



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

Proyecto de Investigación previo a la
obtención del título de Ingeniero
Industrial.

Título del Proyecto de Investigación

**ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN
DE PROTECTORES SEMICIRCULARES DE LA EMPRESA SERVIPAXA S.A
MEDIANTE EL ANÁLISIS DE MUDAS**

Autor

Marco Andres Gomez Juma

Director de proyecto de investigación

Ing. Danny Alexander Rivas Sierra MSc.

Quevedo – Los Ríos – Ecuador.

2021



DECLARACIÓN DE AUDITORIA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Marco Andres Gomez Juma, 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.

f. _____

Marco Andres Gomez Juma

C.C # 1752397149



CERTIFICADO DE CULMINACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, Ing. Danny Alexander Rivas Sierra MSc., Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Sr. Marco Andres Gomez Juma, realizó el proyecto de investigación de grado titulado “**ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE PROTECTORES SEMICIRCULARES DE LA EMPRESA SERVIPAXA S.A MEDIANTE EL ANÁLISIS DE MUDAS**”, 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 DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



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

Yo, Danny Alexander Rivas Sierra, MSc. En calidad de director de proyecto de investigación titulado “**ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE PROTECTORES SEMICIRCULARES DE LA EMPRESA SERVIPAXA S.A MEDIANTE EL ANÁLISIS DE MUDAS**”, me permito manifestar a usted y por intermedio de la presente al consejo académico de la facultad lo siguiente.

Que el estudiante, Marco Andres Gomez Juma, egresado de la Facultad Ciencias de la Ingeniería, de la carrera de Ingeniería Industrial, 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 antiplagio con el porcentaje de 1%

Document Information

Analyzed document	PROYECTO DE TITULACIÓN - ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MEJORA.docx (D99237467)
Submitted	3/22/2021 6:48:00 PM
Submitted by	
Submitter email	marco.gomez2015@uteq.edu.ec
Similarity	1%
Analysis address	drivas.uteq@analysis.orkund.com

Ing. Danny Alexander Rivas Sierra MSc.

DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Elaboración de un plan de mejora en el área de producción de protectores semicirculares de la empresa Servipaxa S.A mediante el análisis de mudas”

Presentando Al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Omar Cevallos

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Santiago Socasi

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. David Barros

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR

2021

AGRADECIMIENTO

En honor y gratitud a quien me dio la sabiduría e inteligencia, para llevar a cabo mi vida por el camino correcto, la realización y culminación de mi carrera profesional como Ingeniero Industrial. Siendo Dios Padre, Hijo y Espíritu Santo a quien dedico este logro, ya que sin él nada sería.

Agradezco a mis padres por darme la oportunidad de seguir mis estudios universitarios, luchando y esforzándose diariamente para que pueda cumplir esta meta por mí y por ellos.

Doy gracias a la Universidad y a sus docentes, quienes han transmitido y aportado sus conocimientos, fuente de información para llevar a cabo el recorrido semestre tras semestre hasta lograr la obtención de este título universitario.

DEDICATORIA

A quienes me dieron la vida, me vieron nacer, crecer, superar obstáculos, obtener distintos logros, me inculcaron el esfuerzo diario y no rendirme en el camino, dedico a mis padres este proyecto de titulación para convertirme en un ingeniero industrial.

RESUMEN EJECUTIVO

En la presente investigación se da a conocer la “ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE PROTECTORES SEMICIRCULARES DE LA EMPRESA SERVIPAXA S.A MEDIANTE EL ANÁLISIS DE MUDAS”, describiendo la situación actual en la que se encuentra el proceso notando que no existe un estudio de métodos del trabajo y tiempo. Con la identificación de las mudas se tienen que la sobreproducción y sobreinventario se generan por la tardada respuesta a soluciones para las máquinas por los altos mandos administrativos generando una producción en exceso por la desconfianza que se tiene en las máquinas donde los productos defectuosos se originan por las mismas, las esperas son creadas por el mal estudio del trabajo donde trabaja la máquina y el personal de trabajo no, teniendo porcentajes de 77% y 83% de ociosidad siendo estos los más altos, el gran número de transportes que se tienen en el proceso es al inadecuado aprovechamiento del espacio que se tiene. En el plan de mejora se elaboró una redistribución de la planta la cual no afecta a otras líneas de producción permitiendo eliminar transportes, reduciendo tiempos y espacio, pasando de recorrer 74.3 metros en 9.02 minutos a obtener 53.55 metros en 6.6 minutos generando una reducción de metros del 27.93% y de tiempo del 26.83%, se movieron dos trabajadores del proceso 1, al proceso dos para de esta manera eliminar el alto porcentaje de ociosidad que tenían, contando con estos trabajadores en la elaboración de corte de protectores semicirculares se reducen los paros y la producción aumentaría en un 85.19% pasando de elaborar 135 fundas a elaborar 250 fundas, donde se reducen \$ 146.16 del costo de producción, que al mes es un ahorro de \$ 2192.40, aumentando la productividad en 4.62% en la elaboración de protectores semicirculares.

Palabras clave: Mudass, Producción, Estandarización, Optimización.

ABSTRACT

In the present investigation, the “DEVELOPMENT OF AN IMPROVEMENT PLAN IN THE PRODUCTION AREA OF SEMICIRCULAR PROTECTORS OF THE COMPANY SERVIPAXA S.A THROUGH THE ANALYSIS OF WASTE”, describing the current situation in which the process is, noting that there is no study of work methods and time. With the identification of the doffs, overproduction and overstock are generated by the delayed response to solutions for the machines by the senior administrative officers, generating an excess production due to the distrust that exists in the machines where defective products originate from. The same, the waits are created by the bad study of the work where the machine works and the work personnel do not, having percentages of 77% and 83% of idleness, these being the highest, the large number of transports that are had in the process is the inadequate use of the space that you have. In the improvement plan, a redistribution of the plant was elaborated which does not affect other production lines, allowing the elimination of transports, reducing time and space, going from traveling 74.3 meters in 9.02 minutes to obtaining 53.55 meters in 6.6 minutes, generating a reduction of meters of 27.93% and of time of 26.83%, two workers moved from process one to process two in order to eliminate the high percentage of idleness they had, counting on these workers in the preparation of cutting semicircular protectors, stoppages are reduced and production would increase by 85.19%, going from making 135 covers to making 250 covers, where \$ 146.16 is reduced from the production cost, which is a saving of \$ 2192.40 per month, increasing productivity by 4.62% in the production of semicircular protectors .

Keywords: Mutes, Production, Standardization, Optimization.

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUDITORIA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICADO DE CULMINACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.....	iv
CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN EJECUTIVO	viii
ABSTRACT	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	xv
ÍNDICE DE ECUACIONES	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS	xvii
CÓDIGO DUBLÍN	xviii
INTRODUCCIÓN.....	xx
CAPÍTULO I.....	1
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1. Problema de investigación.	2
1.1.1. Planteamiento del problema.	2
1.1.2. Formulación del problema.....	4
1.1.3. Sistematización del problema.....	4
1.2. Objetivos.....	4
1.2.1. Objetivo General.....	4
1.2.2. Objetivos Específicos.....	4
1.3. Justificación.	5
CAPITULO II.....	6
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	6
2.1. Marco Conceptual.....	7
2.1.1. Producción.....	7
2.1.2. Proceso.....	7
2.1.3. Actividad.	7
2.1.4. Tarea.....	8

2.1.5.	Análisis de un sistema.	8
2.1.6.	Plan.	8
2.1.7.	Diagnostico.	8
2.1.8.	Optimización	8
2.1.9.	Materia prima.	9
2.1.10.	Lista de materiales.	9
2.1.11.	Tiempo de arranque.	9
2.1.12.	Tiempo de proceso.	9
2.1.13.	Tiempo de ciclo.	10
2.1.14.	Layout	10
2.1.15.	Flujo de Valor	10
2.1.16.	Desperdicios o mudas.	10
2.1.17.	Eficiencia.	13
2.1.18.	Eficacia.	13
2.1.19.	Estandarizar.	13
2.1.20.	Estándar.	13
2.1.21.	Demora.	13
2.1.22.	Medición del trabajo.	13
2.1.23.	Estudio de métodos.	14
2.1.24.	Estudio de movimientos.	14
2.1.25.	Estudio de tiempos.	14
2.1.26.	Reingeniería de procesos	14
2.1.27.	Jornada de trabajo	14
2.1.28.	Diagrama de flujo del proceso.	15
2.1.29.	Diagrama de recorrido.	15
2.1.30.	Diagrama de proceso hombre-máquina	16
2.2.	Marco Referencial.	18
2.2.1.	Estudio de tiempos.	18
2.2.2.	Herramientas para el Estudio de tiempos.	18
2.2.3.	Cronometraje del trabajo.	21
2.2.4.	Cálculo del número de observaciones.	23
2.2.5.	Valoración del ritmo de trabajo.	27
2.2.6.	Suplementos del Estudio de tiempos.	29
2.2.7.	Cálculo del tiempo estándar.	32
2.2.8.	Simbología para diagrama de flujo de proceso.	36

2.2.9.	Eficiencia global de los equipos (OEE).....	38
2.2.10.	Takt time.	40
2.2.11.	Productividad.	41
2.2.12.	Medición de la productividad.	41
2.2.13.	Diseño del plan de mejora.....	42
CAPITULO III		43
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		43
3.1.	Localización.....	44
3.2.	Tipo de investigación.....	44
3.2.1.	Investigación Aplicada.	45
3.2.2.	Investigación descriptiva.	45
3.2.3.	Investigación Exploratoria.....	45
3.2.4.	Investigación de campo.	45
3.3.	Métodos de investigación.	45
3.3.1.	Método deductivo.	45
3.3.2.	Método inductivo.....	46
3.4.	Fuentes de recopilación de información.	46
3.4.1.	Primarias.....	46
3.4.2.	Secundarias.....	46
3.5.	Diseño de la investigación.	46
3.5.1.	Diseño no experimental.	46
3.6.	Instrumentos de investigación.....	47
3.6.1.	Observación.....	47
3.6.2.	Entrevista.....	47
3.7.	Tratamiento de datos.....	47
3.8.	Recursos humano y materiales.....	47
3.8.1.	Recursos humanos.	47
3.8.2.	Materiales de oficina.	48
CAPITULO IV		49
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		49
4.1.	Diagnosticar la situación actual del proceso de elaboración de protectores semicirculares.	50
4.1.1.	Descripción del proceso de fabricación.....	50
4.1.2.	Diagramas del flujo del proceso	66
4.1.3.	Diagramas hombre - máquina.....	72
4.1.4.	Eficiencia global de los equipos (OEE).....	75

4.1.5.	Takt time.....	78
4.2.	Identificación de los desperdicios que se generan en la producción de protectores semicirculares.	79
4.2.1.	Muda de sobreproducción	79
4.2.2.	Muda de sobreinventario	79
4.2.3.	Muda de productos defectuosos	80
4.2.4.	Muda de transporte de materiales y herramientas	81
4.2.5.	Muda de procesos innecesarios	81
4.2.6.	Muda de espera.....	82
4.2.7.	Muda de movimientos innecesarios	83
4.2.3.	Otros desperdicios	83
4.3.	Propuesta de un plan de mejora para la producción de protectores semicirculares. 84	
4.3.1.	La sobreproducción y sobreinventario	84
4.3.2.	Productos defectuosos	85
4.3.3.	Transporte de materiales y herramientas	85
4.3.4.	Procesos Innecesarios	87
4.3.5.	Esperas.....	87
4.3.6.	Diagramas propuestos.....	90
4.3.7.	Takt time propuesto	94
4.3.8.	Comparación proceso actual y proceso propuesto	95
4.3.9.	Comparación de costos de producción y venta	97
4.3.10.	Productividad	103
4.4.	Discusión.....	105
CAPITULO V		108
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		108
5.1.	Conclusiones	109
5.2.	Recomendaciones	110
CAPÍTULO VI		111
BIBLIOGRAFÍA		111
6.1.	Bibliografía	112
CAPITULO VII.....		115
ANEXOS		115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Descomposición de las operaciones en elementos.....	22
Tabla 2: Cálculo del número de observaciones.....	26
Tabla 3: Valoración del Ritmo de Trabajo.....	28
Tabla 4: Suplementos.....	31
Tabla 5: Lecturas consideradas.....	33
Tabla 6: Lecturas consistentes.....	34
Tabla 7: Actividades realizadas en el proceso 1 (Elaboración de rollos).....	50
Tabla 8: Materia prima para protectores semicirculares (100,000.00 Unidades).....	51
Tabla 9: Materiales y unidades en la que se encuentran.....	51
Tabla 10: Cantidad de sacos y kg despachados.....	52
Tabla 11: Temperaturas que debe alcanzar la máquina.....	57
Tabla 12: Labores de los trabajadores en el proceso 1.....	57
Tabla 13: Rollos obtenido.....	58
Tabla 14: Actividades realizadas en el proceso 2 (Corte de protectores).....	61
Tabla 15: Protectores obtenidos.....	63
Tabla 16: Labores de los trabajadores en el proceso 2.....	64
Tabla 17: Cursograma analítico del proceso 1 - Material.....	68
Tabla 18: Cursograma analítico del proceso 2 - Material.....	70
Tabla 19: Resumen del diagrama hombre-máquina del TL-1.....	72
Tabla 20: Resumen del diagrama hombre-máquina del TL-3.....	73
Tabla 21: Resumen del diagrama hombre-máquina del TC-1.....	73
Tabla 22: Resumen del diagrama hombre-máquina del TC-2.....	74
Tabla 23: Resumen del diagrama hombre-máquina del TC-3.....	74
Tabla 24: Eficiencia global de los equipos (OEE).....	76
Tabla 25: Características del OEE.....	77
Tabla 26: La alta dirección como desperdicio.....	83
Tabla 27: Propuesta para la alta dirección.....	84
Tabla 28: Reorganización de personal para proceso 2.....	89
Tabla 29: Resumen diagrama hombre-máquina del personal del proceso 2 "Propuesta" ..	89
Tabla 30: Cursograma analítico del proceso 1 - Material "Propuesta".....	91
Tabla 31: Cursograma analítico del proceso 2 - Material "Propuesta".....	93
Tabla 32: Datos para el takt time.....	94
Tabla 33: Cuadro Comparativo del proceso 1.....	96
Tabla 34: Cuadro comparativo del proceso 2.....	96
Tabla 35: Comparación del takt time actual y propuesto.....	97
Tabla 36: Costo de materia prima "Proceso Actual".....	98
Tabla 37: Costo de Maquinaria "Proceso Actual".....	98
Tabla 38: Costo de Mano de Obra "Proceso Actual".....	99
Tabla 39: Costo de Producción "Proceso Actual".....	99
Tabla 40: Precio de venta "Proceso Actual".....	99
Tabla 41: Utilidad "Proceso Actual".....	99
Tabla 42: Costo de Mano de Obra "Propuesta".....	101
Tabla 43: Costo de Producción "Propuesta".....	101
Tabla 44: Utilidad "Propuesta".....	101

Tabla 45: Comparación de costos proceso actual y propuesta.....	102
Tabla 46: Producciones realizadas mensualmente	102
Tabla 47: Reducción del costo de producción.....	103

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de flujo de procesos (material) para la preparación de correo publicitario directo.....	15
Figura 2: Diagrama de Recorrido.....	16
Figura 3: Datos del ejemplo de numero de observaciones.....	24
Figura 4: Sustitución de valores en la fórmula de numero de observaciones	24
Figura 5: Tiempo Estándar y sus componentes.....	29
Figura 6: Sustitución de valores en la formula tiempo promedio por elemento	34
Figura 7: Sustitución de valores en la formula tiempo normal	35
Figura 8: Sustitución de valores en la formula Tiempo concebido elemental	36
Figura 9: Conjunto de símbolos de diagrama de proceso de acuerdo con el estándar ASME.	37
Figura 10: Calculo del OEE	38
Figura 11: Localización de la empresa.....	44
Figura 12: Especificaciones del protector semicircular	63
Figura 13: Diagrama de flujo operaciones del proceso 1	67
Figura 14: Diagrama de flujo operaciones del proceso 2.....	69
Figura 15: Eficiencia global de los equipos (OEE).....	76
Figura 16: Propuesta de distribución de la planta Servipaxa S.A	86
Figura 17: Diagrama de flujo operaciones del proceso 1 "Propuesta"	90
Figura 18: Diagrama de flujo operaciones del proceso 2 "Propuesta"	92

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Diagrama del proceso hombre-máquina.....	17
Ilustración 2: Recepción de materia prima	52
Ilustración 3: Almacenamiento temporal de materia prima.....	53
Ilustración 4: Almacenamiento en proceso.....	53
Ilustración 5: Tanque donde se mezcla la materia prima.....	54
Ilustración 6: Tolva donde ingresa el material.....	55
Ilustración 7: Tolva donde ingresa el Talco Chino	55
Ilustración 8: Deposito donde ingresa la parafina	56
Ilustración 9: Máquina no estable	56
Ilustración 10: Proceso de obtención de rollos	57
Ilustración 11: Cortar lámina para obtener rollo.....	58
Ilustración 12: Sacar rollo de laminadora de foam	59
Ilustración 13: Trasladar rollo a Balanza industrial.....	59

Ilustración 14: Peso de rollo	60
Ilustración 15: Almacenamiento temporal de rollos.....	60
Ilustración 16: Infraestructura para rollos.....	62
Ilustración 17: Cortadora de foam	62
Ilustración 18: Rollos ubicados y lamina ingresando a cortadora de foam	62
Ilustración 19: Producción de protectores semicirculares	65
Ilustración 20: Ubicar protectores en mesa.....	65
Ilustración 21: Enfundar protectores.....	66
Ilustración 22: Cortadora de foam	75

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Numero de observaciones.....	23
Ecuación 2: Rango.....	25
Ecuación 3: Media Aritmética.....	25
Ecuación 4: Cociente entre rango y la media	25
Ecuación 5: Tiempo Promedio por elemento	34
Ecuación 6: Tiempo Normal	35
Ecuación 7: Tiempo Normal para cada elemento.....	35
Ecuación 8: Tiempo concedido elemental.....	36
Ecuación 9: Tiempo total.....	39
Ecuación 10: Tiempo planeado	39
Ecuación 11: Tiempo disponible	39
Ecuación 12: Tiempo productivo	39
Ecuación 13: Tiempo muerto	39
Ecuación 14: Disponibilidad	39
Ecuación 15: Capacidad productiva	40
Ecuación 16: Producción real.....	40
Ecuación 17: Eficiencia.....	40
Ecuación 18: Calidad.....	40
Ecuación 19: OEE	40
Ecuación 20: Takt time.....	41
Ecuación 21: Calculo del takt time.....	78
Ecuación 22: Calculo del takt time propuesto	95
Ecuación 23: Productividad del “Proceso actual”	103
Ecuación 24: Productividad "Propuesta"	103
Ecuación 25: Tasa de variación de productividad.....	104
Ecuación 26: Tasa de variación de producción	104

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Ficha técnica de protector semicircular.....	116
Anexo 2: Estudio de tiempos del Proceso 1 y 2.....	117
Anexo 3: Layout de la Planta Servipaxa S.A.....	118
Anexo 4: Diagrama del recorrido del proceso 1 en la empresa	119
Anexo 5: Diagrama de recorrido del proceso 2 en la empresa	120
Anexo 6: Diagrama Hombre - Máquina de alimentación de material a la máquina.....	121
Anexo 7: Diagrama Hombre - Máquina de obtención de rollos.....	122
Anexo 8: Diagrama Hombre-Máquina del operador de cortadora de foam.....	123
Anexo 9: Diagrama Hombre-Máquina del ayudante del operador de la cortadora de foam	124
Anexo 10: Diagrama Hombre-Máquina del carrilador	125
Anexo 11: Calculo del OEE.....	126
Anexo 12: Interpretación del OEE.....	127
Anexo 13: Almacenamiento de protectores semicirculares en bodega de producto terminado	127
Anexo 14: Almacenamiento temporal de rollos.....	128
Anexo 15: Obstaculización de entrada y salida de materia prima y producto terminado .	128
Anexo 16: Rollos en bodega de producto terminado	129
Anexo 17: Entrada a bodega de peletizado	129
Anexo 18: Rollo no totalmente conforme.....	130
Anexo 19: Laminas de rollos defectuosas.....	130
Anexo 20: Rollos defectuosos.....	131
Anexo 21: Tiempos de corte de la laminadora de foam.....	131
Anexo 22: Diagrama Hombre-Máquina del operador de cortadora de foam “Propuesto”	132
Anexo 23: Diagrama Hombre-Máquina del ayudante del operador de la cortadora de foam "Propuesto"	133
Anexo 24: Diagrama Hombre-Máquina del carrilador 1 "Propuesto"	134
Anexo 25: Diagrama Hombre-Máquina del carrilador 2 "Propuesto"	135
Anexo 26: Diagrama del recorrido del proceso 1 en la empresa "Propuesto"	136
Anexo 27: Diagrama de recorrido del proceso 2 en la empresa "Propuesto"	137
Anexo 28: Investigación de campo – Producción de protectores semicirculares	138
Anexo 29: Investigación de campo - Producto terminado	139

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	“ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE PROTECTORES SEMICIRCULARES DE LA EMPRESA SERVIPAXA S.A MEDIANTE EL ANÁLISIS DE MUDAS”			
Autor:	Marco Andres Gomez Juma			
Palabras clave:	Mudas	Producción	Estandarización	Optimización
Fecha de publicación:				
Editorial:	Quevedo, UTEQ 2020			
Resumen:	<p>Resumen. - En la presente investigación se da a conocer la “ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE PROTECTORES SEMICIRCULARES DE LA EMPRESA SERVIPAXA S.A MEDIANTE EL ANÁLISIS DE MUDAS”, describiendo la situación actual en la que se encuentra el proceso notando que no existe un estudio de métodos del trabajo y tiempo. Con la identificación de las mudas se tienen que la sobreproducción y sobreinventario se generan por la tardada respuesta a soluciones para las máquinas por los altos mandos administrativos generando una producción en exceso por la desconfianza que se tiene en las máquinas donde los productos defectuosos se originan por las mismas, las esperas son creadas por el mal estudio del trabajo donde trabaja la máquina y el personal de trabajo no, teniendo porcentajes de 77% y 83% de ociosidad siendo estos los más altos, el gran número de transportes que se tienen en el proceso es al inadecuado aprovechamiento del espacio que se tiene. En el plan de mejora se elaboró una redistribución de la planta la cual no afecta a otras líneas de producción permitiendo eliminar transportes, reduciendo tiempos y espacio, pasando de recorrer 74.3 metros en 9.02 minutos a obtener 53.55 metros en 6.6 minutos generando una reducción de metros del 27.93% y de tiempo del 26.83%, se movieron dos trabajadores del proceso 1, al proceso dos para de esta manera eliminar el alto porcentaje de ociosidad que tenían, contando con estos trabajadores en la elaboración de corte de protectores semicirculares se reducen los paros y la producción aumentaría en un 85.19% pasando de elaborar 135 fundas a elaborar 250 fundas, donde se reducen \$ 146.16 del costo de producción, que al mes es un ahorro de \$ 2192.40, aumentando la productividad en 4.62% en la elaboración de protectores semicirculares.</p>			

	<p>Abstract. - In the present investigation, the “DEVELOPMENT OF AN IMPROVEMENT PLAN IN THE PRODUCTION AREA OF SEMICIRCULAR PROTECTORS OF THE COMPANY SERVIPAXA S.A THROUGH THE ANALYSIS OF WASTE”, describing the current situation in which the process is, noting that there is no study of work methods and time. With the identification of the doffs, overproduction and overstock are generated by the delayed response to solutions for the machines by the senior administrative officers, generating an excess production due to the distrust that exists in the machines where defective products originate from The same, the waits are created by the bad study of the work where the machine works and the work personnel do not, having percentages of 77% and 83% of idleness, these being the highest, the large number of transports that are had in the process is the inadequate use of the space that you have. In the improvement plan, a redistribution of the plant was elaborated which does not affect other production lines, allowing the elimination of transports, reducing time and space, going from traveling 74.3 meters in 9.02 minutes to obtaining 53.55 meters in 6.6 minutes, generating a reduction of meters of 27.93% and of time of 26.83%, two workers moved from process one to process two in order to eliminate the high percentage of idleness they had, counting on these workers in the preparation of cutting semicircular protectors, stoppages are reduced and production would increase by 85.19%, going from making 135 covers to making 250 covers, where \$ 146.16 is reduced from the production cost, which is a saving of \$ 2192.40 per month, increasing productivity by 4.62% in the production of semicircular protectors.</p>
Descripción:	160 hojas : dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162
URI:	

INTRODUCCIÓN

En la actualidad toda empresa que produce un bien o servicio, busca ser competitiva, productiva y rentable, la forma en que realiza los distintos procesos para tener un producto terminado se ven afectados por la mano de obra, métodos, materiales maquinaria y el medio en el que se encuentran.

La presente investigación se llevó a cabo en la empresa Servipaxa S.A localizada en Quevedo, vía Valencia km 1, dedicada a la comercialización de productos agrícolas contando con una planta de producción de productos plásticos en una de sus líneas de producción se elaboran los protectores semicirculares destinados al sector bananero. Al momento de ser procesados y elaborados los protectores semicirculares, se generan desperdicios apreciados como mudas, a los que se le consideran como toda acción que utiliza recursos y estos mismos no agregan un valor a este bien producido. Por lo tanto, la investigación aporta con un plan de mejora para la producción de protectores semicirculares.

Teniendo la investigación como objetivo realizar un análisis de mudas, el cual permitió conocer e identificar los desperdicios que tiene la planta de una manera profunda, logrando contrarrestar los mismos con mejoraras, se identificaron la sobreproducción, sobreinventario, productos defectuosos, transportes de materiales y herramientas, procesos innecesarios, esperas, movimientos innecesarios, teniendo de esta manera las 7 mudas.

El conocer la situación del proceso permitió saber que optimizar en él, en base a ello se elaboró un plan de mejora, el cual busco reducir y eliminar toda anomalía que presento el proceso, estandarizando actividades y optimizando tiempo y recorridos realizados por el material y el personal de trabajo.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación.

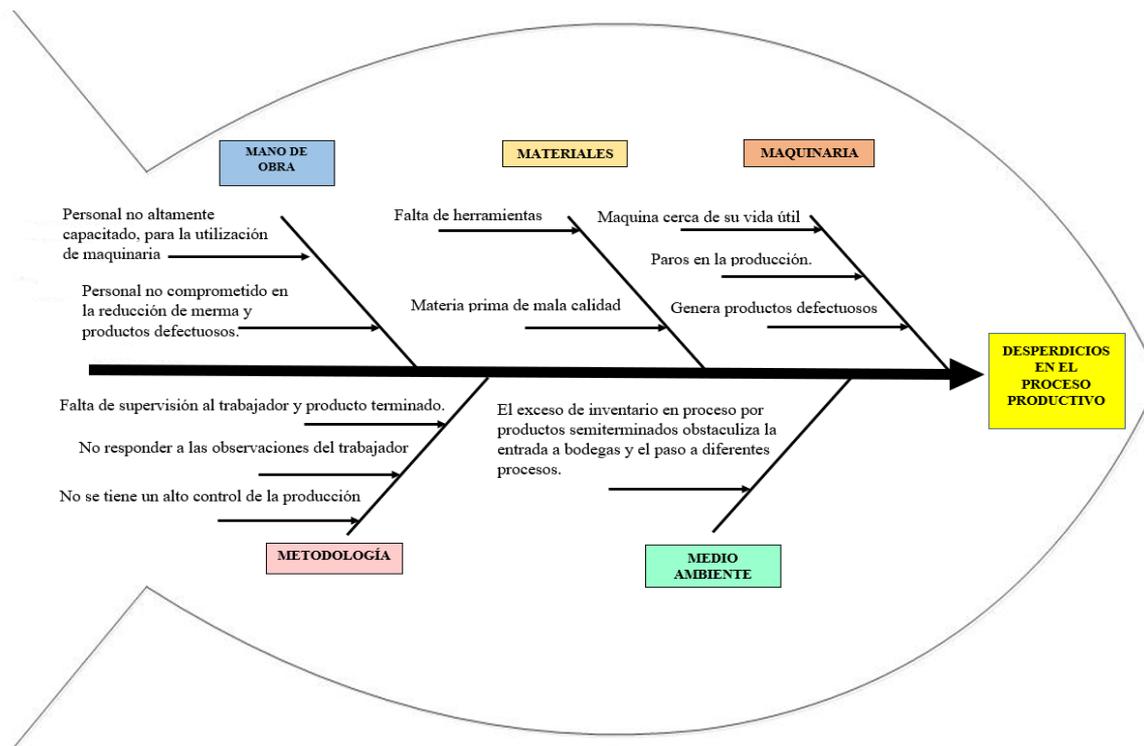
1.1.1. Planteamiento del problema.

Actualmente en la producción de protectores semicirculares se pueden apreciar diferentes causas que contribuyen a ser un problema y es por ellos que se busca determinar con exactitud cuales son los excesos, que generan un déficit, en la obtención del producto terminado.

1.1.1.1. Diagnostico.

En la actualidad la ausencia de la estandarización de tiempos y trabajo en mano de obra, maquinaria, materia prima no permite obtener un control eficiente, lo cual conducen al uso deficiente de los recursos trayendo como consecuencia desperdicios en todo el proceso productivo, lo que conlleva a ser una empresa menos competitiva con las demás del sector.

Gráfico 1: Diagrama causa y efecto del proceso de producción



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO (SERVIPAXA S.A)

ELABORADO POR: AUTOR, GOMEZ MARCO. (2021)

Al no contar con personal altamente capacitado en la utilización de la maquinaria, provoca, paros en la producción al no seguir procedimientos de apagar equipos, si el personal no está atento a llenar la tolva con la materia prima en proceso cuando es necesario, se pierde producto semiterminado, ya que no cumple con las características del cliente.

Al no contar con herramientas, así como la falta de disponibilidad al 100% para el proceso de protectores semicirculares de las mismas, genera que se las tenga que buscar en otras líneas de producción, alguna de ellas dañadas provoca que no se den soluciones prontas a problemas en el proceso.

Otro inconveniente en la producción es el empleo de equipos y maquinaria con más de 12 años de funcionamiento generando paros y problemas en la producción, creando constantemente mantenimientos correctivos en la maquinaria y provocando productos defectuosos en la línea de producción.

También se observa la falta de compromiso del personal en realizar las actividades de manera adecuada con el fin de minimizar los problemas de la línea de producción y conseguir que los obtenibles del proceso permitan la fidelización de los clientes.

El exceso de productos semiterminado en inventario en proceso obstaculiza la entrada a bodegas de materia prima y el paso a diferentes procesos, creando un mayor tiempo para dirigirse de un lugar a otro y el mover estos productos a otro lugar para poder ingresar a las bodegas.

1.1.1.2. Pronostico.

Al no capacitar al personal y este no se vea comprometido con la empresa y el proceso, generarán problemas en la maquinaria, lo cual implica un costo de mantenimiento correctivo debido al mal manejo del mismo. En virtud de que la maquina presenta bajos rendimientos se generan paros en la producción creando productos defectuosos todo esto originando un costo sin beneficio, si no se lleva un alto control en lo que se produce y como se produce por parte de los supervisores, los trabajadores aumentaran la utilización de los recursos para la elaboración de protectores. Todo esto influyendo directamente en un aumento del costo de

producción, al tener productos semiterminados los cuales, no se podrán procesar para obtener un producto terminado de calidad, afectando directamente la productividad y evitando ser una empresa competitiva.

1.1.2. Formulación del problema.

¿La falta de estandarización en el proceso genera desperdicios en la producción de protectores semicirculares?

1.1.3. Sistematización del problema.

¿Cómo se encuentra el proceso para realizar los protectores semicirculares?

¿De qué forma se dan los desperdicios en el proceso de protectores semicirculares?

¿Cómo se podría reducir los desperdicios en la empresa Servipaxa S.A.?

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo General.

- ✚ Desarrollar un plan de mejora en el área de producción de protectores semicirculares de la empresa Servipaxa S.A

1.2.2. Objetivos Específicos.

- ✚ Diagnosticar la situación actual del proceso de elaboración de protectores semicirculares
- ✚ Identificar los desperdicios que se generan en la producción de protectores semicirculares.
- ✚ Proponer un plan de mejora para la producción de protectores semicirculares.

1.3. Justificación.

Los desperdicios que se encuentran presentes en la elaboración de protectores semicirculares crecen muy rápido al no ser identificados ocasionando problemas en el proceso productivo, es por ello que se busca conocer las operaciones que se llevan a cabo para obtención de este producto y de esta manera saber cómo, cuándo y en qué momento se producen cada una de las 7 mudas, permitiendo saber cuáles tienen un mayor efecto negativo, las cuales reducen la capacidad de ser una empresa altamente competitiva.

La realización de este proyecto busca reducir cualquier elemento dentro del proceso de producción, que no añada valor, en la elaboración de protectores semicirculares como lo son la sobreproducción, sobreinventario, productos defectuosos, procesos innecesarios transporte de materiales y herramientas, los cuales afectan directamente y negativamente a la productividad.

Con la finalidad de brindar mejoras al proceso de producción, se realizará una propuesta de mejora en la elaboración de protectores semicirculares, para de esta manera, solo obtener operaciones que añadan valor y no generen un costo sin beneficio. Estas mejoras se llevarán a cabo con un análisis y descripción del proceso con diagramas de operaciones, flujo y recorrido determinando la forma y ejecución de operaciones que se tiene para obtener el producto terminado, situación en la que se encuentra el proceso se lo determinara mediante el mapa de valor, es importante la realización de estudios de tiempo y trabajo.

La propuesta de mejora buscar estandarizar el proceso, las operaciones, actividades y tareas que se realizan para la obtención de protectores semicirculares, buscando la manera más fácil controlarlas una a una, donde se tiene formas claras y precisas de como ejecutar cada operación, permitiendo tener un ahorro inmediato de los recursos económicos que se generan al momento de producir.

CAPITULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco Conceptual.

2.1.1. Producción.

La producción es una actividad económica de la empresa, cuyo objetivo es la obtención de uno o más productos o servicios (según el tipo de empresa y su producción), para satisfacer las necesidades de los consumidores, es decir, a quienes pueda interesar la adquisición de dicho bien o servicio. [1] La actividad de producción se lleva a cabo por medio de la ejecución de un conjunto de operaciones integradas en procesos. [1] Producción es el conjunto de actividades desarrolladas con la utilización de unos medios o recursos convenientemente seleccionados, organizados y gestionados para la obtención o adición de valor de uno o varios productos, a través de un proceso de producción. [1]

2.1.2. Proceso.

El proceso de producción, elemento central del sistema productivo, constituido por un conjunto de actividades coordinadas que suponen la ejecución física de la producción. [1] Si el proceso es el elemento central de la producción y el producto su resultado, el objetivo final de la citada producción es su valor añadido, es decir, la diferencia entre el valor del producto obtenido y el valor de los materiales y productos puestos a disposición del proceso para obtenerlo. [1]

2.1.3. Actividad.

La actividad productiva se plasma en procesos sujetos a una organización y planificación y a los que se aplicarán los medios y recursos adecuados. [1] Dichos procesos están constituidos por un conjunto de actividades coordinadas para efectuar la producción, con la determinación correcta de medios, de acuerdo con los métodos más adecuados, de manera que se obtenga el producto con la máxima productividad y calidad y el mínimo tiempo y coste. [1]

2.1.4. Tarea.

Una tarea es una labor u ocupación. El término puede hacer referencia a aquello que una persona debe realizar. [2] Lo que debe hacerse en un tiempo específico recibe la denominación de tarea. [2]

2.1.5. Análisis de un sistema.

El análisis de un sistema es la aplicación de los diferentes conocimientos que nos ha brindado la teoría de los sistemas ante una situación real, la cual exige desarrollar nuevos esquemas de trabajo. [3]

2.1.6. Plan.

Planear un movimiento básico que implica el proceso mental de determinar la siguiente acción [4]. Un plan es una serie o de pasos o procedimientos que buscan conseguir un objeto o propósito de dirigirla a una dirección, el proceso para diseñar un plan se le conoce como planeación o planificación. [5]

2.1.7. Diagnostico.

El diagnóstico es un procedimiento ordenado, sistemático, para conocer, para establecer de manera clara una circunstancia, a partir de observaciones y datos concretos. [6]

2.1.8. Optimización

La optimización es la acción de desarrollar una actividad lo más eficientemente posible, es decir, con la menor cantidad de recursos y en el menor tiempo posible. [7]

2.1.9. Materia prima.

Se entiende por materia prima a todos aquellos elementos extraídos directamente de la naturaleza, en su estado puro o relativamente puro, y que posteriormente puede ser transformado, a través del procesamiento industrial, en bienes finales para el consumo. [8]

La materia prima se considera la base del proceso industrial humano, es decir, el punto de partida de cualquier cadena productiva o de manufacturación. Sin ella no habría elementos que transformar y combinar mediante diversos procesos, para obtener así otros más elaborados y dotados de un valor añadido. Por esa razón el precio de la materia prima incide en los precios finales de los productos elaborados, y en ello intervienen factores operativos como su abundancia, su dificultad de extracción o su dificultad de transformación. [8]

2.1.10. Lista de materiales.

La lista de materiales enumera todos los componentes que se emplean para el ensamblaje de un producto, mostrando no sólo las relaciones entre ellos (es decir, qué componentes se utilizan para cuál ensamblaje), sino también las cantidades que se requieren de cada uno. [9]

2.1.11. Tiempo de arranque.

Tiempo requerido para ajustar una máquina y proporcionar las herramientas adecuadas para hacer un producto. [10]

2.1.12. Tiempo de proceso

Es el tiempo que un producto está siendo realmente procesado a través de su cadena de valor. [11]

2.1.13. Tiempo de ciclo

Tiempo requerido para completar un ciclo de una operación. En la filosofía Lean, se busca igualar al “takt time” para poder tener “flujo de una sola pieza”. [11]

2.1.14. Layout

Es la distribución en planta, es decir, la forma en que están dispuestos dentro de la fábrica los recursos productivos. [11]

2.1.15. Flujo de Valor

Las actividades específicas requeridas para diseñar, ordenar y proveer un producto determinado, desde el concepto hasta el lanzamiento, desde la orden de compra a su entrega y desde la materia prima hasta su entrega al cliente. [11]

2.1.16. Desperdicios o mudas.

La palabra japonesa muda debería ser exceso. Los siete tipos de desperdicios que afecta negativamente la productividad deben ser bien entendidos, detectados y eliminados o minimizados todos los días en empresas e instituciones. [12]

Es importante conocer 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. Desperdicio o exceso será cualquier otro esfuerzo realizado en la empresa que

no sea absolutamente esencial para agregar valor al producto o servicio tal como lo requiere el cliente. Estos esfuerzos aumentan los costos y disminuyen el nivel del servicio, con lo que afecta los resultados obtenidos por la empresa. [13]

2.1.16.1. Sobreproducción.

Sobreproducir significa básicamente producir más de lo necesario, en donde se produce más rápido de lo requerido y provocando manufacturar productos antes de que se necesiten. [13]

2.1.16.2. 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. [13]

2.1.16.3. 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 permite agregar valor al cliente. [13]

2.1.16.4. 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 si implica un costo, e incluso pone en riesgo la integridad del producto. [13]

2.1.16.5. 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 trabajadores con consecuencias de las necesidades, de la calidad de la manufactura o de la planificación de las entregas. [13]

2.1.16.6. 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 está 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. [13]

2.1.16.7. 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. [13]

2.1.16.8. Productividad.

La productividad es una medida que suele emplearse para conocer qué tan bien están utilizando sus recursos (o factores de producción) un país, una industria o una unidad de negocios. [14] Dado que la administración de operaciones y suministro se concentra en hacer el mejor uso posible de los recursos que están a disposición de una empresa, resulta fundamental medir la productividad para conocer el desempeño de las operaciones. [14]

2.1.17. Eficiencia.

Significa hacer algo al costo más bajo posible. Más adelante en el libro se definirá el término con más detalle, pero en términos generales la meta de un proceso eficiente es producir un bien o prestar un servicio utilizando la menor cantidad posible de insumos. [14]

2.1.18. Eficacia.

Significa hacer lo correcto a efecto de crear el valor máximo posible para la compañía. [14]

2.1.19. Estandarizar

Cuando estandarizamos, establecemos prácticas que son seguidas sistemáticamente por todas las personas que realizan el proceso y/o las actividades asociadas a dicho proceso. [15]

2.1.20. Estándar

Tiempo normal más suplementos en la realización de un trabajo. [16]

2.1.21. Demora

Cualquier interrupción de la rutina de trabajo que no ocurre en el ciclo de trabajo típico. [16]

2.1.22. Medición del trabajo.

Es la fijación de tiempos estándar (tiempos tipo) de ejecución, por ende, es una herramienta complementaria en la misma Ingeniería de Métodos, sobre todo en las fases de definición e implantación. Además de ser una herramienta invaluable del coste de las operaciones. [17]

2.1.23. Estudio de métodos.

Análisis de una operación para incrementar la producción por unidad de tiempo y reducir el costo por unidad. [16]

2.1.24. Estudio de movimientos

Analizar y estudiar los movimientos de la operación para eliminar los innecesarios. [16]

2.1.25. Estudio de tiempos.

El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida. [17]

2.1.26. Reingeniería de procesos

Si un proceso sufre problemas sustanciales quizá sea necesario rediseñarlo por completo. Utilizando sólo la definición de las entradas y salidas requeridas es posible desarrollar un nuevo proceso, de manera que los insumos se empleen más efectivamente para cumplir las demandas de salida. [9]

2.1.27. Jornada de trabajo

Cualquier trabajo por el cual se compensa al trabajador con base en el tiempo y no en la producción. [16]

2.1.28. Diagrama de flujo del proceso.

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. [18]

Figura 1: Diagrama de flujo de procesos (material) para la preparación de correo publicitario directo.

Ubicación: Dorben Ad Agency		Resumen			
Actividad: Preparación de anuncios por correo directo		Evento	Presente	Propuesto	Ahorros
Fecha 1-26-98		Operación	4		
Operador: J.S.	Analista: A. F.	Transporte	4		
Encierre en un círculo el método y tipo apropiados		Retrasos	4		
Método: <u>Presente</u> Propuesto		Inspección	0		
Tipo: <u>Trabajador</u> Material Máquina		Almacenamiento	2		
Comentarios:		Tiempo (min)			
		Distancia (pies)	340		
		Costo			
Descripción de los eventos	Símbolo	Tiempo (en minutos)	Distancia (en pies)	Recomendaciones al método	
Cuarto con la existencia de materiales	○ ▷ D □ ●				
Hacia el cuarto de recopilación	○ ● D □ ▽		100		
Ordenar los estantes por tipo	○ ▷ ● □ ▽				
Ordenar cuatro hojas	● ▷ D □ ▽				
Apilar	○ ▷ ● □ ▽				
Hacia el cuarto de doblado	○ ● D □ ▽		20		
Empujar, doblar, rayar	● ▷ D □ ▽				
Apilar	○ ▷ ● □ ▽				
Colocar la engrapadora	○ ● D □ ▽		20		
Poner la grapa	● ▷ D □ ▽				
Apilar	○ ▷ ● □ ▽				
Hacia el cuarto del correo	○ ● D □ ▽		200		
Colocar la dirección	● ▷ D □ ▽				
A la bolsa del correo	○ ▷ D □ ▽				
	○ ▷ D □ ▽				
	○ ▷ D □ ▽				
	○ ▷ D □ ▽				
	○ ▷ D □ ▽				
	○ ▷ D □ ▽				
	○ ▷ D □ ▽				

FUENTE: [4]

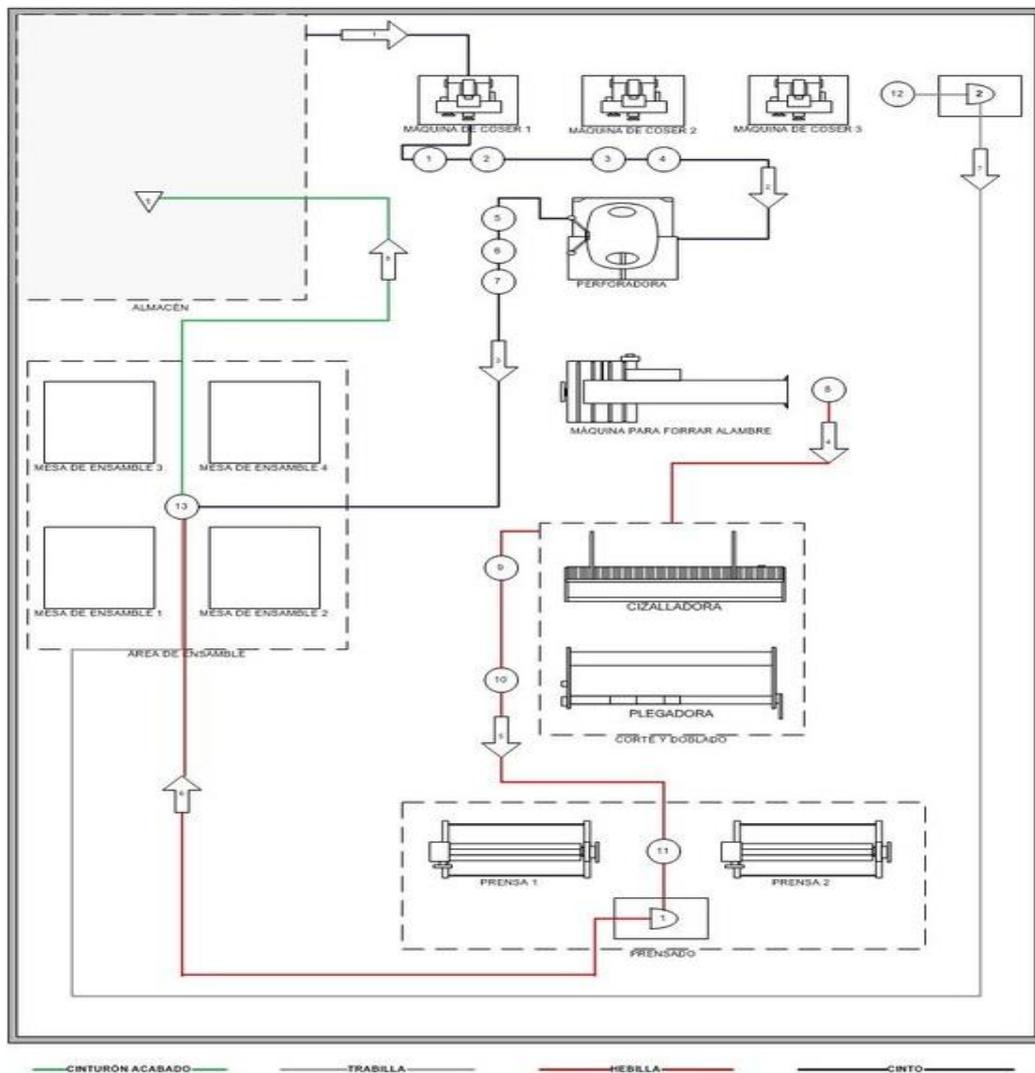
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

2.1.29. Diagrama de recorrido.

A pesar de que el diagrama de flujo del proceso proporciona la mayor parte de la información pertinente relacionada con un proceso de manufactura, no muestra un plan ilustrado del flujo

del trabajo. A veces esta información es útil para desarrollar un nuevo método. Por ejemplo, antes de que se pueda reducir un transporte, el analista necesita observar o visualizar dónde hay suficiente espacio para construir una instalación de tal manera que la distancia de transporte puede acortarse. De la misma forma, es de utilidad visualizar las áreas potenciales de almacenamiento temporal o permanente, las estaciones de inspección y los puntos de trabajo. [18]

Figura 2: Diagrama de Recorrido



FUENTE: [4]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

2.1.30. Diagrama de proceso hombre-máquina

El diagrama de procesos hombre-máquina se utiliza para estudiar, analizar y mejorar una estación de trabajo a la vez. El diagrama muestra la relación de tiempo exacta entre el ciclo

de trabajo de la persona y el ciclo de operación de la máquina. Estos hechos pueden conducir a una utilización más completa del tiempo del trabajador y de la máquina, así como a obtener un mejor balance del ciclo de trabajo. [18]

Ilustración 1: Diagrama del proceso hombre-máquina

<i>Diagrama del proceso del trabajador y de la máquina</i>				
<i>Tema del diagrama</i>	Fresado de ranura en el sujetador de un regulador		<i>Diagrama núm.</i>	807
<i>Dibujo núm.</i>	J-1492	<i>Parte núm.</i> J-1492-1	<i>Diagrama del método</i>	Propuesto
<i>Comienzo del diagrama</i>	Carga de máquinas para fresado		<i>Diagramado por</i>	C.A. Anderson
<i>Término del diagrama</i>	Descarga de los sujetadores fresados		<i>Fecha</i>	8-27
			<i>Hoja</i>	1 de 1
<i>Descripción del elemento</i>	<i>Operador</i>	B.&S. Hor. Mill <i>Máquina 1</i>	B.&S. Hor. Mill <i>Máquina 2</i>	
Parar la máquina núm. 1	.0004			
Regresar la mesa de la máquina núm. 1, 5 pulgadas	.0010	Descarga .0024		
Aflojar las mordazas, remover la parte y dejarla a un lado (máquina núm. 1)	.0010		Fresado de muesca .0040	
Recoger la parte y apretar las mordazas de la máquina núm. 1	.0018			
Arrancar máquina núm. 1	.0004	Carga .0032		
Avanzar la mesa y operar la alimentación de la máquina núm. 1	.0010		Desocupada	
Caminar hacia la máquina núm. 2	.0011			
Detener la máquina núm. 2	.0004			
Mesa de retorno máquina núm. 2, 5 pulgadas	.0010	Fresado de muesca .0040	Descarga .0024	
Aflojar las mordazas de la máquina, quitar la parte y dejarla a un lado (máquina núm. 2)	.0010			
Recoger la parte y apretar las mordazas de la máquina núm. 2	.0018			
Poner en marcha máquina núm. 2	.0004		Carga .0032	
Avanzar la mesa y operar la alimentación de la máquina núm. 2	.0010	Desocupada		
Caminar hacia la máquina núm. 1	.0011			
Tiempo ocioso por ciclo	.0000	Horas ociosas de la máquina núm. 1		.0038
Tiempo de hombres trabajando por ciclo	.0134	Horas productivas de la máquina núm. 1		.0096
Horas hombre por ciclo	.0134	Tiempo del ciclo de la máquina núm. 1		.0134
		Horas ociosas máquina núm. 2	.0038	
		Horas productivas máquina núm. 2	.0096	
		Tiempo de ciclo de la máquina núm. 2	.0134	

FUENTE: [18]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

2.2. Marco Referencial.

2.2.1. Estudio de tiempos.

El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida. [17]

2.2.2. Herramientas para el Estudio de tiempos.

Para la realización del estudio de tiempos se requiere de herramientas para poder realizar esta investigación como lo son: [19]

- Cronometro o su símil.
- Tablero de observaciones (clipboard).
- Formatos de registro de información (formularios)

Vale la pena que considerar actualmente estas herramientas pueden reemplazarse por sus equivalentes electrónicos. Los anteriores son los útiles que deberá portar en todo momento el especialista en tiempos, sin embargo, existen una serie de elementos con los que este deberá contar por ejemplo en su oficina, como los son calculadoras e incluso ordenadores personales, además de tener al alcance instrumentos de medición dependiendo de las operaciones que incluya el proceso. [19]

2.2.2.1. Cronometro.

La Oficina Internacional del Trabajo recomienda para efectos del estudio de tiempos dos tipos de cronómetros: [19]

- Mecánico: que a su vez puede subdividirse en ordinario, vuelta a cero, y cronómetro de registro fraccional de segundos. [19]

- Electrónico: que a su vez puede subdividirse en el que se utiliza solo y el que se encuentra integrado en un dispositivo de registro. [19]

Sea cual sea el cronómetro elegido, siempre tenemos que recordar que un reloj es un instrumento delicado, que puede presentar deficiencias si presenta problemas de calibre (en el caso de los mecánicos) o problemas de carga energética (en el caso de los electrónicos). Es recomendado que el cronómetro utilizado para el estudio de tiempos sea exclusivo de estos menesteres, que deben manipularse con cuidado, dejar que se paren en periodos de inactividad y periódicamente se deben mandar a verificar y limpiar. Cabe recordar que cuando el estudio se aplica sobre ciclos muy cortos que tienen un gran volumen en materia de repeticiones en el proceso, el tener un cronómetro averiado puede afectar de forma muy negativa la labor del especialista. [19]

2.2.2.2. Tableros para formularios.

Este elemento es sencillamente un tablero liso, anteriormente se utilizaba de madera contrachapada, hoy en día se producen en su mayoría de un material plástico. En el tablero se fijan los formularios para anotar las observaciones. Las características que debe tener el tablero son su rigidez y su tamaño, esto último deberá ser de dimensiones superiores a las del formulario más grande. Los tableros (Clipboard) pueden o no tener un dispositivo para sujetar el cronómetro, de tal manera que el especialista pueda quedar con las manos libres y vea fácilmente el cronómetro. [19]

En la actualidad pueden conseguirse tableros que integren cronómetros electrónicos e incluso calculadoras, estos son una herramienta que simplifica mucho los movimientos del especialista. [19]

2.2.2.3. Formatos para el registro de la información.

Un estudio de tiempos demanda el registro de gran cantidad de datos (descripción de elementos, observaciones, duración de elementos, valoraciones, suplementos, notas explicativas). Es posible que tanto los tiempos como las observaciones puedan consignarse

en hojas en blanco o de distinto formato cada vez, sin embargo, sería una gran contradicción que quién se encarga de la normalización de un proceso no tenga estandarizada una metodología de registro, y esto incluye los formularios. Por otro lado, los formularios normalizados prácticamente obligan a seguir cierto método, minimizando el riesgo de que se escapen datos esenciales. [19]

Cada Ingeniero, cada especialista, cada empresa consultora que se encargue de un Estudio de Tiempos, puede crear o adaptar sus propios formularios, por ende, deben existir tantos formularios como ingenieros, sin embargo, profesionales de gran trayectoria en este rubro presentan modelos que han dado buenos resultados en materia de practicidad en los estudios de orden general. [19]

2.2.2.4. Selección del trabajo y etapas de estudio de tiempos.

La primera etapa del proceso sistemático de la Medición del Trabajo, al igual que en el Estudio de Métodos, es la selección del trabajo que se va a estudiar. En este caso estudiaremos las consideraciones de selección que se aplican a la técnica del Estudio de Tiempos. [20]

Si el estudio de tiempos se efectúa como complemento de un Estudio del Método ya tiene como base de selección una serie de consideraciones económicas, técnicas y humanas. Si el objetivo del estudio de tiempos es fijar normas de rendimiento, este no debería hacerse sin antes haberse efectuado un estudio de métodos. Al realizar un estudio de tiempos es muy poco frecuente llegar a una etapa de selección sin haber sido motivados por una causa precisa, causa que de por sí obliga a la elección de una tarea determinada. [20]

Algunas causas que pueden motivar la elección de una tarea como objeto de un estudio de tiempos son: [20]

- Aparición de una novedad en la tarea: Nuevos productos, componentes, operaciones, serie de actividades, material o método. [20]
- Peticiones de los trabajadores o los representantes de los mismos. [20]

- Identificación de cuellos de botella. [20]
- Necesidad de balanceo de línea. [20]
- Fijación de tiempos estándar antes de implementar un sistema de remuneración por rendimiento. [20]
- Bajo rendimiento o excesivos tiempos muertos. [20]
- Preparación de un estudio de métodos o como herramienta de evaluación de dos o más alternativas de métodos. [20]
- Costo aparentemente excesivo de algún trabajo. [20]

2.2.3. Cronometraje del trabajo.

Una vez se ha registrado toda la información concerniente a la operación y al operario que puedan influir en la ejecución del trabajo (según los formularios que abordamos en Herramientas para el estudio de tiempos) y se ha corroborado la idoneidad del método utilizado, se procede a la etapa de cronometraje. La etapa de cronometraje comprende a su vez los procesos de: [21]

- Descomposición de la tarea en elementos.
- Delimitación de elementos.
- Determinación del tamaño de la muestra.

Procesos que guían la fase de medición, tanto en puntos de start y stop como en cantidad de observaciones. [21]

2.2.3.1. Descomposición de la Operación en Elementos.

Lo primero que tiene lugar en la etapa de cronometraje es la descomposición de la operación en elementos, para ello hay que tener una serie de conceptos claros: [21]

- Elemento: Elemento es la parte delimitada de una tarea definida que se selecciona para facilitar la observación, medición y análisis. [21]
- Ciclo: Ciclo de trabajo es la sucesión de elementos necesarios para efectuar una tarea u obtener una unidad de producción. Comprende a veces elementos casuales. [21]

La importancia de descomponer la operación en elementos radica en que este proceso nos permite: [21]

- Separar el tiempo productivo del tiempo improductivo. [21]
- Evaluar la cadencia de trabajo con mayor exactitud de la que es posible con un ciclo íntegro, dado que es posible que el operario no trabaje al mismo ritmo durante todo el ciclo y/o este tenga más destreza para ejecutar ciertas operaciones. [21]
- Ocuparse de cada elemento según su tipo. [21]
- Aislar los elementos que causan mayor fatiga y fijar con mayor precisión sus correspondientes suplementos. [21]
- Permite verificar con mayor facilidad el método de trabajo, de manera tal que se pueda detectar la adición u omisión de elementos. [21]
- Hacer una especificación detallada del trabajo. [21]
- Extraer los tiempos de los elementos de mayor repetición, con el objetivo de establecer datos estándar. [21]

Tabla 1: Descomposición de las operaciones en elementos

					
Departamento:				Estudio N°	
				Hoja N°	De
Operación:				Comienzo:	
				Final:	
Estudio N°:		Instalación:		Tiempo trans.	
Herramientas y calibradores:				Operario:	
				Ficha N°:	
Método actual:		Piezas / Unidad		Observado por:	
Producto:		Número:		Fecha:	
Plano N°:		Material:		Aprobado por:	
N°	Listado de actividades			Definición	
1	Asir pieza			A	
2	Ajustar en soporte				
3	Apretar dos tuercas				
4	Colocar resguardo				
5	Poner en marcha máquina y avance automático				
6	Máquina empieza a fresar			B	
7	Sostener pieza				
8	Desbardar el borde con lima				
9	Limpiar con aire comprimido				
10	Pistola colgada en gancho				

FUENTE: [21]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

2.2.4. Cálculo del número de observaciones.

El tamaño de la muestra o cálculo de número de observaciones es un proceso vital en la etapa de cronometraje, dado que de este depende en gran medida el nivel de confianza del estudio de tiempos. Este proceso tiene como objetivo determinar el valor del promedio representativo para cada elemento. [22]

Los métodos más utilizados para determinar el número de observaciones son: [22]

- Método Estadístico
- Método Tradicional

2.2.4.1. Método estadístico.

El método estadístico requiere que se efectúen cierto número de observaciones preliminares (n'), para luego poder aplicar la siguiente fórmula: [22] nivel de confianza del 95,45% y un margen de error de $\pm 5\%$. [22]

Ecuación 1: Numero de observaciones

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

FUENTE: [22]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Siendo: [22]

- n = Tamaño de la muestra que deseamos calcular (número de observaciones)
- n' = Número de observaciones del estudio preliminar
- Σ = Suma de los valores
- x = Valor de las observaciones.
- 40 = Constante para un nivel de confianza de 94,45%

Ejemplo: Se realizan 5 observaciones preliminares, los valores de los respectivos tiempos transcurridos en centésimas de minuto son: 8, 7, 8, 8, 7. Ahora pasaremos a calcular los cuadrados que nos pide la fórmula: [22]

Figura 3: Datos del ejemplo de numero de observaciones

8	64
7	49
8	64
8	64
7	49
$\Sigma x = 38$	$\Sigma x^2 = 290$

FUENTE: [22]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Sustituyendo estos valores en la fórmula anterior tendremos el valor de n : [22]

Figura 4: Sustitución de valores en la fórmula de numero de observaciones

$$n = \left(\frac{40\sqrt{5(290) - (38)^2}}{38} \right)^2 = 6,64 \cong 7$$

FUENTE: [22]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Dado que el número de observaciones preliminares (5) es inferior al requerido (7), debe aumentarse el tamaño de las observaciones preliminares, luego recalculamos n . Puede ser que en recálculo se determine que la cantidad de 7 observaciones sean suficientes. [22]

2.2.4.2. Método tradicional.

Este método consiste en seguir el siguiente procedimiento sistemático: [22]

1. Realizar una muestra tomando 10 lecturas si los ciclos son ≤ 2 minutos y 5 lecturas si los ciclos son > 2 minutos, esto debido a que hay más confiabilidad en tiempos más grandes, que en tiempos muy pequeños donde la probabilidad de error puede aumentar. [22]

2. Calcular el rango o intervalo de los tiempos de ciclo, es decir, restar del tiempo mayor el tiempo menor de la muestra: [22]

Ecuación 2: Rango

$$R(Rango) = X_{MAX} - X_{MIN}$$

FUENTE: [22]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

3. Calcular la media aritmética: [22]

Ecuación 3: Media Aritmética

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

FUENTE: [22]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Siendo:

- Σx = Sumatoria de los tiempos de muestra
- n = Número de ciclos tomados

4. Hallar el cociente entre rango y la media: [22]

Ecuación 4: Cociente entre rango y la media

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

FUENTE: [22]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

5. Buscar ese cociente en la siguiente tabla, en la columna (R/X), se ubica el valor correspondiente al número de muestras realizadas (5 o 10) y ahí se encuentra el número de observaciones a realizar para obtener un nivel de confianza del 95% y un nivel de precisión de $\pm 5\%$. [22]

Tabla 2: Cálculo del número de observaciones

TABLA PARA CALCULO DEL NUMERO DE OBSERVACIONES					
R/X	5	10	R/X	5	10
0	0	0	0.48	68	39
0.01	1	1	0.50	74	42
0.02	1	1	0.52	80	46
0.03	1	1	0.54	86	49
0.04	1	1	0.56	93	53
0.05	1	1	0.58	100	57
0.06	1	1	0.60	107	61
0.07	1	1	0.62	114	65
0.08	1	1	0.64	121	69
0.09	1	1	0.66	129	74
0.10	3	2	0.68	137	78
0.12	4	2	0.70	145	83
0.14	6	3	0.72	153	88
0.16	8	4	0.74	162	93
0.18	10	6	0.76	171	98
0.20	12	7	0.78	180	103
0.22	14	8	0.80	190	108
0.24	13	10	0.82	199	113
0.26	20	11	0.84	209	119
0.28	23	13	0.86	218	126
0.30	27	15	0.88	229	131
0.32	30	17	0.90	239	138
0.34	34	20	0.92	250	143
0.36	38	22	0.94	261	149
0.38	43	24	0.96	273	156
0.40	47	27	0.98	284	162
0.42	52	30	1.00	296	169
0.44	57	33	1.02	303	173
0.46	63	36	1.04	313	179

FUENTE: [22]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

2.2.5. Valoración del ritmo de trabajo.

Simultáneamente al cronometraje el trabajo, se debe abordar una de las etapas más críticas del estudio de tiempos, dado que la valoración del ritmo de trabajo y la determinación de los suplementos son los dos temas más discutidos del estudio, más aún la valoración, dado que esta se determina por correlación con el juicio del especialista. [23]

Cuando se decide valorar el ritmo de trabajo, es muy probable que el objeto del estudio sea determinar tiempos estándar de ejecución y establecer sistemas de remuneración con incentivos por eficiencia. La metodología que utilice el especialista en tiempos influye decisivamente en el ingreso de los trabajadores, en la productividad y en la rentabilidad de la organización. [23]

Múltiples textos, de distintas regiones del planeta, al abordar el estudio de tiempos coinciden en que este «no es ciencia exacta», y cuando afirman esto, tienden a centrarse en la subjetividad derivada de la valoración del trabajo. Los gremios sindicales suelen hacer uso de este argumento para invalidar el estudio de tiempos, es por esto que la valoración de la cadencia del trabajo es comúnmente objeto de negociación entre la empresa y los trabajadores. [23]

2.2.5.1. Método de valoración por tiempos predeterminados.

Existe dentro de las técnicas de medición del trabajo (recuerde que el estudio de tiempos es una de ellas), una técnica denominada Normas de tiempo predeterminadas, pues esta consiste en que a partir del análisis de los micromovimientos se hayan determinado y fijado algunos tiempos de actuación. [23]

La suma de los tiempos estimados para todos los micromovimientos en los que se descompone una operación da el tiempo valorado para esta; si en vez de obtener el tiempo valorado (según un rendimiento 100/100) para toda la operación se determina solo el tiempo

valorado para un elemento, es posible al comparar este tiempo con el que emplea actualmente el trabajador para efectuar dicho movimiento, determinar la cadencia con la que trabaja este (el operario). [23]

Vale la pena recalcar que, para aplicar este método, debe suponerse que el nivel de actuación del trabajador es constante en la ejecución de toda la operación. [23]

En la siguiente tabla observaremos ejemplos de ritmo de trabajo, expresado según diferentes escalas de valoración. [23]

Tabla 3: Valoración del Ritmo de Trabajo

Escalas				Descripción del desempeño	Velocidad (Km/h) ¹
60-80	75-100	100-133	0-100		
0	0	0	0	Actividad nula.	0
40	50	67	50	Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operador parece medio dormido y sin interés en el trabajo.	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 el tiempo adrede mientras lo observan.	4,8
80	100	133	100	Activo, capaz, como obrero calificado medio pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.	6,4²
100	125	167	125	Muy rápido; el operador actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado medio.	8,0
120	150	200	150	Excepcionalmente rápido, concentración y esfuerzo intenso, sin probabilidad de durar por largos períodos; actuación de «virtuosos», solo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes.	9,6

FUENTE: [23]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

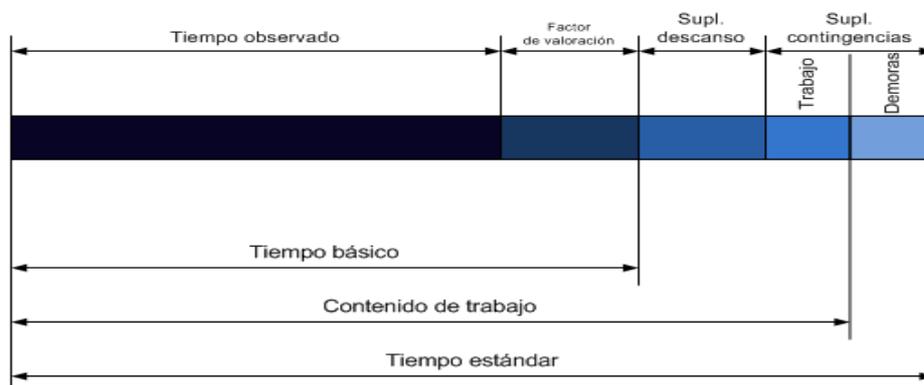
2.2.6. Suplementos del Estudio de tiempos.

Al igual que en la etapa de valoración del ritmo de trabajo, la fase correspondiente a la determinación de suplementos es sumamente sensible en el estudio de tiempos, pues en esta etapa se requiere del más alto grado de objetividad por parte del especialista y una evidente claridad en su sentido de justicia. En la etapa de valoración del ritmo de trabajo se obtiene el tiempo básico o normal del trabajo, si con este tiempo calculamos la cantidad de producción estándar que se debe obtener durante un periodo dado, en una fase inmediata de observación nos encontraríamos con que difícilmente se pueda alcanzar este estándar. La anterior afirmación despertaría un análisis de las causas de la fallida estimación de producción, y lo más probable que se encuentre es que: [24]

- Existan causas asignables al trabajador.
- Existan causas asignables al trabajo estudiado.
- Existan causas no asignables.

Incluso cuando se haya ideado el método más práctico, económico y eficaz de trabajo, y cuando se haya efectuado el más preciso proceso de cronometraje y valoración de la cadencia, no podemos olvidar que la tarea seguirá exigiendo un esfuerzo humano, por lo que hay que prever ciertos suplementos para compensar la fatiga y descansar. De igual manera, debe preverse un suplemento de tiempo para que el trabajador pueda ocuparse de sus necesidades personales y quizá haya que añadir al tiempo básico otros suplementos más. [24]

Figura 5: Tiempo Estándar y sus componentes



FUENTE: [24]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

2.2.6.1. Valor de los suplementos.

A través de los años, y conforme el tema de la determinación de los suplementos se ha vuelto cada vez más debatido por los empleadores, especialistas y los gremios sindicales; los mismos han solicitado reiteradamente a la OIT (Oficina Internacional del Trabajo) que determine su posición respecto a la valoración que deben recibir dichos suplementos. Sin embargo y argumentando (en lo cual estamos de acuerdo) la complejidad respecto al establecimiento de un conjunto de suplementos universalmente aceptado que pueda responder a cualquier situación de trabajo, la OIT ha expresado que: «La OIT no ha adoptado, y no es tampoco probable que adopte, normas relativas a la determinación de suplementos». [24]

Sin embargo, la fase de determinación de suplementos es un tema que ha apasionado a una gran cantidad de especialistas, algunos de los cuales han realizado interesantes investigaciones, por ejemplo, la valoración objetiva con estándares de fatiga, la cual detallaremos a continuación. [24]

2.2.6.2. Método de valoración objetiva con estándares de fatiga.

Este método divide los factores de los suplementos en constantes y variables. Los factores constantes agrupan las necesidades personales con un porcentaje de 5% y 7% para hombres y mujeres respectivamente; además de las necesidades personales, el grupo de factores constantes agrupa a un porcentaje básico de fatiga, el cual corresponde a lo que se piensa que necesita un obrero que cumple su tarea en las condiciones deseadas, este porcentaje se valora comúnmente con un 4% tanto para hombres como para mujeres. [24]

La cantidad variable sólo se aplica cuando las condiciones de trabajo no son las deseadas y no se pueden mejorar. Los factores que deben tenerse en cuenta para calcular el suplemento variable pueden ser: [24]

- Trabajo de pie.
- Postura anormal.
- Intensidad de la luz.
- Calidad del aire.
- Tensión visual.
- Tensión auditiva.
- Tensión mental.
- Monotonía mental.
- Monotonía física.

A continuación, presentamos un ejemplo de un sistema de suplementos por descanso (basado en el método de valoración objetiva con estándares de fatiga) como porcentaje de los tiempos normales. [24]

Tabla 4: Suplementos

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

FUENTE: [24]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

2.2.7. Cálculo del tiempo estándar.

La etapa del cálculo del tiempo estándar marca el inicio del trabajo de oficina en el estudio de tiempos, aunque es muy probable que el especialista en medio del análisis considere necesario apoyarse nuevamente en la observación de las operaciones. Esta fase no requiere un gran dominio aritmético, por lo que consiste en cálculos comunes y corrientes que puede efectuar el analista en muy poco tiempo, un ayudante o haciendo uso de una hoja de cálculo. [25]

El hecho de convertir una serie de tiempos observados en tiempos tipo o estándar, requiere de la aplicación sistemática de una serie de pasos en los que se hará importante que el analista tenga claridad respecto a la base teórica del cronometraje del trabajo, la valoración del ritmo, y los suplementos del estudio. [25]

2.2.7.1. Análisis de la consistencia de los datos.

El análisis de la consistencia de cada elemento demanda estudiar las variaciones que puedan percibirse de los tiempos observados. Las medidas que han de tomarse según los resultados de cada análisis son las siguientes: [25]

- Si se determina que las variaciones se deben a la naturaleza del elemento se conservan todas las lecturas. [25]
- Si se determina que las variaciones no se originan por la naturaleza del elemento, y la lectura anterior y/o posterior donde se observa la variación son consistentes; la inconsistencia del elemento se deberá a la falta de habilidad o desconocimiento de la tarea por parte del trabajador. En este caso, si un gran número de observaciones son consistentes, se puede eliminar las observaciones extremas y sólo conservar las normales. En el mismo caso, si no es posible distinguir entre las observaciones extremas y las normales, deberá repetirse íntegramente el estudio con otro trabajador. [25]
- Si se determina que las variaciones no se deben a la naturaleza del elemento, pero la lectura posterior y/o anterior al elemento donde se observa la variación, también han

sufrido variaciones; esta situación ocurre por errores en el cronometraje, cometidos por el tomador de tiempo. Si es mínimo el número de casos extremos, estos se eliminan, y se conservan sólo los normales. Si, por el contrario, este error se ha cometido en muchas lecturas, aunque no todas sean en el mismo elemento; lo más indicado es repetir el estudio, y esta repetición deberá hacerse las veces que sea necesario hasta lograr una consistencia adecuada en las observaciones de cada elemento. [25]

- Si se determina que las variaciones no tienen causa aparente, deben ser analizadas de manera cuidadosa antes de ser eliminadas (si es posible volver a la fase de observación). Nunca debe aceptarse una lectura anormal como inexplicable. Ante la existencia de dudas, es recomendable repetir el estudio. [25]

2.2.7.2. Cálculo del promedio por elemento.

Para obtener el promedio por elemento es necesario: [25]

- Sumar las lecturas que han sido consideradas como consistentes. [25]

Tabla 5: Lecturas consideradas

LECTURAS DEL ELEMENTO 1										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Suma (ΣX_i)
0.345	0.335	0.350	0.347	0.501	0.345	0.350	0.349	0.344	0.345	3.11

FUENTE: [25]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

En este caso la lectura N° 5, no es considerada como consistente. [25]

- Se anota el número de lecturas consideradas para cada elemento como consistentes (LC = Lecturas Consistentes). [25]

Tabla 6: Lecturas consistentes

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Suma (ΣXi)	LC
0.345	0.335	0.350	0.347	0.501	0.345	0.350	0.349	0.344	0.345	3.11	9

FUENTE: [25]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

En este caso el número de lecturas consistentes es igual a 9. [25]

- Se divide para cada elemento las sumas de las lecturas, entre el número de lecturas consideradas; el resultado es el tiempo promedio por el elemento ($T_e = \text{Tiempo Promedio por elemento}$). [25]

Ecuación 5: Tiempo Promedio por elemento

$$T_e = \frac{\sum Xi}{LC}$$

FUENTE: [25]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Figura 6: Sustitución de valores en la formula tiempo promedio por elemento

$$T_e = \frac{\sum Xi}{LC} \text{ por ejemplo } T_e = \frac{3.11}{9} = 0.345$$

FUENTE: [25]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

2.2.7.3. De los tiempos observados a los tiempos básicos normales

En este paso debe considerarse si en el proceso de valoración del ritmo se determinó un factor de cadencia para cada elemento o para cada lectura. [25]

- En el caso de haberse determinado una valoración para cada elemento, se procederá así para cada elemento ($T_n = \text{Tiempo Normal}$): [25]

Ecuación 6: Tiempo Normal

$$Tn = Te * \frac{Valor\ Atribuido}{Valor\ estandar}$$

FUENTE: [25]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Por ejemplo, si asumimos que el trabajador tuvo un factor de ritmo de trabajo equivalente a 95; y asumimos (como es común) que el factor de ritmo estándar equivale a 100; tendremos que (para un tiempo promedio de 0.345): [25]

Figura 7: Sustitución de valores en la formula tiempo normal

$$Tn = 0.345 \times \frac{95}{100} \cong 0.328$$

FUENTE: [25]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

- En el caso de haberse determinado una valoración para cada lectura (observación de tiempo), se procederá así para cada elemento: [25]

Ecuación 7: Tiempo Normal para cada elemento

$$Tn = Te * \frac{\sum(Valor\ Atribuido)}{Valor\ estandar * LC}$$

FUENTE: [25]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Esta modalidad se efectúa si ya se había procedido a calcular el promedio del elemento, en caso contrario y con la ayuda de una hoja de cálculo, es preferible efectuar la conversión de tiempos observados a básicos o normales para cada lectura y luego determinar el promedio de estos. De igual manera se obtendrá el mismo resultado. [25]

2.2.7.4. Adición de los suplementos (tiempo concedido por elemento).

En este paso, al tiempo básico o normal se le suman las tolerancias por suplementos concedidos, obteniéndose el tiempo concedido por cada elemento. Se procederá así para cada elemento ($T_t =$ Tiempo concedido elemental): [25]

Ecuación 8: Tiempo concedido elemental

$$T_t = T_n * (1 + \text{Suplementos})$$

FUENTE: [25]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Por ejemplo, si asumimos que al elemento corresponden unos suplementos del 13%, tendremos que (para un tiempo normal de 0.328): [25]

Figura 8: Sustitución de valores en la formula Tiempo concebido elemental

$$T_t = 0.328 \times (1 + 0.13) \cong 0.371$$

FUENTE: [25]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

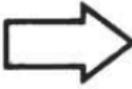
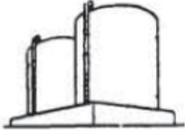
2.2.8. Simbología para diagrama de flujo de proceso.

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. [18]

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 proceso. 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 reubique sin autorización. [18]

Estos cinco símbolos (vea la figura 9) 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, como se muestra en la figura 11. [18]

Figura 9: Símbolos del diagrama de proceso de acuerdo con el estándar ASME.

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

FUENTE: [18]

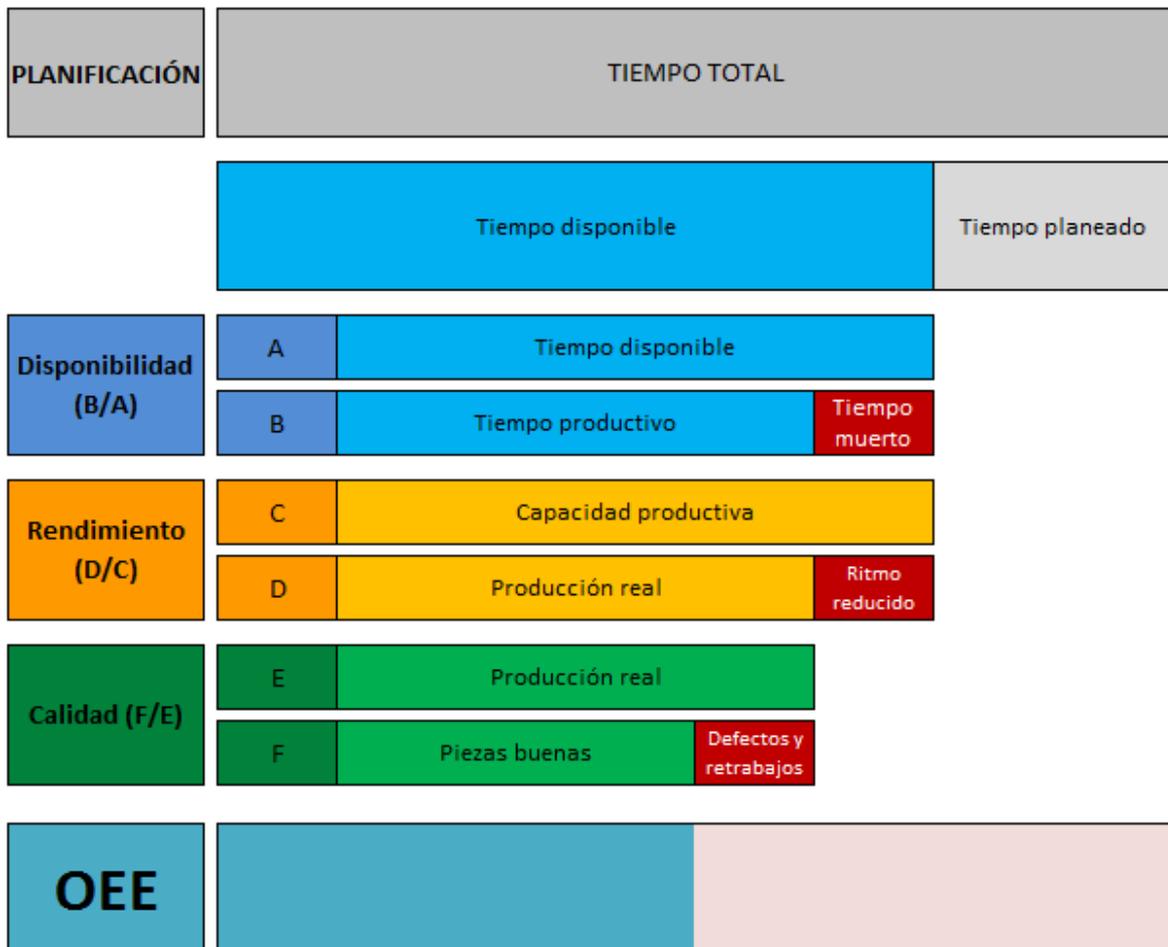
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

2.2.9. Eficiencia global de los equipos (OEE).

El OEE es un método de medición de performance productiva que integra datos de la disponibilidad de equipamiento, de la eficiencia de la performance y de la tasa de calidad que se logra. [26]

La Efectividad Global de Equipos conocida como OEE, por sus siglas en inglés (Overall Equipment Effectiveness), es un indicador vital que representa la capacidad real para producir sin defectos, el rendimiento del proceso y la disponibilidad de los equipos. Es un indicador poderoso que requiere de información diaria del proceso. [27]

Figura 10: Calculo del OEE



FUENTE: [27]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Fórmulas para calcular el OEE:

Ecuación 9: Tiempo total

$$Tiempo\ total = Tiempo\ disponible + Tiempo\ planeado$$

FUENTE: [27]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Ecuación 10: Tiempo planeado

$$Tiempo\ planeado = Reuniones, comidas, Mp, etc.$$

FUENTE: [27]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Ecuación 11: Tiempo disponible

$$Tiempo\ disponible = Tiempo\ total - Tiempo\ planeado$$

FUENTE: [18]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Ecuación 12: Tiempo productivo

$$Tiempo\ productivo = Tiempo\ disponible - Tiempo\ muerto$$

FUENTE: [27]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Ecuación 13: Tiempo muerto

$$Tiempo\ muerto = Tiempo\ de\ averias + Tiempo\ de\ cambio$$

FUENTE: [27]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Ecuación 14: Disponibilidad

$$Disponibilidad = \frac{Tiempo\ productivo}{Tiempo\ disponible}$$

FUENTE: [27]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Ecuación 15: Capacidad productiva

$$\text{Capacidad productiva} = \text{Tiempo productivo} \text{ Capacidad}$$

FUENTE: [27]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Ecuación 16: Producción real

$$\text{Produccion real} = \text{Tiempo productivo} * \text{Capacidad real}$$

FUENTE: [27]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Ecuación 17: Eficiencia

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad productiva}}$$

FUENTE: [27]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Ecuación 18: Calidad

$$\text{Calidad} = \frac{(\text{Produccion real} - \text{Unidades Defectuosos})}{\text{Producción total}}$$

FUENTE: [27]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Ecuación 19: OEE

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} * \text{Calidad}$$

FUENTE: [27]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

2.2.10. Takt time.

Velocidad de la demanda. Llamamos takt time a calcular el ritmo al que el cliente está dispuesto a comprar cada unidad. Takt es una palabra alemana que significa compás, como en la música, para determinar el ritmo al que se debe tocar. Así, se obtiene: [28]

$$Takt\ time = \frac{Tiempo\ disponible}{Demanda}$$

FUENTE: [28]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

2.2.11. Productividad.

La productividad es la relación que existe entre las salidas (bienes y servicios) y una o más entradas (recursos como mano de obra y capital). [29]

La medición de la productividad es una forma excelente de evaluar la capacidad de un país para proporcionar una mejora en el estándar de vida de su población. Sólo mediante el incremento de la productividad puede mejorarse el estándar de vida. [29]

Aún más, sólo a través de los incrementos en la productividad pueden la mano de obra, el capital y la administración recibir pagos adicionales. Si los rendimientos sobre mano de obra, capital y administración aumentan sin incrementar la productividad, los precios suben. Por otra parte, los precios reciben una presión a la baja cuando la productividad se incrementa, debido a que se produce más con los mismos recursos. [29]

2.2.12. Medición de la productividad.

La medición de la productividad puede ser bastante directa. Tal es el caso si la productividad puede medirse en horas-trabajo por tonelada de algún tipo específico de acero. Aunque las horas-trabajo representan una medida común de insumo, pueden usarse otras medidas como el capital (dinero invertido), los materiales (toneladas de hierro) o la energía (kilowatts de electricidad). [29]

Ecuación 21: Productividad

$$Productividad = \frac{Salida}{Mano\ de\ obra + material + energia + capital + otros}$$

$$Productividad = \frac{Salidas}{Entradas}$$

FUENTE: [29]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

2.2.13. Diseño del plan de mejora.

Dependiendo de las situaciones de cada empresa, sus características y su grado de eficacia desde una perspectiva Lean, es necesario planificar un proyecto de implantación coherente con su realidad, y con unos objetivos bien definidos a corto, medio y largo plazo. [11]

Este plan de mejora debería incidir en los siguientes aspectos: [11]

- Planificación detallada del proyecto de implantación Lean, estableciendo objetivos concretos, tareas, duraciones y proporcionando los medios necesarios para llevarlo a cabo. [11]
- Definición del sistema de indicadores de seguimiento del proyecto de manera que se conozcan perfectamente los criterios. [11]

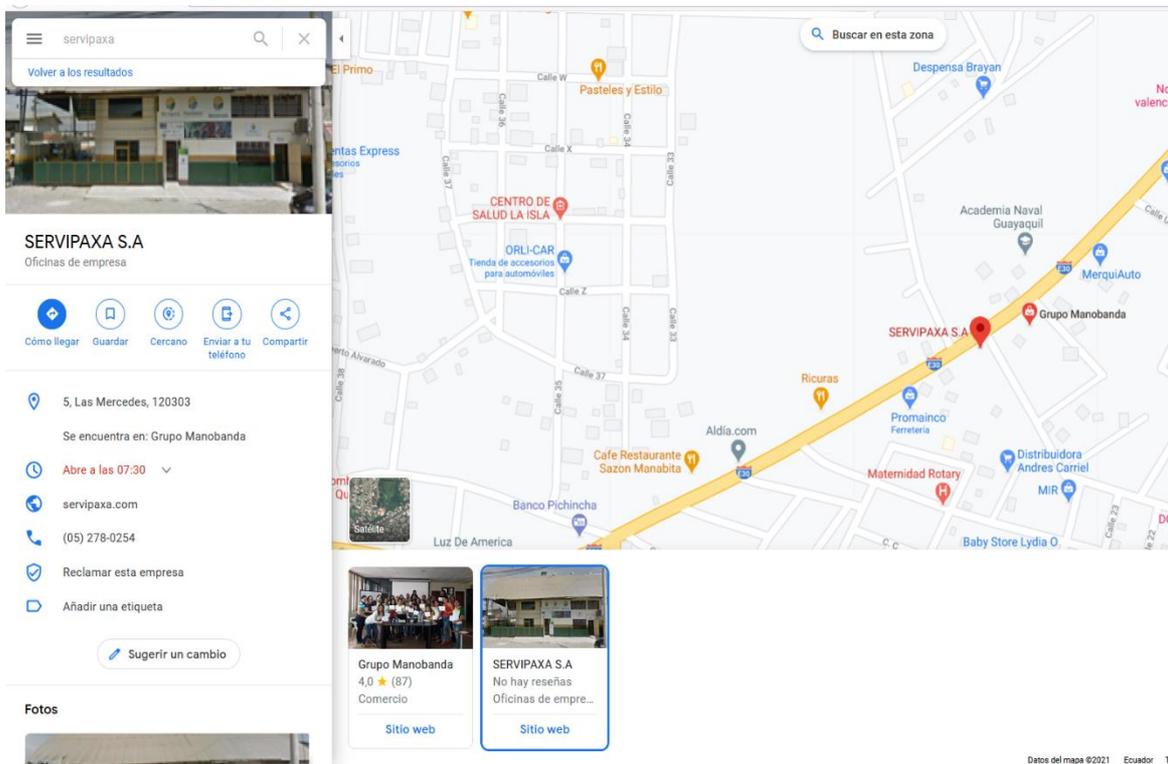
CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

La realización del presente proyecto de investigación se llevará a cabo en la empresa Servipaxa S.A ubicada en el Km 1 vía a Valencia, en la Parroquia San Cristóbal, del Cantón Quevedo, en la provincia de Los Ríos, Ecuador, la cual se dedica a la elaboración y comercialización de productos plásticos y suministros químicos para el Banano a fincas y haciendas del Grupo Manobanda o clientes externos.

Figura 11: Localización de la empresa



FUENTE: GOOGLE MAP
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

3.2. Tipo de investigación.

Para la realización del presente estudio , se llevará a cabo la aplicación de distintos métodos, técnicas y herramientas de investigación, las cuales me permiten conseguir la información necesaria, precisa y detallada para dar respuesta a los objetivos planteados.

3.2.1. Investigación Aplicada.

Con la investigación aplicada se busca encontrar todos aquellos que afecten la productividad en el proceso de la elaboración de protectores semicirculares y posteriormente reducir o eliminar estos problemas.

3.2.2. Investigación descriptiva.

En la investigación descriptiva se realizará el estudio de la forma en que se elabora el producto terminado y de esta manera conocer cada una de sus operaciones.

3.2.3. Investigación Exploratoria.

Con la investigación exploratoria se quiere llegar a analizar todo el proceso, para de esta manera determinar cómo y de qué forma se presentan los desperdicios en todo el proceso de elaboración de protectores semicirculares.

3.2.4. Investigación de campo.

Para la investigación de campo, se estará en el proceso analizando cada una de las actividades y tareas, para posteriormente realizar la extracción de datos e información directamente del proceso.

3.3. Métodos de investigación.

3.3.1. Método deductivo.

Por la cual haremos un estudio de todo aquello que afecte el proceso negativamente y de como resultado un mayor costo de producción y una baja productividad.

3.3.2. Método inductivo.

A base de la investigación inductiva la cual se basa en la obtención de conclusiones a partir de hechos siendo estas verídicas y verdaderas .

3.4. Fuentes de recopilación de información.

3.4.1. Primarias.

Siendo los datos que se recopilan directamente en el lugar de investigación, mediante la entrevista a los trabajadores, así como la observación directa, facilitando una mejor perspectiva de lo que se realiza en la producción de protectores.

3.4.2. Secundarias.

Mediante la cual se realizará la respectiva indagación para llevar a cabo los resultados de esta investigación por medio de libros, informes, artículos y tesis.

3.5. Diseño de la investigación.

3.5.1. Diseño no experimental.

La investigación de campo permitió observar y analizar el proceso de elaboración de protectores semicirculares, permitiendo adquirir conocimientos mediante el análisis, diagnóstico del proceso, recolectando datos necesarios para los resultados, como la forma de trabajo, las actividades desarrolladas y los tiempos que conlleva cada una. Permitiendo la identificación de la información mediante tablas, cuadros estadísticos, gráficos y diagramas que ayudan a la resolución de los objetivos propuestos.

3.6. Instrumentos de investigación.

3.6.1. Observación.

La investigación de campo se llevará a cabo por medio de la observación obteniendo de esta forma información, útil, importante y relevante para la investigación de este proyecto.

3.6.2. Entrevista.

La cual nos permitirá obtener datos exactos del proceso, por personal de la empresa con una amplia experiencia y tiempo en ella.

3.7. Tratamiento de datos.

La tabulación de datos se llevará a cabo en el programa Excel, en donde los datos numéricos recolectados siendo el tiempo en que se labora cada actividad en el proceso de producción y con la adición de fórmulas para poder determinar el tiempo estándar que tiene el proceso.

3.8. Recursos humano y materiales.

Para la presente investigación se realizará el uso de los siguientes recursos y materiales para el levantamiento de información:

3.8.1. Recursos humanos.

- Equipo humano
- Autor de investigación

- Operarios de la planta
- Supervisor de planta

3.8.2. Materiales de oficina.

- Laptop
- Celular
- Impresora
- Lapiceros
- Cuadernos
- Rema de hojas

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Diagnosticar la situación actual del proceso de elaboración de protectores semicirculares.

Para diagnosticar la situación actual del proceso, procedemos a describir el proceso de fabricación.

4.1.1. Descripción del proceso de fabricación.

Para fabricar los protectores semicirculares para el banano, se requieren de dos procesos: elaboración de rollos en la máquina laminadora de foam y el corte de los protectores en la cortadora de foam. Las actividades de cada proceso se muestran en la Tabla 7 y 14.

Tabla 7: Actividades realizadas en el proceso 1 (Elaboración de rollos)

PROCESO 1 (ELABORACIÓN DE ROLLOS)	
Producto: Rollos	
Máquina: Laminadora de Foam	
#	ACTIVIDADES
1	Recepción de Materia prima
2	Traslado de materia prima a almacenamiento en proceso
3	Mezclar materia prima
4	Ingresar materia prima en laminadora de foam
5	Configurar la máquina - tiempo de arranque
6	Proceso de obtención de rollos
7	Cortar y sacar rollo de la máquina
8	Trasladar rollo a pesadora
9	Pesar y llevar control del rollo producido
10	Trasladar rollo a almacenamiento temporal
11	Almacenamiento temporal

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

4.1.1.1. Recepción de materia prima.

Después de haber realizado los procesos administrativos, donde se realiza el requerimiento de material para producir una cantidad determinada de protectores y la persona encargada

de bodega, da solución a este requerimiento. El bodeguero se encarga de despachar al supervisor de planta la cantidad de material requerido para empezar la producción.

Se trabaja bajo pedido y dependiendo la cantidad de protectores que se pidan se realiza el cálculo de cuanta materia prima necesitan para producir cierta cantidad de producto. A continuación, se muestra el material utilizado y la cantidad necesaria para producir cien mil unidades en la tabla 8.

Tabla 8: Materia prima para protectores semicirculares (100,000.00 Unidades)

PROTECTOR SEMICURCULAR 35*50*5MM		
Materia Prima	%	KG
Polietileno B/D	85,90%	1861
Parafina	1,62%	35
Colorante	0,55%	12
Glp	11,54%	250
Talco Chino	0,32%	7
Colorante UV	0,07%	1,5
TOTAL	100,00%	2166,5

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

En la bodega de materia prima se almacena cada uno de los materiales que se muestran en la tabla 8. Cada uno tiene diferentes unidades en el cual es almacenado. Lo cual se muestra en la tabla 9.

Tabla 9: Materiales y unidades en la que se encuentran

Materia Prima	KG	Unidad
Polietileno B/D	25 Kg	Saco
Parafina	20 Kg	Saco
Colorante	25 Kg	Saco
Glp		Tanque
Talco Chino	25 Kg	Saco
Colorante UV	25 Kg	Saco

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Si se pretende realizar 100,000.00 unidades se necesita el despacho de material que se muestra en la tabla 8, el cual sale de la bodega de la siguiente forma como se muestra en la tabla 10. Hay que tener en cuenta que el Glp sale de tanques que están directamente conectado a la máquina el cual no es despachado de la bodega de materia prima.

Tabla 10: Cantidad de sacos y kg despachados

MATERIA PRIMA	SACOS	KG	%	KG
Polietileno B/D	74	11	85,90%	1861
Parafina	1	10	1,62%	35
Colorante Verde		12	0,55%	12
Glp		250	11,54%	250
Talco Chino		7	0,32%	7
Colorante UV		1,5	0,07%	1,5
TOTAL	75	291.5	100,00%	2166,5

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Ilustración 2: Recepción de materia prima



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

4.1.1.2. Traslado de materia prima a almacenamiento en proceso.

Realizado el despacho del material, el bodeguero lo traslada en un montacargas manual llevando el pallet con la materia prima hasta el almacenamiento en proceso.

Ilustración 3: Almacenamiento temporal de materia prima



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Ilustración 4: Almacenamiento en proceso

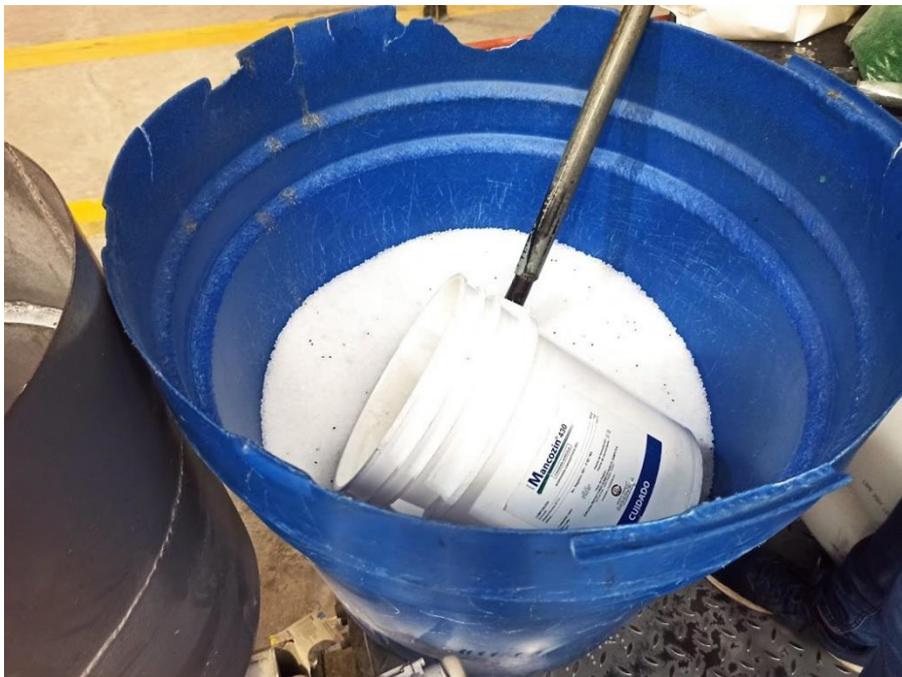


FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

4.1.1.3. Mezclar Materia Prima.

Al momento de tener el material en almacenamiento en proceso se realiza la mezcla de 4 sacos de polietileno de baja densidad en un tanque, agregando colorante uv y colorante de color verde. La parafina y talco ingresan por otras partes del proceso es por ellos que están no se mezclan. La empresa cuenta con mezcladores, pero debido a la altura que tiene la entrada de materia se lo mezcla cerca de la máquina manualmente de la forma antes detallada.

Ilustración 5: Tanque donde se mezcla la materia prima



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

4.1.1.4. Ingreso de la materia prima en la laminadora de foam.

Terminado de mezclar la materia se ingresa en la laminadora de foam, terminado de llenar la tolva el operario TL-1 encargado de alimentar la máquina, llena la tolva cada vez que él lo crea conveniente esto llegando a realizarse cada 5 minutos, cada 15 o cada media hora. Mientras tanto el operario se queda observando e inspeccionado el nivel de materia prima en la tolva.

La parafina y el talco son ingresados por otras partes de la máquina y el Glp ingresa de manera continua automáticamente a la máquina.

Ilustración 6: Tolva donde ingresa el material



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

El talco es ubicado manualmente en el depósito que se encuentra al lado de la tolva principal de la máquina.

Ilustración 7: Tolva donde ingresa el Talco Chino



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

El operador ubica la parafina en el depósito que se encuentra al costado de la máquina para ser calentada por medio de una bomba de gas.

Ilustración 8: Deposito donde ingresa la parafina



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

4.1.1.5. Configuración de máquina.

Al momento de empezar la producción se tiene una demora, que es al configurar la máquina, hasta que se estabilice y se tenga producto conforme ya que en ese tiempo de arranque se genera merma al iniciar la producción y durante un tiempo siendo esto controlador por el trabajador TL-2.

Ilustración 9: Máquina no estable



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

4.1.1.6. Proceso de obtención de rollos.

En donde para que el proceso se estabilice y se obtengan los rollos se tiene que controlar las temperaturas que tiene la máquina para obtener un producto conforme.

Tabla 11: Temperaturas que debe alcanzar la máquina

Temperatura que debe alcanzar la máquina									
80° C	84°C	80 °C	79 °C	88° C	89°C	141°C	131° C	125°C	116°C
Temperaturas que debe regular el operario									
83 °C	80°C	71 °C	71 °C	70°C	85 °C	128°C	130 °C	125°C	115°C

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Tabla 12: Labores de los trabajadores en el proceso 1

Máquina	Producto	Trabajadores	Labor
Laminadora de Foam	Rollos	TL-1	Alimentar la máquina de materia prima
		TL-2	Control, supervisión e inspección de la máquina
		TL-3	Encargado de control y salida de rollos

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

La máquina es operada por dos operarios: TL-2 se encarga del control del proceso y el TL-3 se encarga del control de embobinado de la lámina de polietileno teniendo como resultado un rollo.

Ilustración 10: Proceso de obtención de rollos



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

4.1.1.7. Cortar y sacar rollo de la máquina.

Después de varios minutos el operador TL-3 por medio del panel de control hace girar el rodillo A hacia el extremo dándole paso al rodillo B para volver a obtener otro rollo de polietileno de baja densidad.

En donde se corta el rollo que está en el rodillo A y se envuelve la lámina en el rodillo B. el operario TL-3 encargado de los rollos, los saca de la máquina en tiempos aleatorios, ya que no cuentan con un tiempo estándar o una medida o peso, por ello los rollos son sacados de diferentes tiempos y a consecuencia de ello tienen diferentes pesos como se muestra en la tabla 13.

Tabla 13: Rollos obtenido

Obtención de rollos - producto semiterminado		
#	Tiempo (min)	Kg
1	9,1	17,03
2	11,29	20,99
3	12,15	21,61
4	10,1	18,15
5	7,09	14,3
6	11,37	20,11
7	7,17	14,65
8	10,35	19,12

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Ilustración 11: Cortar lámina para obtener rollo



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Ilustración 12: Sacar rollo de laminadora de foam



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

4.1.1.8. Trasladar rollo a pesadora.

Se realiza el traslado del rollo a la balanza industrial por parte del trabajador TL-3

Ilustración 13: Trasladar rollo a Balanza industrial

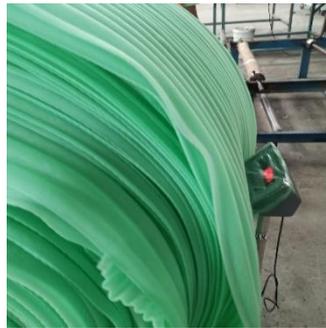


FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

4.1.1.9. Pesar y llevar control del rollo producido.

Se lleva un control del peso que tiene cada rollo, anotando el peso en la bitácora de rollos producidos por parte del TL-3

Ilustración 14: Peso de rollo



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

4.1.1.10. Trasladar rollo a almacenamiento temporal.

Pesado el rollo y anotado el peso con lo cual se controla la producción, se traslada el rollo hasta almacenamiento temporal.

4.1.1.11. Almacenamiento temporal.

Luego de haber trasladado los rollos, estos serán almacenados de forma temporal, para que posteriormente ingresen al proceso 2 de corte de protectores semicirculares.

Ilustración 15: Almacenamiento temporal de rollos



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Tabla 14: Actividades realizadas en el proceso 2 (Corte de protectores)

PROCESO 2 (CORTE DE PROTECTORES SEMICIRCULARES)	
Producto: Protectores semicirculares	
Máquina: Cortadora de Foam	
#	ACTIVIDADES
1	Trasladar de rollos a almacenamiento en proceso
2	Alimentar la máquina o infraestructura
3	Cortar protectores semicirculares
4	Ubicar protectores en mesa e inspección del producto
4	Demora al momento de enfundar
6	Enfundar

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

4.1.1.12. Trasladar rollos a almacenamiento en proceso.

Los rollos son trasladados cerca de la cortadora de foam, quedando en un almacenamiento en proceso, para alimentar la máquina de una manera más rápida cuando se necesario. Realizando esa operación los operarios, TC-1, TC-2 Y TC-3, mientras el TC-4 realiza el corte de fundas para el enfundado de producto terminado.

4.1.1.13. Alimentar la máquina.

Trasladado los rollos que quedaran en almacenamiento en proceso, se alimenta la infraestructura donde se ubican los 5 rollos dependiendo como este la cortadora de foam se reduce su cantidad hasta 4 debido a problemas que presente la máquina, si esta se encuentra en excelentes condiciones se trabajara con 5 sin problemas.

Agrados los rollos en la infraestructura, se ordenan las láminas que ingresaran a la cortadora de foam para posteriormente obtener los protectores semicirculares.

Ilustración 16: Infraestructura para rollos



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Ilustración 17: Cortadora de foam



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Ilustración 18: Rollos ubicados y lamina ingresando a cortadora de foam



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

4.1.1.14. Cortar protectores semicirculares.

La cortadora de foam se encarga de cortar la lámina de foam obteniendo protectores semicirculares, se ubican 5 o 4 láminas todo dependiendo del estado de la máquina, el molde con el cual se corta la lámina es de 1 m * 1.10 m, la cual corta 4 protectores a la vez, al momento de que esta ejerce el corte en las láminas que están puestas en la cortadora de foam. A continuación, en la tabla 15 se muestra cuantos protectores se obtienen por laminas puestas y cortes realizados por la máquina.

Tabla 15: Protectores obtenidos

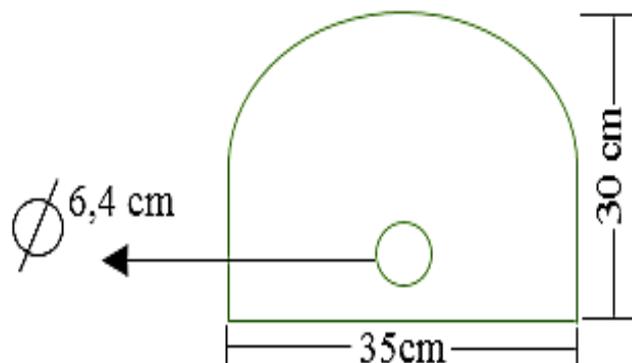
Láminas máquina	Corte por máquina	Protectores * lamina	Protectores totales
5	1	4	20
4	1	4	16
5	20	4	400
4	25	4	400

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Para obtener una funda de protectores se necesitan 400 unidades, la cual es la presentación con la que se comercializa el producto terminado, como se muestra en el Anexo 1 su ficha técnica el protector semicircular tiene las medidas que se muestran en la figura 12.

Figura 12: Especificaciones del protector semicircular



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Tabla 16: Labores de los trabajadores en el proceso 2

Máquina	Producto	Trabajadores	Labor
Cortadora de foam	Protectores semicirculares	TC-1	Operador de máquina
		TC-2	Ayudante de operador
		TC-3	Carrilador
		TC-4	Enfundador

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

- El operador TC-1 se encarga de controlar la máquina, velocidad de subida y bajada mientras esta corta las láminas y se saca los protectores, teniendo el control si se desalinean las láminas y parar la máquina y evitar tener productos defectuosos.
- El TC-2 ayudante del operador es quien saca al igual que el operador los protectores que fueron cortados. Los dos sacan el producto y mientras realizan esta acción van contando la cantidad de protectores que salen y visualizando los que no cuentan con la calidad aceptable.
- El TC-3 carrilador es quien está halando y empujando las láminas a la cortadora de foam a un paso constante y a la distancia correcta, si se va de más o de menos salen productos mal cortados o defectuosos.

Los tres trabajadores mencionados anteriormente son los que se encargan de producir los protectores semicirculares, los cuales son puestos en una mesa donde se van almacenando temporalmente, para que luego el enfundador sea agarrando el producto y enfundándolo.

Los 3 primeros trabajadores mientras producen los protectores semicirculares, van verificando la calidad de la lámina, ya que esto influye en el producto terminado. Al momento de encontrarse con láminas y rollos no conformes para ser producidos, los sacan de la infraestructura y agregan otro rollo, esto sucede varias veces al momento de cortar los protectores. Cada vez que se acaba un rollo se para la máquina, para que el carrilador agregué otro rollo en la infraestructura y continuar con la producción.

Ilustración 19: Producción de protectores semicirculares



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

4.1.1.15. Ubicar protectores en mesa e inspección del producto.

Al momento de que el operador y ayudante TC-1 Y TC-2 sacan los protectores de la máquina van verificando la calidad del producto y contando las puestas que deben realizar.

Ilustración 20: Ubicar protectores en mesa



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

4.1.1.16. Demora al momento de enfundar

Cuando se produce a una gran velocidad una funda de producto terminado en la cortadora de foam se pasa de realizarlo en 1.01 a llevarlo a cabo en 0.67, esto genera que se tenga en la mesa inventario en proceso de producto terminado que aún no es enfundado debido a la

cantidad que se tiene en espera por ser enfundado y el que se sigue produciendo donde el TC-4 “enfundador” no se puede dar abasto solo.

4.1.1.17. Enfundar

Los protectores son enfundados por el TC-4 en pilos de 80 hasta completar las 400 unidades que contiene cada funda, lo que son 5 pilos que debe tener la funda, al momento que se cortan los protectores se realizan 4 cortes, de a 5 láminas para poder obtener 80 unidades en total, el operador saca 40 por el lado izquierdo al igual que el ayudante por el derecho. Y se van ubicando de forma temporalmente en la mesa.

Ilustración 21: Enfundar protectores

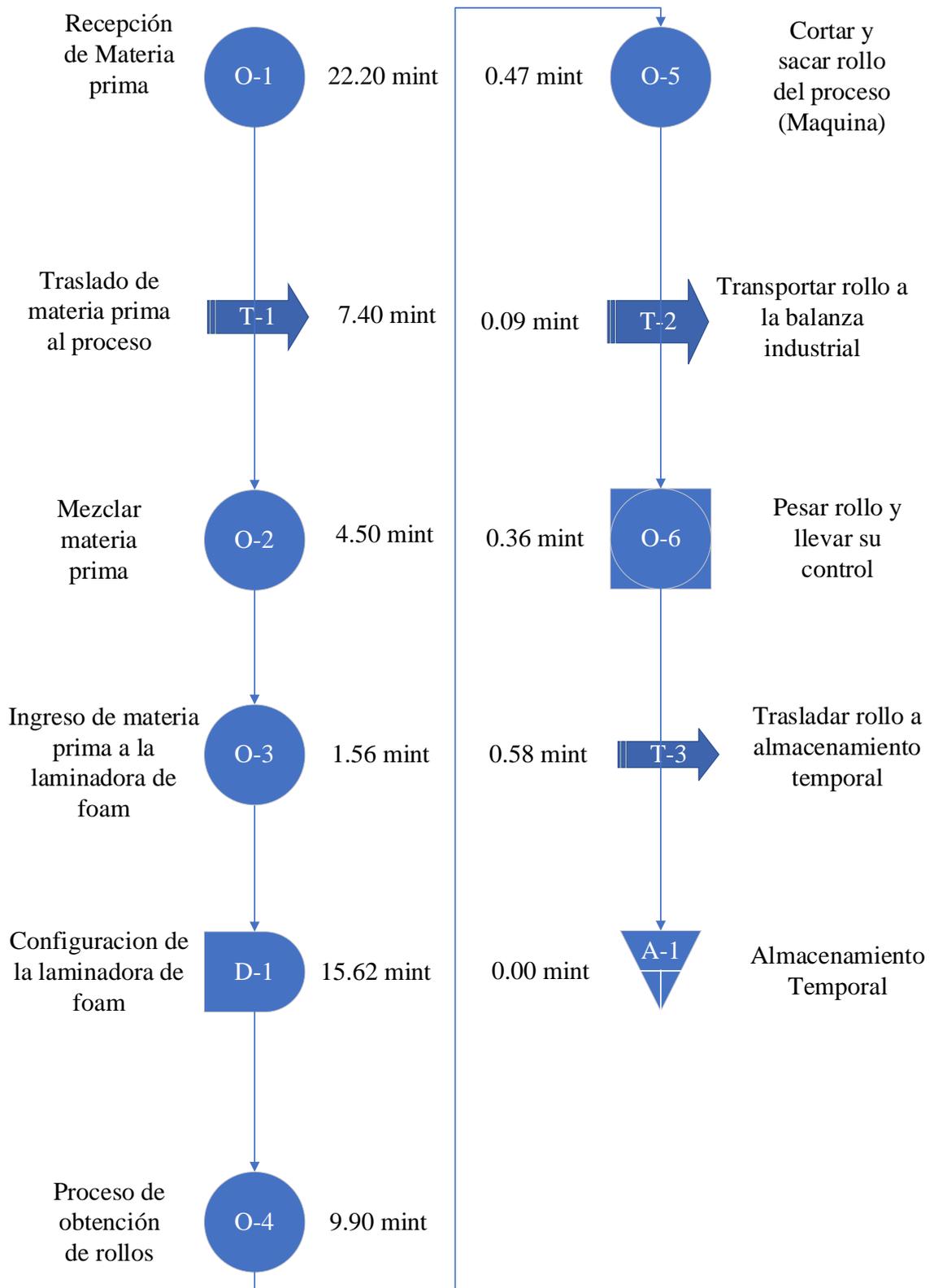


FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

4.1.2. Diagramas del flujo del proceso

Conocido el proceso de fabricación de protectores semicirculares, se realiza una descripción de forma gráfica en el diagrama de operaciones del proceso 1 y 2 que se encuentra en la figura 13 y 14. Mostrando las actividades que se llevan a cabo para la obtención de los rollos que salen de la laminadora de foam en el proceso 1 y los protectores semicirculares que salen de la cortadora de foam del proceso 2. La tabla 17 y 18 muestran el diagrama de flujo del proceso o también conocido como cursograma analítico del proceso identificando tiempo o longitud que transita el material en los procesos 1 y 2.

Figura 13: Diagrama de flujo operaciones del proceso 1



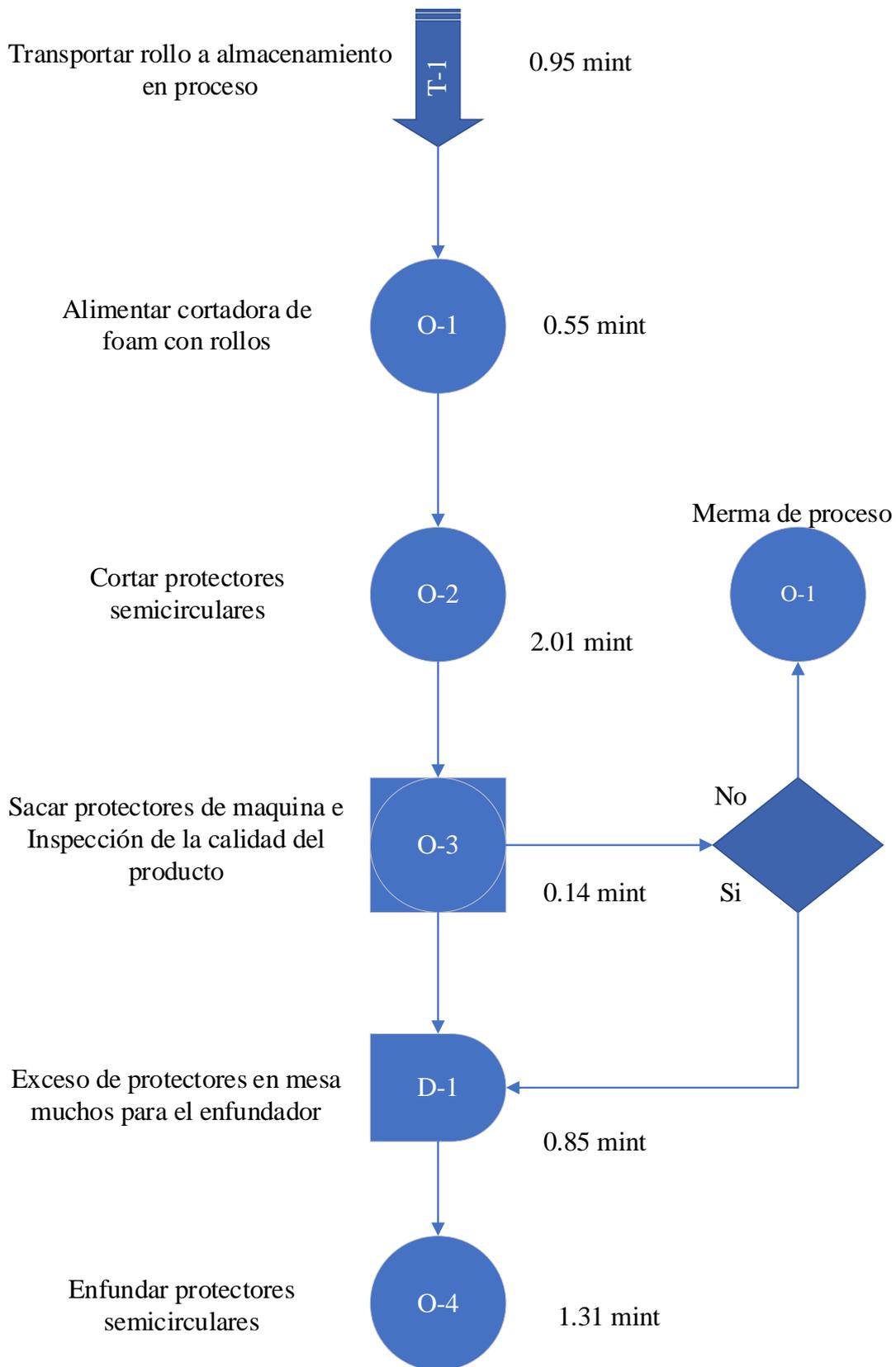
FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Tabla 17: Cursograma analítico del proceso 1 - Material

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO ACTUAL 1 - MATERIAL																																																							
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">DETALLES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="width: 20%;">Área:</td> <td>Producción</td> </tr> <tr> <td>Proceso:</td> <td>Elaboración de protectores</td> </tr> <tr> <td>Lugar:</td> <td>Planta de producción</td> </tr> <tr> <td>Maquinas:</td> <td>Laminadora de foam</td> </tr> <tr> <td>Operarios:</td> <td>3 Trabajadores</td> </tr> <tr> <td>Producto:</td> <td>Rollos (Producto semiterminado)</td> </tr> </tbody> </table>				DETALLES		Área:	Producción	Proceso:	Elaboración de protectores	Lugar:	Planta de producción	Maquinas:	Laminadora de foam	Operarios:	3 Trabajadores	Producto:	Rollos (Producto semiterminado)	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">RESUMEN DE METODOLOGIA ACTUAL</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Actividad</th> <th style="text-align: center;">No.</th> <th style="text-align: center;">Distancia</th> <th style="text-align: center;">Tiempo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Operación </td> <td style="text-align: center;">6</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">16,42</td> </tr> <tr> <td>Transporte </td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">64,8</td> <td style="text-align: center;">8,07</td> </tr> <tr> <td>Inspección </td> <td style="text-align: center;">1</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0,36</td> </tr> <tr> <td>Demora </td> <td style="text-align: center;">1</td> <td></td> <td style="text-align: center;">15,62</td> </tr> <tr> <td>Almacenamiento </td> <td style="text-align: center;">1</td> <td></td> <td style="text-align: center;">22,20</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">TOTAL</td> <td style="text-align: center;">12</td> <td style="text-align: center;">64,8</td> <td style="text-align: center;">62,67</td> </tr> </tbody> </table>				RESUMEN DE METODOLOGIA ACTUAL				Actividad	No.	Distancia	Tiempo	Operación 	6	0	16,42	Transporte 	3	64,8	8,07	Inspección 	1		0,36	Demora 	1		15,62	Almacenamiento 	1		22,20	TOTAL	12	64,8	62,67
DETALLES																																																							
Área:	Producción																																																						
Proceso:	Elaboración de protectores																																																						
Lugar:	Planta de producción																																																						
Maquinas:	Laminadora de foam																																																						
Operarios:	3 Trabajadores																																																						
Producto:	Rollos (Producto semiterminado)																																																						
RESUMEN DE METODOLOGIA ACTUAL																																																							
Actividad	No.	Distancia	Tiempo																																																				
Operación 	6	0	16,42																																																				
Transporte 	3	64,8	8,07																																																				
Inspección 	1		0,36																																																				
Demora 	1		15,62																																																				
Almacenamiento 	1		22,20																																																				
TOTAL	12	64,8	62,67																																																				
No.	Actividades	Símbolos					Tiempo (min)	Distancia (m)	Observaciones																																														
																																																							
1	Recepción de Materia Prima	●					22,20		Despacho por bodeguero																																														
2	Traslado de materia al proceso		→				7,40	41,30	Ayudante de Bodega																																														
3	Mezclar materia prima			■			4,50		1 Operario - Alimentar la maquina																																														
4	Ingreso de materia prima a la maquina				◐		1,56																																																
5	Configuracion de la maquina					◑	15,62		Esperar a que la maquina se estabilice																																														
6	Proceso de obtención de rollos					▼	9,90		1 Operario - Control de la maquina																																														
7	Cortar y sacar rollos del proceso maquina						0,47		1 Operario - Control de rollos																																														
8	Trasladar rollo a pesadora		→				0,09	2,50	1 Operario - Control de rollos																																														
9	Pesar y llevar control de rollos			■			0,36		1 Operario - Control de rollos																																														
10	Trasladar rollo a almacenamiento temporal						0,58	21,00	1 Operario - Control de rollos																																														
11	Almacenamiento temporal					▼	0,00		Se almacena por 1 turno o un día																																														
TOTAL		6	3	1	1	1	62,67	64,80																																															

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Figura 14: Diagrama de flujo operaciones del proceso 2



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Tabla 18: Cursograma analítico del proceso 2 - Material

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO 2 - MATERIAL																																																					
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">DETALLES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="width: 20%;">Área:</td> <td>Producción</td> </tr> <tr> <td>Proceso:</td> <td>Elaboración de protectores</td> </tr> <tr> <td>Lugar:</td> <td>Planta de producción</td> </tr> <tr> <td>Maquinas:</td> <td>Cortadora de foam</td> </tr> <tr> <td>Operarios:</td> <td>4 Trabajadores</td> </tr> <tr> <td>Producto:</td> <td>Protectores Semicirculares</td> </tr> </tbody> </table>			DETALLES		Área:	Producción	Proceso:	Elaboración de protectores	Lugar:	Planta de producción	Maquinas:	Cortadora de foam	Operarios:	4 Trabajadores	Producto:	Protectores Semicirculares	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">RESUMEN DE METODOLOGIA ACTUAL</th> </tr> <tr> <th style="width: 40%;">Actividad</th> <th style="width: 10%;">No.</th> <th style="width: 20%;">Distancia</th> <th style="width: 30%;">Tiempo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Operación</td> <td style="text-align: center;">●</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">3,94</td> </tr> <tr> <td>Transporte</td> <td style="text-align: center;">➔</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">9,50</td> </tr> <tr> <td>Inspección</td> <td style="text-align: center;">■</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">0,07</td> </tr> <tr> <td>Demora</td> <td style="text-align: center;">◐</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">0,85</td> </tr> <tr> <td>Almacenamiento</td> <td style="text-align: center;">▼</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">TOTAL</td> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">9,5</td> <td style="text-align: center;">5,81</td> </tr> </tbody> </table>			RESUMEN DE METODOLOGIA ACTUAL				Actividad	No.	Distancia	Tiempo	Operación	●	4	3,94	Transporte	➔	1	9,50	Inspección	■	1	0,07	Demora	◐	1	0,85	Almacenamiento	▼	1		TOTAL	8	9,5	5,81
DETALLES																																																					
Área:	Producción																																																				
Proceso:	Elaboración de protectores																																																				
Lugar:	Planta de producción																																																				
Maquinas:	Cortadora de foam																																																				
Operarios:	4 Trabajadores																																																				
Producto:	Protectores Semicirculares																																																				
RESUMEN DE METODOLOGIA ACTUAL																																																					
Actividad	No.	Distancia	Tiempo																																																		
Operación	●	4	3,94																																																		
Transporte	➔	1	9,50																																																		
Inspección	■	1	0,07																																																		
Demora	◐	1	0,85																																																		
Almacenamiento	▼	1																																																			
TOTAL	8	9,5	5,81																																																		
No.	Actividades	Símbolos					Tiempo (min)	Distancia (m)	Observaciones																																												
		●	➔	■	◐	▼																																															
1	Almacenamiento temporal						0,00																																														
2	Transportar rollo a cortadora de foam						0,95	9,50																																													
3	Alimentar cortadora de foam con rollos						0,55																																														
4	Cortar lamina de rollo y obtención de producto						2,01		Mientras se produce y se ubican los protectores en la mesa se verifica la calidad del mismo.																																												
5	Ubicar protectores en mesa e inspección del producto						0,14																																														
6	Demora al momento de enfundar						0,85		Se produce mas de lo que se puede enfundar al momento, el enfundador no se da abasto.																																												
7	Enfundar protectores semicirculares						1,31																																														
TOTAL		4	1	1	1	1	5,81	9,50																																													

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

En el proceso 1, como se muestra en la figura 13 y detallado en la tabla 17, podemos identificar que en este proceso se llevan a cabo: 6 operaciones, 3 transportes, 1 inspección, 1 demora y 1 almacenamientos. Mediante un estudio de tiempos, lo cual lo podemos identificar en el Anexo 2, tenemos que este proceso tiene un total de 62.67 minutos, recorriendo 64.80 metros en la planta de producción, en el Anexo 3 se muestra el plano de la empresa y en el Anexo 4 el diagrama de recorrido que tiene el material en la empresa.

- Las operaciones 2 y 3 (O-2 Y O-3) identificadas en la figura 13, son realizadas por el operario TL-1.
- Las operaciones, (O-5, O-6), los transportes (T-2 y T-3) y el almacenamiento (A-1) es realizado por el operario TL-3 quien se encarga de sacar rollo de la máquina y llevarlos hasta almacenamiento temporal.

En el proceso 2, como se muestra en la figura 14 y en la tabla 18, se logra identificar que este proceso lleva acabo: 4 operaciones, 1 transporte, 1 inspección, 1 demora, , donde el producto terminado es elaborado en 5.81 minutos con un recorrido de 9.50 metros, en el Anexo 5 se presenta un diagrama del recorrido que tienen el material en la empresa.

- Los trabajadores TC-1, TC-2 Y TC-3 son quienes se encargan del transporte T-1 y las operaciones O-1, O-2 y O-3.
- La demora es generada por el exceso de producto terminado que se tiene en mesa sin poder ser enfundado por el TC-4.

En el estudio de tiempos Anexo 2, se muestra que el tiempo para llevar a cabo una funda de producto terminado es de 4.70 minutos, pero con la valoración que se le da y los suplementos este tiempo pasa a ser de 5.81. Se debe tener en cuenta que no siempre se originan demoras en el proceso y la O-2 no siempre toma un tiempo de 2.01 ya que su tiempo estándar de corte es de 1.01 el otro minuto es debido a los paros que se tienen en el proceso. Por ello se puede decir que su takt time de producción oscila entre 4.7 el tiempo observado y 5.81 el tiempo estándar calculado para llevar a cabo la realización de las 400 unidades de protectores semicirculares que representan una funda de producto terminado.

4.1.3. Diagramas hombre - máquina

El diagrama hombre – máquina nos permite tener una perspectiva grafica de los tiempos en que el hombre y la máquina permanecen trabajando o parados, de esta manera determinar los tiempos en que son productivos y los que son ociosos.

En la investigación de campo de realizada se tiene que el proceso de obtención de rollos y el corte de la lámina de foam para tener como producto terminado los protectores semicirculares, no cuentan con un tiempo estándar como tal, no contando con un tiempo de ciclo por actividades, es por ello que la toma de datos que se realizo fue por hora de observación de las actividades que realizan cada uno de los trabajadores y plasmar estos datos en los resultados que se dan a conocer.

En el proceso 1, donde se obtienen los rollos en la laminadora de foam tenemos a los siguientes trabajadores:

- En el Anexo 6 se tiene el diagrama hombre-máquina del operador encargado de alimentar la máquina. el cual nos proporcionó los datos que se muestran en la tabla.

Tabla 19: Resumen del diagrama hombre-máquina del TL-1

RESUMEN	TIEMPO DEL CICLO	TIEMPO DE ACCIÓN	TIEMPO DE OCIO	PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN
Hombre	60,86	13,86	47	23%
Máquina	60,86	54,8	6,06	90%

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

La tabla 19 nos muestra que este trabajador TL-1 aporta al proceso en un 23% estando ocioso un 77% siendo esto no beneficioso para empresa en costos por mano de obra, la máquina permanece en operación en un 90% del proceso.

- En el Anexo 7 se muestra el diagrama hombre-máquina del operador encargado de la obtención del rollo. el cual arrojó la siguiente información.

Tabla 20: Resumen del diagrama hombre-máquina del TL-3

RESUMEN	TIEMPO DEL CICLO	TIEMPO DE ACCIÓN	TIEMPO DE OCIO	PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN
Hombre	61,10	10,35	50,75	17%
Máquina	61,10	61,10	0	100%

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

La tabla 20 indica que este operador TL-3 labora y aporta al proceso en un 17% mientras el 83% permanece ocioso y la máquina está al 100% estando activa durante todo el proceso.

En el proceso 2, en el cual se realiza el corte y obtención de los protectores semicirculares laboran los siguientes trabajadores:

- En el Anexo 8 se muestra el diagrama hombre-máquina del operador de la cortadora de foam con el cual obtenemos la siguiente información.

Tabla 21: Resumen del diagrama hombre-máquina del TC-1

RESUMEN	TIEMPO DEL CICLO	TIEMPO DE ACCIÓN	TIEMPO DE OCIO	PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN
Hombre	80,59	55,70	26,45	69%
Máquina	61,03	27,38	33,65	45%

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

La tabla 21 muestra que este trabajador TC-1 aporta al proceso en un 69% estando ocioso en un 31 % y la máquina estando en utilización con un 45% indicando que el 55% esta máquina permanece sin operar.

- Anexo 9 se muestra el diagrama hombre-máquina del ayudante del operador el cual arroja la siguiente información.

Tabla 22: Resumen del diagrama hombre-máquina del TC-2

RESUMEN	TIEMPO DEL CICLO	TIEMPO DE ACCIÓN	TIEMPO DE OCIO	PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN
Hombre	80,59	58,65	21,94	73%
Máquina	61,03	27,38	33,65	45%

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Como se muestra en la tabla 22 este operador TC-2 se encuentra laborando en un 73% y la máquina siendo utilizada el 45% significando esto que el 55% del tiempo permanece ociosa.

- En el Anexo 10 se muestra el diagrama hombre-máquina del carrilador que nos proporciona los siguientes datos.

Tabla 23: Resumen del diagrama hombre-máquina del TC-3

RESUMEN	TIEMPO DEL CICLO	TIEMPO DE ACCIÓN	TIEMPO DE OCIO	PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN
Hombre	80,59	76,10	13,49	94%
Máquina	61,03	27,38	33,65	45%

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Se logro identificar en la tabla 23 que el carrilador (TC-3) aporta al proceso con un 94% mientras la máquina permanece ociosa en un 55%.

En el proceso 2 donde se obtienen los protectores semicirculares, se tienen 3 diagramas hombre-máquina de 4 trabajadores, como se muestran en los Anexos 8, 9 y 10 no contando con uno para el enfundador siendo este el TC-4. Ya que este no trabaja operando la máquina, pero si se encuentra en el proceso. En los diagramas hombre-máquina se detallan las

actividades de los operarios TC-1, TC-2 y TC-3, mientras estos trasladan los rollos, ingresan los rollos en la infraestructura, se arreglan las láminas, se configura la máquina, el enfundador se encuentra cortando las fundas durante los 24.29 minutos de las actividades antes mencionadas y regresa al lugar donde será enfundado el producto terminado.

Durante los 24.29 minutos el enfundador tiene cortadas 24 fundas, el tiempo por funda cortada es de 50 segundos, realizando 24 fundas en 20 minutos, los 4.29 minutos restantes es el tiempo en el este trabajador se dirige a su lugar de trabajo y abre las fundas para empezar a enfundar los protectores semicirculares.

La producción diaria es de 135 fundas, al no contar con la totalidad de fundas en la cual se presenta este producto, se genera en que al momento de que faltan fundas, se tenga que dirigir al lugar donde se cortan y obtener las mas que se puedan para no atrasarse en la producción. Los momentos en que se aprovecha para cortar fundas es cuando se traslada el desperdicio generado en el proceso al almacenamiento de reciclaje. Existiendo veces en que se tiene que parar la producción y dirigirse este trabajador TC-4 a cortar las fundas que le haga falta o que pueda cortar.

4.1.4. Eficiencia global de los equipos (OEE)

Este indicador permite conocer la disponibilidad, rendimiento y calidad de la cortadora de foam y mediante esta evaluación conocer el desempeño actual de la máquina.

Ilustración 22: Cortadora de foam



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

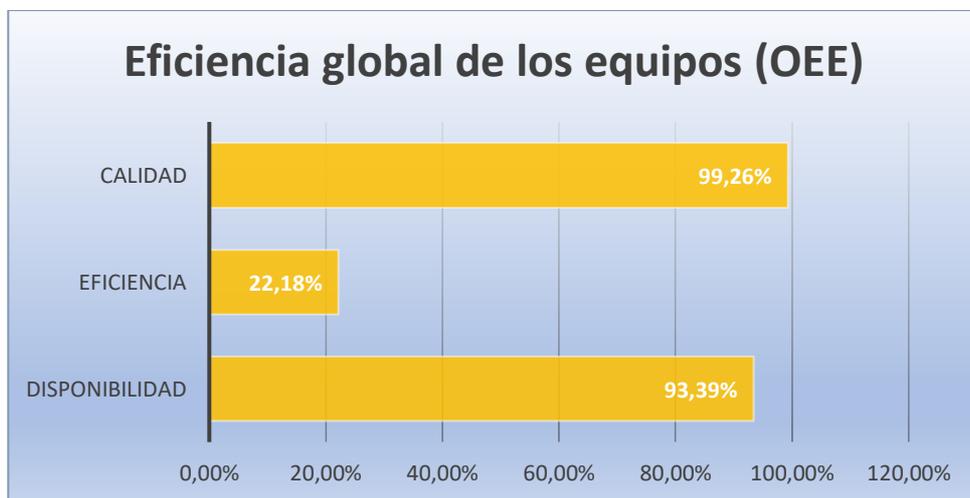
Tabla 24: Eficiencia global de los equipos (OEE)

Eficiencia global de los equipos (OEE)		
Proceso:	Cortar láminas de foam	
Máquina:	Cortadora de foam	
Producto:	Protectores semicirculares	
Detalle	Tiempo	Unidades
Tiempo total	720,00	minutos
Tiempo disponible	650,00	minutos
Tiempo planeado	70,00	minutos
Tiempo de averías	42,96	minutos
Tiempo de cambio de producto	0,00	minutos
Tiempo muerto	42,96	minutos
Tiempo productivo	607,04	minutos
Capacidad estándar	1,01	fundas/min
Capacidad Productiva	613,11	fundas
Producción Real	136,00	Fundas
Disponibilidad	93,39%	
Eficiencia	22,18%	
Calidad	99,26%	
OEE	20,56%	

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

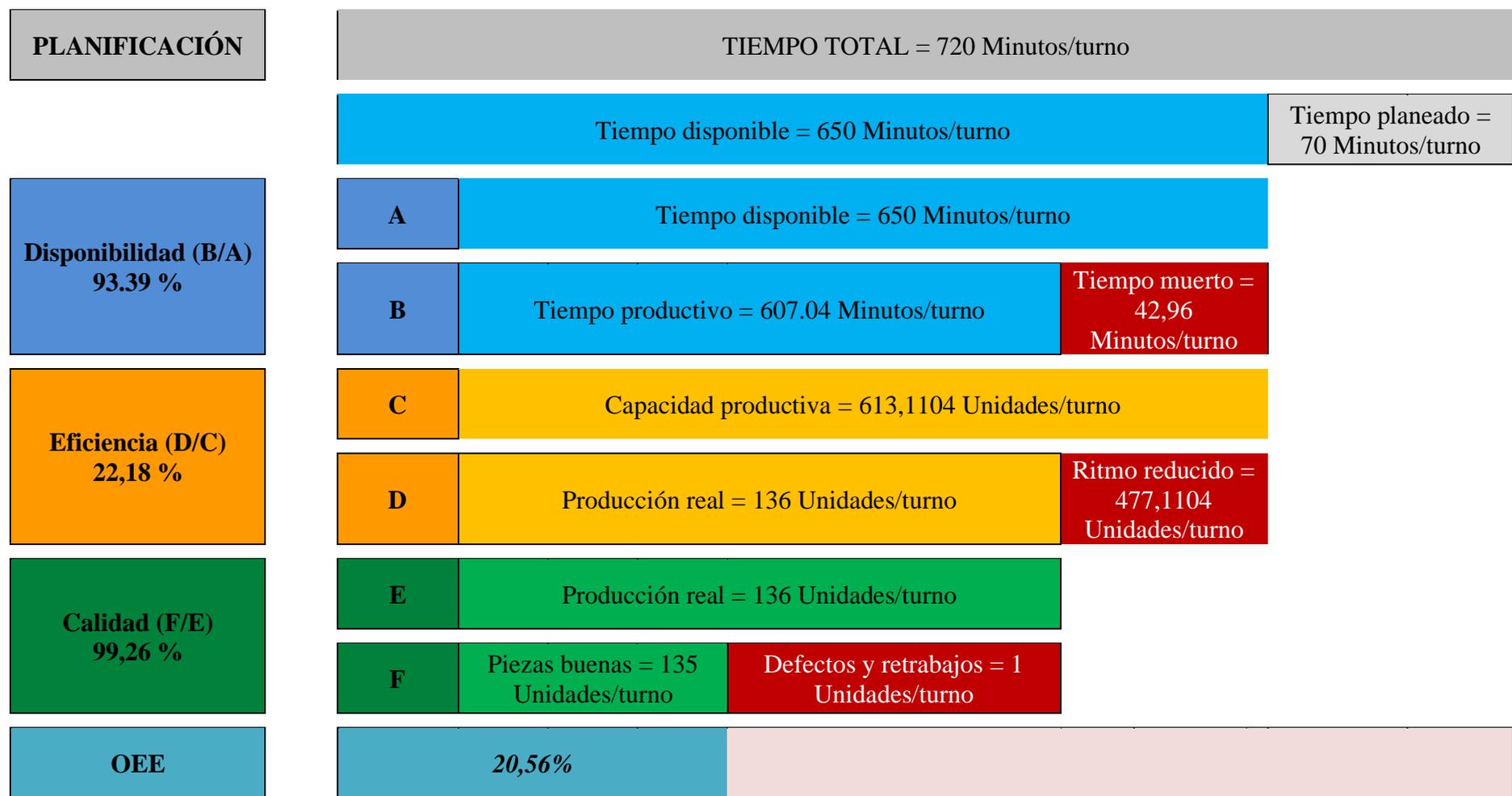
Figura 15: Eficiencia global de los equipos (OEE)



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Tabla 25: Características del OEE



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Con la tabla 25, se muestra el cálculo del OEE y para determinar qué nivel tiene nos guiamos con el Anexo 12, el cual nos indica que el 20.56% está entre 0% y 64% teniendo una valoración de deficiente donde este porcentaje de OEE calculado e inaceptable.

4.1.5. Takt time

Con el takt time se busca conocer la velocidad con la se debe laborar, teniendo en cuenta que se trabaja en una jornada laboral de 12 horas, la elaboración de 135 fundas. Como ya se tiene determinado el tiempo disponible en la tabla 24 el cual es de 645 es con el cual se trabajará para calcular el ritmo de trabajo.

Ecuación 22: Calculo del takt time

$$Takt\ time = \frac{Tiempo\ disponible}{Demanda}$$

FUENTE: [28]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

$$Takt\ time = \frac{650\ min}{135\ fundas}$$

$$Takt\ time = 4.81\ mint * funda$$

El takt time es de 4.81 minutos por funda, indicándonos que esa es la velocidad que se debe tener, pero con la cual cuenta la empresa es de 5.81 minutos siendo el tiempo estándar estudiado en el Anexo 2 teniendo en cuenta que no siempre, existen demoras en el proceso 2, el cual toma su tiempo es de 0.85 minutos, y el tiempo de corte de 2.01 minutos, este se mantiene entre el 1.01 minutos a 2.01 minutos debido a los paros que se generan en el proceso. Con el estudio de tiempos, el tiempo observado (TO) es de 4.70 minutos y el tiempo estándar calculado es de 5.81 minutos, entre estos dos tiempos se tiene una variabilidad de 1.11 minutos en donde se puede ajustar en promedio al takt time calculado de 4.81 minutos para producir una funda de producto terminado. Ya que el del Takt time 4.81 minutos al tiempo estándar calculado 5.81 se tiene 1 minuto de más, este se reduce por la variabilidad que existe en la producción.

4.2. Identificación de los desperdicios que se generan en la producción de protectores semicirculares.

Los desperdicios son de los principales problemas que presenta la empresa, siendo estos errores realizados en la ejecución de las labores por parte de los trabajadores y procesos, generando una pérdida económica no vista y afectando la eficiencia.

Las 7 mudas que se van a identificar en este proceso corresponden a la sobreproducción, sobreinventario, productos defectuosos, transporte de materiales y herramientas, procesos innecesarios, esperas y movimientos innecesarios del trabajador.

4.2.1. Muda de sobreproducción

La empresa menciona que trabaja bajo pedido, pero en la investigación de campo realizada, se observa que esto no sucede todo un siempre, cuentan con una laminadora de foam la cual tiene 12 años de funcionamiento a la cual no se realizan mantenimientos preventivos solo correctivos los cuales conllevan hasta una semana donde la máquina no labora. Es por ello que realiza una producción a tope antes de realizar el mantenimiento, generando un inventario acumulado de rollos y posteriormente estos siendo cortadores en la laminadora de foam obteniendo como producto terminado los protectores semicirculares, generando una gran cantidad de producto terminado como se muestra en el Anexo 13.

4.2.2. Muda de sobreinventario

El sobreinventario se asocia a la sobreproducción debido a la poca confianza que se tiene en la máquina donde se produce más de lo necesario, debido al mantenimiento correctivo que se genera, lo que indica que se produce en exceso los rollos en la laminadora de foam, esto provoca que se tengan grandes cantidades de rollos en almacenamiento temporal y saliéndose de la señalética de este lugar como se muestra en el Anexo 14 y también obstaculizando diferentes lugares como:

- Entrada del ingreso de materia prima y salida de producto terminado como se lo muestra en el Anexo 15.
- Ocupar espacio de la bodega de producto terminado de los protectores semicirculares visualizándolo en el Anexo 16.
- Entrada a la bodega de peletizado como se ve en el Anexo 17.

Todos estos rollos permaneciendo en los lugares que se muestran en los anteriores ítems, se encuentran en espera a ser procesados y obtener el producto terminado.

4.2.3. Muda de productos defectuosos

Los productos defectuosos se generan en la laminadora de foam, durante los 15.6 minutos de configuración de la máquina se producen rollos que no cumplen con las especificaciones como se muestra en el Anexo 18 y 20, hasta que se estabiliza la máquina y se obtienen rollos de buena calidad, existiendo momentos donde la máquina genera laminas defectuosas por partes en el Anexo 19.

En la cortadora de foam, la generación de protectores semicirculares defectuosos se debe en parte a la máquina y al personal, cuando la máquina no está en sus óptimas condiciones, genera un retrabajo es decir cortar de dos hasta tres veces y esta solo requiere de un corte, debiéndose a la falta de filo, problemas con el compresor. Los operadores influyen en parte al momento de que se generan productos defectuosos, siendo estos mal cortados no por la máquina sino por la mala estabilización de las láminas por parte del personal de trabajo, la máquina trabaja con distintas velocidades y en distintos tiempos se obtiene una funda de producto terminado en el Anexo 21 se muestra los tiempos que conlleva, teniendo como máximo y mínimo 1.01 y 0.67 minutos respectivamente, a menor tiempo para la realización de una funda es una mayor velocidad donde se genera un mayor número de protectores defectuosos ya que elaboran 400 protectores en 0.67 minutos.

4.2.4. Muda de transporte de materiales y herramientas

Entre los transportes que se llevan a cabo en este proceso tenemos los siguientes:

- Traslado de materia prima a almacenamiento en proceso
- Traslado de rollo a pesadora
- Traslado al almacenamiento temporal de rollos
- Traslado a almacenamiento en proceso cerca de la cortadora de foam
- Traslado a almacenamiento temporal de producto terminado
- Transporte a bodega de producto terminado

Todos estos transportes toman un tiempo de 11.87 minutos, recorriendo en la planta 109.35 metros. Esto debiéndose a la gran cantidad de almacenamientos temporales y el inadecuado diseño y aprovechamiento de las instalaciones.

4.2.5. Muda de procesos innecesarios

Al momento de agregar rollos a la infraestructura mientras se realiza el corte de láminas en la cortadora de foam, se tiene que se agregan de 4 a 5 rollos dependiendo el estado de la máquina, estos se van consumiendo a medida que se corta la lámina, no todos los rollos tienen el mismo tamaño como lo se lo pudo evidenciar en la tabla 13, en donde al no estar estandarizado el proceso se tienen rollos de diferentes tamaños, que al momento de estar elaborando los protectores semicirculares y se acaba un rollo se ocasiona que se pare la producción mientras se agrega otro rollo, a medida que se continua produciendo se para el proceso unas 3 o 4 veces más, hasta que se hallan cambiando los 4 o 5 rollos los cuales se acaban en distintos tiempos.

El agregar rollos mientras se elaboran los protectores semicirculares se realiza continuamente durante toda la jornada laboral hasta realizar las 135 fundas las cuales contienen un total de 54000 protectores semicirculares.

4.2.6. Muda de espera

La espera implica pérdida de tiempo por parte del personal de trabajo y maquinaria como se muestra a continuación:

- El operario TL-1 que se encarga de ingresar la materia prima en la tolva aporta a esta actividad el 23% que representan 13.86 minutos trabajando y 47 minutos sin hacer nada, tiempo tomado durante 1 hora y 51 segundos lo cual se repite durante toda la jornada laboral teniendo en cuenta que se trabajan 12 horas y se alista la máquina hasta que empiece a trabajar 3 horas donde la persona permanece 9 horas laborando lo cual nos da un tiempo de 423 minutos en donde este operador no realiza alguna actividad que agregue valor al proceso, donde espera a que la máquina necesite de materia prima. La máquina durante la primera hora de proceso trabaja al 90% después de esa hora la máquina está al 100% trabajando en toda la jornada laboral como se muestra en tabla 19.
- El operador TL-3 encargado de la obtención de rollos, aporta al proceso durante 10.35 minutos siendo esto el 17% lo que indica que se pasa 83% que son 50.75 minutos sin realizar alguna actividad, como se muestra en la tabla 20, de un tiempo de estudio de 1 hora y 1 minuto y 6 segundos y como se labora 9 horas este operario no aporta al proceso 456.75 minutos, en el cual espera a que los rollos se terminen de laborar.
- Al momento de realizar los protectores semicirculares se cuenta con 3 trabajadores: TC-1, TC-2 y TC-3 que toman un tiempo de espera de 20.45, 21.96 y 13.49 minutos, del operador, ayudante de operador y carrilador respectivamente, como se muestran en las tablas 21, 22 y 23, donde la máquina permanece ociosa 33.65 minutos siendo esto el 55% de 61.03 minutos, esto debiéndose a que se para el proceso para arreglar las láminas, agregar rollos, o paros inesperados de la máquina.

4.2.7. Muda de movimientos innecesarios

- Traslado del rollo a balanza industrial
- Moverse para arreglar las láminas y rollos.

4.2.3. Otros desperdicios

Los problemas que presentan las máquinas siendo estos pequeños o grandes su solución demora mucho tiempo, ya sea por la necesidad de una herramienta, una pieza, reparaciones, en donde los trabajadores se tienen que adaptar a la situación en la que se encuentra la máquina y producir. Los trabajadores llenan talonarios de producción de lo que realizan y en observaciones indican los problemas que se presentan por parte de la máquina. Esperando que se den solución a estos inconvenientes por parte de los directivos, siendo ellos quienes no aprueban mantenimientos preventivos, y la compra de refracciones, piezas para las máquinas, provocando que solo den solución cuando ya no se puede producir recurriendo a mantenimientos correctivos y la demora de una semana hasta dos para la compra de refracciones. Siendo este un desperdicio por falta de comunicación y de responsabilidad por parte de los administrativos de la empresa, lo cual genera paros en la producción y un mayor costo por arreglos.

Tabla 26: La alta dirección como desperdicio

Causas	Consecuencia	Comunicación	Tramites	Solución
Refracciones, piezas para las máquinas.	Paros en la producción, ineficiencia de la máquina	Informe a mandos administrativos	De una a dos semanas	Arreglo de problemas

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

4.3. Propuesta de un plan de mejora para la producción de protectores semicirculares.

Mediante la identificación de los desperdicios que se encuentran en el proceso, se busca darle una reducción o eliminación de los mismos, proponiendo una mejora a la producción.

4.3.1. La sobreproducción y sobreinventario

Estos dos desperdicios que se tienen en la empresa se ven generados por las maquinarias, pero más allá de eso, los altos mandos administrativos son quienes lo generan. La falta de una pronta respuesta a las soluciones de las maquinarias genera que se tenga poca confianza en la maquinaria y se produzca en gran manera antes de que ocurra un daño peor.

- Tener una pronta respuesta a inconvenientes que se generan en las máquinas por parte del personal administrativo mejoran la producción evitando problemas en la máquinas y paros a la producción, teniendo las máquinas en una óptima condición al momento de elaborar rollos y los protectores semicirculares.
- Contando con las máquinas en óptima condición ya no se generan las grandes producciones por desconfianza de la maquinaria, y se realizaría una producción por pedido teniéndola justo a tiempo para el cliente.

Tabla 27: Propuesta para la alta dirección

Causas	Consecuencia	Comunicación	Tramites	Solución
Refracciones, piezas para las máquinas.	Paros en la producción, ineficiencia de la máquina	Informe a mandos administrativos	2 a 3 días	Arreglo de problemas

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

4.3.2. Productos defectuosos

- Realizando las correcciones a las maquinarias anteriormente mencionadas, se lograría evitar tener productos defectuosos en la laminadora de foam.
- En la cortadora de foam se generan protectores semicirculares defectuosos debiéndose a la calidad de la lámina de foam y a la rapidez con la que el operador hace cortar la máquina, como se muestra en el Anexo 21 si se elaboran 400 protectores los cuales son una funda de producto terminado en 1.01 minutos se evitan los desperdicios siendo este tiempo elaborado con una velocidad normal. Con este tiempo de corte se pueden elaborar las 135 fundas que es la producción diaria en las 12 horas de la jornada laboral.

TIEMPO DE CORTE DE LA LAMINADORA DE FOAM

No.	ELEMENTO	TIEMPO OBSERVADO EN MINUTOS					Tiempo Promedio	Observaciones
		T1	T2	T3	T4	T5		
1	Cortar protectores maquina	1,03	1,00	1,02	0,98	1,01	1,01	No se Generan desperdicios
2	Cortar protectores maquina	1,00	0,89	0,83	0,81	0,80	0,87	Se genera desperdicio
3	Cortar protectores maquina	0,82	0,79	0,83	0,80	0,73	0,79	Se genera desperdicio
4	Cortar protectores maquina	0,72	0,80	0,79	0,75	0,74	0,76	Se genera desperdicio
5	Cortar protectores maquina	0,74	0,76	0,75	0,70	0,65	0,72	Se genera desperdicio
6	Cortar protectores maquina	0,65	0,67	0,68	0,69	0,67	0,67	Se genera desperdicio

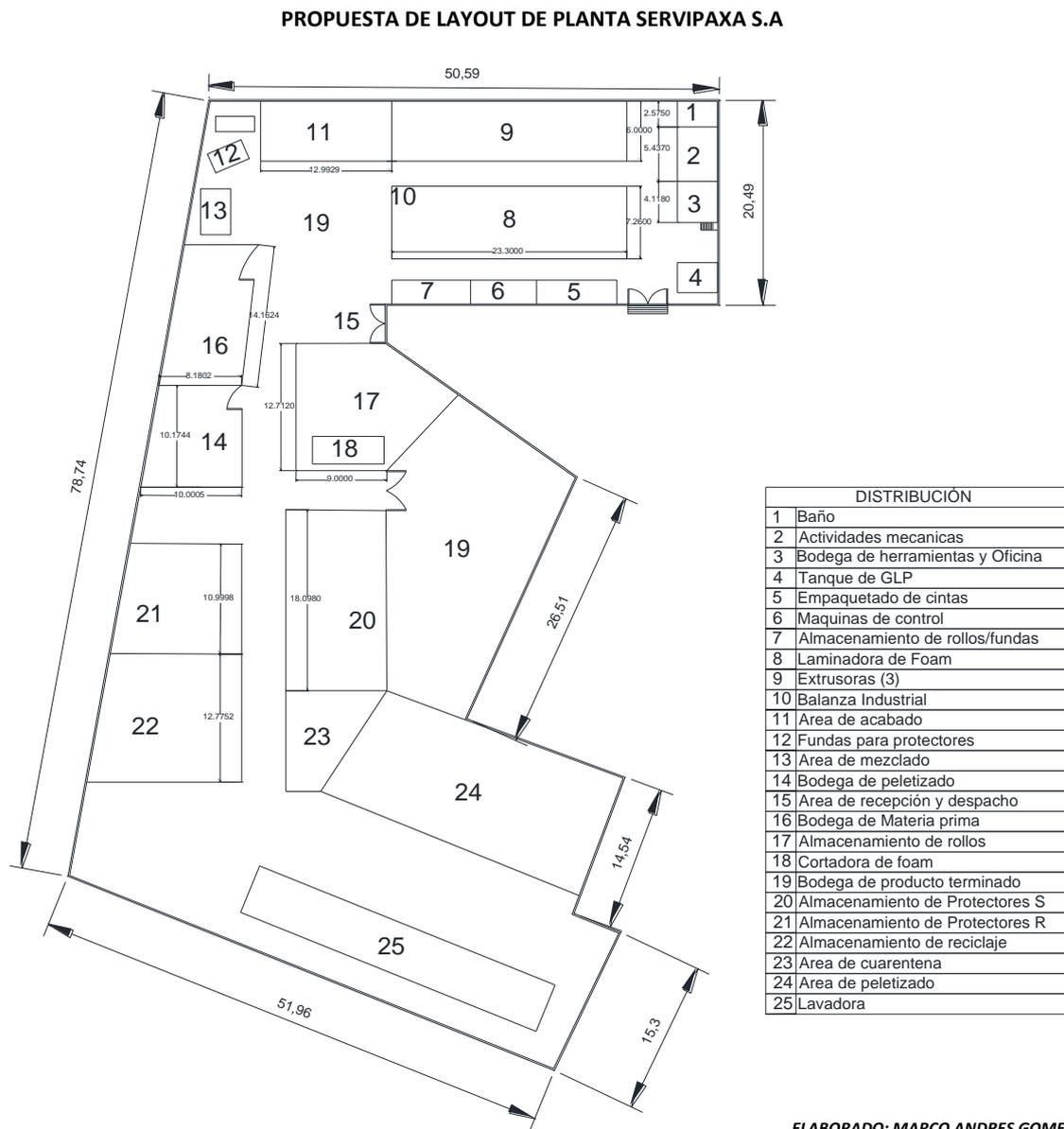
FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

4.3.3. Transporte de materiales y herramientas

Para reducir la cantidad de tiempo y espacio recorrido al momento de transportar los rollos y producto terminado se propone una redistribución en la planta para mejorar el proceso.

Figura 16: Propuesta de Layout de la distribución de la planta Servipaxa S.A



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Se propone mover la bodega de peletizado a donde se encuentra la bodega de materia ocupando una parte y mover la bodega de materia prima a donde se encuentra la cortadora de foam y el almacenamiento en proceso y de esta manera mover la cortadora de foam al almacenamiento de rollos y tomar el espacio de la bodega de peletizado que fue trasladada y de esta manera tener más espacio para el almacenamiento de rollos evitando el almacenamiento en proceso y su traslado, permitiendo tener un menor tiempo al momento de ingresar los protectores semicirculares a la bodega de producto terminado.

4.3.3.1. Proceso 1

Esta redistribución permite reducir 11.25 metros, los cuales son del traslado de materia prima. El traslado del rollo a la balanza industrial T-2 es eliminado en donde se ubica la balanza al terminar el proceso del rollo evitando traslados, teniendo un total de 53.55 metros de traslado del material como se muestra en el cuadro de resumen de la tabla 31.

4.3.3.2. Proceso 2

La redistribución nos permite eliminar el transporte T-1, y el almacenamiento que se genera en proceso por los rollos.

4.3.4. Procesos Innecesarios

El tiempo de elaboración de rollo no está estandarizado es por ello que no existe uniformidad en todos los rollos, realizando la elaboración en 11 minutos se tendría rollos de 20 Kg promedio, esto permitiendo que al momento de ingresar los rollos en la infraestructura y se realice el corte de protectores semicirculares todos terminen al mismo tiempo y teniendo de esta manera una sola parada por puesta de rollos.

4.3.5. Esperas

4.3.5.1. Proceso 1

En el cual se cuenta con 3 trabajadores donde 2 de ellos el TL-1 y TL-3 tienen un margen de utilización de 23% y 17% como se mostraron en las tablas 19 y 20. Mientras el trabajador que se encarga de operar la máquina controlar y supervisar la misma no realiza otra actividad más que estar observando el proceso.

Es necesario dejar de contar con 2 trabajadores en el proceso 1, quienes permanecen ociosos el 77% y 83% siendo estos, TL-1 el encargado del ingreso de material al proceso y TL-3 el encargado de la obtención de rollos.

- La materia prima es ingresada en una tolva la cual es llenada con 4 sacos de polietileno de baja densidad y el consumo de este material se realiza en una hora donde la máquina trabaja perfectamente sin necesidad de estar ingresando material a la tolva en cualquier momento que es lo que se venía realizando. La tolva permite que el material se consuma durante una hora y posteriormente a eso volverla a cargar de material y repitiendo este proceso durante cada hora, teniendo en cuenta que el operario debe llenar la tolva en 4.50 minutos y después de eso esperar a que se consuma el material.
- Los rollos se elaborarán durante 11 minutos estandarizando este proceso para obtener rollos de las mismas dimensiones, se necesitan 1.14 minutos para realizar el control del peso y traslado al almacenamiento temporal de rollos, luego de esta acción hasta que se elabore otro rollo el personal de trabajo no realizara actividad alguna.

En base a los ítems mencionados se deberá trabajar en este proceso con 1 personal siendo este el TL-2 operador de la máquina, ya que solo tendría que ingresar el material en la tolva durante cada hora y sacar los rollos de la máquina cada 11 minutos y controlar la máquina, donde los 2 operadores TL-1 y TL-3 son innecesarios para este proceso en base al porcentaje de ociosidad que presentan.

4.3.5.2. Proceso 2

Se cuenta con 4 trabajadores, 3 encargados del corte de protectores semicirculares y 1 enfundador, con los 2 trabajadores TL-1 y TL-3 que no serán utilizados en el proceso 1, se podrá contar con un total de 6 trabajadores lo que permitirá mejorar el proceso de manera significativa.

Los 6 trabajadores desempeñaran las siguientes tareas en este proceso:

Tabla 28: Reorganización de personal para proceso 2

Máquina	Producto	Trabajadores	Labor
Cortadora de foam	Protectores semicirculares	TC-1	Operador de máquina
		TC-2	Ayudante de operador
		TC-3	Carrilador 1
		TC-4	Enfundador 1
		TC-5	Carrilador 2
		TC-6	Enfundador 2

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO**ELABORADO POR:** GOMEZ MARCO. (2021)

Con esta nueva organización de personal se tendrá: 1 operador, 1 ayudante de operador, 2 carriladores y 2 enfundadores. Donde las actividades a desempeñar serán las mismas que fueron descritas en el primer resultado.

El carrilador 2 que antes era TL-1 ahora será TC-5 se encargará de arreglar las láminas mientras se cortan los protectores semicirculares evitando tener que parar la máquina y por ende el proceso con este trabajador se lograra tener un proceso continuo sin paros. Al momento de agregar los rollos se realizará entre el TC-5 y el TC-6 antes de que los rollos que están en proceso se acaben, mientras tanto los 4 trabajadores siguieran produciendo sin parar. Esto permitirá incrementar el margen de utilización del personal de trabajo y de la máquina en base a los Diagramas hombre-máquina propuestos que se muestran en los Anexos 22, 23, 24 y 25 teniendo un mejor porcentaje como se muestra en el resumen de los diagramas que se muestran en la tabla 30.

Tabla 29: Resumen diagrama hombre-máquina del personal del proceso 2 "Propuesta"

RESUMEN	TIEMPO DEL CICLO	TIEMPO DE ACCIÓN	TIEMPO DE OCIO	PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN
Operador	60,00	60,00	0,00	100%
Ayudante	60,00	60,00	0,00	100%
Carrilador 1	60,00	60,00	0,00	100%
Carrilador 2	60,00	60,00	0,00	100%
Cortadora de foam	60,00	59,56	0,00	99%

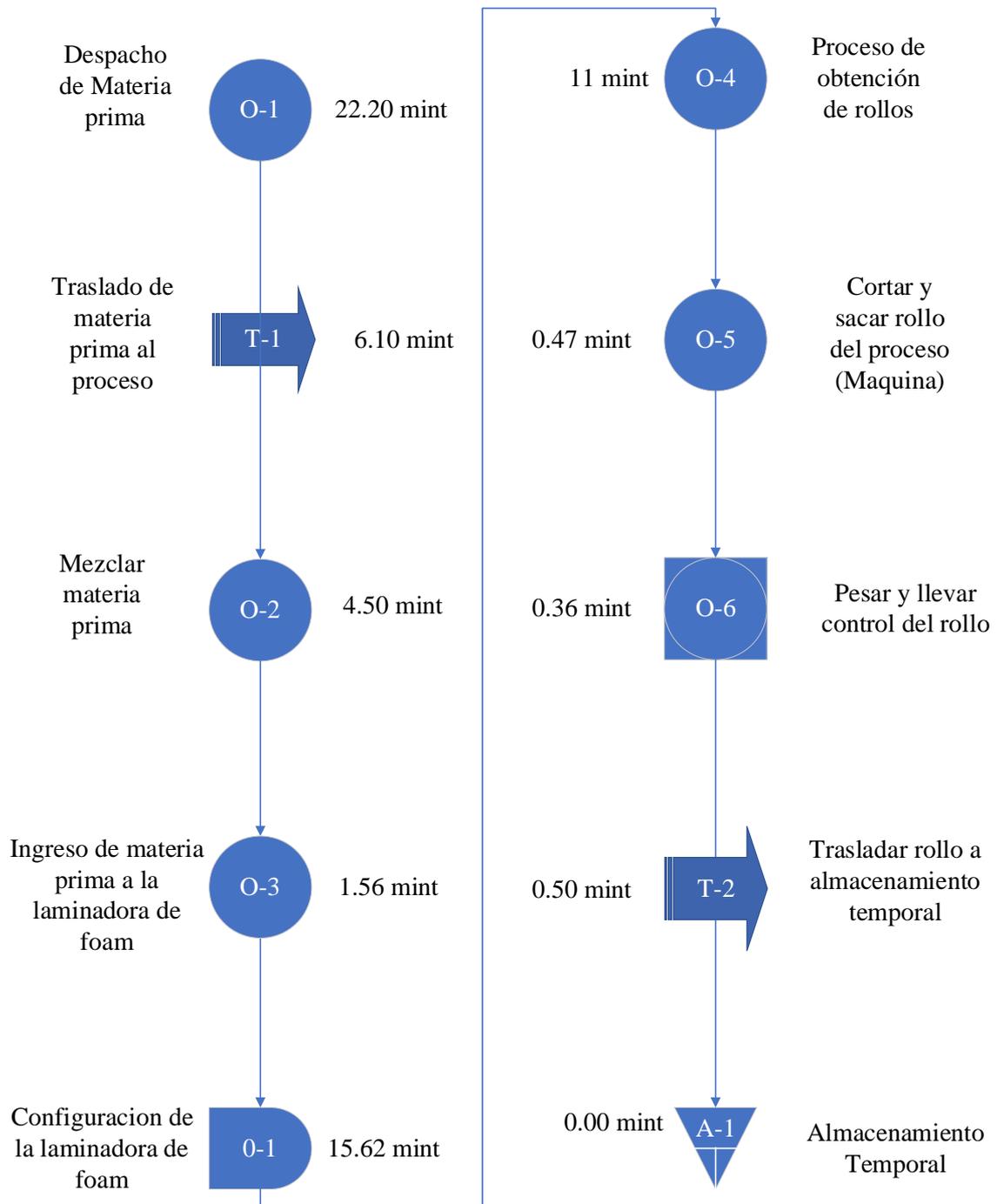
FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO**ELABORADO POR:** GOMEZ MARCO. (2021)

Contando con 6 trabajadores en este proceso se reduce significativamente las esperas.

4.3.6. Diagramas propuestos

Con las propuestas de mejoras antes mencionadas se realiza el diagrama de flujo de operaciones, el cursograma analítico del proceso 1 y 2.

Figura 17: Diagrama de flujo operaciones del proceso 1 "Propuesta"



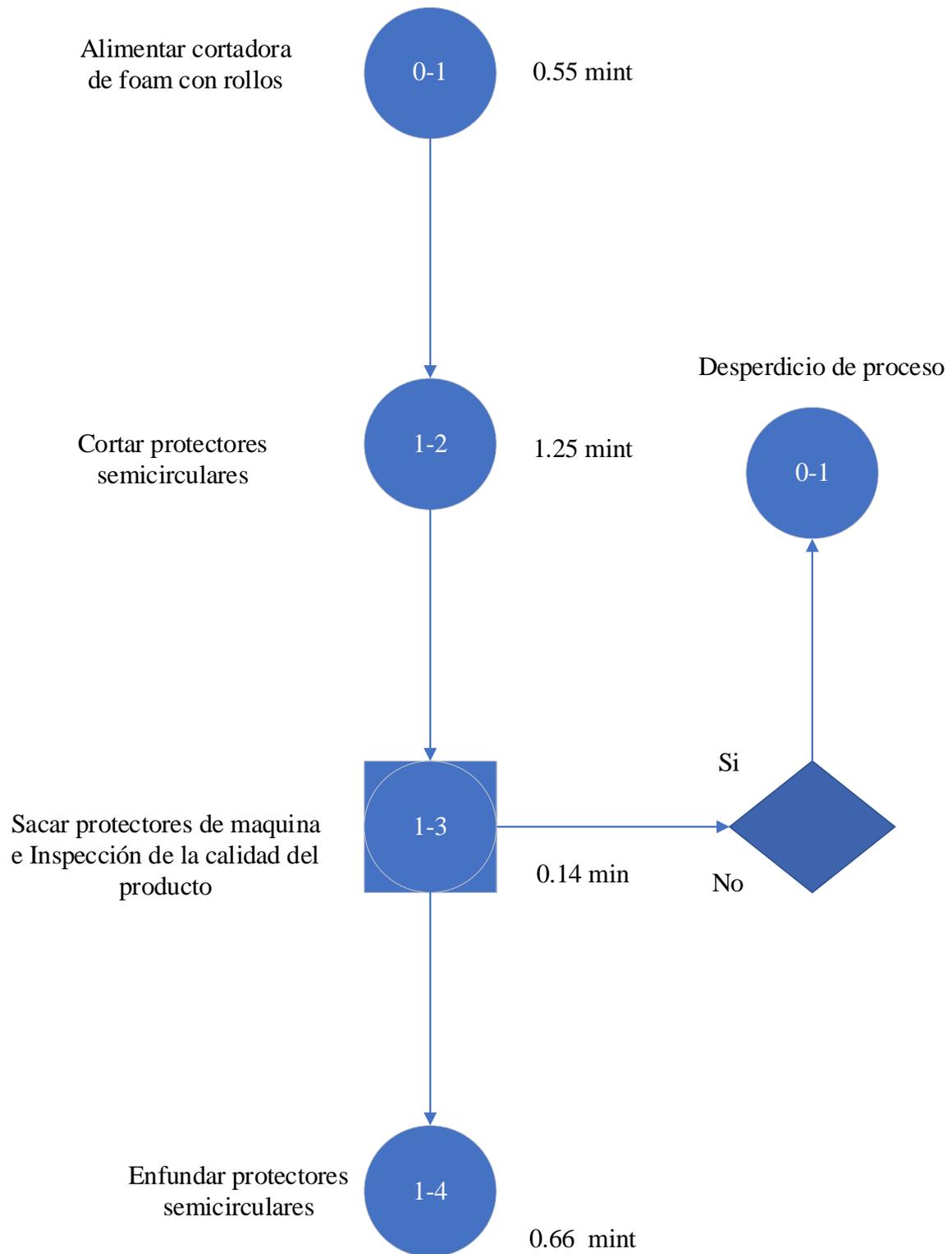
FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Tabla 30: Cursograma analítico del proceso 1 - Material "Propuesta"

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO 1 - MATERIAL "PROPUESTA"																
	DETALLES							RESUMEN DE METODOLOGIA PROPUESTA								
	Área:	Producción								Actividad		No.		Distancia		Tiempo
	Proceso:	Elaboración de protectores							Operación		6		0		17,53	
	Lugar:	Planta de producción							Transporte		2		53,55		6,60	
	Maquinas:	Laminadora de foam							Inspección		1				0,36	
	Operarios	3 Trabajadores							Demora		1				15,62	
Producto:	Rollos (Producto semiterminado)							Almacenamiento		1				22,20		
								TOTAL		11		53,55		62,30		
No.	Actividades	Símbolos					Tiempo (min)	Distancia (m)	Observaciones							
		●	→	■	◐	▼										
1	Recepcion de Materia Prima	●					22,20		Despacho por bodeguero							
2	Traslado de materia al proceso		→				6,10	37,00	Ayudante de Bodega							
3	Mezclar materia prima		↕				4,50		1 Operario - Alimentar la maquina							
4	Ingreso de materia prima a la maquina		↕				1,56									
5	Configuracion de la maquina			→			15,62		Esperar a que la maquina se estabilice							
6	Proceso de obtención de rollos		↕				11,00		2 Operario - Control de la maquina							
7	Cortar y sacar rollos del proceso maquina		↕				0,47		3 Operario - Control de rollos							
8	Pesar y llevar control de rollos		↕				0,36		3 Operario - Control de rollos							
9	Trasladar rollo a almacenamiento temporal		↕				0,50	16,55	3 Operario - Control de rollos							
10	Almacenamiento temporal						0,00		Se almacena por 1 turno o un día							
TOTAL		6	2	1	1	1	62,30	53,55								

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Figura 18: Diagrama de flujo operaciones del proceso 2 "Propuesta"



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Tabla 31: Cursograma analítico del proceso 2 - Material "Propuesta"

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO 2 - MATERIAL "PROPUESTA"									
		DETALLES			RESUMEN DE METODOLOGIA PROPUESTA				
		Área:	Producción		Actividad	No.	Distancia	Tiempo	
		Proceso:	Elaboración de protectores		Operación	4		2,53	
		Lugar:	Planta de producción		Transporte	0		0,00	
		Maquinas:	Cortadora de foam		Inspección	1		0,07	
		Operarios:	4 Trabajadores		Demora	0		0,00	
Producto:	Protectores Semicirculares		Almacenamiento	1		0,00			
TOTAL					6	0	2,60		
No.	Actividades	Símbolos					Tiempo (min)	Distancia (m)	Observaciones
		●	➔	■	◐	▼			
1	Almacenamiento temporal					0,00			
2	Alimentar cortadora de foam con rollos	●				0,55			
3	Cortar lamina de rollo y obtención de producto	▼				1,25		Mientras se produce y se ubican los protectores en la	
4	Ubicar protectores en mesa e inspeccion del producto	▼	➔			0,14		mesa se verifica la calidad del mismo.	
5	Enfundar protectores semicirculares	●				0,66			
TOTAL		4	1	1	0	1	2,60	0,00	

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Con los diagramas propuestos se realizan reducciones significativas en los procesos:

- En el proceso 1, se tiene una reducción de T-1 y el traslado de 2.5 metros a la O-6, en donde se estandariza la elaboración de rollos en 11 minutos. Teniendo en este proceso un tiempo total de 62.30 minutos y 53.55 metros recorridos. Se realizó una reducción de tiempo y espacio en este proceso.
- En el proceso 2, se elimina el T-1 y la D-1 teniendo una reducción de 1.8 minutos. Al no contar con paros en la producción por arreglos de la lámina o averías de la máquina se pasa de tener en la O-2 un tiempo de corte de 2.01 minutos a 1.25 minutos. Al contar con otro enfundador el tiempo por enfundar pasa de ser 1.31 a 0.66 minutos para enfundar y tener el producto terminado listo. Pasando de tener un tiempo por producto terminado de 5.81 a tener un tiempo de 2.60 minutos por producto terminado.

En los Anexos 26 y 27 se tiene el diagrama de recorrido de los dos procesos permitiéndonos tener una perspectiva grafica del lugar de trabajo y el trayecto de la materia y trabajadores dependiendo las funciones que tenga el personal de trabajo con el material y posteriormente con el producto terminado.

4.3.7. Takt time propuesto

Para el cálculo de la velocidad de producción que se debe tener al momento de producir las unidades planeadas se tienen los siguientes datos:

Tabla 32: Datos para el takt time

Detalle	Tiempo	Unidades
Tiempo total	720,00	minutos
Tiempo disponible	650,00	minutos
Tiempo planeado	70,00	minutos

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Ecuación 23: Calculo del takt time propuesto

$$Takt\ time = \frac{Tiempo\ disponible}{Demanda}$$

FUENTE: [28]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

$$Takt\ time = \frac{650\ min}{250\ fundas}$$

$$Takt\ time = 2.60\ mint * funda$$

Para producir 250 fundas es necesario realizarlas en 2.60 minutos, siendo el tiempo que ahora se tiene para producir una funda de protectores semicirculares, como se muestra en la tabla 31 del cursograma analítico del proceso 2, en base a nuestra propuesta se tiene un total de 2.60 minutos que es al iniciar la producción hasta el momento en que sale la primera funda.

Mediante los tiempos mostrados en la tabla 31 y con el cálculo del takt time propuesto se puede determinar, que se llegarían a cumplir las 250 fundas, sin problema durante una jornada laboral. En el caso de que se llegara a aumentar la velocidad se reduciría el tiempo de elaboración de producto terminado llegando a realizar más protectores.

4.3.8. Comparación proceso actual y proceso propuesto

Para identificar que se ha realizado en la propuesta de mejora, se muestra en la siguiente tabla en donde se muestran los tiempos, metros y actividades que se han logrado optimizar.

Tabla 33: Cuadro Comparativo del proceso 1

CUADRO COMPARATIVO DEL PROCESO 1						
DETALLES	METODOLOGIA ACTUAL			METODOLOGIA PROPUESTA		
	No.	Tiempo	Distancia	No.	Tiempo	Distancia
Operación	6	16,42		6	17,53	
Transporte	3	8,07	64,8	2	6,6	53,55
Inspección	1	0,36		1	0,36	
Demora	1	15,62		1	15,62	
Almacenamiento	1	22,2		1	22,2	
TOTAL	12	62,67	64,8	11	62,3	53,55

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO**ELABORADO POR:** GOMEZ MARCO. (2021)

En el primer proceso actualmente se tiene un tiempo de 62.67 minutos con un recorrido de 64.8 metros debido a los traslados y el espacio y distribución de la planta, con la propuesta de mejora se logra reducir el tiempo a 62.3 recorriendo 53.55 metros. Teniendo la reducción de 0.37 minutos y 11.25 metros en este proceso por la eliminación de T-2 y con la redistribución de espacio que permitió reducir los metros del T-1 de 41.30 metros a 37 metros.

Tabla 34: Cuadro comparativo del proceso 2

CUADRO COMPARATIVO DEL PROCESO 2						
DETALLES	METODOLOGIA ACTUAL			METODOLOGIA PROPUESTA		
	No.	Tiempo	Distancia	No.	Tiempo	Distancia
Operación	4	3,94		4	2,53	
Transporte	1	0,95	9,50	0	0	0
Inspección	1	0,07		1	0,07	
Demora	1	0,85		0	0	
Almacenamiento	1	0,00		1	0	
TOTAL	8	5,81	9,50	6	2,6	0

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO**ELABORADO POR:** GOMEZ MARCO. (2021)

En el segundo proceso se tiene un tiempo de 5.81 minutos por producto terminado, con recorrido de 9.5 metros, con la redistribución realizada y el estudio de métodos y tiempos para la propuesta de mejora se tiene un tiempo de 2.60 minutos por producto terminado recorriendo 0 metros. Teniendo una reducción de 9.81 minutos a 2.6 minutos, reduciendo a cero los 9.5 metros que se recorren en el segundo proceso. En donde eliminamos el T-1 y la D-1 reduciendo 1.8 minutos. En las operaciones se realizó la reducción de tiempo en la O-2, pasando de tener 2.01 a tener 1.25, ya que antes se generan paros en la producción y el tiempo en que se paraba la máquina por producto terminado es de 0.76 minutos, al contar con otro personal de trabajo siendo el TC-5 se logran evitar los paros en el proceso.

4.3.8.1. Comparación de takt time actual y propuesto

El takt time es la velocidad de producción que se tiene por la elaboración de un bien o servicio, se cuenta con una disponibilidad de tiempo de 650 minutos por jornada laboral.

Contando en el proceso actual con un takt time de 5.81 elaborando 135 fundas en 650 minutos, mientras con 2.60 minutos por funda en 650 minutos se laboran 250 fundas.

Tabla 35: Comparación del takt time actual y propuesto

DETALLES	TIEMPO DISPONIBLE (MIN)	PRODUCCION POR JORNADA (FUNDAS)	FUNDA POR MINUTO
PROCESO ACTUAL	650	135	4,81
PROPUESTA	650	250	2,6

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

4.3.9. Comparación de costos de producción y venta

Con el costo de producción se logrará saber cuánto cuesta producir y con el costo de venta se conseguirá determinar la utilidad que la empresa genera al producir los protectores semicirculares.

4.3.9.1. Costo de producción y venta "Proceso actual"

Actualmente en la empresa para la producción de 100,00.00 unidades de producto terminado, se tiene un costo de producción por materia prima, por maquinaria y por mano de obra, con esto se logra determinar el costo de producción y la ganancia que se obtendrá.

Tabla 36: Costo de materia prima "Proceso Actual"

DESCRIPCIÓN MATERIA PRIMA	CANTIDAD DE UNIDAD (KG)	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Polietileno De Baja Densidad	1861	\$ 1,417362	\$ 2.637,71
Parafina	35	\$ 3,189838	\$ 111,64
Colorante Verde	12	\$ 3,140013	\$ 37,68
Glp	250	\$ 0,582940	\$ 145,74
Talco Industrial	7	\$ 0,976553	\$ 6,84
Colorante Uv	1,5	\$ 4,507672	\$ 6,76
Fundas Para Empaque	1303	\$ 0,073096	\$ 95,24
TOTAL			\$ 3.041,61

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Tabla 37: Costo de Maquinaria "Proceso Actual"

DESCRIPCIÓN MÁQUINARIA	CANTIDAD DE UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Máquina	100000	\$ 0,000740	\$ 74,00
TOTAL			\$ 74,00

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Tabla 38: Costo de Mano de Obra "Proceso Actual"

DESCRIPCIÓN MANO DE OBRA	COSTO * JORNADA	JORNADA	COSTO TOTAL
Operador De Laminadora De Foam	\$ 20,88	2	\$ 41,76
Alimentar maquinaria	\$ 20,88	2	\$ 41,76
Encargado De Rollos	\$ 20,88	2	\$ 41,76
Operador De Cortadora De Foam	\$ 20,88	2	\$ 41,76
Ayudante Cortadora De Foam	\$ 20,88	2	\$ 41,76
Carrilador	\$ 20,88	2	\$ 41,76
Enfundador	\$ 20,88	2	\$ 41,76
TOTAL			\$ 292,32

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO**ELABORADO POR:** GOMEZ MARCO. (2021)**Tabla 39:** Costo de Producción "Proceso Actual"

DESCRIPCIÓN	PRODUCCIÓN	COSTO TOTAL
Costo De Materia Prima		\$ 3.041,61
Costo De maquinaria	100,000.00 Unidades	\$ 74,00
Costo De Mano De Obra		\$ 292,32
COSTO DE PRODUCCIÓN		\$ 3.407,93

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO**ELABORADO POR:** GOMEZ MARCO. (2021)**Tabla 40:** Precio de venta "Proceso Actual"

PRODUCTO	PVP * PRESENTACIÓN	PRESENTACIÓN	PRODUCTO TERMINADO	PVP TOTAL
Protectores semicirculares	\$ 23,65	400 Unidades	250	\$ 5.912,50

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO**ELABORADO POR:** GOMEZ MARCO. (2021)**Tabla 41:** Utilidad "Proceso Actual"

COSTO DE PRODUCCIÓN	PRECIO DE VENTA	UTILIDAD
\$ 3.407,93	\$ 5.912,50	\$ 2.504,57

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO**ELABORADO POR:** GOMEZ MARCO. (2021)

En el proceso actual para la elaboración de 100,000.00 protectores semicirculares se tiene un costo de producción de \$ 3407.93 la presentación de venta al público es de 400 unidades con un costo de \$ 23.65 teniendo un total de 250 fundas de producto terminado lo que permite tener un ingreso a la empresa de \$ 5912.50 teniendo una utilidad de \$ 2504.57 por la producción realizada.

Se debe tener en cuenta que la producción por jornada laboral es de 135 fundas en 12 horas laborales teniendo un takt time de 4.81 minutos por funda de producto terminado, para la producción de 250 fundas se necesitan dos jornadas laborales. En una jornada se laboran 135 fundas y en la segunda jornada elaboran 115 fundas realizando esta producción en 9.22 horas, pero ya que los trabajadores no se pueden retirar al haber acabado su producción tienen que esperar a que termine la jornada laboral de 12 horas cobrando sus \$ 20.88 por jornada laboral. En donde para producir las 250 fundas se tendrá un costo por jornada de \$ 146.16, al tener que laborar dos jornadas el costo se duplica, pasando a tener un costo por mano de obra \$ 292.32.

4.3.9.2. Costo de producción y venta “Propuesta”

Para el plan de mejora propuesto para la empresa el costo de materia prima y el de maquinaria seguirá siendo el mismo que el actual de \$ 3041.61 y \$ 74 respectivamente, el costo por mano de obra cambiará ya que para la elaboración de 250 fundas se necesita solo una jornada laboral ya que el takt time propuesto de 2.60 minutos por producto terminado nos permite elaborar 250 fundas, que con el cursograma analítico de la Tabla 31 nos indica las actividades que llevara a cabo y sus respectivos tiempos por producto terminado.

Tabla 42: Costo de Mano de Obra "Propuesta"

DESCRIPCIÓN MANO DE OBRA	COSTO * JORNADA	JORNADAS	COSTO TOTAL
Operador De Laminadora De Foam	\$ 20,88	1	\$ 20,88
Alimentar Maquinaria	\$ 20,88	1	\$ 20,88
Encargado De Rollos	\$ 20,88	1	\$ 20,88
Operador De Cortadora De Foam	\$ 20,88	1	\$ 20,88
Ayudante Cortadora De Foam	\$ 20,88	1	\$ 20,88
Carrilador	\$ 20,88	1	\$ 20,88
Enfundador	\$ 20,88	1	\$ 20,88
TOTAL			\$ 146,16

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO**ELABORADO POR:** GOMEZ MARCO. (2021)**Tabla 43:** Costo de Producción "Propuesta"

DESCRIPCIÓN	PRODUCCIÓN	COSTO TOTAL
Costo De Materia Prima	100,000.00	\$ 3.041,61
Costo De Maquinaria	Unidades	\$ 74,00
Costo De Mano De Obra		\$ 146,16
COSTO DE PRODUCCIÓN		\$ 3.261,77

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO**ELABORADO POR:** GOMEZ MARCO. (2021)

El precio de venta seguirá siendo el mismo teniendo un ingreso de \$ 5912.50 por la elaboración de 100000 protectores semicirculares.

Tabla 44: Utilidad "Propuesta"

COSTO DE PRODUCCIÓN	COSTO DE VENTA	UTILIDAD
\$ 3.261,77	\$ 5.912,50	\$ 2.650,73

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO**ELABORADO POR:** GOMEZ MARCO. (2021)

Para el proceso de elaboración de protectores semicirculares mediante el plan de mejora propuesto se tiene un costo de producción de \$ 3261.77 obteniendo ingresos por la venta de las unidades fabricadas será de \$ 5912.5 lo que le permitirá a la empresa tener una utilidad de \$ 2650.73.

4.3.9.3. Comparación de costos proceso actual y propuesta

Tabla 45: Comparación de costos proceso actual y propuesta

DETALLES	COSTO DE PRODUCCIÓN		COSTO DE VENTA		UTILIDAD
Proceso Actual	\$	3.407,93	\$	5.912,50	\$ 2.504,57
Propuesta	\$	3.261,77	\$	5.912,50	\$ 2.650,73

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

El proceso actual tiene un costo de producción de \$ 3407.93 ventas de \$ 5912.50 con una ganancia de 2504.57, mientras en la propuesta tenemos un costo de producción de \$ 3261.7 el costo de venta es el mismo pero la ganancia mayor teniendo una utilidad de \$ 2650.73.

Con el plan de mejora propuesto se generará una reducción en el costo de producción al siendo este de \$ 146.16 lo que se verá reflejado como ganancia para la empresa. Esto debiéndose a la reducción de 2 jornadas a 1 elaborando en ella 250 fundas y no 135 como se venía realizando antes.

Semanalmente se tiene que realizan producciones variables, es por ello que no siempre tienen la misma cantidad de producción realiza por semana y por mes.

Tabla 46: Producciones realizadas mensualmente

NOVIEMBRE		DICIEMBRE		ENERO	
Semana	Producciones	Semana	Producciones	Semana	Producciones
1	4	1	3	1	3
2	4	2	3	2	4
3	4	3	4	3	4
4	4	4	4	4	4
TOTAL	16	TOTAL	14	TOTAL	15

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

En promedio tiene 15 producciones mensuales que es lo que se realiza actualmente, en la siguiente tabla se muestra el costo de producción actual y el propuesto.

Tabla 47: Reducción del costo de producción

Detalles	Producciones	Costo de producción	Costo total
Proceso Actual	15	\$ 3.407,93	\$ 51.118,97
Propuesta	15	\$ 3.261,77	\$ 48.926,57
Reducción			\$ 2.192,40

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

En un mes de producción de protectores semicirculares se tendrá un ahorro de \$ 2192.40 que se convertida en ganancia para la empresa por un mes de producción.

4.3.10. Productividad

La productividad que tiene la empresa en estos momentos es de:

Ecuación 24: Productividad del “Proceso actual”

$$Productividad\ proceso\ actual = \frac{5912.50}{3407.93}$$

$$Productividad\ proceso\ actual = 1.73$$

- Por cada dólar invertido se gana \$ 1.73 en el proceso actual.

La productividad que se tiene en base a la propuesta de mejora será de:

Ecuación 25: Productividad "Propuesta"

$$Productividad\ propuesta = \frac{5912.50}{3261.77}$$

$$Productividad\ propuesta = 1.81$$

- Por cada dólar invertido se gana \$ 1.81 con las mejoras realizadas en el proceso investigado.

La tasa de variación de la productividad que se tendrá ahora es de:

Ecuación 26: Tasa de variación de productividad

$$TP = \frac{1.81 - 1.73}{1.73} * 100$$

$$TP = 4.62\%$$

- Se tiene un aumento de productividad del 4.62% debido a la reducción en el costo de producción generando una mayor utilidad a la empresa.

La producción diaria que se realiza en la empresa es de 135 fundas por jornada laboral, con nuestra propuesta de mejora se busca producir 250 fundas por jornada laboral.

Ecuación 27: Tasa de variación de producción

$$P = \frac{250 - 135}{135} * 100$$

$$TP = 85.19\%$$

Con la propuesta de mejora se llegarían a cumplir 250 fundas de producto terminado que equivalen a 100000 unidades de protectores semicirculares en una jornada laboral de 12 horas, actualmente se producen 135 fundas de producto terminado siendo 54000 protectores el incremento que se tendrá en la producción por jornada laboral será del 85.19% al elaborar protectores semicirculares. Pasando de elaborar 135 fundas a realizar 250 en el mismo tiempo.

4.4. Discusión

La presente investigación se realiza en el área de producción de la empresa Servipaxa, realizando la investigación en la elaboración de protectores semicirculares con el objetivo de elaborar un plan de mejora mediante el análisis de mudas.

La elaboración de protectores semicirculares se desarrolla a partir de dos procesos:

- El primero en donde se desarrolla las láminas de foam siendo los rollos participan 3 operadores las actividades de dos de ellos no están estandarizadas encontrándose con la máquina no en las mejores condiciones generando producto defectuoso y merma al arrancar la máquina y durante el proceso.
- En el segundo se realiza el corte de los protectores semicirculares interviniendo 4 operadores, realizando 10 actividades en este proceso hasta que la producción de 135 fundas sea almacenada en la bodega de producto terminado se carece una estandarización estudio de métodos y tiempo para el proceso.

El libro Lean Company más allá de la manufactura escrito por Luis Socconini [28], indica que el análisis de mudas es importante para la identificación y eliminación de desperdicios [28]. Las mudas también conocidas por desperdicio es la principal fuente de reducción de la productividad radica en los desperdicios, por lo que, si somos capaces de reconocerlos y eliminarlos, inmediatamente lograremos mejores niveles de productividad. [28]

- La sobreproducción y sobreinventario que se realiza en la empresa se debe a la desconfianza que se tiene en las máquinas, las mismas que generan productos defectuosos, el gran número de transportes realizados en estos dos procesos es al inadecuado diseño y aprovechamiento que se tiene de las instalaciones en la planta

teniendo un total de 4 transportes en los dos procesos que toman un tiempo de 9.02 minutos recorriendo 74.3 metros.

- Las esperas que se tienen en el primer proceso nos indican que mientras labora la máquina el trabajador permanece ocioso, mediante el diagrama hombre-máquina se determinó el porcentaje de utilización siendo del 23% y 17% indicándonos que permanecen gran parte del tiempo ociosos debido a las esperas que tienen, siendo el de cargar material a la máquina y esperar que este sea consumido y el de sacar el rollo de la máquina, la cual, tiene una utilización del 100%. En el segundo proceso la máquina tiene una utilización del 45% en donde tres de los trabajadores tienen un margen del 69%, 73% y 94% no llegando al 100% debido a los paros que se realizan continuamente al arreglar las láminas o agregar rollos, es por ello la baja utilización de la cortadora de foam ya que permaneció ociosa el 55%.

La propuesta de la nueva distribución en la planta permite reducir el espacio y tiempo de traslado recorriendo 74.3 metros en 9.02 minutos, pasando a recorrer 53.55 metros en 6.6 minutos, pasando de tener 4 transportes a 2 transportes.

Contando con dos operadores que permanecen el 77% y 83% ociosos es necesario dejar de contar con ellos en este proceso y trabajar con uno siendo el operador, el cual se puede dar abasto en este proceso, ya que solo deberá cargar la máquina de material durante cada hora y sacar el rollo de la máquina, pesarlo y trasladarlo al almacenamiento de rollos cada 11 minutos. Con los dos operadores TL-1 y TL-3 que permanecían ociosos en el primer proceso pasaran al proceso dos, donde se realiza la elaboración de protectores semicirculares aumentando el margen de utilización de la máquina pasando de haber estado en 45% a tener un 99% de utilización ya que se contara con 6 trabajadores, se eliminaran los paros por arreglo de láminas o agregación de rollos, dedicándose a ello el TC-5, con ayuda del TC-6, permitiendo producir protectores semicirculares sin parar. Contando con 6 trabajadores en el segundo proceso se llevará a cabo la producción de 250 fundas que mediante el takt time de 2.60 minutos por funda y el cursograma analítico los tiempos dan perfectamente para realizar esta producción de 100000 protectores semicirculares siendo 250 fundas de producto terminado durante la jornada laboral.

El costo de producción por la elaboración de 100,000.00 protectores semicirculares es de \$ 3407.93 y su precio de venta de \$ 5912.50 teniendo una utilidad de \$ 2504.57, con el plan de mejorase reduce el costo de producción a \$ 3261.77 el costo de venta será el mismo y la ganancia aumentará llegando a ser \$ 2605.73.

La ganancia que se tiene actualmente por dólar invertido es de \$ 1.73 en la propuesta de mejora por dólar invertido la ganancia es de \$ 1.81 teniendo un incremento del 4.62%. la producción que se realiza en una jornada es de 135 con el plan de mejora se producirán 250 teniendo un incremento del 85.19% en la producción.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La observación del proceso, permitió identificar y describir la situación actual de cómo se encuentra la elaboración de protectores semicirculares, en donde las operaciones de alimentación a la máquina y el sacar rollos de la máquina, no cuentan con una estandarización, realizando el ingreso de materia prima en cualquier momento y sacando los rollos producidos cuando se creyera conveniente por parte de los trabajadores TL-1 y TL-3.
- La identificación de las mudas permitió conocer que la sobreproducción y sobre inventario generado en la empresa se debe a la desconfianza que se tiene en las máquinas, careciendo de un plan de mantenimiento preventivo y solo realizando mantenimientos correctivos cuando las máquinas se encuentran en las peores condiciones parando la producción por días. Los procesos innecesarios se generan por falta de otro trabajador o una mejor infraestructura. Las esperas que se tienen en el primer proceso fueron demostradas mediante el diagrama hombre-máquina permitiendo notar que TL-1 y TL-3 permanecen ociosos en un 77% y 83% respectivamente ya que la máquina permanece trabajando y los dos trabajadores no. En el segundo proceso, se generaba un paro en la producción cuando se agregaban rollos y arreglaban laminas por parte del carrilador, donde la maquina permanece improductiva en un 55%.
- La realización de una nueva distribución en la planta y el estudio de métodos de trabajo y tiempos, permite reducir los tiempos de traslado, eliminar traslados y reducción de tiempos en actividades llevadas a cabo en cada uno de los dos procesos. Debido a la ociosidad que tenían el TL-1 y TL-3 en el primer proceso pasaran a laborar en el segundo proceso aumentando la producción de 135 fundas a 250 fundas, con un takt time de 2.60 minutos por funda, ya que con estos 2 trabajadores se elimina la demora de enfundado y los paros en el proceso. El costo de producción tiene una reducción de \$ 146.16 que al mes se tendría un ahorro de \$ 2192.40, ya que antes para producir 250 fundas se necesitaban dos jornadas laborales y ahora solo se necesita una jornada para realizar esta producción. Se tendrá un incremento en la productividad del 4.62% y un aumento en la producción del 85.19%.

5.2. Recomendaciones

- Es necesario contar con un plan de mantenimiento preventivo, de esta manera se evita los paros en la producción por la realización de mantenimientos correctivos que duran días hasta ser solucionados.
- Estandarización del ingreso de material a la máquina laminadora de foam llenándola durante cada hora siendo este el tiempo en el cual se consume el material en proceso, la elaboración de rollos debe tener un tiempo de 11 minutos permitiendo de esta manera tener rollos de 20 kg, evitando tener rollos de diferentes pesos.
- Para reducir los tiempos de traslado y espacio recorrido se sigue la implementación de la nueva distribución de la planta lo que permite un recorrido óptimo para el material y operarios que están involucrados en este proceso.
- Es necesario tener una estandarización en los tiempos de producción, se puede producir cantidades de productos en jornadas de 8 horas y no de 12 horas, reduciendo de esta manera el costo de mano de obra. Con la estandarización de tiempo se sabrá cuanto se puede producir en un determinado tiempo.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

- [1] L. Cuatrecasas, Diseño avanzado de Procesos y Plantas de Produccion Flexible, Barcelona: Profit Editorial y Bresca Editorial, 2009.
- [2] J. P. P. y. M. Merino., «Definicion de Tarea,» Definicion.de, 2014. [En línea]. Available: <https://definicion.de/tarea/>. [Último acceso: 15 Enero 2021].
- [3] J. R. S. Gomez, Introducción a la Ingenieria Industrial, Estado de México: RED TERCER MILENIO S.C, 2012.
- [4] A. F. Benjamin W. Niebel, Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo, Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2009.
- [5] Conceptodefinicion.de, «Concepto de Plan,» Conceptodefinicion.de, 18 Julio 2019. [En línea]. Available: <https://conceptodefinicion.de/plan/>. [Último acceso: 15 Enero 2021].
- [6] M. E. Raffino, «Concepto de Diagnostico,» Concepto.de, 12 Septiembre 2020. [En línea]. Available: <https://concepto.de/diagnostico/>. [Último acceso: 15 Enero 2021].
- [7] G. Westreicher, «Definicion de Optimización,» Economipedia, 24 Mayo 2020. [En línea]. Available: <https://economipedia.com/definiciones/optimizacion.html>. [Último acceso: 15 Enero 2021].
- [8] M. E. Raffino., «Concepto de Materia prima,» Concepto.de., 20 Julio 2020. [En línea]. Available: <https://concepto.de/materia-prima/>. [Último acceso: 15 Enero 2021].
- [9] S. N. Chapman, Planificación y Control de la Producción, México: PEARSON EDUCACIÓN, 2006.
- [10] O. C. A. T. J. F. H. Naim Caba Villalobos, Gestion de la Produccion y Operaciones, Barranquilla: Corporación para la Gestión del Conocimiento Asesores del 2000 , 2011.
- [11] V. A. Hernández Juan, Lean Manufacturing Conceptos, técnicas e implementación, Madrid: Escuela de organización Industrial, 2013.
- [12] J. L. S. Manuel Rajadell, Lean Manufacturing La evidencia de una necesidad, Madrid: Diaz de Santos, 2010.
- [13] L. Socconini, Lean Manufacturing Paso a Paso, Valencia, 558 - 08026 Barcelona: Marge Books, 2019.
- [14] R. B. C. -. F. R. J. -. N. J. Aquilano, Administración de operaciones producción y cadena de suministros, Mexico, D.F.: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2009.

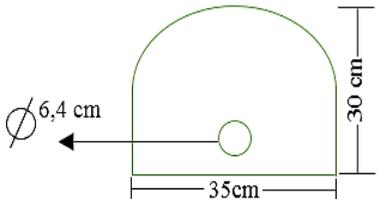
- [15] D. Locher, Lean office, Barcelona: Profit Editorial, 2017.
- [16] P. A. Luis, Ingeniería de métodos movimientos y tiempos, Bogotá: ECOE EDICIONES, 2016.
- [17] B. S. López, «Estudio de Tiempos,» Ingeniería Industrial online.com, 25 Junio 2019. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/que-es-el-estudio-de-tiempos/>. [Último acceso: 12 Diciembre 2020].
- [18] Benjamin, Ingeniería Industrial de Niebel Métodos, estándares y diseño del trabajo, Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014.
- [19] B. S. López, «Herramientas para el estudio de tiempos,» Ingeniería Industrial Online.Com, 26 Junio 2019. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/herramientas-para-el-estudio-de-tiempos/>. [Último acceso: 12 Diciembre 2021].
- [20] B. S. López, «Selección del trabajo y etapa de estudio de tiempos,» Ingeniería Industrial Online.Com, 26 Junio 2019. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/seleccion-del-trabajo-y-etapas-del-estudio-de-tiempos/>. [Último acceso: 12 Diciembre 2021].
- [21] B. S. López, «Cronometraje del trabajador,» Ingeniería Industrial Online.com, 26 Junio 2019. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/cronometraje-del-trabajo/>. [Último acceso: 12 Diciembre 2021].
- [22] B. S. López, «Cálculo del número de observaciones,» Ingeniería Industrial Online.Com, 26 Junio 2019. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/calculo-del-numero-de-observaciones/>. [Último acceso: 16 Enero 2021].
- [23] B. S. López, «Valoración del ritmo de trabajo,» Ingeniería Industrial Online.com, 26 Junio 2019. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/valoracion-del-ritmo-de-trabajo/>. [Último acceso: 16 Enero 2021].
- [24] B. S. López, «Suplementos del estudio de tiempos,» Ingeniería Industrial Online.Com, 28 Junio 2019. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/suplementos-del-estudio-de-tiempos/>. [Último acceso: 16 Enero 2021].
- [25] B. S. López, «Cálculo del tiempo estándar,» Ingeniería Industrial Online.com, 28 Junio 2019. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/calculo-del-tiempo-estandar-o-tiempo-tipo/>. [Último acceso: 16 Enero 2021].
- [26] P. Belohlavek., OEE Overall Equipment Effectiveness, Buenos Aires, Argentina.: Blue Eagle Group, 2006.

- [27] B. S. López, «OEE Eficiencia global de los equipos,» Ingeniería Industrial Online.Com, 4 Noviembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-mantenimiento/eficiencia-global-de-los-equipos-oe/>. [Último acceso: 18 Febrero 2021].
- [28] L. V. Socconini, Lean Company más allá de la manufactura, València, 558 – 08026 Barcelona: ICG Marge, SL, 2019.
- [29] B. R. Jay Heirzer, Principios de Administración de Operaciones, Mexico: Pearson Educación, 2009.

CAPITULO VII

ANEXOS

Anexo 1: Ficha técnica de protector semicircular

		Dirección: Km 1 vía a Valencia Ciudad: Quevedo Teléfono: 052780254 Website: www.servipaxa.com	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		Ficha N°: 1	
PRODUCTO : PROTECTOR SEMICIRCULAR		VISTA SUPERIOR DEL PRODUCTO	
DIMENSIONES			
Ancho	35 cm		
Largo	30 cm		
Espesor	5 mm		
Color	Verde		
Diametro de perforación	64 mm		
PRESENTACIÓN	Fundas de 400 unidades		
TIPO DE MATERIAL	Poliétileno de baja densidad		
ALMACENAMIENTO	Temperatura ambiente		
CARACTERÍSTICA DEL PRODUCTO	Posee ondulación en la parte superior		
CARACTERÍSTICAS DE APLICACIÓN:	Apto para ser utilizado en la protección del banano		
Nota: Perforaciones de acuerdo a las especificaciones del cliente.			
	Reciclable		

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

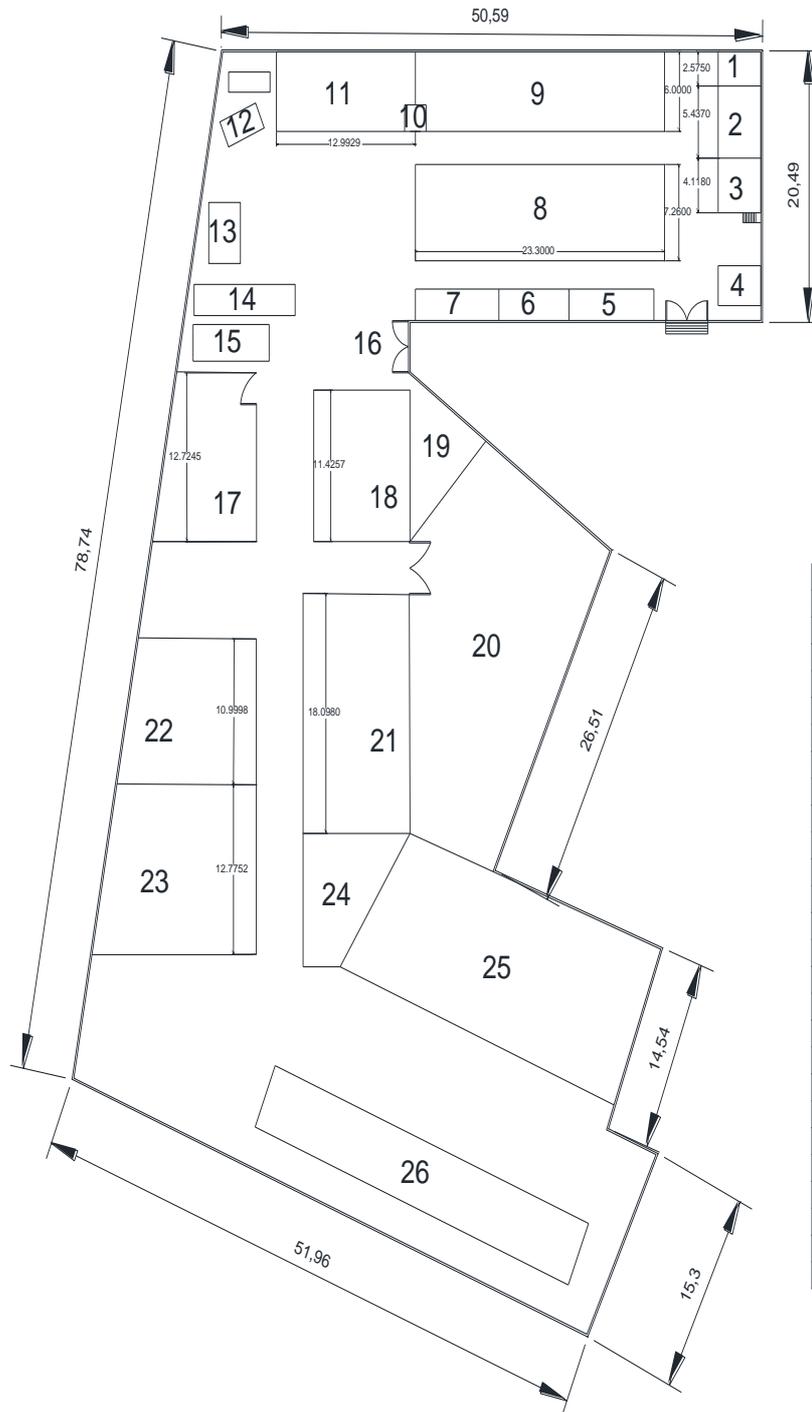
Anexo 2: Estudio de tiempos del Proceso 1 y 2

ESTUDIO DE TIEMPOS (PROCESO 1)																					
No.	ELEMENTO	VALORACIÓN	TIEMPO OBSERVADO EN MINUTOS													T.O	T.N	SUPL. %	T. ESTÁNDAR		
			T1	T2	T3	T4	T5	n	T	T	T	T	T	T	T						
1	Recepción de materia prima	1	19,00	20,00	18,50	19,45	19,50	1	19,36									19,3	19,3	0,2	22,2
2	Traslado de materia al proceso	1	5,23	6,02	5,58	5,37	5,47	4	5,32	5,41	5,45	5,48						5,5	5,5	0,4	7,4
4	Mezclar materia prima	1	3,45	3,55	3,58	3,49	3,37	1	3,25									3,5	3,5	0,3	4,5
5	Ingreso de materia prima a la maquina	1	1,58	1,52	1,56	1,37	1,41	5	1,72	1,27	1,35	1,49	1,56	1,39				1,5	1,5	0,1	1,6
6	Configuración de la maquina	1	15,50	13,30	14,52	13,48	14,38	5	15,25	14,37	15,49	15,53	15,17					14,7	14,7	0,1	15,6
7	Proceso de obtención de rollos	1	10,35	11,29	12,15	10,10	11,37	7	9,10	7,09	8,55	10,23	9,45	8,56	12,00			9,9	9,9	0,0	9,9
8	Cortar y sacar rollos del proceso maquina	1	0,35	0,38	0,41	0,42	0,37	7	0,37	0,44	0,48	0,36	0,45	0,35	0,39			0,4	0,4	0,2	0,5
9	Trasladar rollo a pesadora	1	0,08	0,08	0,09	0,08	0,09	5	0,07	0,08	0,07	0,09	0,06					0,1	0,1	0,1	0,1
10	Pesar y llevar control de rollos	1	0,37	0,35	0,38	0,33	0,34	4	0,32	0,39	0,37	0,35						0,4	0,4	0,0	0,4
11	Trasladar rollo a almacenamiento temporal	1	0,54	0,49	0,52	0,54	0,57	4	0,44	0,48	0,52	0,57						0,5	0,5	0,1	0,6
12	Almacenamiento temporal	1	0	0,00	0,00	0,00	0,00	-										0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL																	55,7	55,7		62,7	
ESTUDIO DE TIEMPOS (PROCESO 2)																					
No.	ELEMENTO	VALORACIÓN	TIEMPO OBSERVADO EN MINUTOS													T.O	T.N	SUPL. %	T. ESTÁNDAR		
			T1	T2	T3	T4	T5	n	T	T	T	T	T	T	T						
1	Almacenamiento Temporal	-						-										-	-	-	
2	Transportar rollo a cortadora de foam	1	0,89	0,89	0,85	0,87	0,86	1	0,85									0,9	0,9	9,00%	0,95
3	Alimentar cortadora de foam con rollos	1	0,45	0,47	0,42	0,50	0,47	5	0,52	0,54	0,58	0,57	0,55					0,5	0,5	9,00%	0,55
4	Cortar lamina de rollo y obtención de producto	1,25	1,01	1,15	1,08	1,18	1,12	5	1,18	1,10	1,01	1,10	1,14					1,1	1,4	45,00%	2,01
5	Ubicar protectores en mesa e inspeccion del producto	1,25	0,10	0,11	0,10	0,11	0,10	4	0,10	0,10	0,11	0,11						0,1	0,1	10,00%	0,14
6	Demora al momento de enfundar	1	0,95	0,85	0,87	0,90	0,78	7	0,78	0,80	0,79	0,81	0,80	0,82	0,80			0,8	0,8	3,00%	0,85
7	Enfundar protectores semicirculares	1	1,10	1,35	1,25	1,23	1,20	7	1,35	1,45	1,00	1,32	1,40	1,27	1,34			1,3	1,3	3,00%	1,31
TOTAL																	4,7	5,0		5,81	

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Anexo 3: Layout de la Planta Servipaxa S.A

LAYOUT DE PLANTA SERVIPAXA S.A

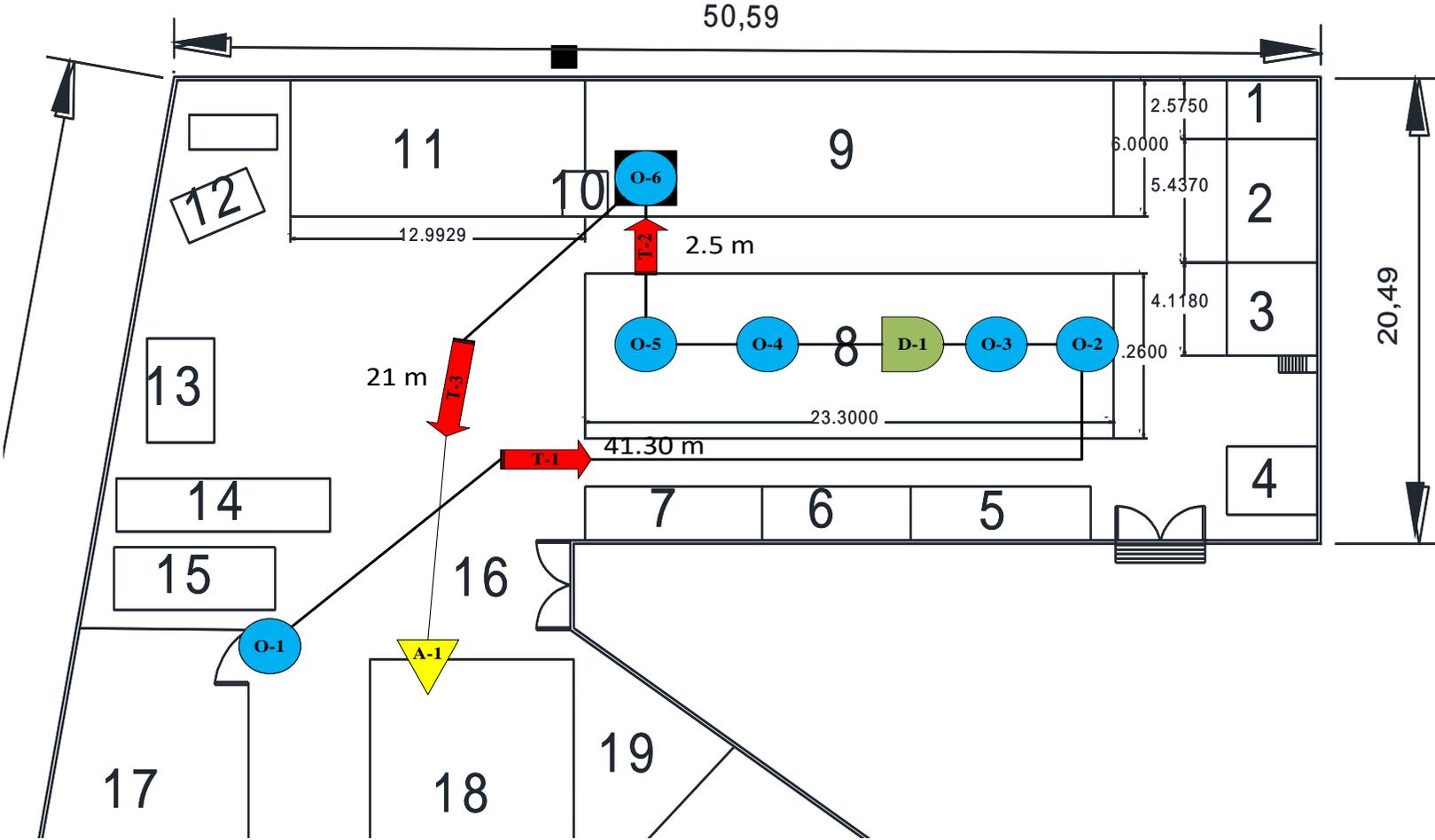


DISTRIBUCIÓN	
1	Baño
2	Actividades mecanicas
3	Bodega de herramientas y Oficina
4	Tanque de GLP
5	Empaquetado de cintas
6	Maquinas de control
7	Almacenamiento de rollos/fundas
8	Laminadora de Foam
9	Extrusoras (3)
10	Balanza Industrial
11	Area de acabado
12	Fundas para protectores
13	Area de mezclado
14	Almacenamiento en proceso rollos
15	Cortadora de foam
16	Area de recepción y despacho
17	Bodega de Materia prima
18	Almacenamiento de rollos
19	Bodega de peletizado
20	Bodega de producto terminado
21	Almacenamiento de Protectores S
22	Almacenamiento de Protectores R
23	Almacenamiento de reciclaje
24	Area de cuarentena
25	Area de peletizado
26	Lavadora

ELABORADO: MARCO ANDRES GOMEZ

**FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)**

Anexo 4: Diagrama del recorrido del proceso 1 en la empresa



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
 ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Anexo 6: Diagrama Hombre - Máquina de alimentación de material a la máquina

DIAGRAMA HOMBRE - MÁQUINA					
Tema del diagrama	Alimentación de materia prima en laminadora de foam			Máquina	Laminadora de foam
Comienzo de diagrama	Llenar la tolva			Operador	Encargado del ingreso de material
Término del diagrama	Consumo de material por laminadora de foam				
Operario			Máquina		
Actividad	Tiempo		Actividad	Tiempo	
Mezclar materia prima	4,50		Ocio Necesario	6,06	
Ingresar materia prima en la tolva	1,56		Ocio Necesario		
Ocio Innecesario	5,00		Trabajando	54,8	
Ingresar materia prima en la tolva	1,56		Trabajando		
Ocio Innecesario	7,00		Trabajando		
Ingresar materia prima en la tolva	1,56		Trabajando		
Ocio Innecesario	13,00		Trabajando		
Ingresar materia prima en la tolva	1,56		Trabajando		
Ocio Innecesario	6,00		Trabajando		
Ingresar materia prima en la tolva	1,56		Trabajando		
Ocio Innecesario	12,00		Trabajando		
Ingresar materia prima en la tolva	1,56		Trabajando		
Ocio Innecesario	4,00		Trabajando		

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Anexo 7: Diagrama Hombre - Máquina de obtención de rollos

DIAGRAMA HOMBRE - MÁQUINA					
Tema del diagrama			Obtención de Rollos		
Comienzo de diagrama			Procesamiento de rollo		
Término del diagrama			Sacar rollo de la máquina		
Máquina			Laminadora de foam - Rodillos		
Operador			Encargado de la obtención de rollos		
Operario			Máquina		
Actividad	Tiempo	Carga	Actividad	Tiempo	Carga
Ocio Innecesario	9,10		Procesando rollo	9,10	
Sacar rollo de la máquina, pesar y trasladar	2,07		Procesando rollo	2,07	
Ocio Innecesario	9,22		Procesando rollo	9,22	
Sacar rollo de la máquina, pesar y trasladar	2,07		Procesando rollo	2,07	
Ocio Innecesario	10,08		Procesando rollo	10,08	
Sacar rollo de la máquina, pesar y trasladar	2,07		Procesando rollo	2,07	
Ocio Innecesario	8,03		Procesando rollo	8,03	
Sacar rollo de la máquina, pesar y trasladar	2,07		Procesando rollo	2,07	
Ocio Innecesario	5,02		Procesando rollo	5,02	
Sacar rollo de la máquina, pesar y trasladar	2,07		Procesando rollo	2,07	
Ocio Innecesario	9,30		Procesando rollo	9,30	

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Anexo 8: Diagrama Hombre-Máquina del operador de cortadora de foam

DIAGRAMA HOMBRE - MÁQUINA					
Tema del diagrama	Elaboración de protectores		Máquina	Cortadora de foam	
Comienzo de diagrama	Ingreso de rollos		Operador	Operador de máquina	
Término del diagrama	Protectores semicirculares				
Operario			Máquina		
Actividad	Tiempo		Actividad	Tiempo	
Transportar rollos	18,00				
Ingresar rollos en infraestructura	1,56				
Ocio	4,32		Ocio	4,32	
Configurar máquina	0,41		Configuración	0,41	
Operar cortadora de foam	5,27		Trabajando	5,27	
Ocio	0,41		Ocio	0,41	
Operar cortadora de foam	3,96		Trabajando	3,96	
Ocio	0,22		Ocio	0,22	
Operar cortadora de foam	1,12		Trabajando	1,12	
Añadir rollo en infraestructura	3,40		Ocio	3,40	
Operar cortadora de foam	0,59		Trabajando	0,59	
Ocio	1,24		Ocio	1,24	
Operar cortadora de foam	0,19		Trabajando	0,19	
Ocio	2,31		Avería	2,31	
Operar cortadora de foam	0,37		Trabajando	0,37	
Ocio	0,09		Ocio	0,09	
Operar cortadora de foam	1,09		Trabajando	1,09	
Ocio	0,30		Ocio	0,30	
Operar cortadora de foam	0,20		Trabajando	0,20	
Ocio	0,19		Ocio	0,19	
Operar cortadora de foam	0,10		Trabajando	0,10	
Ocio	0,06		Ocio	0,06	
Operar cortadora de foam	0,24		Trabajando	0,24	
Ocio	0,25		Ocio	0,25	
Inspección de máquina	4,08		Ocio	4,08	
Operar cortadora de foam	2,00		Trabajando	2,00	
Ocio	4,27		Ocio	4,27	
Operar cortadora de foam	1,39		Trabajando	1,39	
Ocio	0,19		Ocio	0,19	
Operar cortadora de foam	3,38		Trabajando	3,38	
Ocio	0,20		Ocio	0,20	
Operar cortadora de foam	7,07		Trabajando	7,07	
Arreglar desperdicio	3,12		Ocio	3,12	
Ocio	9,00		Ocio	9,00	

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Anexo 9: Diagrama Hombre-Máquina del ayudante del operador de la cortadora de foam

DIAGRAMA HOMBRE - MÁQUINA					
Tema del diagrama		Elaboración de protectores		Máquina	Cortadora de foam
Comienzo de diagrama		Ingreso de rollos a la máquina		Operador	Ayudante de operador
Término del diagrama		Protectores semicirculares			
Operario			Máquina		
Actividad	Tiempo		Actividad	Tiempo	
Transportar rollos	18,00				
Ingresar rollos en infraestructura	1,56				
Ocio	4,32		Ocio	4,32	
Ocio	0,41		Configuración	0,41	
Ayudar a operador	5,27		Trabajando	5,27	
Parar	0,41		Ocio	0,41	
Ayudar a operador	3,96		Trabajando	3,96	
Parar	0,22		Ocio	0,22	
Ayudar a operador	1,12		Trabajando	1,12	
Añadir rollo en infraestructura	3,40		Ocio	3,40	
Ayudar a operador	0,59		Trabajando	0,59	
Ocio	1,24		Ocio	1,24	
Ayudar a operador	0,19		Trabajando	0,19	
Ocio	2,31		Avería	2,31	
Ayudar a operador	0,37		Trabajando	0,37	
Ocio	0,09		Ocio	0,09	
Ayudar a operador	1,09		Trabajando	1,09	
Ocio	0,30		Ocio	0,30	
Ayudar a operador	0,20		Trabajando	0,20	
Ocio	0,19		Ocio	0,19	
Ayudar a operador	0,10		Trabajando	0,10	
Ocio	0,06		Ocio	0,06	
Ayudar a operador	0,24		Trabajando	0,24	
Ocio	0,25		Ocio	0,25	
Ocio	4,08		Ocio	4,08	
Ayudar a operador	2,00		Trabajando	2,00	
Ocio	4,27		Ocio	4,27	
Ayudar a operador	1,39		Trabajando	1,39	
Ocio	0,19		Ocio	0,19	
Ayudar a operador	3,38		Trabajando	3,38	
Ocio	0,20		Ocio	0,20	
Ayudar a operador	7,07		Trabajando	7,07	

Arreglar desperdicio	3,12		Ocio	3,12	
Trasladar merma a almacenamiento de reciclaje	5,00		Ocio	5,00	
Regresar a la máquina	4,00		Ocio	4,00	

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Anexo 10: Diagrama Hombre-Máquina del carrilador

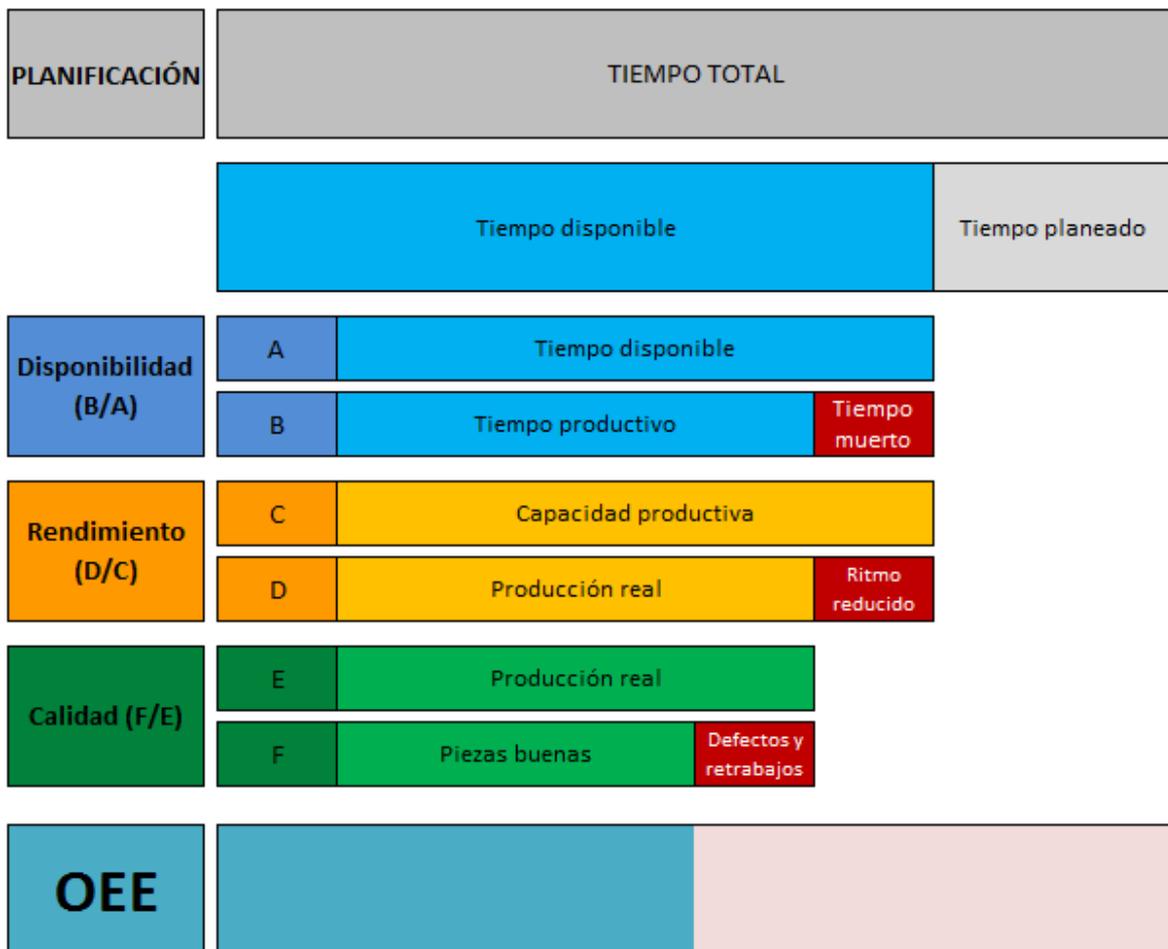
DIAGRAMA HOMBRE - MÁQUINA					
Tema del diagrama	Elaboración de protectores		Máquina	Cortadora de foam	
Comienzo de diagrama	Ingreso de rollos a la máquina		Operador	Carrilador	
Término del diagrama	Protectores semicirculares				
Operario			Máquina		
Actividad	Tiempo		Actividad	Tiempo	
Transportar rollos	18,00				
Ingresar rollos en infraestructura	1,56				
Arreglar laminas	4,32		Ocio	4,32	
Ocio	0,41		Configuración	0,41	
Carrilear	5,27		Trabajando	5,27	
Arreglar laminas	0,41		Ocio	0,41	
Carrilear	3,96		Trabajando	3,96	
Arreglar laminas	0,22		Ocio	0,22	
Carrilear	1,12		Trabajando	1,12	
Añadir rollo en infraestructura	3,40		Ocio	3,40	
Carrilear	0,59		Trabajando	0,59	
Arreglar laminas	1,24		Ocio	1,24	
Carrilear	0,19		Trabajando	0,19	
Arreglar laminas	2,31		Avería	2,31	
Carrilear	0,37		Trabajando	0,37	
Arreglar laminas	0,09		Ocio	0,09	
Carrilear	1,09		Trabajando	1,09	
Arreglar laminas	0,30		Ocio	0,30	
Carrilear	0,20		Trabajando	0,20	
Arreglar laminas	0,19		Ocio	0,19	
Carrilear	0,10		Trabajando	0,10	
Arreglar laminas	0,06		Ocio	0,06	
Carrilear	0,24		Trabajando	0,24	
Arreglar laminas	0,25		Ocio	0,25	
Ocio	4,08		Ocio	4,08	
Carrilear	2,00		Trabajando	2,00	
Arreglar laminas	4,27		Ocio	4,27	

Carrilear	1,39		Trabajando	1,39	
Arreglar laminas	0,19		Ocio	0,19	
Carrilear	3,38		Trabajando	3,38	
Arreglar laminas	0,20		Ocio	0,20	
Carrilear	7,07		Trabajando	7,07	
Arreglar rollos y laminas	3,12		Ocio	3,12	
Ocio	5,00		Ocio	5,00	
Ocio	4,00		Ocio	4,00	

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Anexo 11: Calculo del OEE



FUENTE: [27]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Anexo 12: Interpretación del OEE

OEE	Valoración	Descripción
0% – 64%	Deficiente (Inaceptable).	Se producen importantes pérdidas económicas. Existe muy baja competitividad. [27]
65% – 74%	Regular.	Es aceptable solo si se está en proceso de mejora. Se producen pérdidas económicas. Existe baja competitividad. [27]
75% – 84%	Aceptable.	Debe continuar la mejora para alcanzar una buena valoración. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja. [27]
85% – 94%	Buena.	Entra en valores de Clase Mundial. Buena competitividad. [27]
95% – 100%	Excelente.	Valores de Clase Mundial. Alta competitividad. [27]

FUENTE: [27]

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Anexo 13: Almacenamiento de protectores semicirculares en bodega de producto terminado



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Anexo 14: Almacenamiento temporal de rollos



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Anexo 15: Obstaculización de entrada y salida de materia prima y producto terminado



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Anexo 16: Rollos en bodega de producto terminado



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Anexo 17: Entrada a bodega de peletizado



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Anexo 18: Rollo no totalmente conforme



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Anexo 19: Laminas de rollos defectuosas



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Anexo 20: Rollos defectuosos



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Anexo 21: Tiempos de corte de la laminadora de foam

TIEMPO DE CORTE DE LA LAMINADORA DE FOAM							
No.	ELEMENTO	TIEMPO OBSERVADO EN MINUTOS					Tiempo Promedio
		T1	T2	T3	T4	T5	
1	Cortar protectores máquina	1,03	1,00	1,02	0,98	1,01	1,01
2	Cortar protectores máquina	1,00	0,89	0,83	0,81	0,80	0,87
3	Cortar protectores máquina	0,82	0,79	0,83	0,80	0,73	0,79
4	Cortar protectores máquina	0,72	0,80	0,79	0,75	0,74	0,76
5	Cortar protectores máquina	0,74	0,76	0,75	0,70	0,65	0,72
6	Cortar protectores máquina	0,65	0,67	0,68	0,69	0,67	0,67

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Anexo 22: Diagrama Hombre-Máquina del operador de cortadora de foam “Propuesto”

DIAGRAMA HOMBRE – MÁQUINA “PROPUESTO”					
Tema del diagrama	Elaboración de protectores		Máquina	Cortadora de foam	
Comienzo de diagrama	Ingreso de rollos		Operador	Operador de máquina	
Término del diagrama	Protectores semicirculares				
Operario			Máquina		
Actividad	Tiempo		Actividad	Tiempo	
Ingresar rollos en infraestructura	0,44		Ocio	0,44	
Configurar máquina	0,41		Procesando	0,41	
Operar cortadora de foam	2,00		Procesando	2,00	
Operar cortadora de foam	2,00		Procesando	2,00	
Operar cortadora de foam	2,00		Procesando	2,00	
Operar cortadora de foam	2,00		Procesando	2,00	
Operar cortadora de foam	2,00		Procesando	2,00	
Operar cortadora de foam	2,00		Procesando	2,00	
Operar cortadora de foam	2,00		Procesando	2,00	
Operar cortadora de foam	2,00		Procesando	2,00	
Operar cortadora de foam	2,00		Procesando	2,00	
Operar cortadora de foam	2,00		Procesando	2,00	
Operar cortadora de foam	2,00		Procesando	2,00	
Operar cortadora de foam	2,00		Procesando	2,00	
Operar cortadora de foam	2,00		Procesando	2,00	
Operar cortadora de foam	2,00		Procesando	2,00	
Operar cortadora de foam	2,00		Procesando	2,00	
Operar cortadora de foam	2,00		Procesando	2,00	
Operar cortadora de foam	2,00		Procesando	2,00	
Operar cortadora de foam	2,00		Procesando	2,00	
Operar cortadora de foam	2,00		Procesando	2,00	
Operar cortadora de foam	2,00		Procesando	2,00	
Operar cortadora de foam	2,00		Procesando	2,00	
Operar cortadora de foam	2,00		Procesando	2,00	
Operar cortadora de foam	2,00		Procesando	2,00	
Operar cortadora de foam	2,00		Procesando	2,00	
Operar cortadora de foam	2,00		Procesando	2,00	
Operar cortadora de foam	2,00		Procesando	2,00	
Operar cortadora de foam	1,15		Procesando	1,15	

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Anexo 23: Diagrama Hombre-Máquina del ayudante del operador de la cortadora de foam "Propuesto"

DIAGRAMA HOMBRE – MÁQUINA “PROPUESTO”					
Tema del diagrama	Elaboración de protectores		Máquina	Cortadora de foam	
Comienzo de diagrama	Ingreso de rollos		Operador	Ayudante de Operador	
Término del diagrama	Protectores semicirculares				
Operario			Máquina		
Actividad	Tiempo		Actividad	Tiempo	
Ingresar rollos en infraestructura	0,44		Ocio	0,44	
Configurar máquina	0,41		Procesando	0,41	
Ayudar a operador	2,00		Procesando	2,00	
Ayudar a operador	2,00		Procesando	2,00	
Ayudar a operador	2,00		Procesando	2,00	
Ayudar a operador	2,00		Procesando	2,00	
Ayudar a operador	2,00		Procesando	2,00	
Ayudar a operador	2,00		Procesando	2,00	
Ayudar a operador	2,00		Procesando	2,00	
Ayudar a operador	2,00		Procesando	2,00	
Ayudar a operador	2,00		Procesando	2,00	
Ayudar a operador	2,00		Procesando	2,00	
Ayudar a operador	2,00		Procesando	2,00	
Ayudar a operador	2,00		Procesando	2,00	
Ayudar a operador	2,00		Procesando	2,00	
Ayudar a operador	2,00		Procesando	2,00	
Ayudar a operador	2,00		Procesando	2,00	
Ayudar a operador	2,00		Procesando	2,00	
Ayudar a operador	2,00		Procesando	2,00	
Ayudar a operador	2,00		Procesando	2,00	
Ayudar a operador	2,00		Procesando	2,00	
Ayudar a operador	2,00		Procesando	2,00	
Ayudar a operador	2,00		Procesando	2,00	
Ayudar a operador	2,00		Procesando	2,00	
Ayudar a operador	2,00		Procesando	2,00	
Ayudar a operador	2,00		Procesando	2,00	
Ayudar a operador	1,15		Procesando	1,15	

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Anexo 24: Diagrama Hombre-Máquina del carrilador 1 "Propuesto"

DIAGRAMA HOMBRE – MÁQUINA “PROPUESTO”					
Tema del diagrama	Elaboración de protectores		Máquina	Cortadora de foam	
Comienzo de diagrama	Ingreso de rollos		Operador	Carrilador 1	
Término del diagrama	Protectores semicirculares				
Operario			Máquina		
Actividad	Tiempo		Actividad	Tiempo	
Ingresar rollos en infraestructura	0,44		Ocio	0,44	
Arreglar laminas	0,41		Procesando	0,41	
Carrilear	2,00		Procesando	2,00	
Carrilear	2,00		Procesando	2,00	
Carrilear	2,00		Procesando	2,00	
Carrilear	2,00		Procesando	2,00	
Carrilear	2,00		Procesando	2,00	
Carrilear	2,00		Procesando	2,00	
Carrilear	2,00		Procesando	2,00	
Carrilear	2,00		Procesando	2,00	
Carrilear	2,00		Procesando	2,00	
Carrilear	2,00		Procesando	2,00	
Carrilear	2,00		Procesando	2,00	
Carrilear	2,00		Procesando	2,00	
Carrilear	2,00		Procesando	2,00	
Carrilear	2,00		Procesando	2,00	
Carrilear	2,00		Procesando	2,00	
Carrilear	2,00		Procesando	2,00	
Carrilear	2,00		Procesando	2,00	
Carrilear	2,00		Procesando	2,00	
Carrilear	2,00		Procesando	2,00	
Carrilear	2,00		Procesando	2,00	
Carrilear	2,00		Procesando	2,00	
Carrilear	2,00		Procesando	2,00	
Carrilear	2,00		Procesando	2,00	
Carrilear	2,00		Procesando	2,00	
Carrilear	2,00		Procesando	2,00	
Carrilear	2,00		Procesando	2,00	
Carrilear	1,15		Procesando	1,15	

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

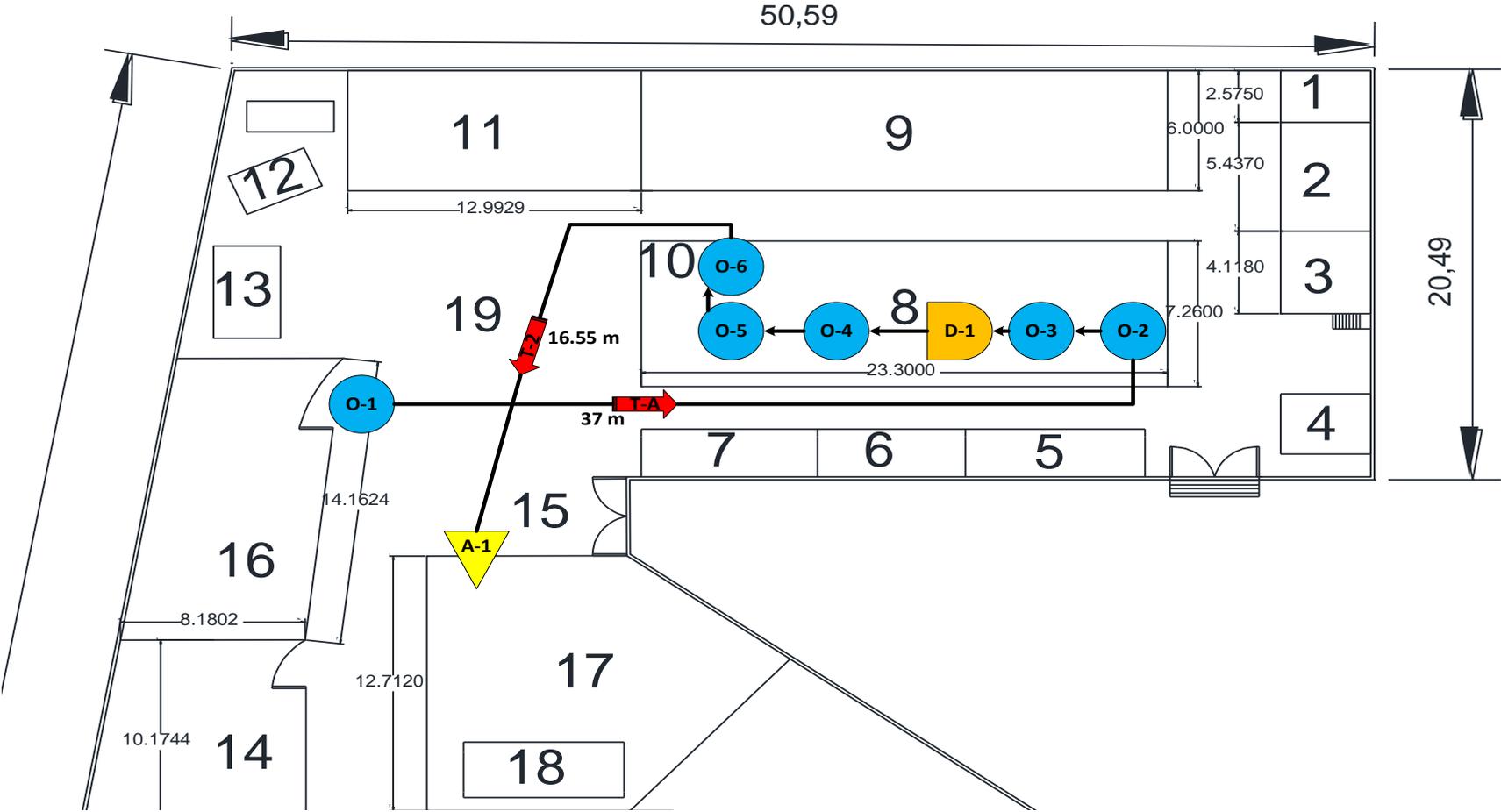
Anexo 25: Diagrama Hombre-Máquina del carrilador 2 "Propuesto"

DIAGRAMA HOMBRE – MÁQUINA “PROPUESTO”					
Tema del diagrama	Elaboración de protectores		Máquina	Cortadora de foam	
Comienzo de diagrama	Ingreso de rollos		Operador	Carrilador 2	
Término del diagrama	Protectores semicirculares				
Operario			Máquina		
Actividad	Tiempo		Actividad	Tiempo	
Ingresar rollos en infraestructura	0,44		Ocio	0,44	
Arreglar laminas	0,41		Procesando	0,41	
Arreglar laminas	2,00		Procesando	2,00	
Arreglar laminas	2,00		Procesando	2,00	
Arreglar laminas	2,00		Procesando	2,00	
Arreglar laminas	2,00		Procesando	2,00	
Arreglar laminas	2,00		Procesando	2,00	
Arreglar laminas	2,00		Procesando	2,00	
Arreglar laminas	2,00		Procesando	2,00	
Arreglar laminas	2,00		Procesando	2,00	
Arreglar laminas	2,00		Procesando	2,00	
Arreglar laminas	2,00		Procesando	2,00	
Arreglar laminas	2,00		Procesando	2,00	
Arreglar laminas	2,00		Procesando	2,00	
Arreglar laminas	2,00		Procesando	2,00	
Arreglar laminas	2,00		Procesando	2,00	
Arreglar laminas	2,00		Procesando	2,00	
Arreglar laminas	2,00		Procesando	2,00	
Arreglar laminas	2,00		Procesando	2,00	
Arreglar laminas	2,00		Procesando	2,00	
Arreglar laminas	2,00		Procesando	2,00	
Arreglar laminas	2,00		Procesando	2,00	
Arreglar laminas	2,00		Procesando	2,00	
Arreglar laminas	2,00		Procesando	2,00	
Arreglar laminas	2,00		Procesando	2,00	
Arreglar laminas	2,00		Procesando	2,00	
Arreglar laminas	2,00		Procesando	2,00	
Arreglar laminas	2,00		Procesando	2,00	
Arreglar laminas	1,15		Procesando	1,15	

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

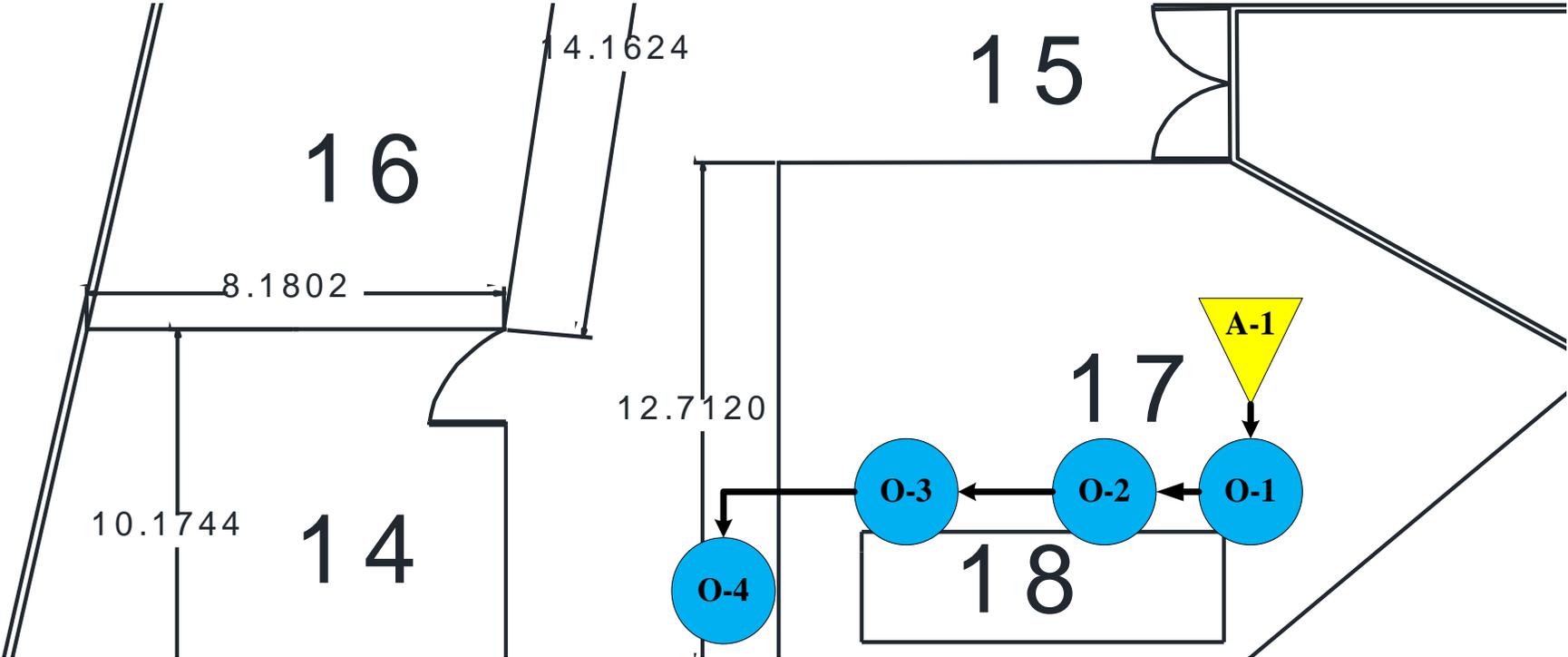
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Anexo 26: Diagrama del recorrido del proceso 1 en la empresa "Propuesto"



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
 ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Anexo 27: Diagrama de recorrido del proceso 2 en la empresa "Propuesto"



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Anexo 28: Investigación de campo – Producción de protectores semicirculares



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)

Anexo 29: Investigación de campo - Producto terminado



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO
ELABORADO POR: GOMEZ MARCO. (2021)