente de las empresas proveedoras.
- Programación excesiva de tiempo extra.
- Malas decisiones administrativas.
- No se logra la optimización del trabajo de las personas y de los centros de trabajo.
- Bonos de productividad mal aplicados. [14]

2.2.5. Productos defectuosos.

Esta *muda* se refiere a la pérdida de los recursos empleados para producir un artículo o servicio defectuoso, ya que se invirtieron materiales, tiempo de la máquina y lo más importante, tiempo de una persona para realizar un trabajo que, a fin de cuentas, no sirvió

para agregar valor al cliente. Es algo similar a lo que ocurre cuando se quema un pastel al hornearlo: se desperdician ingredientes, gas y el trabajo de los cocineros; todo acaba en la basura, incluidos el tiempo y dinero invertidos. [14]

Aquí también entran las repeticiones de tareas, ya que, si bien el defecto puede ser corregido, la repetición implica realizar una o más tareas dos o más veces, incurriendo así en más gastos y en la pérdida de disponibilidad de los recursos de la empresa. [14]

2.2.5.1. Características que generan los defectos.

- Exceso de personal dedicado a inspeccionar, re trabajar o reparar.
- Inventario acumulado específicamente para ser re trabajado.
- Flujo complejo del producto dentro de la planta.
- Producto o servicio de calidad cuestionable.
- Errores en los embarques y en las entregas.
- Poca interacción entre cliente y empresas proveedoras.
- Pocas ganancias debido a las repeticiones de tareas, los desechos y los costos por primas de fletes urgentes y devoluciones.
- La organización se vuelve reactiva: se «apagan fuegos». [14]

2.2.5.2. Causas de los defectos y repetición de tareas.

- Procesos ineficientes.
- Variación excesiva en el proceso de producción.
- Incapacidad de las empresas proveedoras.
- Falta de control del proceso.
- Falta de control de los errores del personal.
- Decisiones administrativas inadecuadas.
- Capacitación inadecuada.
- Equipo y herramientas inadecuados.
- Distribución inadecuada de la planta o manejo excesivo de los materiales.
- Altos niveles de inventario.
- Malas condiciones ambientales.

- Falta de cultura de calidad.
- Falta de liderazgo en el tema de la calidad.
- Desconocimiento de las causas de los problemas. [14]

2.2.6. Transporte de materiales y herramientas.

Esta *muda* consiste en todos aquellos traslados de materiales que no apoyan directamente el sistema de producción. Mover los productos de un lado a otro de la planta no se traduce en un cambio significativo para el cliente, pero sí implica un costo, e incluso pone en riesgo la integridad del producto.

Cabe aclarar que nos referimos en este caso al transporte dentro de las instalaciones de la empresa, y no a la entrega del producto a los clientes o centros de distribución. [14]

2.2.6.1. Características del transporte.

- Exceso de equipo para transportar materiales en carretillas o montacargas.
- Exceso de bandas transportadoras, rampas o tuberías.
- Demasiados sitios de almacenamiento.
- Exceso de estantes para materiales.
- Deficiente administración de los inventarios.
- Inadecuado diseño y aprovechamiento de las instalaciones.
- Deficiente control de los inventarios.
- Demasiado personal para el transporte de materiales.
- Distancias largas entre procesos y almacenes. [14]

2.2.6.2. Causas del transporte.

- Fabricación de lotes de producción muy grandes.
- Programas de producción inconsistentes y con muchos cambios.
- Falta de programas de producción.
- Falta de organización en el lugar de trabajo.

- Distribución inadecuada de las instalaciones.
- Cambios en los productos sin hacer los cambios correspondientes en los procesos.
- Adquisición de máquinas más eficientes de lo necesario.
- Inventario excesivo de productos en proceso.
- Inversión en horas extras de producción sin contar con un programa definido. [14]

2.2.7. Procesos innecesarios.

Si bien dentro de la empresa se pueden encontrar siempre muchos procesos bien estandarizados, estos no siempre agregan directamente valor para el cliente. Muchos de los trabajos son consecuencia de las necesidades del taller (como el cambio de un troquel de una prensa), de la calidad de la manufactura (como la inspección de un artículo antes de enviarlo a la siguiente estación) o de la mala planificación de las entregas (como desembalar la materia prima antes de iniciar la producción).

La gestión adecuada de este tipo de desperdicio incluye su eliminación total, su combinación con otro proceso que sí agregue valor, su reducción o incluso su simplificación. Los ingenieros de planta se refieren a este proceso como ECRS (eliminación, combinación, reducción, simplificación). [14]

2.2.7.1. Características de los procesos innecesarios.

- Presencia de cuellos de botella en el proceso.
- Falta de especificaciones claras por parte del cliente.
- Exceso de inspecciones o verificaciones.
- Falta de equipos con dispositivos a prueba de errores.
- Algunas estaciones permanecen paradas mientras se hace trabajo administrativo.
- Información excesiva (en el proceso se cuenta con muchos documentos que no se utilizan). [14]

2.2.7.2. Causas de los procesos innecesarios.

- Mala comprensión de los procesos.
 - Se realizan cambios en ingeniería sin efectuar los cambios correspondientes en el proceso.
 - Tecnología nueva mal utilizada.
 - Toma de decisiones a niveles inadecuados.
 - Políticas y procedimientos inadecuados.
 - Falta de información de los requerimientos del cliente, así como de sus especificaciones.
- [14]

2.2.8. Espera.

Esta muda se refiere al tiempo que se pierde cuando un operador espera a que la máquina termine el trabajo, cuando las máquinas se detienen para esperar que el operador haga algún ajuste, o incluso cuando tanto el operador como la máquina están a la espera de materiales, herramientas o instrucciones. Todo esto implica un consumo de tiempo que no agrega valor, y constituye el más común de todos los desperdicios en la industria. [14]

2.2.8.1. Características de la espera.

- El operador espera a que la máquina termine su ciclo de procesamiento.
- La máquina espera a que la persona termine su ciclo.
- Los tiempos necesarios para el cambio de un producto o para la preparación de una máquina obligan a esperar a las personas.
- Una persona espera a otra para poder empezar o terminar su trabajo.
- La persona y la máquina están a la espera de instrucciones, de un programa o de materiales.
- Despreocupación por los errores de los equipos.
- Paros inesperados de equipo. [14]

2.2.8.2. Causas de la espera.

- Mala programación de la producción.

- Poco control de la producción.
- Desequilibrio de las operaciones.
- Falta de programación de los cambios de producto.
- Programación inadecuada de tiempos extras.
- No se cuenta con la maquinaria adecuada.
- Se emplea demasiado personal. [14]

2.2.9. Movimientos innecesarios de las personas.

Esta muda se refiere al traslado de personas de un punto a otro en su lugar de trabajo o en toda la empresa, sin que ello sea indispensable para aportar valor al producto y sin que contribuya a la transformación o beneficio del cliente. Si observamos con cuidado cada ciclo de un trabajador, se encontrará fácilmente este tipo de desperdicio. [14]

Si contamos los pasos o seguimos las rutas (algo a lo que no estamos acostumbrados) se descubre que muchas veces la persona camina más de lo necesario. Otro ejemplo muy común de este desperdicio son las búsquedas de herramientas, materiales o información. Todos esos movimientos, además de los indispensables para el cliente, hacen perder tiempo y, por ende, reducen la productividad de los procesos. [14]

2.2.9.1. Características de los movimientos innecesarios de las personas.

- Se emplea mucho tiempo en localizar materiales.
 - Se emplea mucho tiempo en localizar personas e instrucciones.
 - Se emplea mucho tiempo en localizar herramientas.
 - Se realizan movimientos innecesarios al agacharse o caminar.
 - Se realizan esfuerzos para alcanzar las herramientas o materiales en cada ciclo de trabajo.
- [14]

2.2.9.2. Causas de los movimientos innecesarios de las personas.

- Distribución inadecuada de la planta.
- Mala organización del área de trabajo.

- Métodos de trabajo mal definidos o sin actualizar.
- Lotes de producción grandes.
- Los equipos o las personas no trabajan a su máxima capacidad.
- Poco control de la producción. [14]



Figura 10: Despilfarros. [15]

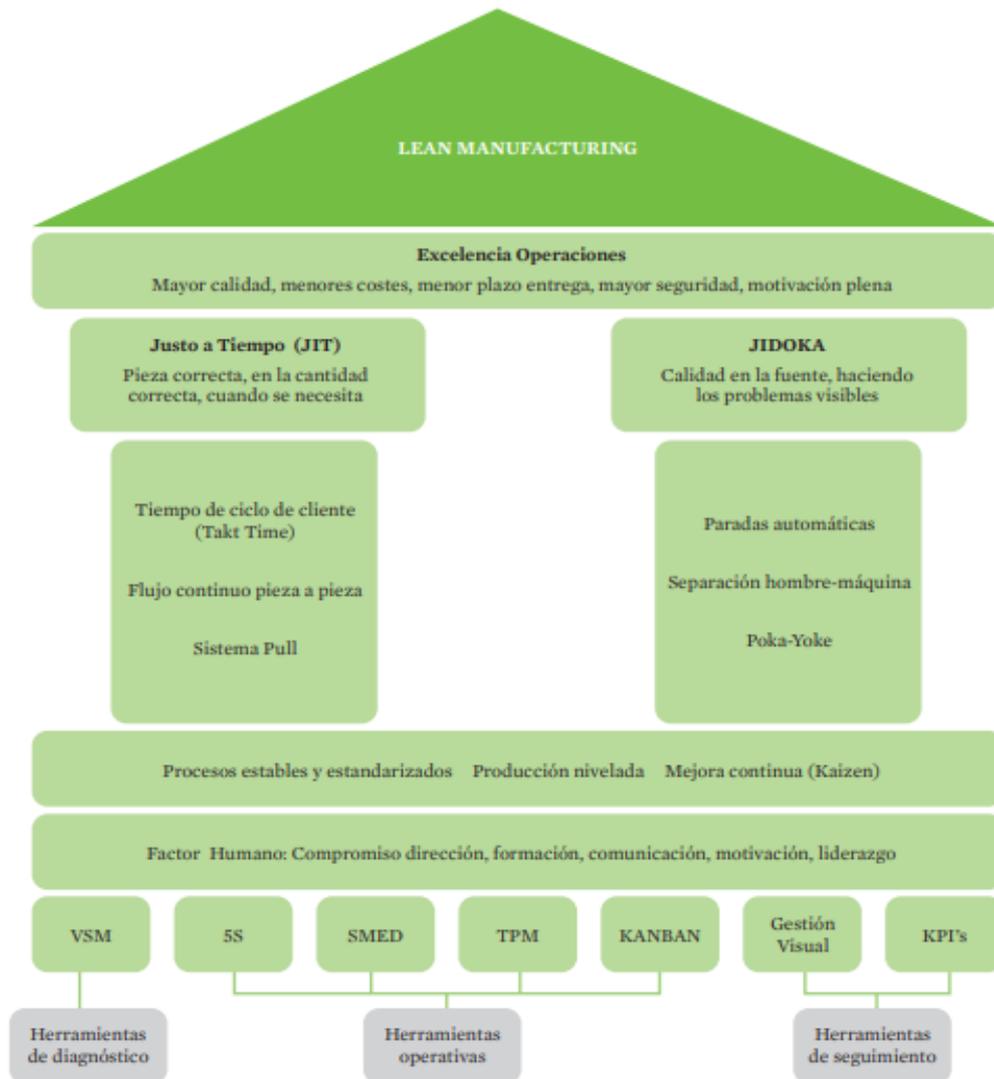


Figura 11: Adaptación actualizada de la Casa Toyota. [16]

El techo de la casa está constituido por las metas perseguidas que se identifican con la mejor calidad, el más bajo costo, el menor tiempo de entrega o tiempo de maduración (Lead-time). Sujetando este techo se encuentran las dos columnas que sustentan el sistema: JIT y Jidoka. El JIT, tal vez la herramienta más reconocida del sistema Toyota, significa producir el artículo indicado en el momento requerido y en la cantidad exacta. Jidoka consiste en dar a las máquinas y operadores la habilidad para determinar cuándo se produce una condición anormal e inmediatamente detener el proceso. Ese sistema permite detectar las causas de los problemas y eliminarlas de raíz de manera que los defectos no pasen a las estaciones siguientes.

Todos los elementos de esta casa se construyen través de la aplicación de múltiples técnicas que han sido divididas según se utilicen para el diagnóstico del sistema, a nivel operativo, o como técnicas de seguimiento. [16]

2.2.10. Principios del sistema Lean.

Además de la casa Toyota los expertos recurren a explicar el sistema identificando los principios sobre los que se fundamenta el Lean Manufacturing. Los principios más frecuentes asociados al sistema, desde el punto de vista del “factor humano” y de la manera de trabajar y pensar, son:

- Trabajar en la planta y comprobar las cosas in situ.
- Formar líderes de equipos que asuman el sistema y lo enseñen a otros.
- Interiorizar la cultura de “parar la línea”.
- Crear una organización que aprenda mediante la reflexión constante y la mejora continua.
- Desarrollar personas involucradas que sigan la filosofía de la empresa.
- Respetar a la red de suministradores y colaboradores ayudándoles y proponiéndoles retos.
- Identificar y eliminar funciones y procesos que no son necesarios.
- Promover equipos y personas multidisciplinarios.
- Descentralizar la toma de decisiones.
- Integrar funciones y sistemas de información.
- Obtener el compromiso total de la dirección con el modelo Lean.

A estos principios hay que añadir los relacionados con las medidas operacionales y técnicas a usar:

- Crear un flujo de proceso continuo que visualice los problemas a la superficie.
- Utilizar sistemas “Pull” para evitar la sobreproducción.
- Nivelar la carga de trabajo para equilibrar las líneas de producción.
- Estandarizar las tareas para poder implementar la mejora continua.
- Utilizar el control visual para la detección de problemas.

- Eliminar inventarios a través de las diferentes técnicas JIT.
- Reducir los ciclos de fabricación y diseño.
- Conseguir la eliminación de defectos. [16]



Figura 12: Sistema Lean Manufacturing. [17]

2.2.11. Diagrama de Ishikawa o diagrama de causa efecto.

También llamado de “espina de pescado”. Su objetivo es identificar, clasificar y poner de manifiesto toda la información generada en la tormenta de ideas, ilustrando gráficamente la relación existente entre un resultado dado (efecto) y los factores que influyen en ese resultado (causas).

Pasos para la creación del diagrama Causa-Efecto:

- Paso 1: Decidimos cual va a ser el problema que vamos a analizar.
- Paso 2: Indicamos los factores causales más importantes.
- Paso 3: Incorporamos en cada rama factores más detallados.
- Paso 4: Selección de los factores más relevantes para el grupo.

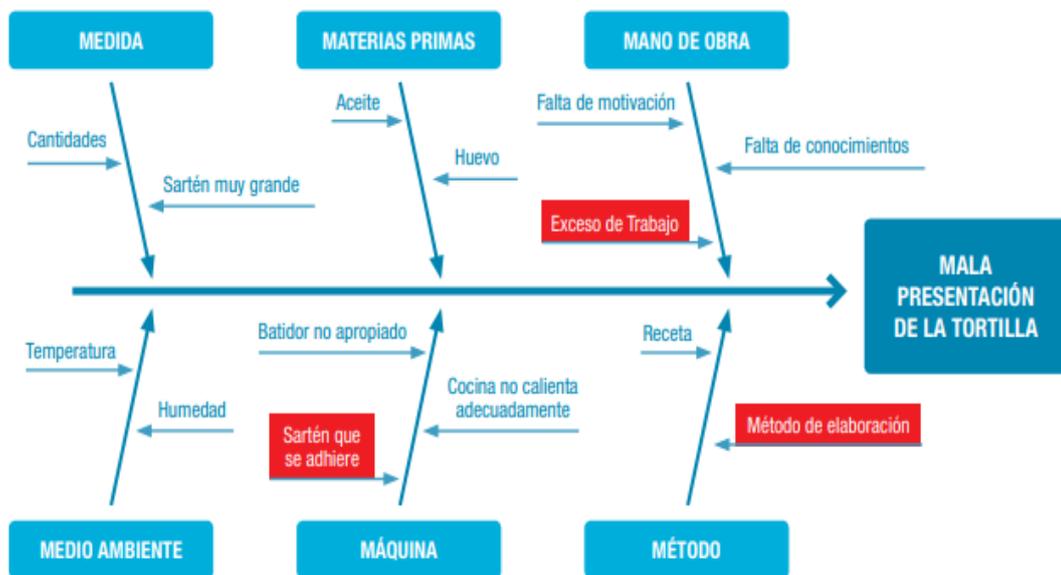


Figura 13: Ejemplo de esquema Diagrama Causa-efecto. [17]

2.2.12. Estudio del trabajo.

El estudio del trabajo es el examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando.

Por lo tanto, el estudio de trabajo tiene por objeto examinar de qué manera se está realizando una actividad, simplificar o modificar el método operativo para reducir el trabajo innecesario o excesivo, o el uso antieconómico de recursos, y fijar el tiempo normal para la realización de esa actividad.

La expresión “estudio de trabajo” comprende varias técnicas, y en especial el estudio de métodos y la medición del trabajo.

- El estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemático de los modos de realizar actividades, con el fin de mejoras.

- La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea según una norma de rendimiento preestablecida. [18]

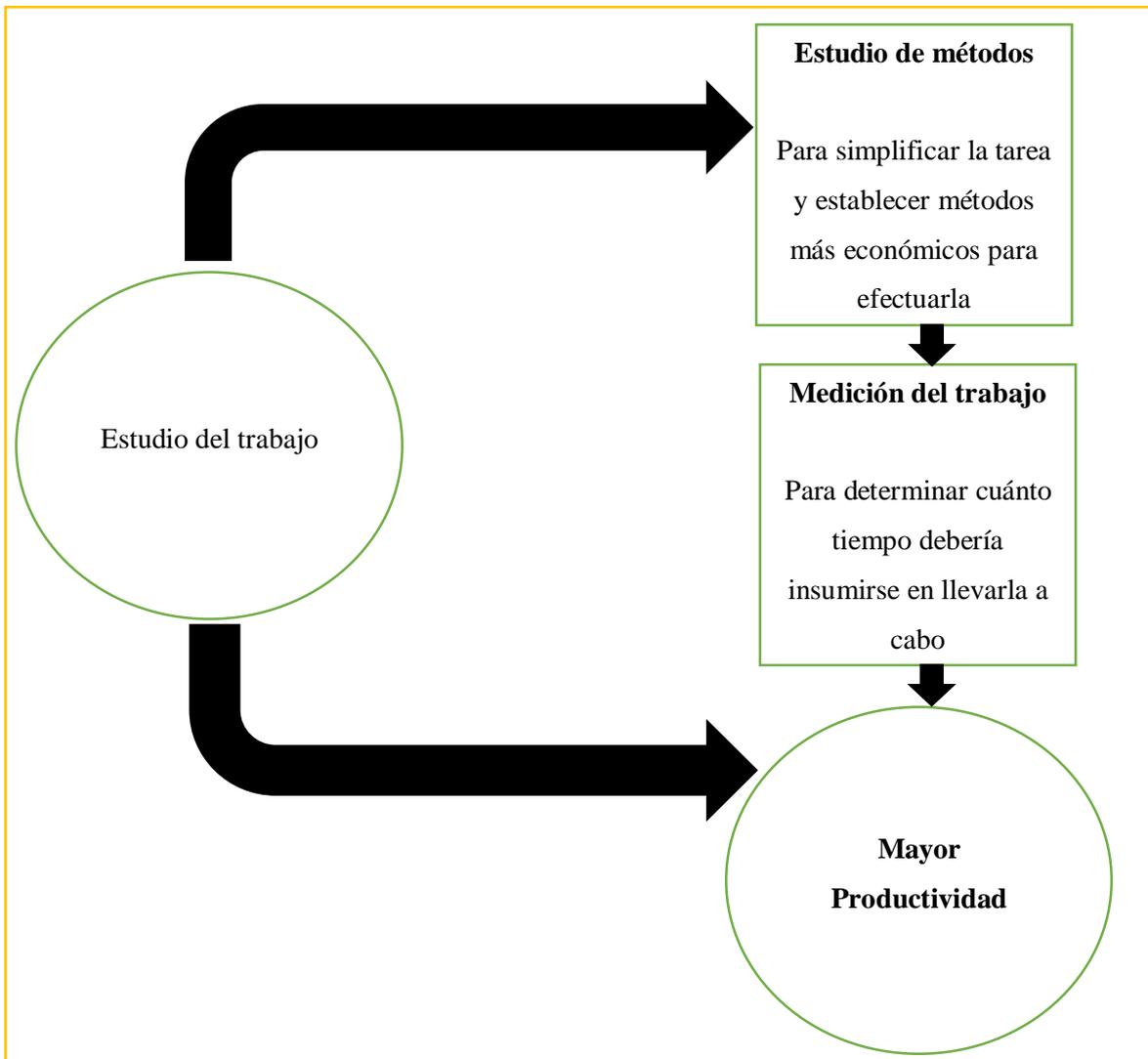


Figura 14: Relación del Estudio del trabajo. [18]

2.2.13. Estudio de tiempos.

Es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos correspondientes a una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar una tarea según una norma de ejecución preestablecida.

El estudio de tiempos iniciado por Taylor, se utilizó para determinar los tiempos estándar para que una persona competente realice el trabajo a marcha normal. Las razones que hacen necesario tener estimaciones de tiempo son:

- Las compañías deben cotizar un precio competitivo.
- Para hacer una oferta se debe estimar el tiempo y costo de manufactura.
- Establecer un programa de fabricación.
- Evitar tiempos ociosos de máquinas y operarios.
- Cumplir las fechas de embarque a los clientes.
- Planear la llegada de las materias primas.
- Realizar mantenimiento de equipos, instalaciones, orden y aseo de las plantas.
- Predecir las necesidades de equipo y mano de obra o sea las horas-hombre y horas-máquina.

Pagar según un plan de incentivo:

Tiempo oficial permitido x salario por día / tiempo real requerido. Decisión entre hacer o comprar todo o partes. El estudio de movimientos, debido a los Gilbreth, se empleó en gran parte para el perfeccionamiento de los métodos. Actualmente se usan los métodos, los movimientos y los tiempos juntos, como herramienta de análisis, con el fin de:

- Encontrar la forma más económica de hacer el trabajo.
- Normalizar los métodos, movimientos, materiales, herramientas e instalaciones.
- Determinar los tiempos estándar. Entrenar a los operarios en el método nuevo. [18]

2.2.13.1. Material fundamental.

El estudio de tiempos exige cierto material fundamental, a saber:

- Cronometro.
- Tablero de observaciones.
- Formulario de estudio de tiempo.

Hoja de observaciones para estudio de tiempo															
Identificación de la operación	Colocar tapas a botellas con licor										Fecha 25 de julio de 1987				
Hora inicial 10:00 am Hora final 10:03 am	Operador 05					Observador CJA					Aprobado por CJA				
Descripción del elemento	CICLOS										Resumen				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ΣT	\bar{T}	F_c	T_N	
Tomar botella llena y colocarla en la máquina.	T	0.04	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	0.05	0.04	0.04	0.05	0.45	.045	1.10	0.0495
	L	0.04	0.26	0.49	0.70	0.93	1.16	1.39	1.60	1.83	2.04				
Accionar la máquina y esperar.	T	0.08	0.10	0.08	0.09	0.10	0.08	0.08	0.10	0.07	0.08	0.86	.086	0.95	0.0817
	L	0.12	0.35	0.57	0.79	1.03	1.24	1.47	1.70	1.90	2.12				
Quitar la botella llena con chape y colocarla en una caja.	T	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.10	0.09	0.09	0.09	0.10	0.91	.091	1.05	0.0955
	L	0.21	0.45	0.65	0.88	1.12	1.34	1.56	1.79	1.99	2.22				
	T											minutos por ciclo		0.2267	
	L														
	T														
	L														
Tiempo normal = 0.2267 minutos										Tiempo estándar = 0.2473 minutos					

Figura 15: Ejemplo Formulario general del Estudio de Tiempos. [18]

2.2.14. Tamaño de la muestra.

Con el método estadístico, hay que efectuar cierto número de observaciones preliminares (n') y luego aplicar la fórmula siguiente para un nivel de confianza de 95,45% y un margen de error de $\pm 5\%$. [18]

Ecuación 1: Tamaño de la muestra

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

Siendo

n = tamaño de la muestra que deseamos determinar

n' = número de observaciones del estudio preliminar

Σ = suma de valores

x = valor de las observaciones

Minutos por ciclo	Hasta 0.10	Hasta 0.25	Hasta 0.50	Hasta 0.75	Hasta 1.0	Hasta 2.0	Hasta 5.0	Hasta 10.0	Hasta 20.0	Hasta 40.0	Más de 40
Número de ciclos recomendado	200	100	60	40	30	20	15	10	8	5	3

Figura 17: Numero de ciclos recomendados para el estudio de tiempos. [18]

2.2.15. Escala de valoración del ritmo del trabajo.

La valoración se puede utilizar como el factor por el cual se multiplica el tiempo observado para obtener el tiempo básico, ósea el tiempo que tardaría en realizar el elemento al ritmo tipo el trabajador calificado con suficiente motivo para aplicarse.

Actualmente se utilizan varias escalas de valoración, pero las más corrientes son la 100-133, 60-80, y la normal británica 0-100, que es la empleada en esta obra y viene a ser una variante de la 75-100. [18]

Escalas				Descripción del desempeño	Velocidad de marcha comparable ¹	
60-80	75-100	100-133	0-100 (norma británica)		(mi/h)	(km/h)
0	0	0	0	Actividad nula		
40	50	67	50	Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo	2	3,2
60	75	100	75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan	3	4,8
80	100	133	100 (Ritmo tipo)	Activo, capaz, como de obrero calificado medio, pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado	4	6,4
100	125	167	125	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado medio	5	8,0
120	150	200	150	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos períodos; actuación de «virtuoso», sólo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes	6	9,6

Figura 18: Ejemplos de ritmos de trabajo expresados según las principales escalas de valoración. [18]

- **60 o 100 Calificación normal.**

Equivale a la calificación de un individuo normal, caminando sobre un piso plano, sin ningún obstáculo y sin carga, a una temperatura normal de 18 grados centígrados y a una rapidez de 1.25 metros por segundo o 4.5 kilómetros por hora. Éste es el ritmo del trabajo de una persona normal, que ejecuta su tarea sin pérdida de tiempo, con el mínimo de movimientos y el máximo de seguridad. El 98% de las personas pueden alcanzar este ritmo. [19]

- **80, 120 Calificación óptima**

Es de interés particular porque el 50% de las personas tienden a trabajar a este ritmo, si son remunerados con incentivos. [19]

- **100, 140 Calificación excepcional**

Que se da a las personas con ritmo extraordinario. Lo logran solamente el 2% de ellas. Hay tres elementos que hacen variar la calificación:

1. El método de operación.
2. La precisión.
3. El ritmo (ligereza o habilidad).

Si alguno de estos tres factores cambia, la calificación también cambia. Es decir, a un nivel elevado de estos tres factores, corresponde una calificación elevada. A una calificación elevada, el tiempo de ejecución se reduce o sea que la calificación es inversamente proporcional al tiempo. [19]

2.2.15.1. Tiempo normal.

Consiste en obtener para cada elemento el tiempo normal mediante la siguiente fórmula: [19]

Ecuación 2: Cálculo tiempo normal.

$$\textit{Tiempo normal} = \frac{\textit{Tiento presentativo} * \textit{Calificación representativa}}{\textit{Califiación Normal}}$$

2.2.15.2. Calcular el tiempo estándar.

El tiempo estándar de una operación es igual al tiempo normal más el tiempo de recuperación o suplementos. [19]

Ecuación 3: Cálculo tiempo estándar

Tiempo estandar = tiempo normal + tiempo de recuperación

$$Ts = TN + suplementos$$

$$Ts = TN * Coeficiente de recuperación$$

2.2.16. Aplicar los suplementos o tolerancias.

En la práctica, no siempre el operario puede utilizar el tiempo de la jornada normal, muchas veces interrumpe su trabajo por otros factores externos:

- Personales, tiempo para necesidades personales, 5%.
- Por fatiga, se debe tener en cuenta un tiempo de recuperación para que el organismo recupere el esfuerzo hecho, 5%.
- Retrasos involuntarios, debido a caída de herramientas o materiales, descomposición de equipos, pérdida del filo de las herramientas, entre 0 y 5%.

Se debe pues, compensar con tiempo todos estos factores externos. Y este tiempo depende:

- Del género del trabajo.
- De su duración.
- De las condiciones ambientales.

Existen tablas que dan los suplementos en porcentajes de ciertas operaciones de base. A menudo, se deben sumar diferentes porcentajes para calcular el tiempo de aplicación suplementario. [19]

2.2.16.1. Suplementos por necesidades personales.

Es el tiempo concedido para usos personales, se concede normalmente 5% para hombres y 7% para mujeres. Es el tiempo que se concede a un empleado para necesidades personales

como: hablar con sus compañeros sobre temas que no conciernen al trabajo. Ir al baño. Beber agua. Otras controladas por el operador para no trabajar. [19]

2.2.16.2. Suplementos por fatiga.

Es el tiempo necesario para recuperación física o mental debido al desarrollo de una actividad. Determinar el tiempo que se ha de asignar para descanso, es muy complejo. La mejor solución consiste en establecer períodos de descanso fijos durante la jornada de trabajo. Estos períodos pueden ser entre 5 y 15 minutos o hasta el 5% del tiempo normal, para hombres y mujeres. Se debe tener en cuenta que a cada esfuerzo se debe aplicar un coeficiente de recuperación. Es el tiempo que se concede a un empleado para que se recupere del cansancio, básico 5% y 5% más, por cada 10 libras de fuerza requeridas en exceso. [19]

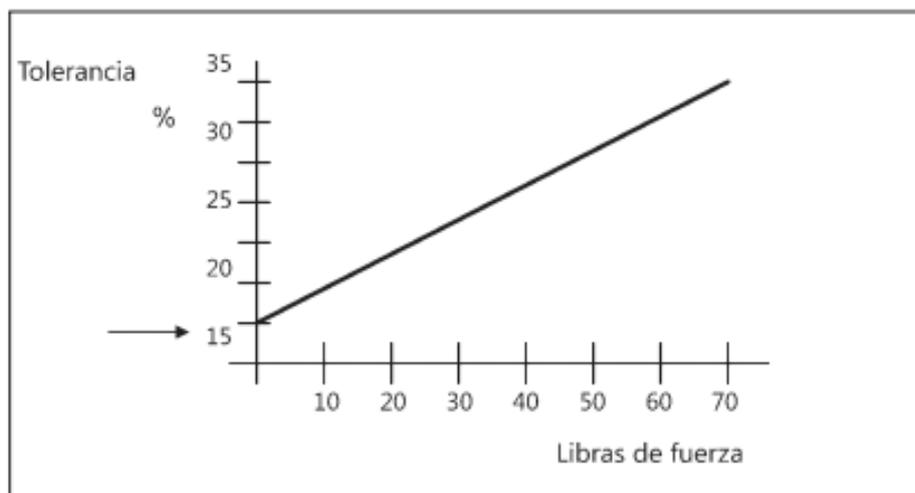


Figura 19: Suplementos por fatiga. [19]

2.2.16.3. Suplementos por retrasos involuntarios.

Son los tiempos perdidos por las máquinas, por avería, reparación o rotura de herramientas etc. Los tiempos perdidos de los operarios por inspección o interrupciones involuntarias. Se concede, dependiendo de la frecuencia entre 0 y 5%.

- Suplementos por desplazamientos sobre un mismo plano, sin carga.
- Piso en buen estado, hasta 8%.
- Piso en estado regular, hasta 12%.

- Piso en mal estado, hasta 20%. Suplementos por cargas en los brazos y en la espalda. [19]

Tabla 1

Suplementos por retrasos involuntarios "Brazos"

KG	%
10	2
20	5
30	12

Nota: Se describe el % correspondiente al suplemento por retraso involuntario. [19]

Tabla 2

Suplementos por retrasos involuntarios "Espalda"

10	-
20	3
30	8
40	15
50	20
60	30
80	60
100	100
120	140

Nota: Descripción de valoración para suplemento "Espalda" [19]

Tabla 3

Suplemento por mantener una carga en equilibrio.

2 METROS

5 METROS

2%	5%
-----------	-----------

Nota: Descripción de % dependiendo de la carga y la distancia. [19]

Tabla 4

Suplementos por cm. de pendiente por metro.

Kg.	Subir	Bajar
10	0.5	0.2
20	0.6	0.2
30	0.8	0.3
40	1.0	0.4
50	1.2	0.6

60	1.4	0.8
80	1.6	1.0
100	1.8	1.2
120	2.0	1.4

Nota: Valoración por kilogramo de peso en subir y bajar en actividad física. [19]

Tabla 5

Subir escalera corriente.

KG	%
0	80
10	100
20	120
30	150
40	200
50	280

Nota: Escala de % dependiendo del peso en actividad física. [19]

Tabla 6

Suplemento por subir y bajar escaleras

kg	Subir en buen estado	Escalera en mal estado	Bajar en mal estado	Escalera en mal estado
0	30	40	10	20
10	35	45	15	25
20	40	50	20	30
30	50	60	30	40
40	60	-	40	-
50	80	-	50	-

Nota: Escala de valoración por peso manipulado en actividad física. [19]

Tabla 7

Manejo de vehículos.

Manejo	Con 100 kg.	Con 400 kg.
Halar carro sobre buen piso	15	30
Empujar carro sobre buen piso	20	35
Empujar vagón sobre riel	15	30

Nota: Descripción por actividad física realizada en vehículos. [19]

Tabla 8

Levantar cargas

kg	Del piso a 80 cm		De 80 a 150 cm	
	Bajando	Subiendo	Bajando	Subiendo
10	12	18	10	16
20	15	25	15	25
30	25	40	25	40
40	35	50	40	50
50	45	60	55	70
60	55	70	70	80
80	65	80	85	120
100	75	100	120	150

Nota: Valoración de actividad física por distancia y peso realizado por la persona. [19]

Tabla 9

Trabajo intelectual

	Esfuerzo	
	Temporal	Continuo
Lectura de una ficha de instrucciones	1	2
Mecanografiar	1	5
Copiar a lápiz	10	12
Escribir a tinta	12	15

Nota: Rango entre el trabajo del operador constante o variable. [19]

Una persona trabajando a temperatura y humedad superior a la normal (18°C) se fatiga más que una que trabaja a temperatura normal y seca. [19]

Temperatura Termómetro Seco	18	1.00											
	20	1.02	1.07										
	22	1.04	1.09	1.18									
	24	1.07	1.13	1.22	1.35								
	26	1.11	1.18	1.27	1.40	1.56							
	28	1.17	1.24	1.33	1.46	1.63	1.85						
	30	1.23	1.31	1.40	1.53	1.72	1.96	2.23					
	32	1.31	1.39	1.50	1.64	1.83	2.07	2.35	2.70				
	34	1.39	1.48	1.60	1.75	1.95	2.20	2.49	2.84	3.28			
	36	1.48	1.58	1.71	1.87	2.09	2.34	2.64	2.81	3.45	3.98		
	38	1.58	1.70	1.83	2.01	2.23	2.50	2.80	3.18	3.41	4.18	4.84	
	Temperatura	40	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38
			Termómetro Húmedo										

Figura 20: Suplementos por calor y humedad. [19]

2.2.17. Gráficos de control para atributos.

Los gráficos de control por atributos constituyen la herramienta esencial utilizada para controlar características de calidad con sólo dos situaciones posibles, como, por ejemplo:

- Conforme/disconforme
- Funciona/ no funciona
- Defectuoso/no defectuoso, presente/ausente, etc.; o bien para características que se puedan contar, como número de manchas, número de golpes, número de rayas, etc.

También en algunas ocasiones se tratan características por variables como atributos, en el caso de que sólo se considere si se cumplen o no las especificaciones de calidad sin importar cuál es el valor concreto de dicha variable.

Las especificaciones de calidad son las medidas deseadas de las características de la calidad en un producto. Las características de calidad se evalúan con respecto a estas especificaciones. Por lo general, los gráficos por atributos no ofrecen tanta información como los gráficos por variables, ya que una medición numérica es más informativa que la sola clasificación de una unidad como conforme o disconforme. Aun así, los gráficos por atributos son muy útiles en el sector servicios y en los esfuerzos de mejora de la calidad fuera de la manufactura, ya que no es fácil medir en una escala numérica un gran número de las características de calidad que se encuentran en estos escenarios. Al igual que en los gráficos de control por variables, el gráfico de atributos representa un estadístico T del proceso (como puede ser el número de defectos) frente al número de la muestra o al tiempo. Una línea central representa el valor medio o esperado del estadístico, mientras que la especificación de los límites de control es una de las decisiones críticas que deben tomarse al diseñar un gráfico de control.

Un punto que se encuentra fuera de los límites de control se interpreta como una evidencia de que el proceso está fuera de control. Además, incluso si todos los puntos se hallan comprendidos entre los límites de control, pero se comportan de manera sistemática o no aleatoria, también se tendría un proceso fuera de control.

El gráfico p es un gráfico de control del porcentaje o fracción de unidades defectuosas (cociente entre el número de artículos defectuosos en una población y el número total de artículos de dicha población). Este tipo de gráfico se basa en la evaluación del número de unidades defectuosas en muestras de tamaño variable tomadas a intervalos fijos de tiempo. Se utiliza cuando en un muestreo no puede mantenerse constante el tamaño de muestra.

Los principios estadísticos que sirven de base al diagrama de control p se basan en la distribución Binomial: supóngase que el proceso de producción funciona de manera estable, de tal forma que la probabilidad de que cualquier artículo no esté conforme con las especificaciones es p, y que los artículos producidos sucesivamente son independientes. [20]

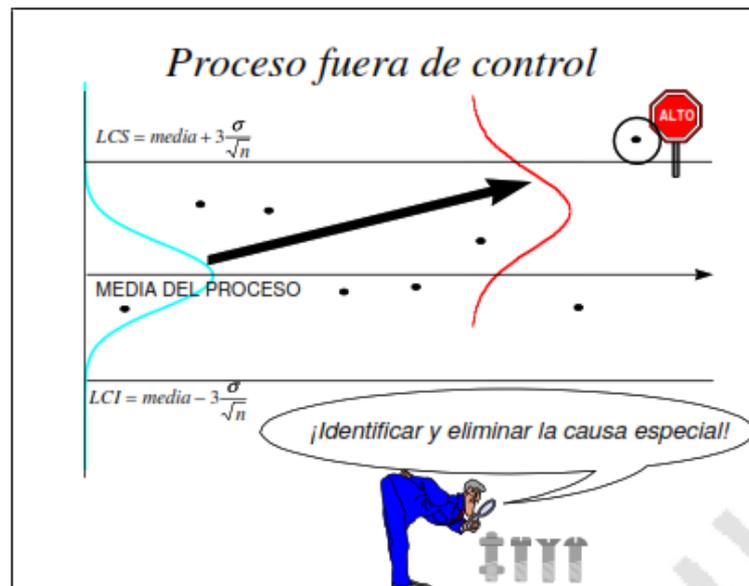


Figura 21: Control del proceso. [1]

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Localización.

El presente proyecto de investigación se desarrolló en la empresa SANI GROUP S.C., ubicada en el km 1 margen derecho vía a Quito, del cantón Santo Domingo, Provincia Santo Domingo de los Tsáchilas.

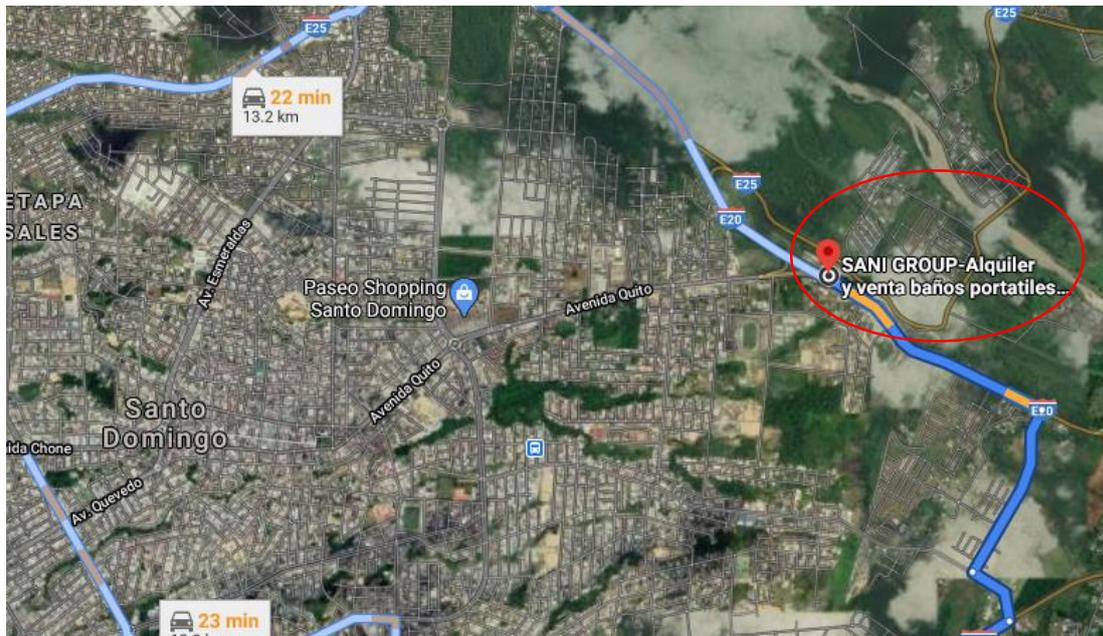


Figura 22: Localización. [Google Maps]

Ubicación geográfica

Región: Costa

Latitud: -0.2555904,

Longitud: -79.2002560

3.2 Tipo de Investigación.

3.2.1 De campo.

En el presente proyecto de titulación se utilizará la investigación de campo, debido a que se entrevistó al jefe de producción para poder conocer sobre el proceso de fibra de vidrio y optimizar la producción de una manera opta para la empresa.

3.2.2 Bibliográfica.

Por medio de la investigación bibliográfica se evidenciará la información que se utilizó para poder alcanzar los resultados al final del proyecto de titulación.

3.2.3 Descriptiva.

Mediante la investigación descriptiva permitirá la narrativa de cómo se desarrollan las herramientas y técnicas inmersas dentro de la mejora continua de un proceso.

3.3 Métodos de investigación.

3.3.1 Deductivo.

Por medio del método deductivo, el cual va de lo general a lo específico, se analizó todo el proceso, posteriormente se irá detallando cada actividad de la problemática.

3.3.2 Analítico.

Este método se desarrolló a raíz del análisis e implementación de los posibles desperdicios que se generan, y un control estadístico del proceso.

3.3.3 Observación.

Por medio de la observación se pudo analizar y evaluar todo el proceso de forma general, obteniendo una perspectiva exacta de la producción y sus trabajadores.

3.4. Fuentes de recopilación de información.

El presente proyecto de investigación contiene fuentes de información primarias y secundarias para el desarrollo de la optimización de los lavamanos y baños portátiles en la empresa de soluciones sanitarias SANI GROUP S.C.

3.3.4 Fuentes primarias.

Se utilizó como fuentes primarias la recolección de datos, a través del estudio de tiempos y métodos aplicados en el proceso de materiales elaborados a base de fibra de vidrio.

3.3.5 Fuentes secundarias.

Se recopiló información de conceptos, definiciones y diagramas extraídos de libros y documentos web basados en el tema de la investigación.

3.4 Diseño de la investigación.

Por medio del análisis de la situación actual del proceso, a través de la observación, la presente investigación inició solicitando información a los trabajadores mientras realizaban su labor, identificando los procesos que conllevan mayores tiempos innecesarios y desperdicios de material, proponiendo la optimización del mismo, realizando un estudio de métodos y tiempos, evaluación de las mudas del proceso y generando un control estadístico del mismo.

3.5 Instrumentos de investigación.

3.5.1 Consultas bibliográficas.

La presente investigación tuvo como instrumento de investigación principal, las consultas bibliográficas, sustentando el contenido del marco conceptual y referencial para la optimización del proceso de lavamanos y baños portátiles elaborados a base de fibra de vidrio.

3.6 Tratamiento de datos.

El tratamiento de los datos se desarrolló a través del programa Excel para registrar información y el análisis de los datos del estudio de tiempos y control estadístico del proceso para su interpretación final.

3.7 Recursos humanos y materiales.

Dentro de la presente investigación se utilizaron los siguientes recursos.

- **Recursos humanos.** - Gerente, jefe de producción y operario del área de Fibra de vidrio.
- **Recursos materiales.** – Estos recursos se detallan en la tabla 10.

Tabla 10

Recursos Materiales

Cantidad	Equipo	Descripción
1	Computadora	Toshiba - Intel Core I3-Processor 4 Gb RAM
1	Impresora	Epson L220
1	Memoria USB	HP – 16 Gb
1	Cuaderno	
1	Bolígrafos	
1	Celular	Gama media (Cronometro)

Elaborado por: Rivas Guerrero Angie Mabel

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis del proceso actual en la producción de baños y lavamanos portátiles elaborados a base de fibra de vidrio.

Dentro del análisis del proceso de compuestos de fibra de vidrio es necesario conocer la descripción general del taller donde se desarrollan las actividades laborables en conjunto con los materiales que intervienen el estudio planteado, el cual es la elaboración de baños y lavamanos portátiles de fibra de vidrio.

4.1.1 Layout general del taller.

La empresa SANI GROUP S.C. consta de 5 áreas como se muestra en la figura 23., cada área consta de uno a dos operadores para el desarrollo de las actividades laborables de la empresa Sani Group S., en donde sustentan el desarrollo del mantenimiento de tanqueros y camionetas que desempeñan un papel importante para el área de tratamiento. Se tiene en cuenta que el taller general de la planta es totalmente abierto a su alrededor, contando con techado y una oficina; a su alrededor se encuentra el patio y la planta de tratamiento de aguas grises. El área de estudio se centra en los compuestos de fibra de vidrio.

Se toma en consideración las escalas a trabajar en los layouts desarrollados en la presente investigación son 1:1.

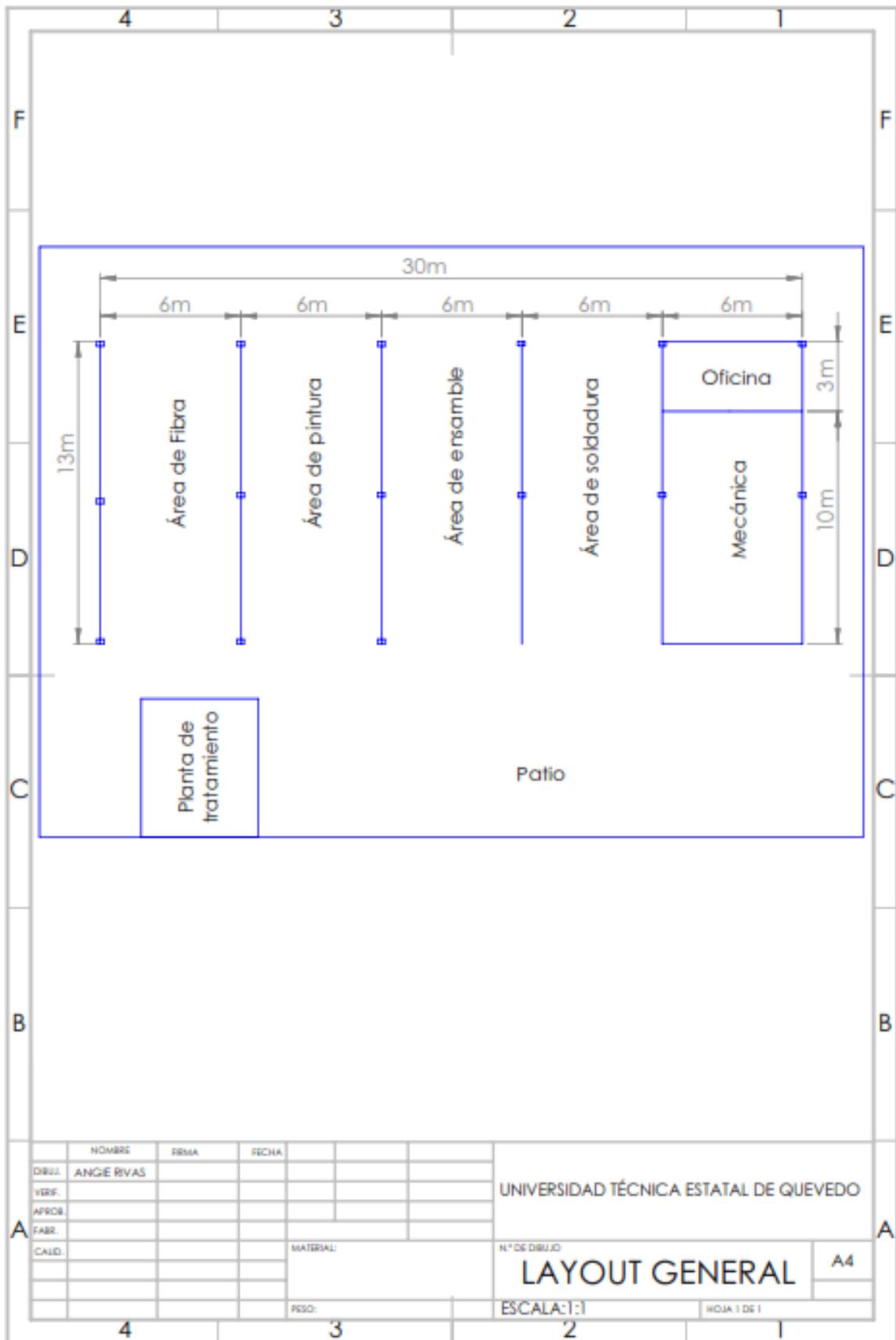


Figura 23: Layout general del taller. [Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero]

4.1.2 Layout del área de fibra.

Para la presente investigación, se toma en consideración el proceso de fibra de vidrio, en polímeros reforzados con este material, como los baños y lavamanos portátiles. En la figura 24 se muestra el área de fibra con sus respectivas dimensiones e implementos.

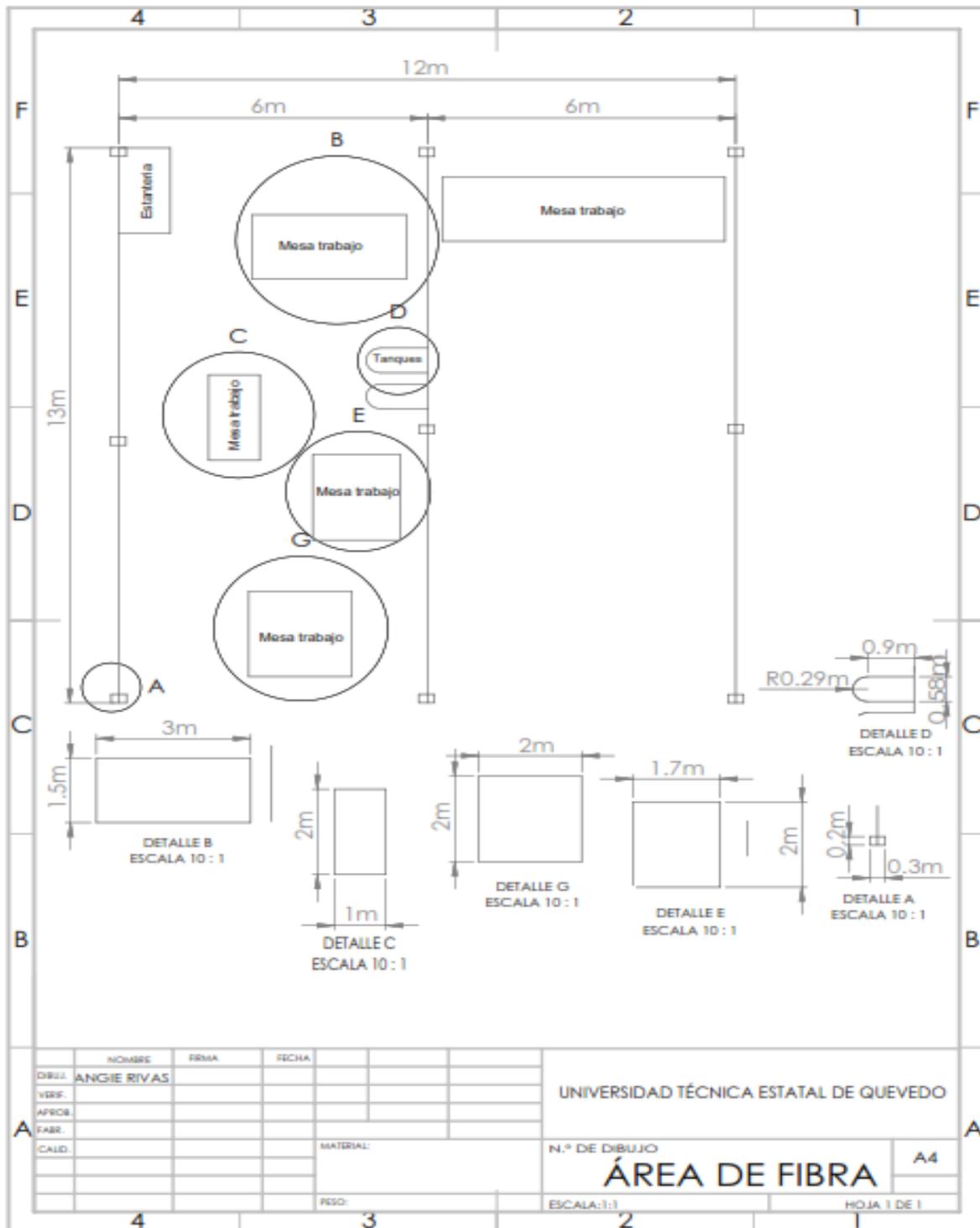


Figura 24: Layout del área de Fibra. [Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero]

4.1.3 Descripción de los materiales.

Es importante estar al tanto de los materiales que intervienen en la elaboración de los baños y lavamanos portátiles compuestos de fibra de vidrio, como se lo muestra en la tabla 11.

Tabla 11

Materiales para el proceso de fibra de vidrio.

MATERIAL	DESCRIPCION
Cera desmoldante	CP 500 POLIESTER (Darle facilidad al desmontaje del molde con la nueva pieza)
"Gelcoat"	Mezcla de: Carbonato de calcio tipo A 325, Resina, <i>Flowsil</i> , Cobalto, Alcohol polivinílico, Tinte polyester, Estireno
Guaípe	Poli algodón
Resina	Poliéster insaturado PUG-330 ORTOFTALICO (Ayuda obtener una textura media)
Estireno	Catalizador y acelerador (Ayuda obtener una textura media)
Cobalto	Catalizador y acelerador (Secado uniforme de la pieza)
Alcohol Polivinílico	Acelerador (Secado uniforme de la pieza)
Tinte poliéster insaturado	Color
"Flowsil" 200	Catalizador y acelerador (Previene que la mezcla no se deslice del molde) (Ayuda obtener una textura media)
Carbonato de calcio tipo A-325	Catalizador y acelerador
Fibra de vidrio	Gramaje 100
Brochas	Comunes
Masilla de plástico poliéster	UNIPLAST ADVANCE 355
Lijas	80gr
Poliestireno	Catalizador (Resistencia a la pieza)
Playos de presión	Sujeción para unión de las piezas al finalizar el proceso

Fuente: Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero.

4.1.4 Descripción general del proceso de lavamanos y baños portátiles elaborados a base de fibra de vidrio.

La elaboración de los baños portátiles compuestos de fibra de vidrio, consta de 4 paredes elaboradas con material reciclado exportado, una tina de depósito de las aguas grises, una papelera, el urinario, el piso y el inodoro, como se observan en las 25 y 26; todos estos 5 elementos son compuestos de fibra de vidrio, en los cuales se centrará el estudio de esta investigación.

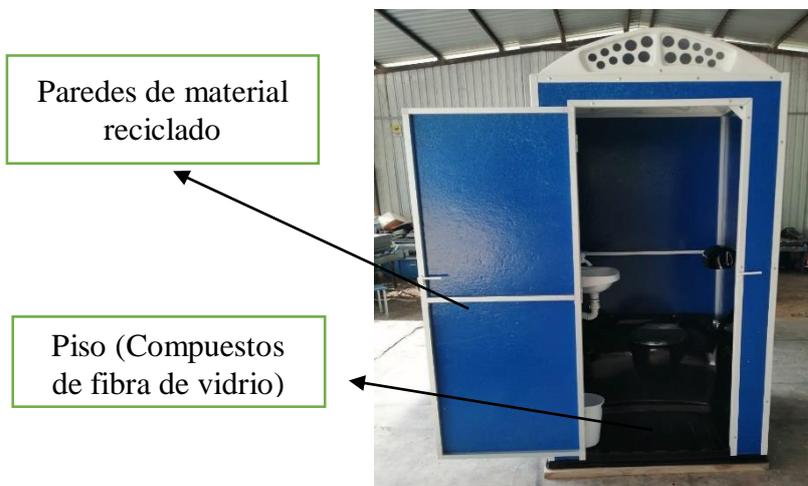


Figura 25: Baño portátil. [Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero]

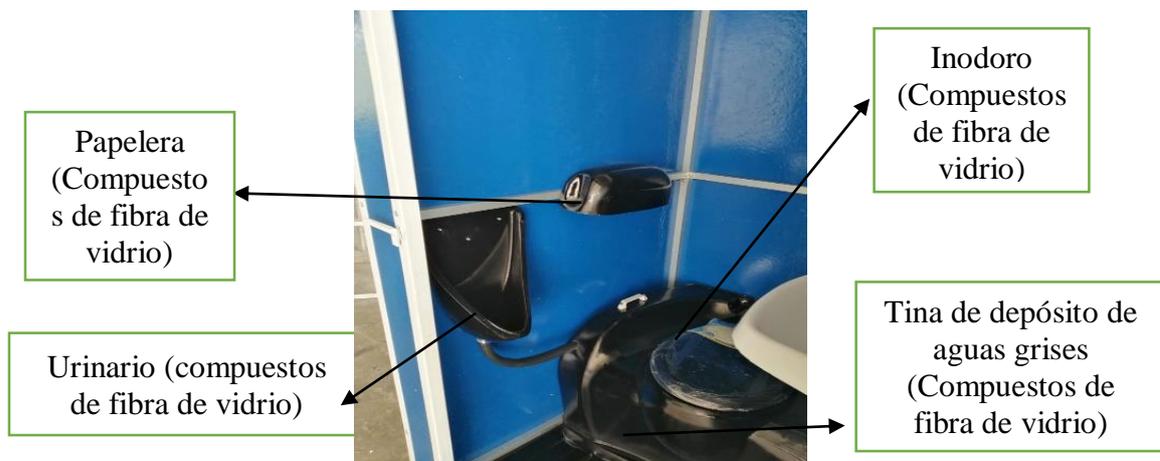


Figura 26: Elementos de un baño portátil. [Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero]

4.1.4.1 Piezas independientes de los lavamanos compuestos de fibra de vidrio.

El proceso de la elaboración de compuestos de fibra de vidrio empieza con la limpieza total de los moldes donde se va a producir la pieza, las mismas son elaboradas por partes, de manera independiente. Las piezas para un lavamanos se detallan en la figura 27, 28, 29 y 30 respectivamente.



Figura 27: Base Frontal de lavamanos. [Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero]



Figura 28: Base trasera de lavamanos. [Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero]



Figura 29: Llave de agua para lavamanos portátil. [Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero]



Figura 30: Parte trasera de la llave de lavamanos con su respectivo tubo de agua. [Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero]

De acuerdo al producto final, se observa en la figura 31 la unión de todas las piezas anteriormente mencionadas.



Figura 31: Producto final "Lavamanos". [Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero]

4.1.4.2 Piezas independientes de los baños compuestos de fibra de vidrio.

Se detallan las piezas de manera independiente, que intervienen en el producto final de un baño portátil, polímero reforzado a base de fibra de vidrio, en las figuras 32, 33, 34, 35 y 36.



Figura 32: Tina de depósito de aguas grises de un baño portátil. [Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero]



Figura 33: Inodoro. [Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero]



Figura 34: Piso de los baños portátiles reforzado con madera en las esquinas. [Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero]



Figura 35: Urinario. [Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero]



Figura 36: Papelera. [Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero]

Los moldes en general salen de piezas originales que son reciclados y posteriormente remodeladas, por ende, en caso de que exista alguna imperfección, ya sea una fisura o agujero, se lo corrige con masilla poliéster y lijando los grumos de la misma con una lija de 80gr.

Después de la preparación del molde se aplica una capa de poliestireno con una brocha común, el cual permitirá darle una resistencia mayor a la pieza y librar de impurezas al molde, el tiempo de secado del producto dependerá en su mayor parte del clima; el tiempo

promedio de este proceso es de 10 a 15 min. El poliestireno tiene que estar completamente seco, sin ninguna burbuja de aire. Luego se procede a colocar capas de cera desmoldante con la ayuda de un guaipe totalmente limpio, teniendo como función principal, que al final del proceso, cuando la pieza está completamente seca, resulte fácil el desmontaje del molde con el nuevo producto. Estas capas de cera desmoldante varían por el tamaño de la pieza; Se encuentra un estimado de 3 capas en una pieza pequeña, hasta 7 capas en una pieza grande, teniendo como promedio de secado de 20 min.

Por otra parte, continuando con el proceso de compuestos de fibra de vidrio, se realiza la mezcla para obtener el *gelcoat*, donde se colocan en un recipiente carbonato de calcio tipo A 325, resina, *flowsil*, cobalto, alcohol polivinílico, tinte poliéster (para darle color a la pieza) y estireno. Todos estos componentes se mezclan hasta obtener una contextura equilibrada, en término medio.

Una vez preparado el *gelcoat* se procede a esparcirlo con una brocha por todo el molde, una capa no muy uniforme con un tiempo de espera de secado de 15 a 20 min. Por consiguiente, se utiliza resina con estireno en conjunto de un poquito de *flowsil* y alcohol polivinílico; la cantidad de estos elementos dependerá del tamaño de la pieza a realizar. Esta mezcla se genera un poco densa por el *flowsil*, el cual no permite que se riegue con facilidad lo anteriormente mencionado. El alcohol polivinílico permitirá que el secado sea uniforme.

Por último, se procede a colocar 3 capas de fibra de vidrio, continuando con la mezcla anterior mencionada, una capa de la mezcla por cada capa de fibra de vidrio. Una vez culminado esta actividad, según las piezas que requieren la unión de las mismas, como son las bases tanto de los baños como de los lavamanos, son adheridas con la resina pura, siempre que la primera parte de la pieza este con la sujeción de playos de presión para su unión como se muestra en la figura 35.; el tiempo de secado de la pieza es de 2 a 3 horas, para posteriormente proceder a desmoldar.



Figura 37: Sujeción de pieza frontal y trasera de lavamanos. [Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero]

4.1.5 Variables para el estudio de tiempos.

De acuerdo al proceso de compuestos de fibra de vidrio para la elaboración de baños y lavamanos, se establecen las actividades o tareas correspondientes, detalladas en la tabla 12, la cual servirá de apoyo para el estudio de tiempos de producción.

Tabla 12:

Descripción de actividades de polímeros reforzados con fibra de vidrio

Actividades o tareas
1. Inspección y revisión de los moldes
2. Traslado del molde al área de fibra
3. Corrección de fisuras o agujeros de los moldes
4. Aplicación de poliestireno en el molde
5. Secado del molde
6. Colocación de 3 capas de cera desmoldante
7. Secado de la cera en el molde
8. Recepción de productos para <i>Gelcoat</i> en la percha de materiales y dentro del área
9. Preparación del <i>Gelcoat</i>
10. Esparcimiento del <i>Gelcoat</i> por el molde
11. Secado del <i>Gelcoat</i> en el molde
12. Recepción de productos para la mezcla antes de colocar la fibra de vidrio en el molde

- | |
|---|
| 13. Mezclado de resina, estireno, <i>flowsil</i> y alcohol polivinílico |
| 14. Esparcimiento de la mezcla anterior por el molde |
| 15. Recepción de la Fibra de vidrio para el molde en la percha de material. |
| 16. Colocación de 3 capas de fibra de vidrio en el molde |
| 17. Esparcimiento de la mezcla anterior por capa de fibra colocada |
| 18. Secado de la pieza |
| 19. Desmoldar para obtener la nueva Pieza |
| 20. Unión de las piezas (Base frontal, Base trasera) (Base Inferior, Base superior) (llave de agua) |
| 21. Traslado de la nueva pieza al área de pintura |
| 22. Pintado de la pieza |
| 23. Secado de la pintura en la nueva pieza |
| 24. Inspección del producto final |

Fuente: Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero.

Para realizar el cálculo del tiempo estándar primero se tomaron tiempos preliminares, luego se calculó el número de observaciones necesarias para cada proceso con la fórmula correspondiente. Una vez calculado aquello se realizó el cálculo del tiempo normal o también llamado tiempo básico en el que intervienen las valoraciones, estas valoraciones son la evaluación por correlación con el concepto que se tiene de lo que es el ritmo estándar. Por último, el tiempo estándar que se lo realizó sacando el producto del tiempo normal y los suplementos que son los tiempos que se le concede al trabajador con el objetivo de compensar los retrasos, las demoras y los elementos contingentes que se presentan en la tarea o proceso.

4.1.6 Cálculo del número de observaciones adicionales.

De acuerdo al estudio de tiempos realizado, en la actividad de traslado de la pieza al área de pintura, se obtiene el número de observaciones para la presente investigación de acuerdo a la fórmula establecida en la OIT, a partir de cuatro observaciones preliminares, teniendo como resultado 6 observaciones adicionales a las preliminares.

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' * \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right)^2$$

$$n = \left(\frac{40\sqrt{4 * 314,09 - (16,53)^2}}{16,53} \right)^2$$

$$n = 5,75 = 6$$

4.1.7 Tiempo observado.

Para calcular el tiempo observado se procede a la sumatoria de los tiempos preliminares, y número de observaciones, realizando el promedio entre ellos, como se muestra en la siguiente tabla 13.

Tabla 13

Tiempo Observado

ELEMENTO	VALORACIÓN N	TIEMPO OBSERVADO EN MINUTOS							T.O								
		T1	T2	T3	T4	n	T	T		T	T	T	T				
Inspección y revisión de los moldes	1	0,3	0,3	0,3	0,3	3	0,4	0,3									0,3
Traslado del molde al área de fibra	1	1,0	1,0	1,0	1,0	1	1,0	1,0									1,0

Fuente: Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero.

$$T_o = \frac{1.05 + 1 + 1.01 + 1.03 + 1.02}{5} = 1,02 \text{ min.}$$

4.1.8 Tiempo normal.

El cálculo del tiempo normal es determinado tomando en cuenta la tabla de valoraciones del trabajo acuerdo al operario, de la OIT establecida a continuación, **tabla 14**.

Tabla 14

Escala de valoraciones

Escala de valoración	Descripción del desempeño del trabajo
0	Actividad nula

50	Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operario no demuestra interés
75	Constante, resuelto, sin prisa, como de operario desmotivado pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan.
100	Activo, capaz, como de obrero calificado medio, logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.
125	Muy rápido, el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado
150	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos

Fuente: [18]

$$T_n = T_o * \frac{\text{Valoración atribuida}}{\text{Valor estándar}}$$

$$T_n = 1,07 * \frac{100}{100}$$

$$T_n = 1,07$$

4.1.9 Suplementos.

Para el cálculo del tiempo estándar se implementa los suplementos de trabajo detallados en la tabla 15, el cual, son los tiempos, que se concede al trabajador con el objeto de compensar los retrasos, las demoras y elementos contingentes que son partes regulares de la tarea, teniendo en cuenta la escala de valoración de la OIT según la tarea que realiza el operario.

Tabla 15
Suplementos

PROCESO COMPUETSOS DE FIBRA DE VIDRIO "SUPLEMENTOS PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS"			SUPLEMENTO CONSTANTE		SUPLEMENTO VARIABLE											
			Necesidades personales	Fatiga	Trabajo de pie	Postura anormal			Ruidos		Monotonía			Tedioso		
N°	ACTIVIDADES					Ligeramente incomodo	Incomodo	Demasiado	Ruidos continuos	Intermitentes y fuertes	Intermitentes y muy fuertes	Algo Monótono	Bastante	Muy Monótono	Algo aburrido	Aburrido
1	Inspección y revisión de los moldes	5	4	2		2		2				4		2		21 %
2	Traslado del molde al área de fibra	5	4	2				2			1			2		16 %
3	Corrección de fisuras o agujeros de los moldes	5	4	2		2		2				4		2		21 %
4	Aplicación de poliestireno en el molde	5	4	2		2		2				4		2		21 %
5	Secado del molde							2				4		2		8%
6	Colocación de 3 capas de cera desmoldante	5	4	2				2			1			2		16 %
7	Secado de la cera en el molde							2				4		2		8%
8	Recepción de productos para <i>Gelcoat</i> en la percha de materiales y dentro del área	5	4	2				2			1			2		16 %

9	Preparación del <i>Gelcoat</i>	5	4	2	2	2	1	2	18 %
10	Esparcimiento del <i>Gelcoat</i> por el molde	5	4	2	2	2	1	2	18 %
11	Secado del <i>Gelcoat</i> en el molde					2	1	2	5%
12	Recepción de productos para la mezcla antes de colocar la fibra de vidrio en el molde	5	4	2	2	2	1	2	18 %
13	Mezclado de resina, estireno, <i>flowsil</i> y alcohol polivinílico	5	4	2	2	2	4	2	21 %
14	Esparcimiento de la mezcla anterior por el molde	5	4	2	2	2	4	2	21 %
15	Recepción de la Fibra de vidrio para el molde en la percha de material.	5	4	2	2	2	1	2	18 %
16	Colocación de 3 capas de fibra de vidrio en el molde	5	4	2	2	2	5	2	22 %
17	Esparcimiento de la mezcla anterior por capa de fibra colocada	5	4	2	2	2	1	2	18 %
18	Secado de la pieza		4			2	1	2	9%
19	Desmoldar para obtener la nueva Pieza	5	4	2	2	2	1	2	18 %
20	Traslado de la nueva pieza al área de pintura	5	4	2		2	1	2	16 %
21	Pintado de la pieza	5	4	2	2	2	1	2	18 %
22	Secado de la pintura en la nueva pieza					2	1	2	5%

23	Inspección del producto final	5	4	2	2	4	0	17 %
----	-------------------------------	---	---	---	---	---	---	---------

Fuente: Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero.

4.1.10 Resumen del estudio de tiempos.

Para obtener datos cuantitativos sobre el tiempo de fabricación de compuestos de fibra de vidrio, se desarrolla el presente estudio de tiempos, cuya implementación indica el tiempo que invierte un operador calificado que trabaja a un nivel normal en llevar a cabo una tarea determinada de ejecución preestablecida, realizándose a partir de un número de observaciones, como se lo indica en la siguiente tabla 16. Dentro del estudio se anexan los demás datos de tiempos de las diferentes piezas para lavamanos y baños portátiles, en el anexo 1.

Tabla 16

Resumen de estudio de tiempos del proceso de polímeros a base de fibra de vidrio "llave y tapa de lavamanos"

ESTUDIO DE TIEMPOS																		
FECHA	15-ene-21	HORA DE INICIO	8:30 a.m.	OPERARIO	Elvis Velez	ELEMENTO DEL ESTUDIO	COMPOSITES DE FIBRA DE VIDRIO							LLAVE Y TAPA PARA LAVAMANOS				
		HORA FINAL	5:30 p. m.															
ELEMENTO	VALORACIÓN	TIEMPO OBSERVADO EN MINUTOS				TIEMPO OBSERVADO EN MINUTOS							T.O	T.N	SUPL. % T. ESTÁNDAR			
		T1	T2	T3	T4	n	T	T	T	T	T	T				T		
Inspección y revisión de los moldes	1	0,55	0,56	0,55	0,57	0									0,6	0,6	21%	0,67
Traslado del molde al área de fibra	1	1,05	1	1,01	1,03	1	1,02								1,02	1,0	16%	1,19
Corrección de fisuras o agujeros de los moldes	1	1,01	1,02	0,96	0,99	1	0,95								1,0	1,0	21%	1,19
Aplicación de poliestireno en el molde	1	1,56	1,57	1,55	1,55	0									1,6	1,6	21%	1,88
Secado del molde	1	5,02	5,7	5,74	5,6	4	5,7	5,75	5,71	5,72					5,6	5,6	8%	6,07
Colocación de 3 capas de cera desmoldante	1	2,02	2	2,01	1,99	0									2,0	2,0	16%	2,33
Secado de la cera en el molde	1	5,03	5,01	5,04	5,02	0									5,0	5,0	8%	5,43
Recepción de productos para Gelcoat en la percha de materiales y dentro del área	1	2,55	2,47	2,49	2,5	0									2,5	2,5	16%	2,90
Preparación del Gelcoat	1	2,8	2,82	2,79	2,8	0									2,8	2,8	18%	3,31
Esparcimiento del Gelcoat por el molde	1	3,01	3,01	3,02	3	0									3,0	3,0	18%	3,55

Secado del Gelcoat en el molde	1	7,01	6,8	7	6,99	0											7,0	7,0	5%	7,30
Recepción de productos para la mezcla antes de colocar la fibra de vidrio en el molde	1	2,01	2,02	2	2,02	0											2,0	2,0	18%	2,37
Mezclado de resina, estireno, flocsil y alcohol polivinílico	1	2,05	2,06	2,1	2,13	0											2,1	2,1	21%	2,52
Esparcimiento de la mezcla anterior por el molde	1	3,02	3,05	3,01	3,02	0											3,0	3,0	21%	3,66
Recepción de la Fibra de vidrio para el molde en la percha de material.	1	1,2	1,22	1,21	1,22	0											1,2	1,2	18%	1,43
Colocación de 3 capas de fibra de vidrio en el molde	1	4,05	4,01	4,02	4	0											4,0	4,0	22%	4,90
Esparcimiento de la mezcla anterior por capa de fibra colocada	1	4,98	4,91	4,8	4,81	0											4,9	4,9	18%	5,75
Secado de la pieza	1	50,02	50,08	50,05	50,1	0											50,1	50,1	9%	54,57
Desmoldar para obtener la nueva Pieza	1	1,01	1,05	1,03	1,05	0											1,0	1,0	18%	1,22
Traslado de la nueva pieza al área de pintura	1	2,6	2,61	2,68	3	6	3	2,66	2,6	2,66	3	2,61					2,7	2,7	16%	3,18
Pintado de la pieza	1	1,07	1,12	1,13	1,12	1	1,1										1,1	1,1	18%	1,31
Secado de la pintura en la nueva pieza	1	13,5	13,81	14	14,5	1	13,58										13,9	13,9	5%	14,57
Inspección del producto final	1	0,58	0,6	0,57	0,61	1	0,61										0,6	0,6	17%	0,69
																	118,7	118,7		132,01

Fuente: Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero.

4.1.11 Cursograma analítico de la llave y tapa de un lavamanos portátil compuestos de fibra de vidrio.

Es necesario conocer que dentro del proceso de compuestos de fibra de vidrio tanto para los lavamanos y los baños portátiles se los realiza por piezas, como se mencionó anteriormente. Por consiguiente, se presenta el esquema del cursograma analítico del proceso de fibra de vidrio perteneciente a una llave en la tabla 17, la cual es parte de un lavamanos portátil. Las demás piezas pertenecientes al lavamanos y el baño portátil, se muestran en el Anexo 1.

Tabla 17

Cursograma analítico de una llave y tapa de agua para lavamanos portátil a base de fibra de vidrio.

Cursograma Analítico								
 Empresa: Sani Group S.C. Área En Estudio: Producción De compuestos De Fibra De Vidrio Sujeto Del Diagrama: Baños Y Lavamanos Portátiles "Llave Y Tapa Del Lavamanos"	Resumen Por :			Metodología Actual				
	Operación	Transporte	Inspección	Número	Distancia (m)	Tiempo (Min)		
	○	→	■	10	0	30,43		
		→	■	5	8,95	11,07		
			■	2	0	1,38		
			◐	6	0	89,13		
			▽		0	0		
				Total	23	8,95 m	132,01 Min 2,18 Horas	
Descripción De Actividades	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenamiento	Distancia (M)	Tiempo (Min)	Observaciones
1 Inspección Y Revisión De Los Moldes			■				0,69	
2 Traslado Del Molde Al Área De Fibra		→				1,85	1,19	
3 Corrección De Fisuras O Agujeros De Los Moldes				◐			1,19	

4	Aplicación De Poliestireno En El Molde		1,88
5	Secado Del Molde		6,07
6	Colocación De 3 Capas De Cera Desmoldante		2,33
7	Secado De La Cera En El Molde		5,43
8	Recepción De Productos Para <i>Gelcoat</i> En La Percha De Materiales Y Dentro Del Área	1,2	2,90
9	Preparación Del <i>Gelcoat</i>		3,31
10	Esparcimiento Del <i>Gelcoat</i> Por El Molde		3,55
11	Secado Del <i>Gelcoat</i> En El Molde		7,30
12	Recepción De Productos Para La Mezcla Antes De Colocar La Fibra De Vidrio En El Molde	1,2	2,37
13	Mezclado De Resina, Estireno, <i>Flowsil</i> Y Alcohol Polivinílico		2,52
14	Esparcimiento De La Mezcla Anterior Por El Molde		3,66
15	Recepción De La Fibra De Vidrio Para El Molde En La Percha De Material.	1,2	1,43
16	Colocación De 3 Capas De Fibra De Vidrio En El Molde		4,90
17	Esparcimiento De La Mezcla Anterior Por		5,75

	Capa De Fibra Colocada					
18	Secado De La Pieza				54,57	
19	Desmoldar Para Obtener La Nueva Pieza				1,22	
20	Traslado De La Nueva Pieza Al Área De Pintura			3,5	3,18	
21	Pintado De La Pieza				1,31	
22	Secado De La Pintura En La Nueva Pieza				14,57	
23	Inspección Del Producto Final				0,69	
	Total	10	5	2	6	8,95 132,01

Fuente: Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero.

4.1.12. Tiempo total de producción de un lavamanos.

De acuerdo a la suma total de los tiempos de todas las piezas correspondientes al producto final, lavamanos portátil, se tiene como resultado 594,11 minutos, el cual indica que la elaboración del mismo tarda, es decir, en un día laborable no se alcanza a culminar un producto final, se necesita un aproximado de 2H30 extras para su terminación total.

4.1.13. Tiempo total de producción de un baño portátil.

De acuerdo a la suma total de los tiempos de todas las piezas correspondientes al producto final, baño portátil, se tiene como resultado 879,63 minutos, el cual indica que la elaboración del mismo tarda 15H05, es decir, en un día laborable no se alcanza a culminar un producto final, se necesita de alrededor de 6 horas extras para su terminación total.

4.2 Evaluar las mudas de producción de baños y lavamanos portátiles elaborados a base de fibra de vidrio

Con base al principio de Lean Manufacturing se evaluarán los 7 desperdicios que intervengan en la producción de polímeros reforzados de fibra de vidrio presentes en la tabla 18., tomando en cuenta la clasificación de la producción y almacén de acuerdo al análisis que se efectuará en el área de fibra de vidrio, en la elaboración de baños y lavamanos portátiles en la empresa SANI GROUP. S.C.

Tabla 18

Clasificación de desperdicios

PRODUCCION	ALMACEN
Sobreproducción	Inventario
Transporte incensario	
Esperas	
Movimientos	
Artículos defectuosos	

Fuente: Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero.

4.2.1 Sobreproducción.

Los operarios pertenecientes a la empresa SANI GROUP S.C., tienen un horario de 8 horas diarias para realizar sus actividades normales de trabajo de 8h00 - 12h00 y 13h00 – 17h00, respectivamente, adicionando 20 min. para realizar la limpieza del área al final de la jornada.

Se tiene en cuenta que la muda de sobreproducción conlleva a un alto consumo de materia prima antes de que la misma sea necesaria en su utilización, a su vez, una pérdida económica y espacio laboral mal distribuido.

Dentro de la producción de lavamanos y baños portátiles polímeros reforzados de fibra de vidrio se obtiene que no existe una sobreproducción de la misma, debido a que se realiza la producción por orden de trabajo, sin embargo, se ha mantenido un stock de 10 baños desde el principio de la implementación del área de fibra para exhibición.

Existe un estimado de 200 baños y 250 lavamanos portátiles elaborados en un año, con un pronóstico entre 14 y 16 unidades mensuales, dependiendo de la temporada, estos datos cuantitativos de la producción anual son tomado del sistema web que maneja la empresa.

En este sistema se registran todos los pedidos existentes, acorde al mes, y la semana en que se ingresa la información, por ende, con el análisis cuantitativo de la producción tanto de baños como de lavamanos portátiles a base de fibra de vidrio se reporta como sobreproducción el stock de los diez baños, pero son productos finales considerados para su exhibición, siendo material que se mantiene por ser modelos pioneros de los lavamanos y los baños portátiles.

Se tiene en cuenta que si en alguno de los casos, se requiera la utilización de alguno de ellos, se lo realiza con el objetivo de remodelar el diseño antiguo; entonces, el hacer o producir más de lo necesario no es un punto relevante de análisis, debido a que, si no existe una orden directa de pedidos, la producción no se ejecuta

En la **tabla 19** se muestra la demanda mensual “febrero” sobre compuestos de fibra de vidrio de lavamanos y baños portátiles, teniendo en cuenta el ritmo del trabajo para abarcar con el pronóstico total de la producción.

Tabla 19
Demanda del mes de febrero

Demanda			
Semanas	Horas/semanales	Baños portátiles semanales	Lavamanos portátiles semanales
1	48	3	5
2	48	3	4
3	48	4	4
4	48	4	5
Total, al mes	192	14	18

Fuente: Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero.

4.2.2 Inventario.

Dentro de la evaluación de este desperdicio se toma como indicador asociado al índice de rotación de inventario, el cual indica el número de veces en que el inventario rota en el año, expresando la relación entre las ventas acumuladas en el mes de febrero sobre el inventario promedio del mismo, por medio del análisis de datos en el sistema de la empresa SANI GROUP S.C.

En la tabla 20. Se especifica el periodo de evaluación del inventario y las consideraciones para el índice de rotación del inventario.

Tabla 20
Especificación sobre inventario

INVENTARIO	
Definición	Productos terminados que no serán utilizados en procesos productivos. (baños y lavamanos portátiles ingresados en inventario, sin utilidad)
Periodo de evaluación	1 mes (Febrero)

Indicadores	Índice de rotación de inventario = ventas acumuladas/ inventario promedio Consideración: Valores \geq a 1 = el inventario rota Valores $<$ a 1 = el inventario no cambia
--------------------	---

Fuente: Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero

$$\text{Índice de rotación de inventario} = \frac{\text{Ventas acumuladas}}{\text{inventario promedio}} * 100$$

4.2.2.1 Índice de rotación de inventario “baños portátiles”.

$$\text{Índice de rotación de inventario baño portatil} = \frac{14}{12} * 100 = 1,16 \%$$

Siendo así, que el índice de rotación de inventario correspondiente a los baños portátiles compuestos de fibra de vidrio se encuentra por encima de la escala proporcionada, es decir, el inventario rota en el transcurso de todo el año.

4.2.2.2 Índice de rotación de inventario “lavamanos portátiles”.

$$\text{Índice de rotación de inventario lavamanos} = \frac{18}{16} * 100 = 1,13 \%$$

En este apartado sobre los lavamanos portátiles, el índice de rotación de inventario correspondiente a compuestos de fibra de vidrio se encuentra entre el rango establecido de ≥ 1 de la escala proporcionada, es decir, el inventario rota en el transcurso de todo el año.

Inventario por materia prima

4.2.2.3 Inventario de materia prima y productos en proceso.

De acuerdo al inventario realizado sobre la materia prima que interviene en el proceso de compuestos de fibra de vidrio, se describe en la tabla 21 cada material con sus respectivos códigos, teniendo en cuenta las primeras entradas, primeras salidas del inventario

desarrollado sirviendo de apoyo para la verificación de un stock mínimo de materia prima en el área de fibra, el cual se detalla en la tabla 22, respectivamente.

El inventario de los productos en procesos, al realizar el análisis con la materia prima, se aprovechó la visita técnica y se evaluó por medio de la observación que de cada 14 piezas de papeleras de baños, corresponden de 2 a 3, productos en proceso, es decir, mientras se realiza la primera parte de la operación, durante el tiempo de secado del mismo, el operario procede a realizar una nueva pieza, siendo así que desde el primer producto en proceso hasta 3er producto, transcurre un tiempo de espera de la pieza para poder continuar con la siguiente operación, reflejando el inventario por procesos dependiendo de la pieza, como se muestra en la figura 38.



Figura 38: Inventario de productos en procesos, [Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero]

Tabla 21

Control de inventario de materia prima

CONTROL DE INVENTARIO DE MATERIA PRIMA									
FECHA	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	UNIDAD DE MEDIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTREGADO A	OBSERVACIONES	FECHA DE REGISTRO

mar, 16/mar/ 21	EMC37 5-1400- P20	Fibra de vidrio en rollo	JUSHI GROUP CO. LTD	g/m*2	50	30	Marcos Gallegos	375 g/m*2	17/3/20 21
mar, 16/mar/ 21	CP 500	Cera desmolda nte		g	20	8	Marcos Gallegos		17/3/20 21
mar, 16/mar/ 21	1012290 9-205	Resina	ANDERCAL	Kls	4	1	Marcos Gallegos		17/3/20 21
mar, 16/mar/ 21	PUG- 330	Estireno	YXIS	Kls	4	1	Marcos Gallegos		17/3/20 21
mar, 16/mar/ 21	FIOK- 271	Cobalto		kg	10	2	Marcos Gallegos		17/3/20 21
mar, 16/mar/ 21	SC125	Alcohol polivinilic o		ml	5	1	Marcos Gallegos		17/3/20 21
mar, 16/mar/ 21	A34	Tinte poliéster	ZEOCAR	g	12	3	Marcos Gallegos		17/3/20 21
mar, 16/mar/ 21	1840052 1	Flowsil 200	INMACOM SA	kgS	12	3	Marcos Gallegos		17/3/20 21
mar, 16/mar/ 21	A325	Carbonato de calcio	CECAL	kg	12	4	Marcos Gallegos		17/3/20 21
mar, 16/mar/ 21		Masilla poliéster	ZEOCAR	Kg	20	12	Marcos Gallegos		17/3/20 21
mar, 16/mar/ 21	PUG- 330	Poliestire no	ANDERCAL	Kls	4	1	Marcos Gallegos		17/3/20 21

Fuente: Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero.

Tabla 22

Listado de material de inventario

Listado de Materiales						
CODIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TIPO	STOCK MÍNIMO VIABLE	INVENTARIO	SOLICITAR
EMC375- 1400-P20	Fibra de vidrio	g/m*2	ROLLO	30	20	solicitar material
CP 500	Cera desmoldante	g	Masa	8	12	hay suficiente
10122909- 205	Resina	L	Liquido	1	3	hay suficiente
PUG-330	Estireno	Kls	Liquido	1	6	hay suficiente

FIOK-271	Cobalto	kg	Solido	2	8	hay suficiente
SC125	Alcohol polivinilico	ml	Liquido	1	4	hay suficiente
A34	Tinte Poliéster	g	Masa	3	9	hay suficiente
18400521	<i>Flowsil 200</i>	kgS	Solido	3	9	hay suficiente
A325	Carbonato de calcio	kg	Solido	4	8	hay suficiente
	Masilla poliéster	Kg	Masa	12	0	solicitar material
PUG-330	Poliestireno	g	Liquido	1	6	hay suficiente

Fuente: Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero.

4.2.3 Productos defectuosos.

La empresa SANI GROUP S.C., consta de 3 personas en el área de fibra, por lo que no existe un exceso de personal, sin embargo, el producto final de los baños como lavamanos, de acuerdo del mes de febrero, por 7 días, se estima que un punto se encuentra fuera del límite superior, es decir en el 5to día de estudio se reflejó un proceso fuera de control en 4 productos con defectos, los mismos que repercutan en fisuras de la tina de almacenamiento del baño, y los lavamanos culminados, conllevando consigo la repetición de una actividad, la cual es el recubrimiento o corrección con masilla polyester.

El inconveniente suscitado en ese día, está reflejado en las técnicas extras que el operario, por antigüedad de su área laboral lo realiza, aun sabiendo que no debe de ser así, porque puede tener consecuencias. Se presenta la figura 39 con el diagrama de control del proceso y la tabla 23, detallando los datos estadísticos para la gráfica de control p.

Tabla 23

Datos estadísticos para control del proceso

#	Tamaño De La Muestra	Defectuosos	Proporción	LCS	LCI	LCC
1	14	3	0,21	0,28088	0,02524	0,15306
2	14	1	0,07	0,28088	0,02524	0,15306
3	14	1	0,07	0,28088	0,02524	0,15306
4	14	2	0,14	0,28088	0,02524	0,15306
5	14	4	0,29	0,28088	0,02524	0,15306
6	14	2	0,14	0,28088	0,02524	0,15306

7	14	2	0,14	0,28088	0,02524	0,15306
	98	15				

Fuente: Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero.

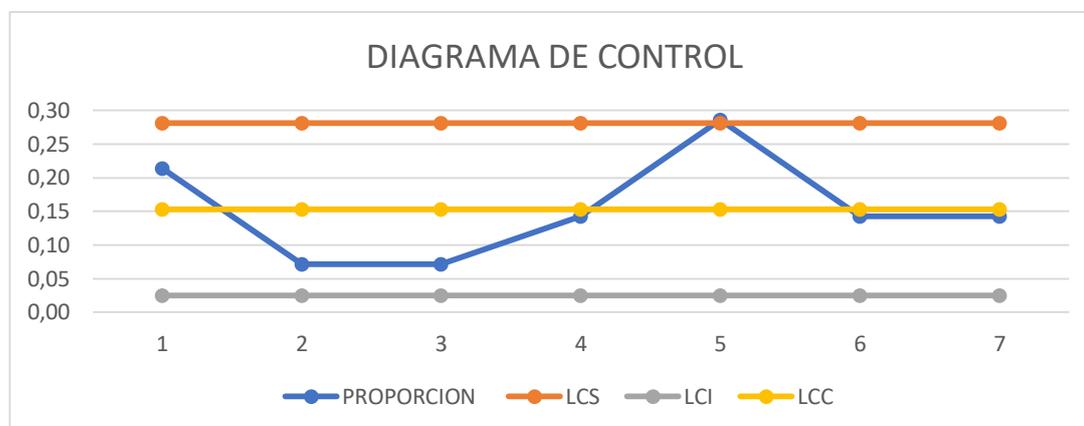


Figura 39: Control de unidades defectuosas para el mes de febrero. [Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero]

De acuerdo al lean manufacturing paso a paso se considera las características que generan esta muda de producción, verificando si cumple o no con lo establecido en la tabla 24.

Tabla 24

Características de "Productos defectuosos"

Característica	Si cumple	No cumple
Exceso de personal		X
Inventario acumulado	X	
Producto o servicio de calidad cuestionable	X	
Poca interacción entre el cliente y empresa proveedoras		X
Pocas ganancias debido a las tareas repetidas, los desechos y costos de materia prima.		X

Fuente: Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero.

4.2.4 Transporte innecesario.

La evaluación del transporte se detallará en el siguiente diagrama de recorrido, figura 40, especificando las distancias abarcadas por parte del operario en el desarrollo del proceso, apoyado de las actividades descritas en la tabla 25, de acuerdo a las consideraciones del transporte innecesario detalladas en la tabla 26, se puede evidenciar que existen exceso de estanterías para el material, de donde sale la materia prima, muchos sitios de almacenamiento y el mal aprovechamiento de la distribución del área.

Tabla 25

Complemento para el diagrama de recorridos

Numero de actividad	Simbología	Actividades o tareas del Polímeros reforzado con Fibra de vidrio
1		Inspección y revisión de los moldes
2		Traslado del molde al área de fibra
3		Corrección de fisuras o agujeros de los moldes
4		Aplicación de poliestireno en el molde
5		Secado del molde
6		Colocación de 3 capas de cera desmoldante
7		Secado de la cera en el molde
8		Recepción de productos para <i>Gelcoat</i> en la percha de materiales y dentro del área
9		Preparación del <i>Gelcoat</i>
10		Esparcimiento del <i>Gelcoat</i> por el molde
11		Secado del <i>Gelcoat</i> en el molde
12		Recepción de productos para la mezcla antes de colocar la fibra de vidrio en el molde
13		Mezclado de resina, estireno, <i>flowsil</i> y alcohol polivinílico
14		Esparcimiento de la mezcla anterior por el molde
15		Recepción de la Fibra de vidrio para el molde en la percha de material.
16		Colocación de 3 capas de fibra de vidrio en el molde
17		Esparcimiento de la mezcla anterior por capa de fibra colocada
18		Secado de la pieza

19		Desmoldar para obtener la nueva Pieza
20		Unión de las piezas (Base frontal, Base trasera) (Base Inferior, Base superior) (llave de agua)
21		Secado de la unión de las piezas.
22		Traslado de la nueva pieza al área de pintura
23		Pintado de la pieza
24		Secado de la pintura en la nueva pieza
25		Inspección del producto final

Fuente: Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero.

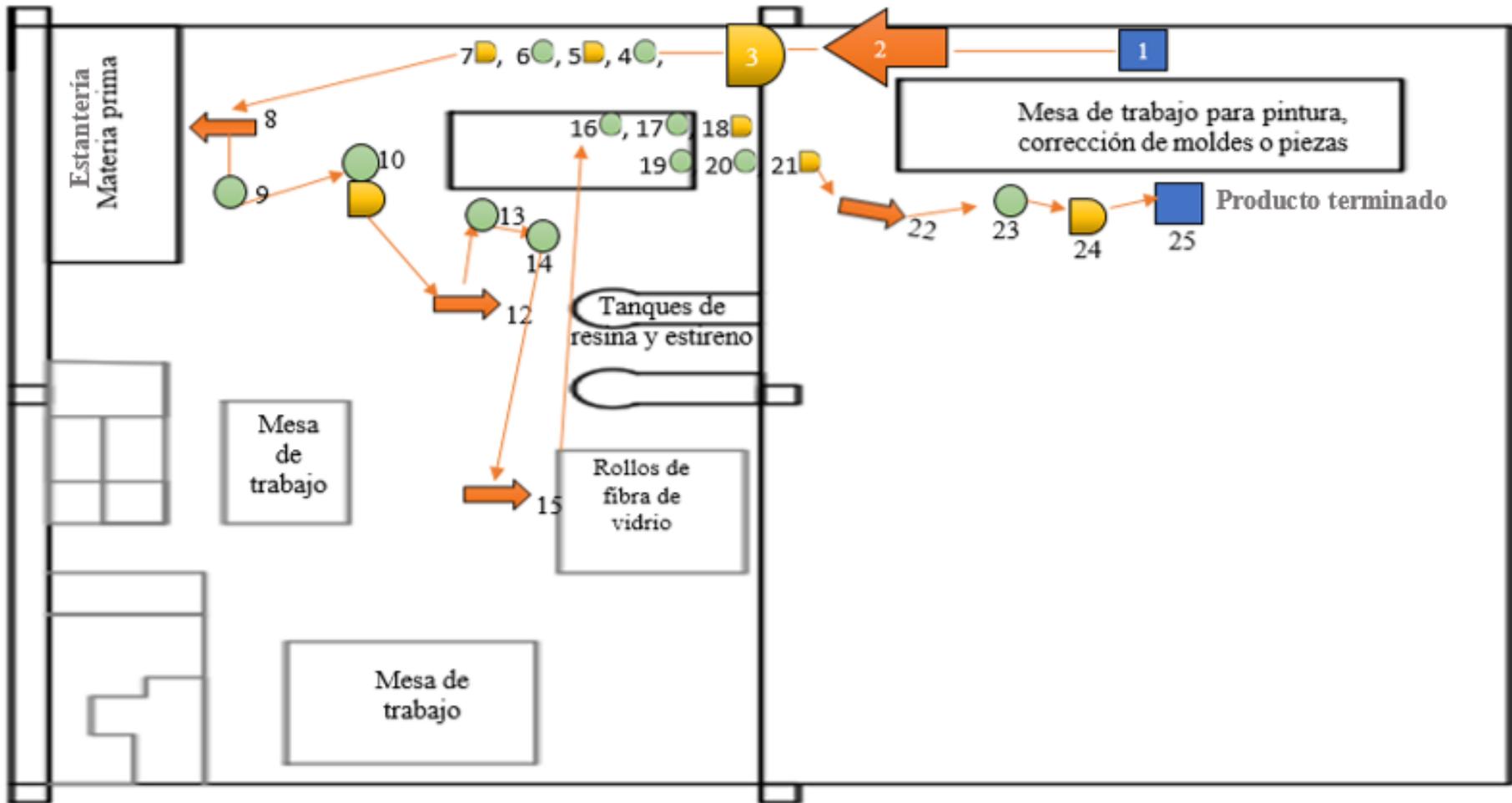


Figura 40: Diagrama de recorridos del proceso. [Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero]

Tabla 26
Consideraciones de transporte innecesario

Característica	Si cumple	No cumple
Exceso de equipo para carga de material		X
Demasiados sitios de almacenamiento	X	
Exceso de estantes por materiales	X	
Inadecuado diseño y aprovechamiento de instalación	X	
Distancias largas entre el proceso y almacenamiento de material	X	

Fuente: Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero

4.2.4.1 Transporte de materiales, herramientas y movimiento del trabajador.

En la tabla 27 se especifica con detalle el tiempo y la distancia recorrida por el operario para el desarrollo de su actividad laboral, en el transcurso de todo el proceso de compuestos de fibra de vidrio, tomando en consideración que las distancias son las mismas, independientemente de la pieza a realizar.

Tabla 27
Tiempo de transporte

Descripción del transporte		
Actividad	Tiempo (min)	Distancia (m)
Traslado del molde al área de fibra	1,24	1,85
Recepción de material (preparación de la resina)	3,73	1,2
Recepción de material (preparación del <i>gelcoat</i>)	3,8	1,2
Recepción de material (Fibra de vidrio)	1,43	1,2

Traslado de la nueva pieza al área de pintura	3,18	3,5
Total	13,38.	8,95

Fuente: Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero.

Las distancias recorridas en el traslado y preparación del proceso de compuestos de fibra de vidrio tienen un total de recorrido de 8,94 metros con un tiempo total de 13,38 minutos.

4.2.5 Procesos Innesarios.

Este desperdicio incluye a la eliminación, combinación, reducción y simplificación de actividades o tareas pertenecientes al proceso, que puedan ser manejadas de acuerdo a cualquier punto mencionado. La tabla 28, refleja las posibles combinaciones, eliminación, reducción y simplificación de las actividades o tareas del proceso de compuestos de fibra de vidrio de acuerdo a una propuesta de nueva distribución del área de estudio.

Tabla 28

Consideración de actividades a eliminar, reducir, simplificar o combinar en el proceso de fibra de vidrio

Actividades “polímeros reforzado con fibra de vidrio”	Eliminación, combinación, reducción y simplificación de actividad.
Inspección y revisión de los moldes	Simplificación de la actividad por medio de la revisión anticipada de los moldes
Traslado del molde al área de fibra	Actividad combinada
Corrección de fisuras o agujeros de los moldes	
Aplicación de poliestireno en el molde	Simplificación de la actividad por medio de la reducción de transporte
Secado del molde	Simplificación de la actividad por medio de la reducción del recorrido del operario al obtener el material
Colocación de 3 capas de cera desmoldante	
Secado de la cera en el molde	Actividad combinada y eliminación de recorrido donde el operario tenga que caminar cierta distancia para poder receptar los productos y luego regresar a realizar la mezcla.
Recepción de productos para <i>Gelcoat</i> en la percha de materiales y dentro del área	
Preparación del <i>Gelcoat</i>	

Esparcimiento del <i>Gelcoat</i> por el molde	Simplificación de la actividad tomando en cuenta alguna herramienta de apoyo, como puede ser un rodillo para resina.
Recepción de productos para la mezcla antes de colocar la fibra de vidrio en el molde	
Mezclado de resina, estireno, <i>flowsil</i> y alcohol polivinílico	
Esparcimiento de la mezcla anterior por el molde	Actividad combinada y eliminación de recorrido donde el operario tenga que caminar cierta distancia para poder receiptar los productos y luego regresar a realizar la mezcla y continuar con su implementación.
Recepción de la Fibra de vidrio para el molde en la percha de material.	
Colocación de 3 capas de fibra de vidrio en el molde	
Esparcimiento de la mezcla anterior por capa de fibra colocada	
Desmoldar para obtener la nueva Pieza	Simplificación de la actividad con ayuda de una herramienta de apoyo eficaz para el proceso
Unión de las piezas (Base frontal, Base trasera) (Base Inferior, Base superior) (llave de agua)	Simplificación de la actividad (aumentar los playos de presión)
Traslado de la nueva pieza al área de pintura	Simplificación de la actividad, reducción y eliminación de la distancia recorrida.

Fuente: Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero.

Teniendo en consideración las actividades que pueden ser eliminadas, combinadas, reducidas o simplificadas, se toma a criterio de lean manufacturing paso a paso las características reflejadas en la tabla 29, con su descripción de acuerdo al estudio realizado.

Tabla 29

Características de un proceso innecesario

Característica	Si cumple	No cumple
Cuellos de botella	La determinación considerada como el cuello de botella de la producción de baños y lavamanos, según el estudio de tiempos realizado, es el secado y traslado de la pieza y el molde, debido a que el tiempo que transcurre en estas dos actividades es sumamente considerable, generando tiempos de paradas de la producción	X
Mala especificación del cliente		Los clientes realizan el pedido directamente con la secretaria general de la empresa; esta persona recepta el pedido, el mismo que es detallado en una orden de pedidos, el cual pasa a manos del jefe de producción del taller, generando la orden laboral al personal encargado. La comunicación entre cliente-operario, lo realiza indirectamente por las demás personas que integran el área. Las especificaciones del producto vienen dadas desde el marketing que desarrolla la empresa, y sus características no son variables.
Exceso de inspección del producto		De acuerdo a las variables tomadas para el estudio de tiempos del proceso, se realiza 2 inspecciones de producto; al principio del proceso con la inspección del molde y al final con la verificación de calidad de la pieza

culminada. Inspecciones necesarias para el desarrollo del proceso sin excederse.

Falta de equipos

Este punto en específico, dependerá mucho del día en que las demás áreas estén laborando, ya que suelen utilizar ciertas herramientas en el área de pintura, ensamble o mecánica cuando realizan actividades de mantenimiento a los móviles y contenedores pertenecientes a la parte de tratamiento de aguas residuales y productos VIP.

Fuente: Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero.

4.2.6 Espera.

Son tiempos improductivos aquellas tareas que el operario tiene que esperar para continuar con la producción de esa pieza, es decir, en el proceso de compuestos de fibra de vidrio los tiempos de espera del secado de la pieza o molde, son considerablemente importantes dentro del proceso, ya que, si esta actividad no se desarrolla de la manera correcta, el producto final puede presentar alguna anomalía y esto repercute en tiempo de producción, y costo de material.

El tiempo de espera en un polímero reforzado “llave y tapa se agua para lavamanos” en el proceso de secado de la pieza o molde con los diferentes compuestos químicos = 87,94 min.

4.2.7 Movimientos innecesarios.

En este desperdicio refleja la mala ubicación de las estanterías de los materiales y aprovechamiento del área reflejados en la en la tabla 30.

Tabla 30

Descripción de las causas de movimientos innecesarios

Característica	Si	No
Tiempo excesivo en recepción de material	Por el recorrido que el operario hace para obtener el material y poder realizar las mezclar de los químicos, incurre en un tiempo considerable por la mala distribución de la materia prima.	
Tiempo excesivo en recepción de herramientas	En caso de necesitar alguna herramienta, ya sea para el ensamble total del baño, se requiere de un recorrido aproximadamente 5 a 6 metros hasta la siguiente área del taller, distancia que reflejada en minutos se considera excesivo y atrasado en la producción final.	

Movimientos innecesarios	De las posturas incómodas, como el trabajar de pie inclinado, el operario tiende a estirar su cuerpo, sentarse unos segundos o a su vez caminar por el área; movimientos que incurren en el tiempo del proceso.
Esfuerzo físico para alcanzar herramienta o material	Ninguno

Fuente: Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero.

4.3 Diseñar un proceso de producción optimizado para la elaboración de baños y lavamanos portátiles considerando la reducción de mudas.

De acuerdo al análisis realizado en su totalidad sobre el proceso de compuestos de fibra de vidrio correspondientes baños y lavamanos portátiles se concierta la propuesta de un nuevo proceso optimizando los desperdicios encontrados.

4.3.1 Layout propuesto.

Teniendo en cuenta el diagrama de recorridos actual del proceso, en la esquina inferior izquierda existe material que no se utiliza. En el presente layout propuesto, se pretende eliminar toda la basura que no implica valor agregado al producto final, de acuerdo al análisis de los desperdicios; en la figura 41 se puede evidenciar el aprovechamiento del área de fibra, donde se distribuye a 3 mesas de trabajo en forma de “L”, y a su vez acercar los tanques de almacenamiento de material, siendo así, que las mesas implantadas estarían cerca de la estantería de material y herramientas para poder eliminar los tiempos de transporte y recorrido innecesario por parte del operario. También se integra otra estantería de materiales y herramientas en la esquina inferior izquierda junto a una mesa extra de trabajo para utilización extra o a su vez, ser aprovechada de manera más conveniente para el operador.

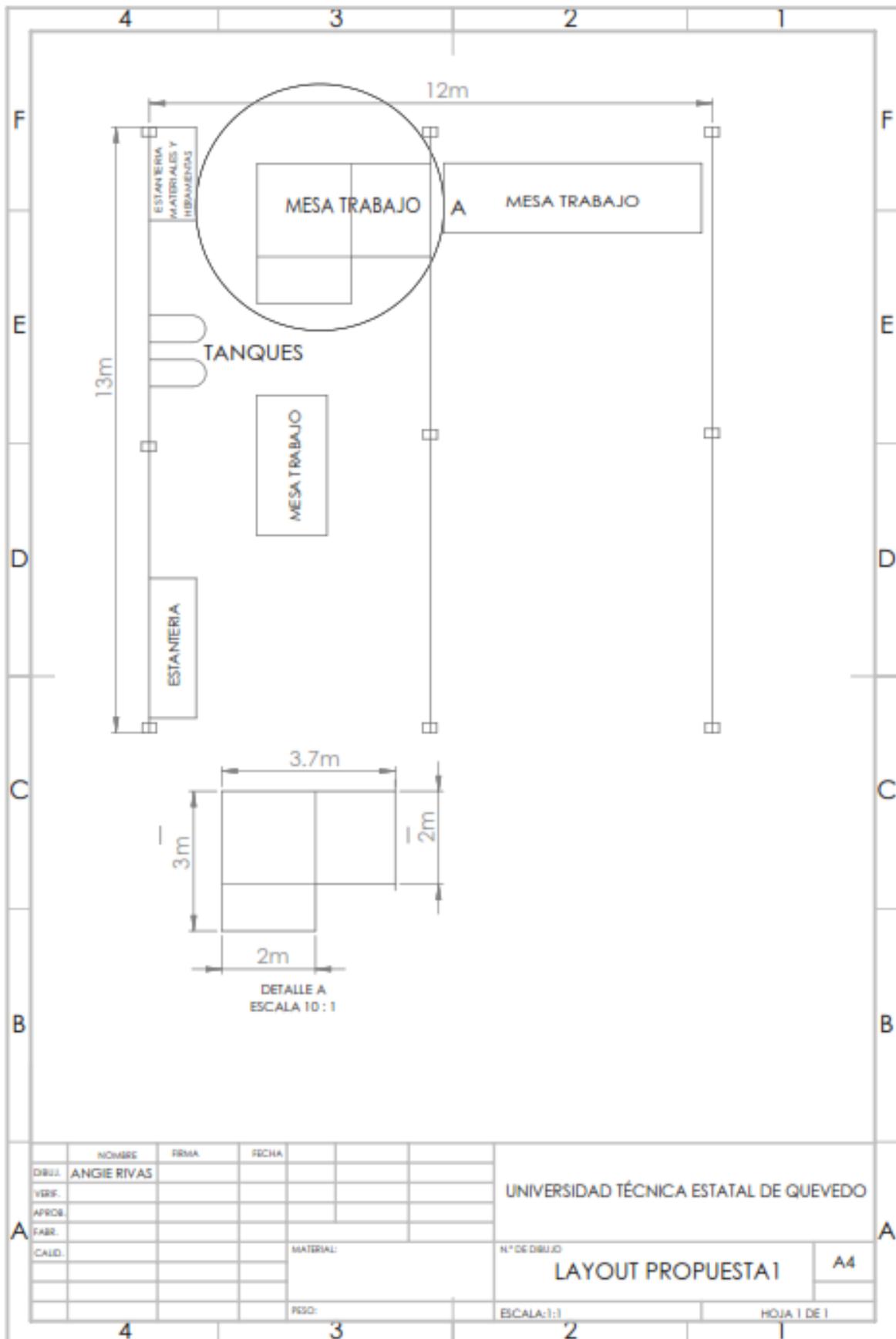


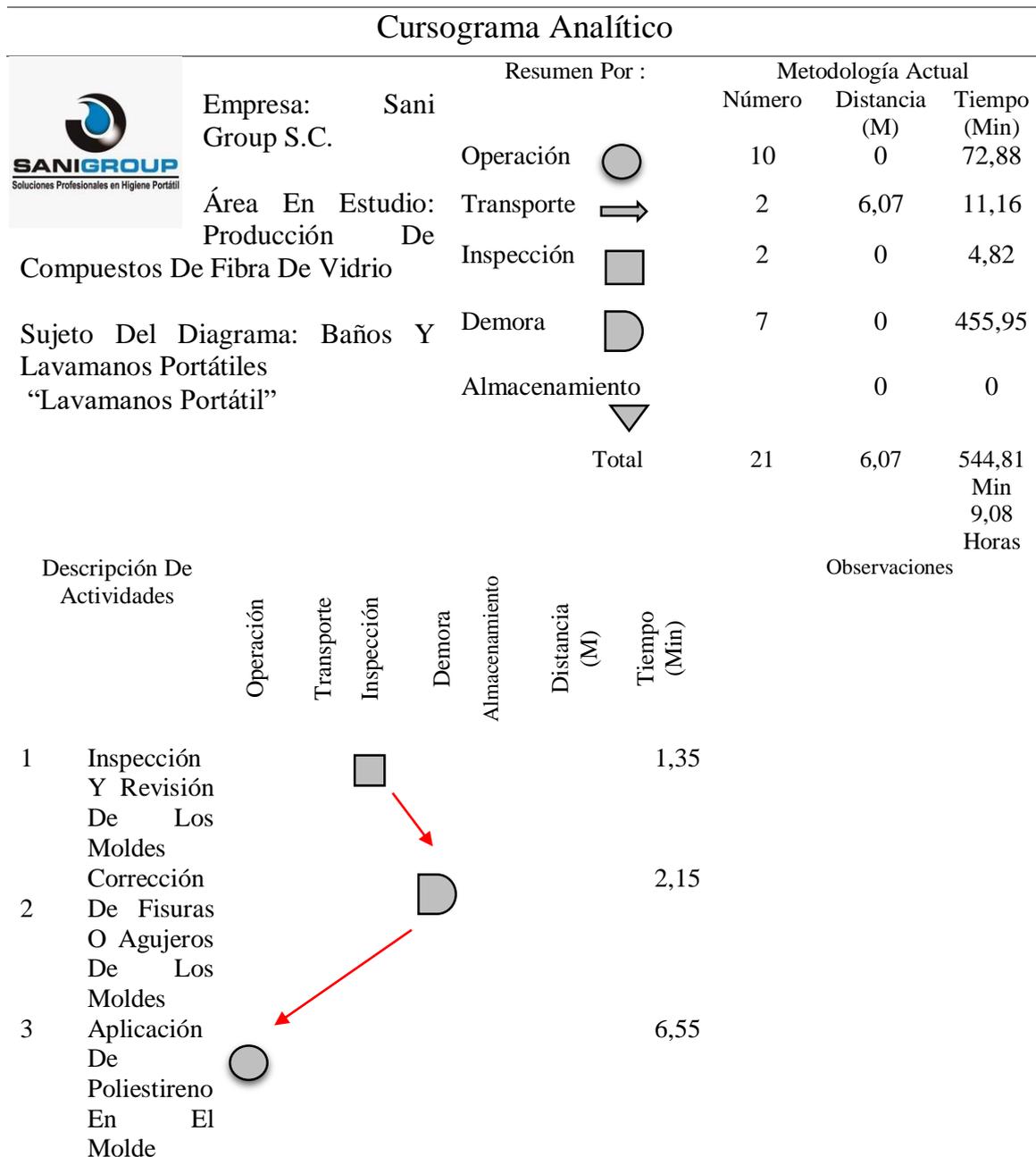
Figura 41: Layout Propuesta. [Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero]

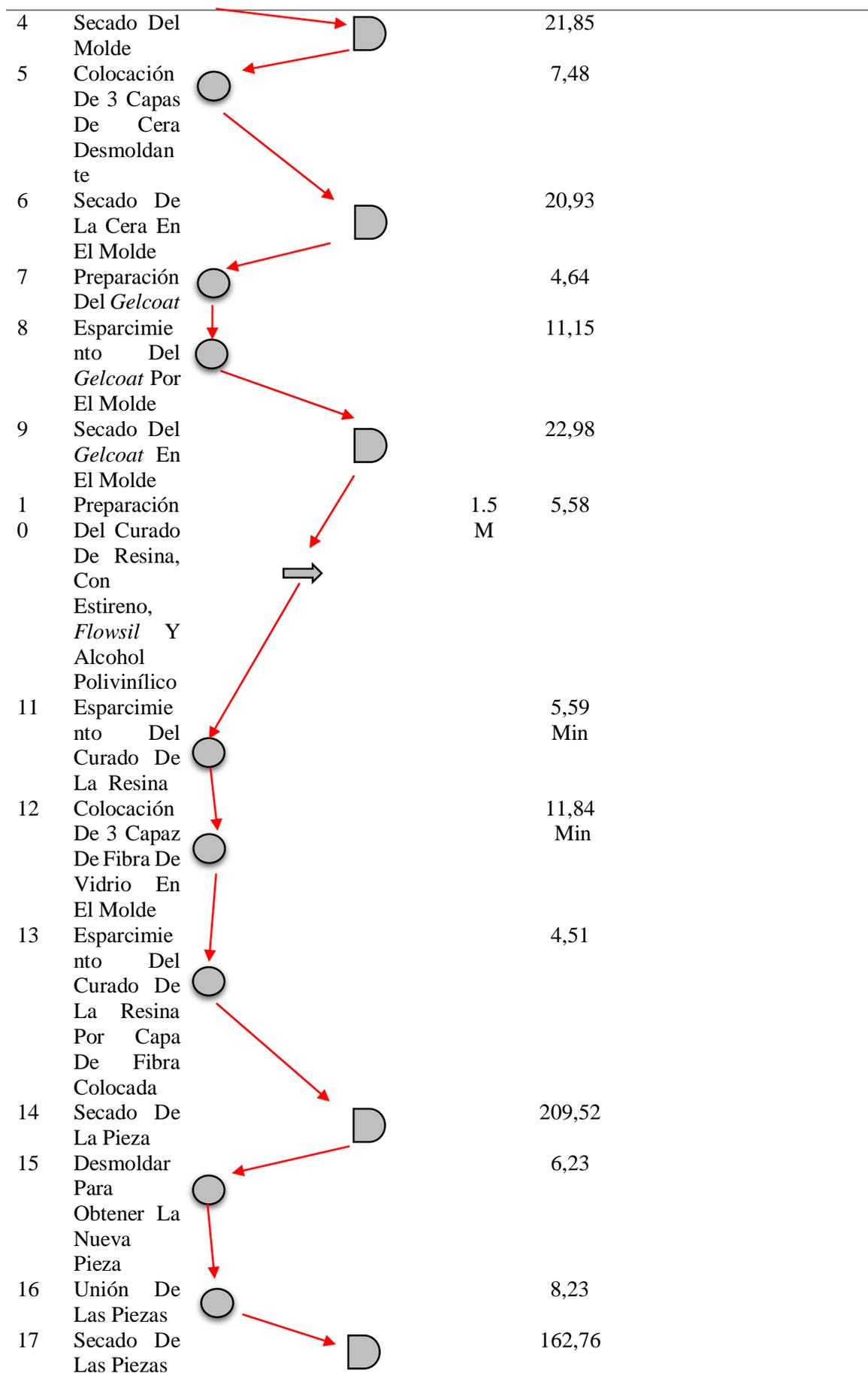
4.3.2 Cursograma actual propuesto de un lavamanos portátil.

Apoyándose de la nueva distribución del área, se puede constatar en la tabla 31 del cursograma analítico del proceso total de un lavamanos portátil, la reducción del tiempo propuesto con un total de 544,81min. (9H08) a comparación del actual con 594,11min. (10H30), teniendo como resultado la disminución del tiempo con 49,3 min.

Tabla 31

Cursograma analítico propuesto de un lavamanos.





18	Traslado De La Nueva Pieza Al Área De Pintura				5,2	5,58
19	Pintado De La Pieza	10	2			6,66
20	Secado De La Pintura En La Nueva Pieza			7		15,76
21	Inspección Del Producto Final		2			3,47
	Total	10	2	2	7	6,7 544,81

Fuente: Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero.

Tabla 32

Cursograma analítico propuesto de un baño portátil.

		RESUMEN POR :		METODOLOGÍA ACTUAL			
		Número	Distancia (M)	Distancia (M)	Tiempo (Min)	Tiempo (Min)	
 <p>Empresa: Sani Group S.C. Área En Estudio: Producción De Compuestos De Fibra De Vidrio Sujeto Del Diagrama: Baños Y Lavamanos Portátiles "Baño Portátil"</p>	Operación ○	10	0		141,87		
	Transporte →	2	6,07		21,93		
	Inspección □	2	0		11,99		
	Demora D	7	0		627,7		
	Almacenamiento ▽		0		0		
	Total	21	6,07 M		803,49 Min		
Descripción De Actividades					Observaciones		
	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenamiento	Distancia (M)	Tiempo (Min)

1	Inspección Y Revisión De Los Moldes		3,77
2	Corrección De Fisuras O Agujeros De Los Moldes		4,52
3	Aplicación De Poliestireno En El Molde		13,94
4	Secado Del Molde		29,84
5	Colocación De 3 Capas De Cera Desmoldante		16,65
6	Secado De La Cera En El Molde		31,91
7	Preparación Del <i>Gelcoat</i>		15,61
8	Esparcimient o Del <i>Gelcoat</i> Por El Molde		17,98
9	Secado Del <i>Gelcoat</i> En El Molde		34,95
10	Preparación Del Curado De Resina, Con Estireno, <i>Flowsil</i> Y Alcohol Polivinílico	1.5 M	9,77
11	Esparcimient o Del Curado De La Resina		15,70
12	Colocación De 3 Capaz De Fibra De Vidrio En El Molde		24,64
13	Esparcimient o Del Curado De La Resina Por Capa De Fibra Colocada		17,55
14	Secado De La Pieza		309,88
15	Desmoldar Para Obtener		Min 3,75

	La Nueva					
	Pieza					
16	Unión De Las	●				8,23
	Piezas					
17	Secado De			◐		155,22
	Las Piezas					
18	Traslado De		→		5,2	12,16
	La Nueva					
	Pieza Al Área					
	De Pintura					
19	Pintado De	●				7,82
	La Pieza					
20	Secado De La			◐		61,39
	Pintura En La					
	Nueva Pieza					
21	Inspección			◻		8,22
	Del Producto					Min
	Final					
	Total	10	2	2	7	6,7
						803,49

Fuente: Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero.

Apoyándose de la nueva distribución del área, se puede constatar en la tabla 32 del cursograma analítico del proceso total de un lavamanos portátil, la reducción del tiempo propuesto con un total de 803,49 (13H39) a comparación del actual con 879,53 (15H05), teniendo como resultado la disminución del tiempo con 1 hora, 16 min y 04 segundos.

4.3.3 Diagrama de recorridos propuesto.

En el presente diagrama de recorridos, perteneciente a la figura 42, se observa la disminución de transporte innecesario, eliminación en su totalidad de material antiguo sin utilizar, y a su vez cualquier desecho, de acuerdo al análisis de las mudas de producción. Finalmente se propone una reducción de tiempo de producción y aprovechamiento del área el cual beneficiara a la empresa y sus integrantes, tomando como apoyo las actividades descritas en el cursograma analítico, en donde las operaciones, tanto de preparación del material, hasta la aplicación del mismo y secado del molde y la pieza se desarrollan en el mismo lugar, es decir en el área de color rojo, teniendo como almacenamiento de toda la materia prima y herramientas en la parte trasera de la mesa de trabajo, eliminando el transporte recorrido del operario para la recepción del mismo. Las 3 últimas actividades requieren el paso al área de pintura para continuar con el proceso donde interviene la distancia que el operario deberá

Tiempos de producción de lavamanos

Tiempo de producción de lavamanos		
594,11 min.	1 lavamanos	Actual
544,81 min.	1 lavamanos	Propuesto
544,81 min	1 lavamanos	
x	18 lavamanos	

$$X = 18 * 544,81 \text{ min}$$

$$= 9986,5 \text{ min (166,44 horas) en 18 lavamanos al mes}$$

El mes laboral = 8 horas diarias * 6 días a la semana = 48 horas semanales * 4 semanas = 192 horas al mes

192 horas al mes - 166,44 horas al mes = 25,26 horas al mes

Ahorro de 3 días para continuar con otras actividades, y el producto se entrega a tiempo.

Fuente: Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero.

Mediante el costo por hora del operario se realiza el cálculo de ahorro por cada lavamanos con la nueva propuesta de disminución del tiempo, como se muestra en la tabla 34.

Sueldo del operario = \$744 al mes

\$744/192 horas al mes = 3,87 dólar la hora

Tabla 34

Ahorro económico por lavamanos

Tiempo de lavamanos portátil	
9,9 H	Actual por lavamanos
9,08 H	Propuesto por lavamanos
$9,9 \text{ H} * \$3,87 = \$38,31$ $\frac{9,08 \text{ h} * \$38,31 \text{ el día}}{9,9 \text{ h}} = \$35,13 \text{ el día}$ $\$38,31 - \$35,13 = \$3,17 \text{ ahorro por cada lavamanos}$	

Fuente: Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero.

4.3.4.2 Análisis económico para el proceso de baños compuestos de fibra de vidrio

De acuerdo a la reducción del tiempo en el estudio propuesto, el cual es 76,04 min. Se establece en la tabla 35 el tiempo de producción actual con el propuesto por baño, teniendo como resultado que, al mes, en este proceso se ahorra un total de 4,5 horas, es decir un

beneficio para la empresa, porque el operario puede ocuparse en alguna otra actividad que se requiera y a su vez entregando a tiempo el producto final al cliente.

Tabla 35

Tiempo de producción de baño portátil

Tiempo de producción de baño portátil		
879,53	1 baño	Actual
803,49 min.	1 baño	Propuesto
803,49 min		1 baños
x		14 baños

$$X = 14 * 803,49$$

$$= 11248,86 \text{ min (187,48 horas) en 14 baños al mes}$$

$$\text{El mes laboral} = 8 \text{ horas diarias} * 6 \text{ días a la semana} = 48 \text{ horas semanales} * 4 \text{ semanas}$$

$$= 192 \text{ horas al mes}$$

$$192 \text{ horas al mes} - 187,48 \text{ horas al mes} = 4,5 \text{ horas al mes}$$

Ahorro para continuar con otras actividades, y el producto se entrega a tiempo.

Fuente: Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero.

Mediante el costo por hora del operario se realiza el cálculo de ahorro por cada baño con la nueva propuesta de disminución del tiempo, como se muestra en la tabla 36.

Sueldo del operario = \$744 al mes

\$744/192 horas al mes = 3,87 dólar la hora

Tabla 36

Ahorro económico por baño

Tiempo de baño portátil	
14H65	Actual por baño
13H39	Propuesto por baño
$14,65 \text{ H} * \$3,87 = \$56,7 \text{ al día}$ $\frac{13,39 \text{ h} * \$56,7 \text{ al día}}{14,65 \text{ h}} = \$51,82 \text{ el día}$ $\$56,7 - \$51,82 = \$4,88 \text{ ahorro por cada baño portátil.}$	

Fuente: Investigación de campo por Angie Mabel Rivas Guerrero.

4.4. Discusión.

De acuerdo al estudio realizado sobre la optimización de la producción, la empresa SANI GROUP S.C. consta de 5 áreas en su taller general para realizar las siguientes actividades laborales, incluyendo el área de fibra de vidrio; donde su producto estrella son los baños y lavamanos portátiles en venta o alquiler de los mismos. Su demanda conlleva a la necesidad de que la empresa produzca acorde al pedido del cliente, esto genera que se trate de disminuir, aprovechar o reutilizar materia prima necesaria para su fabricación, siendo así que, los tiempos de producción podrían disminuir considerablemente.

En beneficio de la empresa, la optimización de procesos en una industria busca cumplir con los objetivos que la misma se establece dependiendo de sus políticas, llegar a la meta establecida de manera eficiente y eficaz, mejorando las actividades realizadas fundamentando y enfocándose en la mejora continua; por ende, teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente en el área de fibra le hacía falta este estudio enfocado a la optimización de la elaboración de compuestos a base de fibra de vidrio, evaluando las mudas presentes en la producción y tomando en cuenta un estudio de tiempos para la eliminación de tiempos improductivos y material innecesario, a su vez realizar un análisis de los elementos, herramientas o equipos que intervienen en el proceso, separando lo innecesario de lo necesario.

Se ha determinado que una de las técnicas de mejora continua, es la redistribución del área y estudio de herramientas Lean manufacturing; este estudio se ajusta a las necesidades de la empresa debido a que así, se podría evitar fallos, paradas innecesarias, recorrido de operarios sin necesidad, y evitar que todas aquellas actividades sean interrumpidas a futuro, teniendo en cuenta que en todos estos cambios a realizarse incluyen a la comodidad y ambiente laboral del operador. Se aumentaría la competitividad y rentabilidad como objetivo principal para la empresa.

La disminución del tiempo de producción conlleva a un ahorro monetario por cada año de \$4,88 en un baño portátil y de \$3,17 por cada lavamanos, es decir, la empresa ahorraría un total de \$7,97 por producción en material. De aquí la importancia de definir con un objetivo claro la optimización de la producción en las empresas de manera general.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.

- El análisis de la situación actual del proceso en la elaboración de baños y lavamanos portátiles compuestos de fibra de vidrio, reflejó que el producto final se lo realiza por medio de piezas en separado, las cuales se unen al final para formar el diseño del nuevo producto, a su vez el estudio de tiempos realizado para cada pieza dio a conocer el tiempo real de la producción por unidad, siendo así que un lavamanos portátil se realiza en un tiempo de 10H30 y un baño en 15H05, determinando las actividades o tareas que el operario desarrolla.
- La evaluación de los desperdicios de producción dentro de la elaboración de baños y lavamanos, muestran que las mayores mudas en el proceso vienen dadas por el transporte innecesario, el mal aprovechamiento del área y a su vez productos en proceso, al realizar actividades innecesarias, por ello el reflejo del diagrama de recorridos, muestra una deficiencia del mismo, por falta de organización y desperdicio de tiempos y material en el área teniendo un total de desplazamiento de 8,95m dentro del área, a su vez muestra que el inventario general es constantemente rotatorio, por el análisis del mes de febrero el cual reflejó el 1,16% para los baños y el 1,13% para los lavamanos, llevando consigo la solicitud de material por orden de producción .
- El diseño de un nuevo layout y estudio de tiempos disminuye considerablemente el proceso general de lavamanos y baños, en un estimado de 49,2 min, y 803,49 min., llevando consigo la eliminación de tareas de transporte que el operario realizaba, mejor aprovechamiento del área, eliminación de material antiguo sin utilizar, y comodidad para el trabajo mostrando un beneficio para la empresa de un costo económico por producto de \$3,17 en lavamanos y \$4,88 en baños.

5.2 Recomendaciones.

- Llevar un análisis total del área de producción, por lo menos cada 6 meses o 1 año, para posibles mejorar de la misma. Considerar el estudio de tiempos realizado y estipular las actividades necesarias para el desarrollo de la elaboración de baños y lavamanos portátiles.
- Llevar un control exhaustivo sobre la materia prima ingresada y la utilizada dentro del proceso, a su vez analizar las posibles causas de sobre producción o sobre procesos, tiempos de espera y demoras en el proceso; tener en cuenta el análisis de los desperdicios mencionados para mejorar la productividad de una manera eficiente y eficaz tanto para la empresa como el operario.
- Analizar la propuesta de mejora continua, y tener en cuenta la redistribución del área, mejorar las condiciones para evitar fatiga en el operario y a su vez, conllevar a una disminución de tiempos en el proceso, teniendo como clave primordial el cuidado y valoración del trabajador, para que el desenvolvimiento del mismo se realice de manera eficiente y eficaz, mejorando el proceso; estudiar cada actividad realizada para la elaboración de baños y lavamanos portátiles compuestos de fibra de vidrio optando al beneficio monetario estipulado en la propuesta.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- [1] H. G. Pulido, CONTROL ESTADISTICO DE CALIDAD Y SEIS SIGMA, México: Ana L. Delgado (Mc Graw Hill- Tercera Edición), 2013.
- [2] A. F. Benjamin W NIEBEL, Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseño de trabajo, Ciudad de México: Mexicana (13ava Edicion), 2014.
- [3] J. A. P. F. D. VELASCO, GESTIÓN POR PROCESOS Cómo utilizar ISO 9001:2000, Madrid: ESIC (5ta Edición), 2012.
- [4] L. P. RITZMAN, Administración de operaciones, México: Pearson Educación (9na Edición), 2014.
- [5] L. I. N. H. y. E. C. N. Silva, «Problemas de optimización,» de *Optimización en Ingeniería*, Cuba, Feijóo, 2018, p. 36.
- [6] Winservicies, «Wixsite,» 2017 Marzo 21. [En línea]. Available: wimservicies.wixsite.com/servicios/single-post/normas-asme-s%c3%admbolos-para-elaborar-diagramas-de-flujo..
- [7] J. V. Sánchez, Organización de la producción, Madrid: Pirámide , 2014.
- [8] S. R. A., «RADICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA (LAYOUT) COMO GESTIÓN EMPRESARIA,» *Redalyc*, vol. 4, nº 6, p. 16, 2020.
- [9] P. Rodriguez, «Slideshare,» Febrero 2015. [En línea]. Available: https://es.slideshare.net/paulita_rodriguez/m11-distribucin-de-planta-12851350 .
- [10] S. Franco, «Materiales compuesto,» de *Materiales y Materias Primas*, Bogotá, Biblioteca de Bogotá, 2017, p. 27.
- [11] B. R. J. Humberto, «Sistemas de bibliotecas (Estudio actualizado),» Marzo 2013. [En línea]. Available: https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/ingenie/bendezu_r_j/Bendez%C3%BA_R_J.htm.
- [12] P. P. A. T. H. V. F. D. S. G. Víctor H. Guerrero, «Polímeros,» de *Materiales compuestos de matriz poliéster reforzados*, Quito, Escuela Politécnica Nacional, 2013, p. 5.

- [13] A. M. M. Palma, «Materiales II,» de *Materiales compuestos poliméricos*, Guadalajara , Ciencia y Tecnología de la Edificación. C. Guadalajara, 2018, p. 51.
- [14] L. Socconini, *Lean Manufacturing paso a paso*, Barcelona: ICG Marge, SL, 2019.
- [15] A. Romero, «Ingeniería Industrial,» Marzo 2015. [En línea]. Available: <http://www.angelantonioromero.com/las-7-mudas-en-produccion/> .
- [16] J. C. H. M. Y. A. V. Idoipe, *Lean Manufacturing, conceptos, técnicas e implantación*, Madrid: INDUSTRIALES ETSII UPM, 2013.
- [17] Ecoembes, «Ecoembes. Lean Manufacturing,» Marzo 2015. [En línea]. Available: https://www.ecoembes.com/sites/default/files/archivos_publicaciones_empresas/introduccion_lean_manufacturing.pdf .
- [18] E. A. J. Julián López Peralta, *Estudio del trabajo (Nueva vision de Introducción al estudio del trabajo de 1996)*, México: Grupo Editorial Patria , 2014.
- [19] L. C. P. Acero, *Ingeniería de métodos y tiempos (2da Edición)*, Colombia: ECOE Ediciones, 2016 .
- [20] M. Á. S. C. y. V. G. S. Elena Pérez Bernabeu, «Los gráficos de control por atributos,» *3CIENCIAS*, p. 9, 2012.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1: Estudio de tiempos

“Base frontal y trasera de lavamanos”

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
FECHA	18-ene-21	HORA DE INICIO	8:30 a.m.	OPERARIO	Elvis Velez	ELEMENTO DEL ESTUDIO	BASES DE LAVAMANOS										
	HORA FINAL	5:30 p. m.	COMPOSITES DE FIBRA DE VIDRIO														
ELEMENTO	VALORACIÓN	TIEMPO OBSERVADO EN MINUTOS											T.O	T.N	SUPL. % T. ESTÁNDAR		
		T1	T2	T3	T4	n	T	T	T	T	T	T					
Inspección y revisión de los moldes	1	2,7	2,66	2,65	2,72	0								2,7	2,7	21%	3,25
Traslado del molde al área de fibra	1	1,05	1	1,01	1,03	1	1,26							1,07	1,1	16%	1,24
Corrección de fisuras o agujeros de los moldes	1	3,01	2,89	3,05	3,01	1	2,4							2,9	2,9	21%	3,48
Aplicación de poliestireno en el molde	1	4,05	3,61	4,1	4,09	4	4,05	4,03	4,1	4,08				4,0	4,0	21%	4,86
Secado del molde	1	13,01	13,01	14	13,85	2	13,05	13,08						13,3	13,3	8%	14,40
Colocación de 3 capas de cera desmoldante	1	4,89	4,99	5,05	5,03	0								5,0	5,0	16%	5,79
Secado de la cera en el molde	1	15,09	15,1	15,06	15,09	0								15,1	15,1	8%	16,29
Recepción de productos para Gelcoat en la percha de materiales y dentro del área	1	3,2	3,22	3,22	3,22	0								3,2	3,2	16%	3,73
Preparación del Gelcoat	1	5,02	5,01	5,3	5,01	1	5							5,1	5,1	18%	5,98
Esparcimiento del Gelcoat por el molde	1	4,8	5,2	5,1	4,99	1	3,51							4,7	4,7	18%	5,57

Secado del Gelcoat en el molde	1	16,02	15,99	15,84	16,5	0									16,1	16,1	5%	16,89
Recepción de productos para la mezcla antes de colocar la fibra de vidrio en el molde	1	3,2	3,21	3,25	3,22	0									3,2	3,2	18%	3,80
Mezclado de resina, estireno, flowsil y alcohol polivinílico	1	2,05	2,06	2,1	2,13	0									2,1	2,1	21%	2,52
Esparcimiento de la mezcla anterior por el molde	1	5,3	5,33	5,45	4,98	2	5,7	5,4							5,4	5,4	21%	6,49
Recepción de la Fibra de vidrio para el molde en la percha de material.	1	1,2	1,22	1,21	1,22	0									1,2	1,2	18%	1,43
Colocación de 3 capas de fibra de vidrio en el molde	1	7,06	7,05	7,1	7,07	0									7,1	7,1	22%	8,63
Esparcimiento de la mezcla anterior por capa de fibra colocada	1	4,98	4,91	4,8	4,81	0									4,9	4,9	18%	5,75
Secado de la pieza	1	137,56	138,2	136,99	137,57	0									137,6	137,6	9%	149,96
Desmoldar para obtener la nueva Pieza	1	3,88	3,5	3,96	4,01	4	3,49	4,02	3,95	3,9					3,8	3,8	18%	4,53
Union de las piezas (Base frontal y base trasera)	1	7,02	7,01	7,3	7,2	0									7,1	7,1	14%	8,13
Secado de la union de las piezas	1	138,1	138,21	138,22	138,09	0									138,2	138,2	14%	157,50
Traslado de la nueva pieza al área de pintura	1	2,6	2,61	2,68	3	6	3	2,66	2,6	2,66	3	2,61			2,7	2,7	16%	3,18
Pintado de la pieza	1	3,85	3,87	4,02	4,02	1	4,03								4,0	4,0	18%	4,67
Secado de la pintura en la nueva pieza	1	13,5	13,81	14	14,5	1	13,58								13,9	13,9	5%	14,57
Inspección del producto final	1	5,07	5,08	5,04	5,07	0									5,1	5,1	17%	5,93
															409,3	409,3		458,56

PROCESO COMPUESTO DE FIBRA DE VIDRIO "SUPLEMENTOS PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS"			SUPLEMENTO CONSTANTE		SUPLEMENTOS VARIABLES										
			Necesidades personales	Fatiga	Trabajo de pie	Postura anormal			Ruidos			Monotonía		Tedioso	
Ligeramente incomodo	Incomodo	Muy Incomodo				Ruidos continuos	Intermitentes v fuertes	Intermitentes y muy fuertes	Algo Monótono	Bastante	Muy Monótono	Algo aburrido	Aburrido	Muy aburrido	
N°	ACTIVIDADES														
1	Inspección y revisión de los moldes	5	4	2	2		2					4		2	21%
2	Traslado del molde al área de fibra	5	4	2					2		1			2	16%
3	Corrección de fisuras o agujeros de los moldes	5	4	2	2		2					4		2	21%
4	Aplicación de poliestireno en el molde	5	4	2	2		2					4		2	21%
5	Secado del molde						2					4		2	8%
6	Colocación de 3 capas de cera desmoldante	5	4	2					2		1			2	16%
7	Secado de la cera en el molde						2					4		2	8%
8	Recepción de productos para <i>Gelcoat</i> en la percha de materiales y dentro del área	5	4	2					2		1			2	16%
9	Preparación del <i>Gelcoat</i>	5	4	2	2		2				1			2	18%
10	Esparcimiento del <i>Gelcoat</i> por el molde	5	4	2	2		2				1			2	18%
11	Secado del <i>Gelcoat</i> en el molde								2			1		2	5%

12	Recepción de productos para la mezcla antes de colocar la fibra de vidrio en el molde	5	4	2	2	2	1	2	18%
13	Mezclado de resina, estireno, <i>flowsil</i> y alcohol polivinílico	5	4	2	2	2	4	2	21%
14	Esparcimiento de la mezcla anterior por el molde	5	4	2	2	2	4	2	21%
15	Recepción de la Fibra de vidrio para el molde en la percha de material.	5	4	2	2	2	1	2	18%
16	Colocación de 3 capas de fibra de vidrio en el molde	5	4	2	2	2	5	2	22%
17	Esparcimiento de la mezcla anterior por capa de fibra colocada	5	4	2	2	2	1	2	18%
18	Secado de la pieza		4			2	1	2	9%
19	Desmoldar para obtener la nueva Pieza	5	4	2	2	2	1	2	18%
20	Unión de las piezas (base frontal y trasera)	5	4	2		2	1		14%
21	Secado de las piezas unidas	5	4			2	1	2	14%
22	Traslado de la nueva pieza al área de pintura	5	4	2		2	1	2	16%
23	Pintado de la pieza	5	4	2	2	2	1	2	18%
24	Secado de la pintura en la nueva pieza					2	1	2	5%
25	Inspección del producto final	5	4	2		2	4	0	17%

“Cursograma analítico base frontal Y trasera de lavamanos”

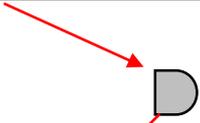
CURSOGRAMA ANALITICO

 <p>EMPRESA: SANI GROUP S.C.</p> <p>ÁREA EN ESTUDIO: Producción de compuestos de fibra de vidrio</p> <p>SUJETO DEL DIAGRAMA: Baños y lavamanos portátiles “Base Frontal y trasera de lavamanos”</p>	RESUMEN	METODOLOGÍA ACTUAL		
	POR :	Número	Distancia (m)	Tiempo (min)
	Operación 	11	0	62,92
	Transporte 	5	8,95	13,38
	Inspección 	2	0	9,18
	Demora 	7	0	373,09
Almacenamiento 		0	0	

INDICACIONES CUANTITATIVAS	UNIDAD DE PRODUCCION	TOTAL	25	8,95	458,56 min 7,64 horas
-----------------------------------	-----------------------------	--------------	-----------	-------------	--

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	OPERACION	TRANSPORTE	INSPECCION	DEMORA	ALMACENAMIENTO	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	OBSERVACIONES
1 Inspección y revisión de los moldes							3,25 min	
2 Traslado del molde al área de fibra						1,85	1,24 min	
3 Corrección de fisuras o agujeros de los moldes							3,48 min	
4 Aplicación de poliestireno en el molde							4,86 min	
5 Secado del molde							14,40 min	
6 Colocación de 3 capas de cera desmoldante							5,79 min.	
7 Secado de la cera en el molde							16,29 min.	
8 Recepción de productos para Gelcoat en la percha de						1,2 m	3,73 min.	

materiales y dentro del área			
9	Preparación del <i>Gelcoat</i>		5,98 min.
10	Esparcimiento del <i>Gelcoat</i> por el molde		5,57 min.
11	Secado del <i>Gelcoat</i> en el molde		16,89 min.
12	Recepción de productos para la mezcla antes de colocar la fibra de vidrio en el molde	1,2 m 	3,8 min
13	Mezclado de resina, estireno, <i>flowsil</i> y alcohol polivinílico		2,52 min.
14	Esparcimiento de la mezcla anterior por el molde		6,49 min
15	Recepción de la Fibra de vidrio para el molde en la percha de material.	1,2 m 	1,43 min
16	Colocación de 3 capas de fibra de vidrio en el molde		8,63 min
17	Esparcimiento de la mezcla anterior por capa de fibra colocada		5,75 min
18	Secado de la pieza		149,96 min
19	Desmoldar para obtener la nueva Pieza		4,53 min
20	Unión de las piezas (base frontal, trasera y llave de agua)		8,13 min

2 1	Secado de la unión de la piezas (Base Frontal y trasera)		157, 50 Min
2 2	Traslado de la nueva pieza al área de pintura		3,5 m 3,18
2 3	Pintado de la pieza		4,67 min
2 4	Secado de la pintura en la nueva pieza		14,5 7 min
2 5	Inspección de la pieza final		5,93 min
TOTAL		1 5 2 6	8,95 m 458, 56 min

“Base superior e inferior de un baño portátil”

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
FECHA	18-ene-21	HORA DE INICIO	8:30 a.m.	OPERARIO	Elvis Velez	ELEMENTO DEL ESTUDIO	TINA DE ALMACENAMIENTO PARA BAÑO										
		HORA FINAL	5:30 p. m.	COMPOSITES DE FIBRA DE VIDRIO													
ELEMENTO	VALORACIÓN	TIEMPO OBSERVADO EN MINUTOS										T.O	T.N	SUPL. % T. ESTÁNDAR			
		T1	T2	T3	T4	n	T	T	T	T	T				T		
Inspección y revisión de los moldes	1	2,7	2,66	2,65	2,72	0								2,7	2,7	21%	3,25
Traslado del molde al área de fibra	1	1,05	1	1,01	1,03	1	1,26							1,07	1,1	16%	1,24
Corrección de fisuras o agujeros de los moldes	1	1,2	1,1	1,09	1,02	5	1,2	1,03	1,02	1	1,22			1,1	1,1	21%	1,33
Aplicación de poliestireno en el molde	1	4,05	3,61	4,1	4,09	4	4,05	4,03	4,1	4,08				4,0	4,0	21%	4,86
Secado del molde	1	14,02	14,01	14	13,85	0								14,0	14,0	8%	15,09
Colocación de 3 capas de cera desmoldante	1	4,89	4,88	4,87	4,89	0								4,9	4,9	16%	5,66
Secado de la cera en el molde	1	15,09	15,1	15,06	15,09	0								15,1	15,1	8%	16,29
Recepción de productos para Gelcoat en la percha de materiales y dentro del área	1	3,2	3,22	3,22	3,22	0								3,2	3,2	16%	3,73
Preparación del Gelcoat	1	5,02	5,01	5,3	5,01	1	5							5,1	5,1	18%	5,98
Esparcimiento del Gelcoat por el molde	1	6,02	6,1	6,03	6,2	0								6,1	6,1	18%	7,18
Secado del Gelcoat en el molde	1	16,02	15,99	15,84	16,5	0								16,1	16,1	5%	16,89
Recepción de productos para la mezcla antes de colocar la fibra de vidrio en el molde	1	3,2	3,21	3,25	3,22	0								3,2	3,2	18%	3,80
Mezclado de resina, estireno, flowsil y alcohol polivinílico	1	2,05	2,06	2,1	2,13	0								2,1	2,1	21%	2,52
Esparcimiento de la mezcla anterior por el molde	1	6,1	6	6,09	6,08	0								6,1	6,1	21%	7,34

Recepción de la Fibra de vidrio para el molde en la percha de material.	1	1,2	1,22	1,21	1,22	0										1,2	1,2	18%	1,43
Colocación de 3 capas de fibra de vidrio en el molde	1	7,95	7,99	8	8,01	0										8,0	8,0	22%	9,74
Esparcimiento de la mezcla anterior por capa de fibra colocada	1	4,98	4,91	4,8	4,81	0										4,9	4,9	18%	5,75
Secado de la pieza	1	137,2	138,02	136,99	137,57	0										137,4	137,4	9%	149,82
Desmoldar para obtener la nueva Pieza	1	4,01	4	3,96	3,55	4	3,55	4,02	3,85	3,9						3,9	3,9	18%	4,55
Unión de las piezas (Base frontal y base trasera)	1	7,02	7,01	7,3	7,2	0										7,1	7,1	14%	8,13
Secado de la unión de las piezas	1	138,2	138,23	138,22	138,12	0										138,2	138,2	14%	157,54
Traslado de la nueva pieza al área de pintura	1	2,6	2,61	2,68	3	6	3	2,66	2,6	2,66	3	2,61				2,7	2,7	16%	3,18
Pintado de la pieza	1	4,1	3,87	4,02	4,02	1	4,03									4,0	4,0	18%	4,73
Secado de la pintura en la nueva pieza	1	13,85	14,5	14	13,81	1	13,95									14,0	14,0	5%	14,72
Inspección del producto final	1	5,06	5,08	5,04	5,07	0										5,1	5,1	17%	5,92
																411,2	411,2		460,68

CURSOGRAMA ANALITICO

 SANIGROUP <small>Soluciones Profesionales en Higiene Portátil</small>	EMPRESA: SANI GROUP S.C. ÁREA EN ESTUDIO: Producción de compuestos de fibra de vidrio SUJETO DEL DIAGRAMA: Baños y lavamanos portátiles “Base Inferior y superior de baño portátil”	RESUMEN POR :	METODOLOGÍA ACTUAL		
			Número	Distancia (m)	Tiempo (min)
		Operación 	11	0	66,44
		Transporte 	5	8,95	13,38
		Inspección 	2	0	9,17
		Demora 	7	0	371,23
Almacenamiento 		0	0		

INDICACIONES CUANTITATIVAS	UNIDAD DE PRODUCCION	TOTAL	25	8,95	460,68 min 7,67 horas
-----------------------------------	-----------------------------	--------------	----	------	--------------------------

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	OPERACION	TRANSPORTE	INSPECCION	DEMORA	ALMACENAMIENTO	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	OBSERVACIONES
1 Inspección y revisión de los moldes							3,25 min	
2 Traslado del molde al área de fibra						1,85	1,24 min	
3 Corrección de fisuras o agujeros de los moldes							1,33 min	
4 Aplicación de poliestireno en el molde							4,86 min	
5 Secado del molde							15,09 min	
6 Colocación de 3 capas de cera desmoldante							5,66 min.	
7 Secado de la cera en el molde							16,29 min.	
8 Recepción de productos para Gelcoat en la percha de						1,2 m	3,73 min.	

materiales y dentro del área			
9	Preparación del <i>Gelcoat</i>		5,98 min.
1	Esparcimiento del <i>Gelcoat</i> por el molde		7,18 min.
1	Secado del <i>Gelcoat</i> en el molde		16,89 min.
1	Recepción de productos para la mezcla antes de colocar la fibra de vidrio en el molde	1,2 m	3,8 min
1	Mezclado de resina, estireno, <i>flowsil</i> y alcohol polivinílico		2,52 min.
1	Esparcimiento de la mezcla anterior por el molde		7,34 min
1	Recepción de la Fibra de vidrio para el molde en la percha de material.	1,2 m	1,43 min
1	Colocación de 3 capas de fibra de vidrio en el molde		9,74 min
1	Esparcimiento de la mezcla anterior por capa de fibra colocada		5,75 min
1	Secado de la pieza		149,82 min
1	Desmoldar para obtener la nueva Pieza		4,55 min
2	Unión de las piezas (base frontal, trasera y llave de agua)		8,13 min

2 1	Secado de la unión de la piezas (Base Frontal y trasera)			157, 54 Min
2 2	Traslado de la nueva pieza al área de pintura		3,5 m	3,18
2 3	Pintado de la pieza			4,73 min
2 4	Secado de la pintura en la nueva pieza			14,7 2 min
2 5	Inspección de la pieza final			5,92 Min
TOTAL		1 5 2 6	8,95 m	460, 68 min

“Urinario e inodoro para un baño portátil”

ESTUDIO DE TIEMPOS																
FECHA	17-ene-21	HORA DE INICIO	8:30 a.m.	OPERARIO	Elvis Velez	ELEMENTO DEL ESTUDIO	URINARIO E INODORO									
		HORA FINAL	5:30 p. m.	COMPOSITES DE FIBRA DE VIDRIO												
ELEMENTO	VALORACIÓN	TIEMPO OBSERVADO EN MINUTOS										T.O	T.N	SUPL. % T. ESTÁNDAR		
		T1	T2	T3	T4	n	T	T	T	T	T				T	
Inspección y revisión de los moldes	1	0,55	0,56	0,55	0,57	0							0,6	0,6	21%	0,67
Traslado del molde al área de fibra	1	1,05	1	1,01	1,03	1	1,02						1,02	1,0	16%	1,19
Corrección de fisuras o agujeros de los moldes	1	1,01	1,02	0,96	0,99	1	0,95						1,0	1,0	21%	1,19
Aplicación de poliestireno en el molde	1	2,01	2,02	2	2,01	0							2,0	2,0	21%	2,43
Secado del molde	1	7,02	7,02	7,06	7,02	0							7,0	7,0	8%	7,59
Colocación de 3 capas de cera desmoldante	1	2,02	2	2,01	1,99	0							2,0	2,0	16%	2,33
Secado de la cera en el molde	1	5,03	5,01	5,04	5,02	0							5,0	5,0	8%	5,43
Recepción de productos para Gelcoat en la percha de materiales y dentro del área	1	2,55	2,47	2,49	2,5	0							2,5	2,5	16%	2,90
Preparación del Gelcoat	1	2,8	2,82	2,79	2,8	0							2,8	2,8	18%	3,31
Esparcimiento del Gelcoat por el molde	1	3,55	3,59	3,6	3,54	0							3,6	3,6	18%	4,21

Secado del Gelcoat en el molde	1	10,01	9,99	9,97	9,99	0									10,0	10,0	5%	10,49
Recepción de productos para la mezcla antes de colocar la fibra de vidrio en el molde	1	2,01	2,02	2	2,02	0									2,0	2,0	18%	2,37
Mezclado de resina, estireno, flowsil y alcohol polivinílico	1	2,05	2,06	2,1	2,13	0									2,1	2,1	21%	2,52
Esparcimiento de la mezcla anterior por el molde	1	3,02	3,05	3,01	3,02	0									3,0	3,0	21%	3,66
Recepción de la Fibra de vidrio para el molde en la percha de material.	1	1,2	1,22	1,21	1,22	0									1,2	1,2	18%	1,43
Colocación de 3 capaz de fibra de vidrio en el molde	1	5,1	5,12	5,13	5	0									5,1	5,1	22%	6,21
Esparcimiento de la mezcla anterior por capa de fibra colocada	1	4,98	4,91	4,8	4,81	0									4,9	4,9	18%	5,75
Secado de la pieza	1	50,57	50,6	50,58	50,1	0									50,5	50,5	9%	55,00
Desmoldar para obtener la nueva Pieza	1	1,01	1,05	1,03	1,05	0									1,0	1,0	18%	1,22
Traslado de la nueva pieza al área de pintura	1	2,6	2,61	2,68	3	6	3	2,66	2,6	2,66	3	2,61			2,7	2,7	16%	3,18
Pintado de la pieza	1	1,07	1,12	1,13	1,12	1	1,1								1,1	1,1	18%	1,31
Secado de la pintura en la nueva pieza	1	15,02	15,04	15,1	15,25	0									15,1	15,1	5%	15,86
Inspección del producto final	1	0,78	0,7	0,68	0,78	6	0,61	0,63	0,68	0,6	0,69	0,68			0,7	0,7	17%	0,80
															126,9	126,9		141,06

PROCESO COMPUESTOS DE FIBRA DE VIDRIO "SUPLEMENTOS PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS"			SUPLEMENTO CONSTANTE		SUPLEMENTOS VARIABLES											
			Necesidades personales	Fatiga	Trabajo de pie	Postura anormal			Ruidos		Monotonía		Tedioso			
N°	ACTIVIDADES	Ligeramente incomodo				Incomodo	Muy Incomodo	Ruidos continuos	Intermitentes v fuertes	Intermitentes y muy fuertes	Algo Monótono	Bastante	Muy Monótono	Algo aburrido	Aburrido	Muy aburrido
1	Inspección y revisión de los moldes	5	4	2		2		2				4		2		21%
2	Traslado del molde al área de fibra	5	4	2					2		1			2		16%
3	Corrección de fisuras o agujeros de los moldes	5	4	2		2		2				4		2		21%
4	Aplicación de poliestireno en el molde	5	4	2		2		2				4		2		21%
5	Secado del molde							2				4		2		8%
6	Colocación de 3 capas de cera desmoldante	5	4	2					2		1			2		16%
7	Secado de la cera en el molde							2				4		2		8%
8	Recepción de productos para <i>Gelcoat</i> en la percha de materiales y dentro del área	5	4	2					2		1			2		16%
9	Preparación del <i>Gelcoat</i>	5	4	2		2		2			1			2		18%
10	Esparcimiento del <i>Gelcoat</i> por el molde	5	4	2		2		2			1			2		18%
11	Secado del <i>Gelcoat</i> en el molde								2			1		2		5%

12	Recepción de productos para la mezcla antes de colocar la fibra de vidrio en el molde	5	4	2	2	2	1	2	18%
13	Mezclado de resina, estireno, <i>flowsil</i> y alcohol polivinílico	5	4	2	2	2	4	2	21%
14	Esparcimiento de la mezcla anterior por el molde	5	4	2	2	2	4	2	21%
15	Recepción de la Fibra de vidrio para el molde en la percha de material.	5	4	2	2	2	1	2	18%
16	Colocación de 3 capas de fibra de vidrio en el molde	5	4	2	2	2	5	2	22%
17	Esparcimiento de la mezcla anterior por capa de fibra colocada	5	4	2	2	2	1	2	18%
18	Secado de la pieza		4			2	1	2	9%
19	Desmoldar para obtener la nueva Pieza	5	4	2	2	2	1	2	18%
20	Traslado de la nueva pieza al área de pintura	5	4	2		2	1	2	16%
21	Pintado de la pieza	5	4	2	2	2	1	2	18%
22	Secado de la pintura en la nueva pieza					2	1	2	5%
23	Inspección del producto final	5	4	2		2	4	0	17%

“Cursograma analítico urinario e inodoro de un baño portátil”

CURSOGRAMA ANALITICO

EMPRESA: SANI GROUP S.C.	RESUMEN POR :	METODOLOGÍA ACTUAL		
		Número	Distancia (m)	Tiempo (min)
 <p>de vidrio</p> <p>ÁREA EN ESTUDIO: Producción de compuestos de fibra</p> <p>SUJETO DEL DIAGRAMA: Baños y lavamanos portátiles “Urinario e Inodoro de un baño portátil”</p>	Operación 	10	0	32,96
	Transporte 	5	8,95	11,07
	Inspección 	2	0	1,47
	Demora 	6	0	95,56
	Almacenamiento 		0	0

INDICACIONES CUANTITATIVAS	UNIDAD DE PRODUCCION	TOTAL	23	8,95 m	141,06 min 2,35 horas
----------------------------	----------------------	-------	----	--------	--------------------------

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	OPERACION	TRANSPORTE	INSPECCION	DEMORA	ALMACENAMIENTO	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	OBSERVACIONES
1 Inspección y revisión de los moldes							0,67 min	
2 Traslado del molde al área de fibra						1,85	1,19 min	
3 Corrección de fisuras o agujeros de los moldes							1,19 min	
4 Aplicación de poliestireno en el molde							2,43 min	
5 Secado del molde							7,59 min	
6 Colocación de 3 capas de cera desmoldante							2,33 min.	
7 Secado de la cera en el molde							5,43 min.	
8 Recepción de productos para Gelcoat en la percha de						1,2 m	2,90 min.	

		materiales y dentro del área	
9	Preparación del <i>Gelcoat</i>		3,31 min.
1	Esparcimiento del <i>Gelcoat</i> por el molde		4,21 min.
1	Secado del <i>Gelcoat</i> en el molde		10,49 min.
1	Recepción de productos para la mezcla antes de colocar la fibra de vidrio en el molde	1,2 m 	2,37 min
1	Mezclado de resina, estireno, <i>flowsil</i> y alcohol polivinílico		2,52 min.
1	Esparcimiento de la mezcla anterior por el molde		3,66 min
1	Recepción de la Fibra de vidrio para el molde en la percha de material.	1,2 m 	1,43 min
1	Colocación de 3 capas de fibra de vidrio en el molde		6,21 min
1	Esparcimiento de la mezcla anterior por capa de fibra colocada		5,75 min
1	Secado de la pieza		55 min
1	Desmoldar para obtener la nueva Pieza		1,22 min
2	Traslado de la nueva pieza al área de pintura	3,5 m 	3,18 min
2	Pintado de la pieza		1,31 min

“Piso de un baño portátil”

ESTUDIO DE TIEMPOS																	
FECHA	17-ene-21	HORA DE INICIO	8:30 a.m.	OPERARIO	Elvis Velez	ELEMENTO DEL ESTUDIO	PISO DE BAÑO PORTATIL										
		HORA FINAL	5:30 p. m.	COMPOSITES DE FIBRA DE VIDRIO													
ELEMENTO	VALORACIÓN	TIEMPO OBSERVADO EN MINUTOS				TIEMPO OBSERVADO EN MINUTOS							T.O	T.N	SUPL. % T. ESTÁNDAR		
		T1	T2	T3	T4	n	T	T	T	T	T	T				T	
Inspección y revisión de los moldes	1	0,31	0,33	0,34	0,33	2	0,4	0,39						0,4	0,4	21%	0,42
Traslado del molde al área de fibra	1	1,05	1	1,01	1,03	1	1,02							1,02	1,0	16%	1,19
Corrección de fisuras o agujeros de los moldes	1	0,99	1,01	1	0,99	0								1,0	1,0	21%	1,21
Aplicación de poliestireno en el molde	1	3,02	3,05	3,01	3,04	0								3,0	3,0	21%	3,67
Secado del molde	1	7,02	7,02	7,06	7,02	0								7,0	7,0	8%	7,59
Colocación de 3 capas de cera desmoldante	1	4,03	4,01	4,01	4	0								4,0	4,0	16%	4,65
Secado de la cera en el molde	1	6,1	6,02	6,11	6,12	0								6,1	6,1	8%	6,57
Recepción de productos para Gelcoat en la percha de materiales y dentro del área	1	2,55	2,47	2,49	2,5	0								2,5	2,5	16%	2,90
Preparación del Gelcoat	1	2,8	2,82	2,79	2,8	0								2,8	2,8	18%	3,31
Esparcimiento del Gelcoat por el molde	1	4,59	4,61	4,55	4,6	0								4,6	4,6	18%	5,41
Secado del Gelcoat en el molde	1	10,01	9,99	9,97	9,99	0								10,0	10,0	5%	10,49

Recepción de productos para la mezcla antes de colocar la fibra de vidrio en el molde	1	2,01	2,02	2	2,02	0										2,0	2,0	18%	2,37
Mezclado de resina, estireno, flossil y alcohol polivinílico	1	2,05	2,06	2,1	2,13	0										2,1	2,1	21%	2,52
Esparcimiento de la mezcla anterior por el molde	1	3,02	3,05	3,01	3,02	0										3,0	3,0	21%	3,66
Recepción de la Fibra de vidrio para el molde en la percha de material.	1	1,2	1,22	1,21	1,22	0										1,2	1,2	18%	1,43
Colocación de 3 capas de fibra de vidrio en el molde	1	5,12	5,14	5,13	5	0										5,1	5,1	22%	6,22
Esparcimiento de la mezcla anterior por capa de fibra colocada	1	4,98	4,91	4,8	4,81	0										4,9	4,9	18%	5,75
Secado de la pieza	1	55,23	57,2	50,58	50,1	5	50,2	50,12	51,2	51,11						52,0	52,0	9%	56,64
Desmoldar para obtener la nueva Pieza	1	1,01	1,05	1,03	1,05	0										1,0	1,0	18%	1,22
Traslado de la nueva pieza al área de pintura	1	2,6	2,61	2,68	3	6	3	2,66	2,6	2,66	3	2,61				2,7	2,7	16%	3,18
Pintado de la pieza	1	1,07	1,12	1,13	1,12	1	1,1									1,1	1,1	18%	1,31
Secado de la pintura en la nueva pieza	1	15,02	15,04	15,1	15,25	0										15,1	15,1	5%	15,86
Inspección del producto final	1	0,78	0,7	0,68	0,78	6	0,61	0,63	0,68	0,6	0,69	0,68				0,7	0,7	17%	0,80
																133,4	133,4		148,39

“Cursograma analítico de un piso para baño portátil”

CURSOGRAMA ANALITICO

 <p>SANIGROUP Soluciones Profesionales en Higiene Portátil</p>	EMPRESA: SANI GROUP S.C. ÁREA EN ESTUDIO: Producción de compuestos de fibra de vidrio	RESUMEN POR :		METODOLOGÍA ACTUAL		
				Número	Distancia (m)	Tiempo (min)
		Operación		10	0	32,96
		Transporte		5	8,95	11,07
		Inspección		2	0	1,47
		Demora		6	0	95,56
		Almacenamiento			0	0

INDICACIONES CUANTITATIVAS	UNIDAD DE PRODUCCION	TOTAL	23	89,64 m	148,39 min 2,47 horas
-----------------------------------	-----------------------------	--------------	-----------	----------------	--

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	OPERACION	TRANSPORTE	INSPECCION	DEMORA	ALMACENAMIENTO	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	OBSERVACIONES
1 Inspección y revisión de los moldes							0,42 min	
2 Traslado del molde al área de fibra						1,85	1,19 min	
3 Corrección de fisuras o agujeros de los moldes							1,21 min	
4 Aplicación de poliestireno en el molde							3,67 min	
5 Secado del molde							7,59 Min	
6 Colocación de 3 capas de cera desmoldante							4,65 min.	
7 Secado de la cera en el molde							6,57 min.	
8 Recepción de productos para Gelcoat en la percha de						1,2 m	2,90 min.	

		materiales y dentro del área	
9	Preparación del <i>Gelcoat</i>		3,31 min.
1	Esparcimiento del <i>Gelcoat</i> por el molde		5,41 min.
1	Secado del <i>Gelcoat</i> en el molde		10,49 min.
1	Recepción de productos para la mezcla antes de colocar la fibra de vidrio en el molde	1,2 m 	2,37 min
1	Mezclado de resina, estireno, <i>flowsil</i> y alcohol polivinílico		2,52 min.
1	Esparcimiento de la mezcla anterior por el molde		3,66 Min
1	Recepción de la Fibra de vidrio para el molde en la percha de material.	1,2 m 	1,43 min
1	Colocación de 3 capas de fibra de vidrio en el molde		6,22 min
1	Esparcimiento de la mezcla anterior por capa de fibra colocada		5,75 min
1	Secado de la pieza		56,64 Min
1	Desmoldar para obtener la nueva Pieza		1,22 min
2	Traslado de la nueva pieza al área de pintura	3,5 m 	3,18 min
2	Pintado de la pieza		1,31 min

2	Secado de la								
2	pintura en la								
	nueva pieza								15,86
									min
2	Inspección de								0,80
3	la pieza final								
	TOTAL	1	5	2	6	8,95	148,39	min	
		0							

“Papelera de un baño portátil”

ESTUDIO DE TIEMPOS																
FECHA	17-ene-21	HORA DE INICIO	8:30 a.m.	OPERARIO	Elvis Velez	ELEMENTO DEL ESTUDIO	PAPELERA DE BAÑO PORTATIL									
		HORA FINAL	5:30 p. m.			COMPOSITES DE FIBRA DE VIDRIO										
ELEMENTO	VALORACIÓN	T1	T2	T3	T4	TIEMPO OBSERVADO EN MINUTOS						T.O	T.N	SUPL. % T. ESTÁNDAR		
						n	T	T	T	T	T					
Inspección y revisión de los moldes	1	0,3	0,33	0,34	0,33	3	0,4	0,39					0,3	0,3	21%	0,42
Traslado del molde al área de fibra	1	1,05	1	1,01	1,03	1	1,02						1,02	1,0	16%	1,19
Corrección de fisuras o agujeros de los moldes	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0							0,5	0,5	21%	0,61
Aplicación de poliestireno en el molde	1	2,1	2,12	2,13	2,15	0							2,1	2,1	21%	2,57
Secado del molde	1	4,03	4,01	4,2	4	1	4,23						4,1	4,1	8%	4,42
Colocación de 3 capas de cera desmoldante	1	4,03	4,01	4,01	4	0							4,0	4,0	16%	4,65
Secado de la cera en el molde	1	5,03	5,02	5	5,01	0							5,0	5,0	8%	5,42
Recepción de productos para Gelcoat en la percha de materiales y dentro del área	1	2,55	2,47	2,49	2,5	0							2,5	2,5	16%	2,90
Preparación del Gelcoat	1	2,8	2,82	2,79	2,8	0							2,8	2,8	18%	3,31
Esparcimiento del Gelcoat por el molde	1	3,02	3	3	3,3	3	3,08	3,1	3,5				3,1	3,1	18%	3,71
Secado del Gelcoat en el molde	1	7,05	7,06	7,06	7	0							7,0	7,0	5%	7,39
Recepción de productos para la mezcla antes de colocar la fibra de vidrio en el molde	1	2,01	2,02	2	2,02	0							2,0	2,0	18%	2,37
Mezclado de resina, estireno, flowsil y alcohol polivinílico	1	2,05	2,06	2,1	2,13	0							2,1	2,1	21%	2,52
Esparcimiento de la mezcla anterior por el molde	1	1,09	1,1	1,15	1,13	1	1,15						1,1	1,1	21%	1,36
Recepción de la Fibra de vidrio para el molde en la percha de material.	1	1,2	1,22	1,21	1,22	0							1,2	1,2	18%	1,43

Colocación de 3 capas de fibra de vidrio en el molde	1	3,05	3,01	3	3,05	0											3,0	3,0	22%	3,69
Esparcimiento de la mezcla anterior por capa de fibra colocada	1	4,01	4,02	4,1	4,12	0											4,1	4,1	18%	4,79
Secado de la pieza	1	49,05	49,99	50,01	50	0											49,8	49,8	9%	54,24
Desmoldar para obtener la nueva Pieza	1	1,01	1,05	1,03	1,05	0											1,0	1,0	18%	1,22
Traslado de la nueva pieza al área de pintura	1	2,6	2,61	2,68	3	6	3	2,66	2,6	2,66	3	2,61					2,7	2,7	16%	3,18
Pintado de la pieza	1	1,15	1,12	1,13	1,12	0											1,1	1,1	18%	1,33
Secado de la pintura en la nueva pieza	1	15,02	15,04	15,1	15,25	0											15,1	15,1	5%	15,86
Inspección del producto final	1	0,78	0,7	0,68	0,78	6	0,61	0,63	0,68	0,6	0,69	0,68					0,7	0,7	17%	0,80
																	116,6	116,6		129,40

“Cursograma analítico de una papelerera del baño portátil”

CURSOGRAMA ANALITICO

 <p>SANIGROUP Soluciones Profesionales en Higiene Portátil</p>	<p>EMPRESA: SANI GROUP S.C.</p> <p>ÁREA EN ESTUDIO: de Producción de compuestos de fibra de vidrio</p> <p>SUJETO DEL DIAGRAMA: Baños y lavamanos portátiles “Llave y tapa del lavamanos”</p>	<p>RESUMEN POR :</p>	<p>METODOLOGÍA ACTUAL</p>		
			<p>Número</p>	<p>Distancia (m)</p>	<p>Tiempo (min)</p>
		<p>Operación </p>	10	0	29,17
		<p>Transporte </p>	5	8,95	11,07
		<p>Inspección </p>	2	0	1,22
		<p>Demora </p>	6	0	87,94
		<p>Almacenamiento </p>		0	0

INDICACIONES CUANTITATIVAS	UNIDAD DE PRODUCCION	TOTAL	23	8,95 m	129,40 min 2,15 horas
-----------------------------------	-----------------------------	--------------	-----------	---------------	--

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	OPERACION	TRANSPORTE	INSPECCION	DEMORA	ALMACENA MIENTO	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	OBSERVACIONES
1 Inspección y revisión de los moldes							0,42 min	
2 Traslado del molde al área de fibra						1,85	1,19 min	
3 Corrección de fisuras o agujeros de los moldes							0,61 min	
4 Aplicación de poliestireno en el molde							2,57 min	
5 Secado del molde							4,42 Min	
6 Colocación de 3 capas de cera desmoldante							4,65 min.	
7 Secado de la cera en el molde							5,42 min.	
8 Recepción de productos para Gelcoat en la percha de						1,2 m	2,90 min.	

		materiales y dentro del área	
9	Preparación del <i>Gelcoat</i>		3,31 min.
10	Esparcimiento del <i>Gelcoat</i> por el molde		3,71 min.
11	Secado del <i>Gelcoat</i> en el molde		7,39 min.
12	Recepción de productos para la mezcla antes de colocar la fibra de vidrio en el molde	1,2 m	2,37 min
13	Mezclado de resina, estireno, <i>flowsil</i> y alcohol polivinílico		2,52 min.
14	Esparcimiento de la mezcla anterior por el molde		1,36 Min
15	Recepción de la Fibra de vidrio para el molde en la percha de material.	1,2 m	1,43 Min
16	Colocación de 3 capas de fibra de vidrio en el molde		3,69 Min
17	Esparcimiento de la mezcla anterior por capa de fibra colocada		4,79 Min
18	Secado de la pieza		54,24 min.
19	Desmoldar para obtener la nueva Pieza		1,22 min
20	Traslado de la nueva pieza al área de pintura	3,5 m	3,18 Min
21	Pintado de la pieza		1,33 Min

2	Secado de la					15,86	
2	pintura en la					Min	
2	nueva pieza						
2	Inspección del					0,80	
3	producto final					Min	
TOTAL		1	5	2	6	8,95 m	129,40
		0					min