



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO Y ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN PARA AUMENTO
DE EFICIENCIA Y DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS, CON BASE A PRINCIPIOS DE
MANUFACTURA ESBELTA, EN LA EMPRESA MULTILAZOS S.A.**

Emilsa Sorayda Sincal Tzunux

Asesorado por el Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel

Guatemala, julio de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO Y ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN PARA AUMENTO
DE EFICIENCIA Y DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS CON BASE A PRINCIPIOS DE
MANUFACTURA ESBELTA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

EMILSA SORAYDA SINCAL TZUNUX

ASESORADO POR EL ING. JAIME HUMBERTO BATTEN ESQUIVEL

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, JULIO DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

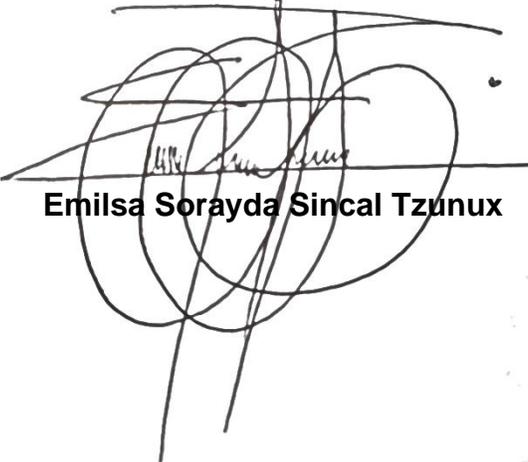
DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú
EXAMINADORA	Inga. Rocío Carolina Medina Galindo
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
SECRETARIO	Inga. Mildred Guzmán

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO Y ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN PARA AUMENTO DE EFICIENCIA Y DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS, CON BASE A PRINCIPIOS DE MANUFACTURA ESBELTA, EN LA EMPRESA MULTILAZOS S.A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 29 de septiembre de 2021.



Emilsa Sorayda Sincal Tzunux

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 10 de marzo de 2023.
REF.EPS.DOC.128.03.2023.

Ingeniero
Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Argueta Hernández:

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) de la estudiante universitaria de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Emilsa Sorayda Sincal Tzunux, Registro Académico No. 201321447** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO Y ESTANDARIZACION DE LOS PROCESOS DE PRODUCCION PARA AUMENTO DE EFICIENCIA Y DISMINUCION DE DESPERDICIOS, CON BASE A PRINCIPIOS DE MANUFACTURA ESBELTA, EN LA EMPRESA MULTILAZOS S.A.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”



Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial

JHBE/ra

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 10 de marzo de 2023.
REF.EPS.D.99.03.2023

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO Y ESTANDARIZACION DE LOS PROCESOS DE PRODUCCION PARA AUMENTO DE EFICIENCIA Y DISMINUCION DE DESPERDICIOS, CON BASE A PRINCIPIOS DE MANUFACTURA ESBELTA, EN LA EMPRESA MULTILAZOS S.A.**, que fue desarrollado por la estudiante universitaria, **Emilsa Sorayda Sincal Tzunux** quien fue debidamente asesorada y supervisada por el Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor-Supervisor de EPS, en mi calidad de Director, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS

OAH /ra



REF.REV.EMI.027.023

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO Y ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN PARA AUMENTO DE EFICIENCIA Y DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS, CON BASE A PRINCIPIOS DE MANUFACTURA ESBELTA, EN LA EMPRESA MULTILAZOS S.A.**, presentado por la estudiante universitaria **Emilsa Sorayda Sincal Tzunux**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, abril de 2023.

/mgp



ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LNG.DIRECTOR.146.EMI.2023

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **DISEÑO Y ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN PARA AUMENTO DE EFICIENCIA Y DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS, CON BASE A PRINCIPIOS DE MANUFACTURA ESBELTA, EN LA EMPRESA MULTILAZOS S.A.**, presentado por: **Emilsa Sorayda Sincal Tzunux**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Firmada digitalmente por Cesar Ernesto Urquizu Rodas
Motivo: Ingeniero Industrial
Ubicación: Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería
Mecánica Industrial, USAC
Colegiado 4.272
Periodo: julio a diciembre año 2023

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, julio de 2023.

Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, -Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS), Maestría en Sistemas Mención construcción y Mención Ingeniería Vial. Carreras: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas, Licenciatura en Matemática, Licenciatura en Física. Centros: de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM), Guatemala, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, Centroamérica.



Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.542.2023

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO Y ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN PARA AUMENTO DE EFICIENCIA Y DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS, CON BASE A PRINCIPIOS DE MANUFACTURA ESBELTA, EN LA EMPRESA MULTILAZOS S.A.**, presentado por: **Emilsa Sorayda Sincal Tzunux**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. José Francisco Gómez Rivera
Decano a.i.



Guatemala, julio de 2023

AACE/gaac

ACTO QUE DEDICO A:

- A Dios** Por su misericordia durante cada segundo de mi vida, y por permitirme alcanzar esta meta que lleva años labrándose.
- A mi madre** María Ceferina Tzunux Pirir, por brindarme su apoyo incondicional, por creer en mí desde el momento en que decidí comenzar esta aventura, porque fue mi pilar en toda la carreta.
- A mi padre** Por brindarme su apoyo, por estar siempre que le necesite, por cuidarme y apoyarme en las salidas de madrugadas y esos regresos nocturnos.
- A mis hermanos** Por estar siempre para mí, por apoyarme y alentarme en los momentos en que no me sentía capaz de lograr cumplir esta meta.
- A mi abuela** Juana Chacar, por sus oraciones, por su amor.
- A mis abuelos** Encarnación Sincal y Florencia Pirir, sus sueños se están cumpliendo, gracias por haber trabajado para que yo lo lograra.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por abrirme las puertas y albergarme bajo las alas del conocimiento, por convertirse en mi <i>alma mater</i> y enseñarme que con esfuerzo y perseverancia todo es posible.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme la oportunidad de ser parte de tan gloriosa facultad y enseñarme que la vida está llena de retos que, con esfuerzo y dedicación, soy capaz de cumplir.
Mis amigos de la Facultad	Por esas amistades forjadas por años en nuestra casa de estudios y que sin duda alguna perdurarán por mucho tiempo.
Mutilazos, S.A.	Por haberme brindado la oportunidad de desarrollarme de manera profesional realizando el tema que hoy me permite llegar a esta meta.
Personal de Mutilazos	Por el apoyo brindado durante el tiempo en que desarrollé mi proyecto.

A mi asesor

Ing. Batten Esquivel, por orientarme de manera paciente y aconsejarme, por su apoyo profesional para el desarrollo de mi tema, por despejar mis dudas cada vez que se las presentaba.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XV
GLOSARIO	XVII
RESUMEN.....	XXV
OBJETIVOS.....	XXVII
INTRODUCCIÓN	XXVIII
1. GENERALIDADES DE MULTILAZOS	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Estructura organizacional	2
1.2.1. Estructural organizacional funcional	2
1.2.1.1. Gerencia de operaciones.....	2
1.2.1.2. Jefe de mantenimiento	2
1.2.1.3. Jefe de planta	3
1.2.1.4. Logística	3
1.2.1.5. Supervisor de producción	4
1.2.1.6. Jefes de turno.....	4
1.2.1.7. Operarios de producción	4
1.2.1.8. Mecánicos.....	4
1.2.1.9. Pilotos.....	4
1.2.1.10. Ayudantes de pilotos	5
1.2.1.11. Bodegueros	5
1.3. Organigrama.....	5
1.4. Visión.....	6
1.5. Misión	6

1.6.	Valores.....	7
1.7.	Políticas.....	7
1.8.	Productos.....	7
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. DISEÑO Y ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN PARA AUMENTO DE EFICIENCIA Y DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS CON BASE EN PRINCIPIOS DE MANUFACTURA ESBELTA.....	11
2.1.	Situación actual.....	11
2.1.1.	Diagnóstico situacional.....	11
2.1.1.1.	Objetivo.....	12
2.1.1.2.	Observación directa.....	12
2.1.1.3.	Entrevista.....	12
2.1.1.4.	Lluvia de ideas.....	13
2.1.1.5.	Técnica de los 5 porqué.....	14
2.1.1.6.	Diagrama de Ishikawa.....	15
2.1.2.	Descripción del proceso.....	16
2.1.2.1.	Proceso general del área de extrusión.....	16
2.1.2.2.	Proceso general de tornado o entorchado.....	19
2.1.2.3.	Proceso general del área de docena ...	20
2.1.2.4.	Proceso general del área de trenzado.....	21
2.1.3.	Distribución actual en planta.....	23
2.1.4.	Diagrama de recorrido.....	26
2.1.4.1.	Diagrama de recorrido de formado.....	26
2.1.4.2.	Diagrama de recorrido de docena.....	28

	2.1.4.3.	Diagrama de recorrido de trenzado	28
2.1.5.		Estudio de tiempos para levantamiento de procesos actuales.....	31
	2.1.5.1.	Estimación de n para el estudio de tiempos	31
	2.1.5.2.	Instrumentos para la toma de mediciones	34
	2.1.5.3.	Cálculo de tiempos normal y estándar	39
	2.1.5.4.	Suplementos	40
	2.1.5.5.	Tiempos normales y estándar de los procesos de producción	43
2.1.6.		Diagramas de flujo.....	46
	2.1.6.1.	Diagrama de flujo de fabricación de pita de colores	47
	2.1.6.2.	Diagrama de flujo de docena – fabricación DA	49
	2.1.6.3.	Diagrama de flujo de trenzado.....	51
2.1.7.		Capacidad instalada y eficiencia actual	52
2.1.8.		Suministros para el área de trenzado	53
	2.1.8.1.	Cálculo de consumo de carretes tipo B	55
2.1.9.		Análisis de costos por mermas	58
	2.1.9.1.	Costos por mermas en área de extrusión	58
	2.1.9.2.	Mermas en el área de trenzado.....	61
2.2.		Situación mejorada.....	65
	2.2.1.	La manufactura esbelta	65

2.2.2.	Herramienta s5 para la mejora en los puestos de trabajo	66
2.2.2.1.	Clasificar (<i>seiri</i>).....	66
2.2.2.2.	Organizar (<i>seiton</i>).....	71
2.2.2.3.	Limpieza (<i>seiso</i>)	72
	2.2.2.3.1. Limpieza diaria y semanal...72	
2.2.2.4.	Estandarizar (<i>seiketsu</i>).....	73
2.2.2.5.	Seguir mejorando (<i>shitsuke</i>).....	77
2.2.3.	Diagrama de distribución mejorado	77
2.2.4.	Problema de distribución actual	78
2.2.5.	Identificación de la áreas existentes en el layout	78
2.2.6.	Secuencia por producto o familia	79
2.2.7.	Matriz de desplazamiento.....	79
2.2.8.	Matriz triangular.....	81
2.2.9.	Cálculo de z para una correcta distribución en planta.....	83
2.2.10.	Diagrama de distribución planta alta con nueva maquinaria.....	86
2.2.11.	Diagrama de recorrido de los procesos propuestos.....	88
2.2.12.	Propuesta para el aumento de eficiencia en la capacidad instalada (trenzado)	91
2.2.13.	Diagramas de operaciones estandarizados	96
2.2.14.	Área de empaque	104
2.2.15.	Estandarización de insumos del área de empaque	106
2.2.16.	Disminución de costos y proyecciones de consumo de empaque.....	109
2.2.17.	Encarretado.....	110

2.2.18.	Estandarización de tiempos y rendimientos	110
2.2.19.	Estandarización de rendimientos por tipo de máquina.....	111
2.2.20.	Estandarización de consumo de carretes por tipo de máquina.....	111
2.2.21.	Programación de encarretado	113
2.2.22.	Estandarización de consumo en el área de trenzado.....	119
2.2.23.	Balance de líneas en el área de formado	120
2.2.24.	Documentación propuesta.....	121
2.2.25.	Estandarización de mermas y desperdicios producidos	125
2.2.26.	Aumento de eficiencia	127
2.2.27.	Estandarización de tiempo de entrega y disminución de espera.....	132
2.2.28.	OEE para el control de la planta.....	133
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN. PROPUESTA DE INTRODUCCIÓN DE LUMINARIAS LED EN EL ÁREA DE OFICINAS.....	135
3.1.	Diagnóstico de la situación actual	135
3.2.	Energía eléctrica.....	138
3.3.	Iluminación eléctrica	138
3.4.	Luminarias fluorescentes.....	138
3.5.	Consumo energético	139
3.6.	Cuantificación del consumo en el área de oficinas.....	139
3.7.	Plan de introducción de luminarias led	142
3.8.	Concientización	142
3.9.	Sensibilización.....	149
3.9.1.	Análisis de costo de luminaria led.....	151

3.9.2.	Análisis de disminución de gastos.....	152
4.	FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN.....	157
4.1.	Diagnóstico de necesidades de capacitación.....	157
4.1.1.	Análisis FODA.....	157
4.2.	Plan de capacitación.....	160
4.2.1.	Priorización.....	160
4.2.2.	Objetivo.....	165
4.2.3.	Cronograma.....	165
4.2.4.	Ejecución.....	168
4.2.5.	Resultados de las capacitaciones.....	170
4.3.	Manual y plan de salud y seguridad ocupacional.....	172
5.	VALORACIÓN Y CONTROL DE RIESGOS.....	179
5.1.	Diagnóstico de necesidades de capacitación.....	179
6.	MITIGACIÓN DE RIESGOS.....	183
6.1.	Mitigación de riesgos.....	183
6.2.	Notificación de incidentes.....	188
6.3.	Comité de Salud y Seguridad Ocupacional.....	188
6.4.	Brigadas de primeros auxilios.....	192
6.5.	Brigadas contra incendios.....	193
6.6.	Procedimiento de manejo y contenido de botiquín.....	195
	CONCLUSIONES.....	198
	RECOMENDACIONES.....	202
	REFERENCIAS.....	204
	APÉNDICES.....	206

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de Multilazos	6
2.	Lazo trenzado	8
3.	Docena de 2.5 libras	8
4.	Pita negra de amarre.....	9
5.	Diagrama de Ishikawa.....	15
6.	Diagrama de bloques del proceso.....	16
7.	Tornillo de extrusión.....	17
8.	Proceso general de extrusión de rafia.....	19
9.	Proceso general del área de formado	20
10.	Flujo del proceso de docena	21
11.	Flujo del proceso en trenzado	22
12.	Distribución en planta baja	24
13.	Distribución en planta alta	25
14.	Diagrama de recorrido formado en planta baja	26
15.	Diagrama de recorrido de planta de formado.....	27
16.	Diagrama de recorrido para la producción de docena	28
17.	Diagrama de recorrido del proceso de trenzado en planta baja.....	29
18.	Diagrama de recorrido de trenzado en planta alta	30
19.	Cronómetro MH-557.....	34

20.	Tipos de suplementos.....	41
21.	Diagrama de flujo de fabricación de pita de colores	47
22.	Diagrama de flujo de docena	49
23.	Diagrama de flujo de trenzado.....	51
24.	Imagen de carrete tipo B.....	55
25.	Comportamiento de mermas vs tiempo	61
26.	Comportamientos de desperdicios a traves del tiempo	63
27.	Diagrama Seiri para separ objetos	67
28.	Antes de la clasificación.....	68
29.	Tarjeta roja.....	70
30.	Clasificación.....	71
31.	Trenzado antes de la estandarización	76
32.	Trenzado luego de la estandarización	76
33.	Matriz triangular del área de docena.....	81
34.	Matriz triangular de producción de pita de colores	82
35.	Matriz triangular para lazo	82
36.	Matriz consolidada	84
37.	Distribución propuesta	85
38.	Distribución de planta alta.....	87
39.	Distribución propuesta de planta baja.....	88
40.	Diagrama de recorrido de formado	89
41.	Diagrama de recorrido del área de docena.....	90
42.	Diagrama de recorrido de trenzado	91
43.	Engranajes.....	92
44.	Forma de usar los engranajes 1	92

45.	Forma de usar los engranajes 2.....	93
46.	Tacómetro digital.....	94
47.	Trenza de piñones actuales, máquinas A1 y N1	95
48.	Trenza con el cambio de piñones de máquina A1 y N1	95
49.	Diagrama de flujo de la situación mejorada 1	98
50.	Diagrama de flujo de la situación mejorada 2	100
51.	Diagrama de flujo de la situación mejorada 3	102
52.	Diagrama de flujo de la situación mejorada 4	105
53.	Flujo del proceso de encarretado	114
54.	Interfaz del programa de encarretado)	117
55.	Fórmulas de la hoja de cálculo.....	118
56.	Fórmula de resultados del cálculo.....	119
57.	Requisición de materiales	124
58.	Formato manejo de desperdicio	126
59.	Formato para control de desperdicios	127
60.	Cuestionario de diagnóstico para el área de investigación	136
61.	Factores que influyen en el problema	137
62.	Consumo de energía eléctrica por tipo.....	141
63.	Gases de efecto invernadero	143
64.	Mapa de emisión de gases de efecto invernadero en el mundo	149
65.	Emisión de CO2 por energía consumida.....	150
66.	Luminaria led de 18w	151
67.	Sensibilización para ahorro energético	156
68.	Resultados del diagnóstico	164
69.	Cronograma de capacitaciones del área de salud y seguridad en Multilazos S.A.	166

70.	Capacitación primeros auxilios	169
71.	Capacitación 2	169
72.	Cuestionario de evaluación.....	170
73.	Diagrama organización del comité SSO	180

TABLAS

I.	Técnica de los 5 porqué	14
II.	Cálculo de operaciones.....	33
III.	Formato para toma de tiempos	35
IV.	Toma de tiempos	36
V.	Resultados generales para obtener n de cada operación.....	37
VI.	Tomas necesarias para la fabricación de docena.....	38
VII.	Estimación de n para cada operación	39
VIII.	Tabla de tiempos normales de la fabricación de DA.....	39
IX.	Tabla de suplementos.....	42
X.	Tiempos de operación para fabricación de pita de colores	440
XI.	Tiempos para la fabricación de DA	45
XII.	Tiempos de conversión de trenzado	46
XIII.	Capacidad instalada.....	52
XIV.	Eficiencia actual	53
XV.	Tabla de carretes	54
XVI.	Clasificación de carretes por color	54
XVII.	Resultado de mediciones de consumo vs tiempo	56
XVIII.	Tiempo estimado consumo de cinta en carrete	57
XIX.	Carretes totales necesarios para las máquinas 1/4	57
XX.	Costos de área de extrusión	59
XXI.	Registros desperdicios o mermas producidas	60
XXII.	Desperdicios de área de trenzado	62

XXIII.	Formato de control de limpieza diaria	72
XXIV.	Formato de control de limpieza semanal.....	73
XXV.	Formato de control visual de las 5S	75
XXVI.	Áreas existentes en la nave de producción	78
XXVII.	Matriz de volumen en producción.....	79
XXVIII.	Matriz de desplazamiento de producción de docena	80
XXIX.	Matriz de desplazamiento de producción de pita de colores	80
XXX.	Matriz de desplazamiento de lazo	81
XXXI.	Resultados de Z	83
XXXII.	Prioridades del proceso.....	84
XXXIII.	Resultados de aumento de eficiencia en máquina	94
XXXIV.	Metros trenzados durante el mes actual y propuesta.....	96
XXXV.	Tareas para la operación de docena.....	97
XXXVI.	Tareas vs tiempo para producción de formado	99
XXXVII.	Tareas y operaciones del proceso de trenzado eficiente.....	101
XXXVIII.	Tiempo de empaque	104
XXXIX.	Toma de mediciones de material de empaque.....	106
XL.	Estandarización de material de empaque	107
XLI.	Total de docenas empacadas por rollo de material de empaque actual	108
XLII.	Docenas empacadas por rollo de material de empaque en situación mejorada	108
XLIII.	Análisis de disminución de costos de material de empaque	110
XLIV.	Rendimientos por tipo de máquina y carrete	111
XLV.	Cargas en turno de carretes según tipo y máquina.....	112
XLVI.	Tiempo de ciclo normal para encarretado	114
XLVII.	Tiempo de ciclo estándar para encarretado	115
XLVIII.	Carretes llenos según el ciclo estándar de la operación	116
XLIX.	Carretes llenos con 1, 2 y 3 máquinas	116

L.	Resumen de cargas de rendimientos y cantidades respecto a tipo de maquinaria y carrete	120
LI.	Resultado de balance de líneas.....	121
LII.	Reporte de producción.....	123
LIII.	Situacion actual vs situacion mejorada en tiempo	128
LIV.	Tiempos de operación.....	131
LV.	Tabla de diferencia de tiempos de flujo actual vs propuesta.....	132
LVI.	Días optimizados de entrega	133
LVII.	Consumos mensuales por luminaria en el área de oficinas	140
LVIII.	Consumo de energía para otros electrodomésticos en el área.....	140
LIX.	Porcentaje de consumo según tipo.....	141
LX.	Gases de efecto invernadero	144
LXI.	Emisión de CO2 por Kw consumido	150
LXII.	Análisis de costos de introducción de limunarias led	152
LXIII.	Vida útil de luminaria led vs tubo fluorescente	153
LXIV.	Tiempo de inversión de luminaria led vs luminaria fluorescente	153
LXV.	Costo mensual de consumo con luminaria led.....	154
LXVI.	Costo según consumo de luminaria fluorescente	155
LXVII.	Inversión en tubo led vs fluorescente.....	155
LXVIII.	Fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas	158
LXIX.	Matriz FODA	159
LXX.	Incidentes ocurridos en los últimos 3 meses.....	161
LXXI.	Cuestionario de diagnóstico 3.1 sobre salud y seguridad ocupacional.	162
LXXII.	Resultados de cuestionario de diagnóstico.....	163
LXXIII.	Lista de capacitaciones.....	166
LXXIV.	Contenido de capacitaciones	167
LXXV.	Criticidad del riesgo.....	175
LXXVI.	Nomenclatura del riesgo	177
LXXVII.	Valoración de la probabilidad de ocurrencia	177

LXXVIII.	Valoración del riesgo	178
LXXIX.	Valoración del riesgo exterior	179
LXXX.	Valoración de riesgos en oficinas y comedor	180
LXXXI.	Valoración de riesgos en el área de producción.....	181
LXXXII.	Tabla de mitigación de riesgos triviales.....	183
LXXXIII.	Riesgos tolerables.....	184
LXXXIV.	Riesgos moderados identificados.....	185
LXXXV.	Botiquín según empleados	186
LXXXVI.	Teléfonos de emergencia	187

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
%	Porcentaje
Q	Quetzales (moneda de Guatemala)

GLOSARIO

Acción insegura	Es la violación por parte del trabajador de un procedimiento de seguridad aceptado como seguro y que produce el accidente.
Brigadas de emergencia	Son grupos de trabajadores debidamente organizados, capacitados, entrenados y dotados para prevenir, controlar y reaccionar en situaciones de alto riesgo, emergencia o desastre, y cuya primordial función está orientada a salvaguardar a las personas y los bienes con los que cuenta la compañía.
Carrete	Cilindro de madera, metal, plástico, entre otros materiales, generalmente hueco y con rebordes o discos en sus bases, que sirve para enrollar hilos, cables, cuerdas u otro material flexible.
Clasificación	Se refiere a la acción de organizar o situar algo según una determinada directiva.
Competencias	La capacidad, la habilidad, la destreza o la pericia para realizar algo en específico o tratar un tema determinado.
Conato de incendio	

Es un fenómeno que se presenta cuando uno o varios materiales combustibles o inflamables son consumidos en forma incontrolada por el fuego, generando la pérdida en vidas y bienes.

Es la etapa inicial de un incendio, es en esta etapa donde todas las personas con conocimientos básicos de este riesgo pueden intervenir y evitar el incendio

Consumo

Consumo es la acción y efecto de consumir o gastar, sean productos, bienes o servicios.

Consumo energético

El consumo energético es toda la energía empleada para realizar una acción, fabricar algo o, simplemente, habitar un edificio. Veamos algunos ejemplos: en una fábrica, se puede medir su consumo energético total mirando qué energía consume un proceso productivo.

Denier

Unidad de medida del Sistema Inglés de la densidad lineal de masa de fibras. Se define como la masa en gramos por cada 9,000 metros de fibra.

Desarrollo

Incrementar, agrandar, extender, ampliar o aumentar alguna característica de algo.

Desviación

Una desviación que es una diferencia entre un valor observado y el valor verdadero de una cantidad con significado estadístico (como la media de una población) es un error, y una desviación que es la diferencia entre el valor observado y una estimación del valor verdadero (tal estimación puede ser una media muestra) es un residuo.

Diagrama

Gráfico que presenta los vínculos existentes entre los distintos componentes de un sistema o de un conjunto.

Dióxido de carbono

El dióxido de carbono (CO₂) es un gas incoloro, denso y poco reactivo. Forma parte de la composición de la tropósfera (capa de la atmósfera más próxima a la Tierra) actualmente en una proporción de 350 ppm (partes por millón). Su ciclo en la naturaleza está vinculado al del oxígeno.

Diseño

Se refiere a un boceto, bosquejo o esquema que se realiza, ya sea mentalmente o en un soporte material, antes de concretar la producción de algo.

Distribución en planta

La distribución en planta se define como la ordenación física de los elementos que constituyen la planta.

Docena

Área de fabricación de conitos por docena, de sogas para amarre.

Entrevista	Reunión de dos o más personas para tratar algún asunto, generalmente profesional o de negocios.
Equipo de protección personal	El equipo de protección personal (EPP) son equipos, piezas o dispositivos que evitan que una persona tenga contacto directo con los peligros de ambientes riesgosos, los cuales pueden generar lesiones y enfermedades.
Equipos de trabajo	Grupo de personas organizadas, que trabajan juntas para lograr una meta.
Estructura	Modo de estar organizadas u ordenadas las partes de un todo.
Extintor	Es un equipo que sirve para apagar fuegos. Consiste en un recipiente metálico (bombona o cilindro de acero) que contiene un agente extintor de incendios a presión, de modo que al abrir una válvula el agente sale por una boquilla (a veces situada en el extremo de una manguera) que se debe dirigir a la base del fuego. Generalmente tienen un dispositivo para prevención de activado accidental, el cual debe ser deshabilitado antes de emplear el artefacto.

Flujos de trabajo	Estudio de los aspectos operacionales de una actividad de trabajo, cómo se estructuran las tareas, cómo se realizan, cuál es su orden correlativo, cómo se sincronizan, cómo fluye la información que soporta las tareas y cómo se le hace seguimiento al cumplimiento de las tareas.
Formado	Área de trochado de cinta para ser convertida a soga, u operación de fabricación de soga.
Funciones	Conjunto de las tareas de rutina o actividades llevadas a cabo por una persona en esa posición.
Gases efecto invernadero	Gas de efecto invernadero (GEI) es un gas atmosférico que absorbe y emite radiación dentro del rango infrarrojo.
Incendio	Fuego de grandes proporciones que arde de forma fortuita o provocada y destruye cosas que no están destinadas a quemarse.
Luminaria fluorescente	Se conoce por luminaria fluorescente al conjunto que forman una lámpara, denominada tubo fluorescente, y una armadura, que contiene los accesorios necesarios para el funcionamiento y que contiene mercurio.
Luminaria led	La luminaria led está formada por un diodo semiconductor capaz de emitir luz.

Manufactura esbelta	Es un conjunto de herramientas que ayudarán a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto, servicio y a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere.
Medición del trabajo	La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida, efectuándola según una norma de ejecución preestablecida.
Muestreo	Selección de un conjunto de personas o cosas que se consideran representativos del grupo al que pertenecen, con la finalidad de estudiar o determinar las características del grupo.
Operación	Son las actividades desarrolladas dentro de un proceso productivo que ayudan a la transformación.
Organigrama	Esquema de la organización de una empresa, entidad o actividad.
Potencia	Es el trabajo o transferencia de energía realizada en la unidad de tiempo. Se mide en vatios (W).
Potencia eléctrica	Tasa de producción, transmisión o utilización de energía eléctrica, generalmente expresada en vatios.

Procedimientos	Es un término que hace referencia a la acción que consiste en proceder, que significa actuar de una forma determinada. El concepto, por otra parte, está vinculado a un método o una manera de ejecutar algo.
Proceso	Es un conjunto de procedimientos o funciones que tienen uno o más objetivos.
Requisición	La requisición de materiales también se llama solicitud de materiales. Es una hoja especial que generalmente se hace por triplicado, exigida por el almacenista para entregar la materia prima con destino a un trabajo específico. Se establece así un control más efectivo de los materiales que se suministran a producción.
Suministro	Se trata de la actividad que se lleva a cabo para satisfacer las necesidades de consumo de una estructura.

RESUMEN

La empresa Multilazos se dedica a la fabricación de lazos, sogas y cordeles, estos productos son fabricados con materias primas combinadas de tal forma que los mismos obtengan las propiedades mecánicas adecuadas para el uso que le dará cada uno de los clientes. La base o materias primas utilizadas son polietileno y polipropileno.

En la actualidad el mercado competitivo se vuelve más feroz y violento, por tal razón diferenciarse con un mejor precio, una mejor calidad o un producto más atractivo es de vital importancia, pero para brindar alguna de estas características como valor agregado al producto debe tenerse un punto de partida de mejorar, un levantamiento de procesos, diseños, entre otros aspectos.

En la fase de servicio técnico profesional se diseñaron y estandarizaron los procesos de producción. Bajo estudios cuantitativos se realizan propuestas de mejoras de procesos, así como controles y parámetros para un mejor control de producción.

Para la fase de investigación se elaboró el plan estratégico de introducción de luminarias led para el área de oficinas de la empresa Multilazos, S.A., esta propuesta está enfocada al ahorro energético que deben comenzar a implementar como sociedad y con ello disminuir las emisiones de GEI, además de que la luminaria led representa un sistema lumínico amigable con el medio ambiente y también representa una disminución en el costo energético de las oficinas.

Como punto final, para el área de capacitación se realizó el plan de salud y seguridad ocupacional, esto derivado de la deficiencia detectada en los escenarios situacionales y considerando que la manufactura esbelta conlleva un mantenimiento preventivo autónomo, por tanto, la empresa debe estar preparada para cualquier incidente.

OBJETIVOS

General

Diseñar y estandarizar los procesos de producción para aumento de eficiencia y disminución de desperdicios con base en principios de manufactura esbelta en Multilazos, S.A.

Específicos

1. Analizar el sistema actual con el que cuenta la empresa, para establecer los procesos (levantamiento de procesos).
2. Determinar la capacidad de las instalaciones actuales, tanto en maquinaria como en espacio físico dentro de la planta, para realizar una distribución eficiente en la misma.
3. Establecer los estándares de tiempo y el diseño apropiados para los procesos productivos dentro de la planta.
4. Realizar documentación de procesos para la optimización de los recursos que se ven involucrados en el proceso productivo.
5. Determinar el consumo energético en el área de oficinas de la planta.
6. Realizar un plan estratégico para el ahorro de energía dentro de las oficinas de la planta de Multilazos, S.A.
7. Realizar un plan de seguridad para la empresa Multilazos S.A.
8. Capacitar al personal en seguridad para que puedan actuar de la mejor manera ante algunas eventualidades.

INTRODUCCIÓN

La empresa Multilazos, S.A., está dedicada a la producción de lazo, pita, sogas y cordeles para comercializar dentro del sector ganadero y agrícola. Esta empresa fue adquirida en la presente década por una nueva junta directiva. Desde esta adquisición la visión de expansión ha llevado a la empresa a un crecimiento abrupto, derivado de este se generó un descontrol, el ritmo en qué se introducían nuevos productos no iba de la mano con el levantamiento de procesos y estándares, por esta razón nace la necesidad de estandarizar los procesos.

El estudio aquí presentado buscó la estandarización de los procesos de producción en planta, partiendo del levantamiento de procesos actuales para tener un punto de comparación y presentar resultados cuantitativos en las mejoras de los procesos.

Para la fase de investigación se propuso un plan estratégico para la disminución de consumo energético, buscando una disminución de este en las oficinas de Multilazos y, como plan amigable con el medio ambiente, para la reducción de emisiones de CO₂.

La fase de capacitación se realizó en materia de salud y seguridad ocupacional, pues no se contaba con más información de este tema, se procedió a la elaboración de un manual de riesgos laborales y con base en este se impartieron las respectivas capacitaciones al personal administrativo y al personal operativo, teniendo mayor énfasis en el segundo, ya que trabajan con polímeros que son altamente inflamables, así como con máquinas industriales.

1. GENERALIDADES DE MULTILAZOS

1.1. Antecedentes

La empresa Multilazos, S.A., se dedica a la fabricación de lazos, sogas y cordeles a base de polietileno y polipropileno. Tiene más de 20 años desde su fundación, en el año 2014 cambia de dueño, por tanto, se enfrentó a una readecuación organizacional, así como a un crecimiento físico.

La empresa en sus inicios contaba solamente con dos procesos operativos dentro de la nave de producción, : encarretado y trenzado, posterior a esto se introdujo el proceso de extrusión, formado y docena, de manera paulatina, entre los años 2018 y 2019, se hizo una ampliación física en el área de trenzado. Todo esto con el propósito de brindar mayor diversidad de productos a sus clientes y con ello ampliar el mercado objetivo de la empresa.

La empresa busca dar el mejor servicio y los mejores productos para hacer inolvidable la experiencia de cada uno de sus clientes. En esta búsqueda era necesario el aprovechamiento de los recursos, eficientes procesos y eficaces ejecuciones de proyectos, esto se ha visto mermado por el crecimiento abrupto de los procesos productivos, por ende, la empresa busca la estandarización y parametrización de cada uno de los procesos efectuados dentro de la nave de producción y con esto aprovechar todos los recursos involucrados, brindando excelencia a cada uno de sus clientes en cada instante.

1.2. Estructura organizacional

La estructura de la organización se refiere al orden jerárquico interno que posee la empresa para su correcto funcionamiento, en Multilazos se gestiona bajo una estructura organizacional funcional.

1.2.1. Estructura organizacional funcional

La empresa Multilazos S.A., cuenta con una estructura organizacional funcional, que busca organizar a cada equipo por especialidad, esta se representa mediante un organigrama vertical.

Para el presente trabajo se evaluó la estructura organizacional del departamento de operaciones, que es el departamento de interés, esta estructura organizacional está compuesta por los siguientes puestos de trabajo.

1.2.1.1. Gerencia de operaciones

Encargado de todo el proceso productivo, tiene a su cargo al jefe de mantenimiento, al jefe de planta, supervisor, operadores, bodegueros, sin embargo, no todos le reportan de manera directa, pero sí de manera indirecta, es el responsable del cumplimiento de la producción diaria de la planta, así como el responsable de buscar la eficiencia del proceso.

1.2.1.2. Jefe de mantenimiento

Encargado del Departamento de Mantenimiento, su labor consiste en que el equipo de producción, máquinas, herramientas, se encuentren en buen estado para su utilización, en resumen, su trabajo consiste en la disponibilidad total y

eficiente de cada una de las máquinas con las que cuenta la empresa, así como la correcta aplicación de mantenimientos preventivos dentro de los procesos.

1.2.1.3. Jefe de planta

Es el encargado de presentar la estadística del comportamiento del proceso productivo, encargado del cumplimiento adecuado de la programación de producción, también tiene a su cargo al personal completo de planta, soluciona problemas internos relacionados a abastecimientos de materias primas, ejecución de proyectos y seguimiento de metas.

1.2.1.4. Logística

El encargado de logística tiene a su cargo la eficiente ejecución de ruta de transporte y el estado de la flota, también a los pilotos, ayudante de pilotos y bodega de productos terminados.

1.2.1.5. Supervisor de producción

Es el encargado de supervisar lo que se esté trabajando y que sea de la mejor manera en cada uno de los puntos de producción, para buscar la eficiencia del proceso en todo momento, a su cargo tiene a los jefes de turno y a los operarios del proceso, es el último filtro para validar la producción con el dato en reporte.

1.2.1.6. Jefes de turno

Clasificado como puesto operativo. Estos son los encargados de todos los operarios del área que tengan a su cargo, el supervisor de producción entrega la programación de maquinaria al jefe de turno y este a su vez da las instrucciones respectivas para que los operarios realicen los cambios correspondientes. También se encargan de que el dato reportado sea el dato real producido durante el turno y de entregar reportes validados al supervisor de producción.

1.2.1.7. Operarios de producción

Son los encargados directos de máquinas establecidas, ellos son quienes manejan la maquinaria de manera directa, cargan y descargan las máquinas, y son los encargados de llenar sus respectivos reportes de producción.

1.2.1.8. Mecánicos

Encargados de la ejecución de mantenimientos preventivos y correctivos a cada una de las máquinas involucradas en el proceso operativo, así como en las instalaciones de oficinas.

1.2.1.9. Pilotos

Encargados de la distribución de producto terminado, así como los trasladados de materias primas internas y externas, tienen trato directo con proveedores y clientes, a su cargo tienen al ayudante de piloto.

1.2.1.10. Ayudante de pilotos

Puesto operativo, ayuda con la descarga y carga de producto al camión, y es el encargado de recolectar la documentación pertinente de cada envío o recepción.

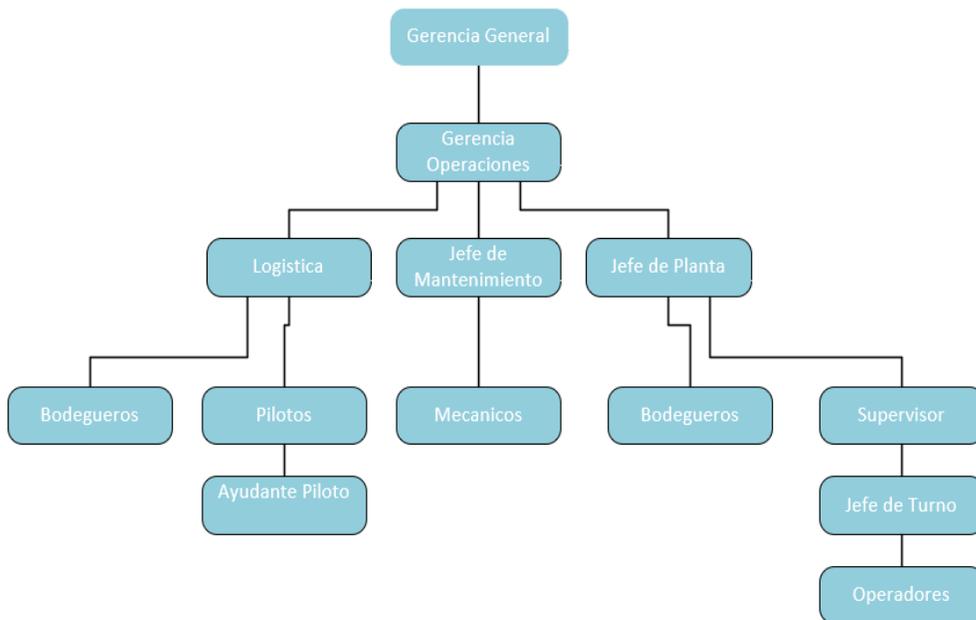
1.2.1.11. Bodegueros

Encargados de las entregas de requisiciones de materias realizadas por los operarios de cada área y autorizados por el supervisor de producción, se encargan también del cuadro de inventario de cada bodega.

1.3. Organigrama

En Multilazos se manejan dos organigramas, el global y el departamental, para nuestro análisis utilizamos el diagrama departamental de operaciones.

Figura 1. **Organigrama de Multilazos**



Fuente: elaboración propia.

1.4. **Visión**

“Ser líderes en la transformación y comercialización de sogas a nivel centroamericano, reconocidos por nuestro servicio y calidad humana” (Multilazos, 2023).

1.5. **Misión**

“Transformar materias primas en diferentes tipos de sogas de alta calidad. Dar lo mejor a nuestros clientes, colaboradores, comunidad y accionistas” (Multilazos, 2023).

1.6. Valores

- Trabajo en equipo: trabajo con compromiso, confianza, comunicación, coordinación y complementariedad.
- Pasión: el motor que nos impulsa a realizar nuestro trabajo mejor día a día.
- Honestidad: ser transparentes en lo que pensamos, decimos y hacemos. Mantenernos fiel a los compromisos que realizamos.

1.7. Políticas

- Calidad: aportar valor al cliente, otorgar un producto o servicio que superen sus expectativas.

1.8. Productos

La empresa Multilazos cuenta con una amplia variedad de productos, por ejemplo: sogas, docenas y lazo trenzado, existen lazos desde 5 mm de grosor o diámetro hasta lazos de 1 pulgada de diámetro.

Figura 2. **Lazo trenzado**



Fuente: Departamento de Ventas de Multilazos, S.A.

Figura 3. **Docena de 2.5 libras**



Fuente: Departamento de Ventas de Multilazos, S.A.

Figura 4. **Pita negra de amarre**



Fuente: Departamento de Ventas de Multilazos, S.A.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL: DISEÑO Y ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN PARA AUMENTO DE EFICIENCIA Y DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS CON BASE EN PRINCIPIOS DE MANUFACTURA ESBELTA

2.1. Situación actual

La situación actual por la que atraviesa la empresa Multilazos es de un crecimiento exponencial, el mismo ha generado grandes grietas en el Departamento de Producción, sin un levantamiento de procesos actuales es difícil tener un punto de partida para la medición de eficiencia en los procesos y máquinas, la empresa también ha adquirido dos líneas de producción adicionales y antes de ser puestas en marcha deben ser estandarizados los procesos.

2.1.1. Diagnóstico situacional

El diagnóstico situacional se realizó para encontrar las grietas o posibles causas que están generando ineficiencias dentro de los procesos de producción y poder atacarlas de manera adecuada.

2.1.1.1. Objetivo

El objetivo del diagnóstico situacional era encontrar las grietas donde se está perdiendo eficiencia en el proceso, las posibles mejoras y la respectiva parametrización.

2.1.1.2. Observación directa

Se llevó a cabo la observación directa dentro del proceso productivo, esto para entender el proceso de producción y comprender la importancia de cada una de las tareas efectuadas.

2.1.1.3. Entrevista

Se realizaron entrevistas no estructuradas o abiertas, siendo estas preguntas cualitativas y no cuantitativas que fueron realizadas para encontrar referencias de posibles problemas en proceso. Algunas de las preguntas no estructuradas fueron las siguientes:

- ¿Cuáles cree que son los problemas dentro del departamento de producción?
- ¿Cuánto tiempo lleva trabajando en la empresa?
- ¿Cómo podría usted ayudar en mejorar los procesos de producción?
- ¿Qué necesitaría usted para realizar su trabajo de manera más eficiente?
- ¿Podría hacerse mejor el proceso?
- ¿Qué comentarios daría usted al proceso actual?

2.1.1.4. Lluvia de ideas

La lluvia de ideas precede a la etapa de observación inicial y la entrevista, ya que solo luego de ellas puede generarse ideas de las posibles causas que estén generando el problema. Luego de elaborada y depurada la lluvia de ideas se obtuvieron los siguientes resultados:

- Personal percibe salarios bajos para la labor que realizan.
- El personal tiene muchas oportunidades de mejora en eficiencia en sus puestos de trabajo.
- La curva de aprendizaje es grande, ya que no se cuenta con un plan de capacitación.
- No existe flujo en el proceso.
- Transportes repetitivos dentro de la operación.
- Control de inventarios deficientes.
- Capacidad en máquina desperdiciada.
- Inconformidad con el ambiente laboral.
- Materia prima de baja calidad.
- Proyecciones de materiales con deficiencia.
- Suministros ineficientes.
- Falta de procesos estandarizados.
- Programación de abastecimiento del área de trenzado ineficiente.
- No existen parámetros de desperdicios generados dentro del proceso.
- Desperdicio de fuerza laboral.
- Falta de balance de maquinaria.
- Consumo de materiales de empaque sin control ni historial.
- Duplicidad de tareas.
- Tareas y procesos ineficientes.

Teniendo en cuenta los resultados de la lluvia de ideas estas fueron sometidas a la técnica de los 5 porqué.

2.1.1.5. Técnica de los 5 porqué

La técnica requiere que se pregunte por lo menos 5 veces por qué suceden las cosas de esa manera, esto para identificar el nivel de las causas dentro del proceso y las causas más probables o principales que se estén generando.

Tabla I. Técnica de los 5 porqué

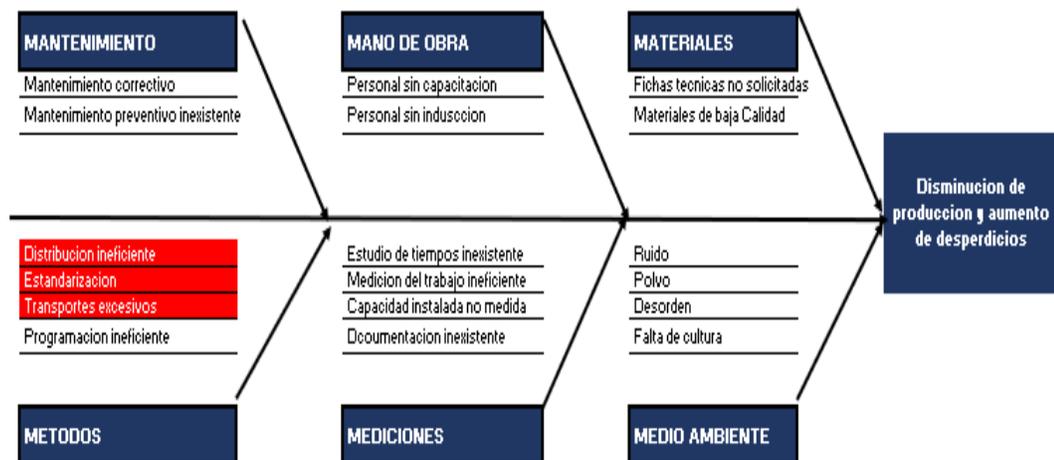
Porqué	Porqué	Porqué	Porqué	Porqué
El personal tiene muchas oportunidades de mejora en eficiencia en sus puestos de trabajo La curva de aprendizaje es grande ya que no se cuenta con un plan de capacitación	no existen capacitaciones porque no se han diseñado	no se han diseñado debido a que no se consideran necesarias	No se consideran necesarias porque los procesos son monótonos	
No existe flujo en el proceso Transportes repetitivos dentro de la operación	la distribución en planta es ineficiente	los procesos se instalan conforme ingresan sin una redistribución	No se ha realizado una redistribución porque no se consideraba necesaria	Porque no se habían realizado mediciones pro y contra
Control de inventarios deficientes	Documentación inexistente	No se han creado los controles	No se tiene un diseño apropiado	
Capacidad en máquina desperdiciada				
Inconformidad con el ambiente laboral Personal sin organización Problemas de salud	No se tiene un ambiente organizado Exceso de ruido	No existe cultura de orden y limpieza No se utiliza EPP	No se ha implementado o trabajado bajo una filosofía para mejorar el orden	Falta de cultura
Materia prima de baja calidad				
Proyecciones de materiales deficiencia Suministros ineficientes	No existe planificación oportuna	No se considera un problema	Porque no se para por materiales	
Falta de procesos estandarizados				
Programación de abastecimiento del área de Trenzado ineficiente				
No existen parámetros de desperdicios generados dentro del proceso	Falta de reportes apropiados para el manejo	No se han diseñado los reportes	El proceso actual ha funcionado, aunque no es eficiente	
Desperdicio de fuerza laboral	No se tiene un estudio de balance de líneas	No se ha considerado necesario		

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

2.1.1.6. Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa es un diagnóstico que nos ayuda a tomar decisiones respecto a lo que está ocurriendo dentro del proceso productivo, explica cómo se relacionan las causas generando el problema o efecto visible en el proceso.

Figura 5. Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

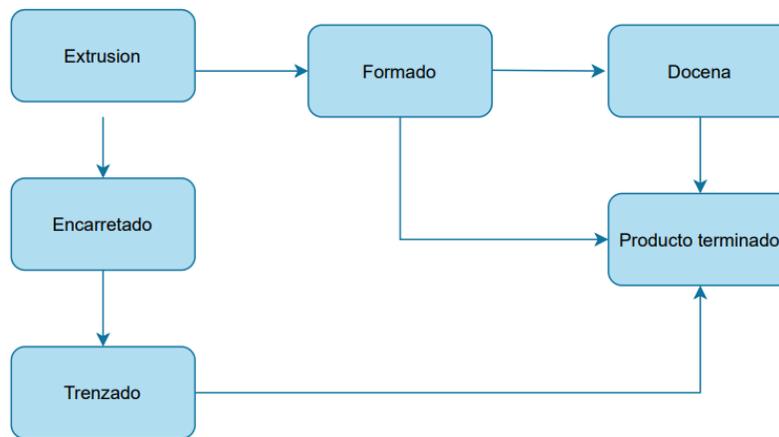
La causas raíz identificadas son la falta de estandarización y un exceso de trasportes. ¿Esto cómo afecta a la eficiencia? La afecta ya que el personal operativo es el mismo personal que realiza los traslados de estación a estación, por lo tanto, en el momento que se generan los trasportes por los individuos requeridos, el tiempo en máquina se convierte en tiempo muerto.

Por tal razón, mientras más se acorten o desaparezcan los trasportes, más tiempo eficiente tendrá el operador en máquina y los tiempos muertos en máquina se reducirán de manera significativa.

2.1.2. Descripción del proceso

Los procesos de producción son la forma algorítmica en que se deben desarrollar las actividades dentro de la nave de producción para la transformación de materia prima a producto terminado. Se realiza un diagrama de bloques del proceso, para segmentar las áreas a trabajar.

Figura 6. Diagrama de bloques del proceso



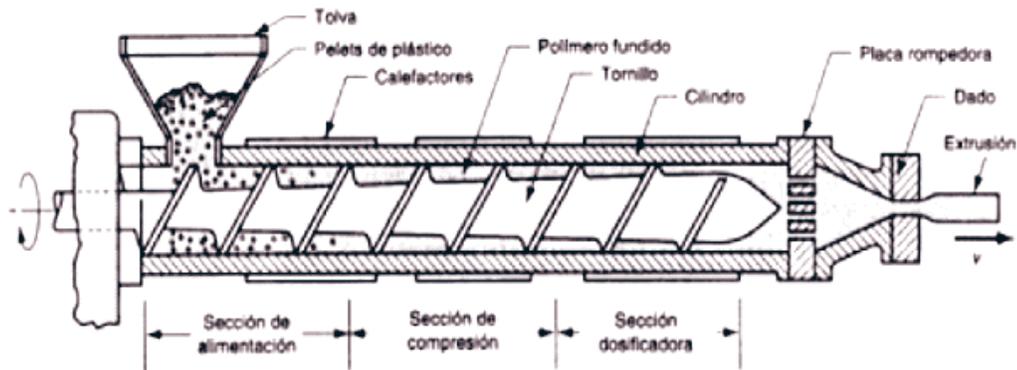
Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

2.1.2.1. Proceso general del área de extrusión

Extrusión es el proceso de transformación, existen diferentes tipos de extrusión para diferentes tipos de plásticos, para este estudio se observó la extrusión por dado o molde, que tiene como fin fundir a presión y alta temperatura el plástico virgen (polietileno) y con el empuje llevarlo al usillo donde este tomará

la forma, para este caso una película denominada rafia. Se presenta en la figura 7 las partes de un tornillo de extrusión de rafia.

Figura 7. **Tornillo de extrusión**



Fuente: Wikipedia (2023). *Diseño de extrusiones*.

Partes del extrusor:

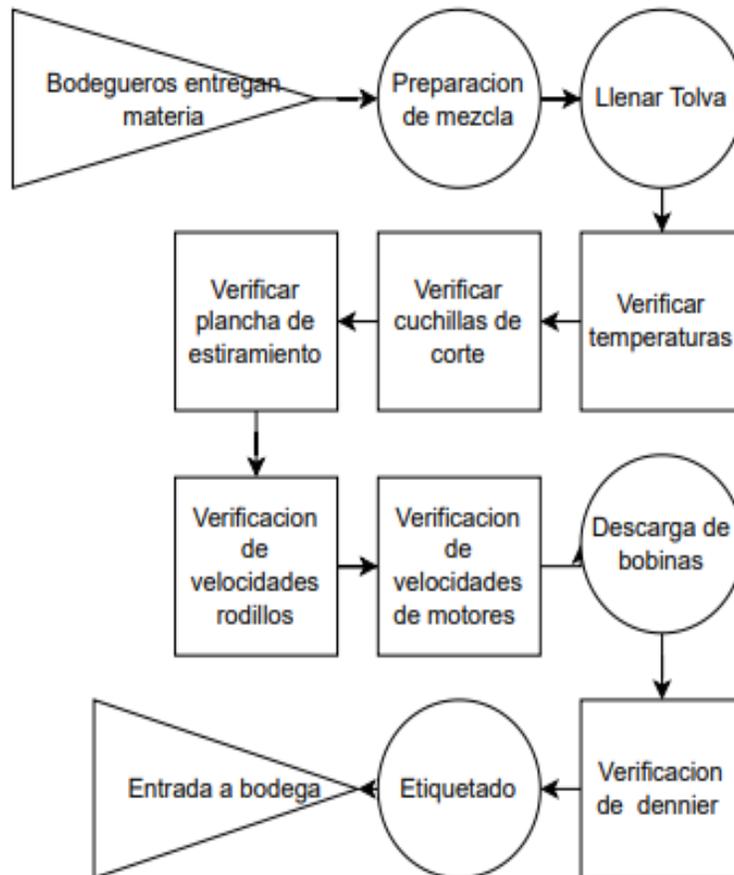
- Tolva
- Cilindros
- Resistencias eléctricas
- Tornillo
- Cabezal
- Boquilla

La extrusora es una parte del proceso total de extrusión, este se compone de más partes hasta poder entregar rafia calibrada. El proceso de extrusión se compone de las siguientes tareas:

- Bodegueros entregan materia prima al proceso
- Preparación de mezcla
- Llenar la tolva con la mezcla de polipropileno
- Verificar temperaturas
- Cuchillas de corte calibradas
- Plancha de estiramiento a temperatura adecuada
- Rodillos de salida a velocidad estándar
- Bobinadoras con motores a velocidad igual a la de rodillos de salida
- Descarga de bobinas
- Verificación de denier
- Etiquetado y pesado
- Enviado a bodega

Todas y cada de una de estas partes tienen una función principal dentro del proceso de transformación de materias primas.

Figura 8. **Proceso general de extrusión de rafia**



Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

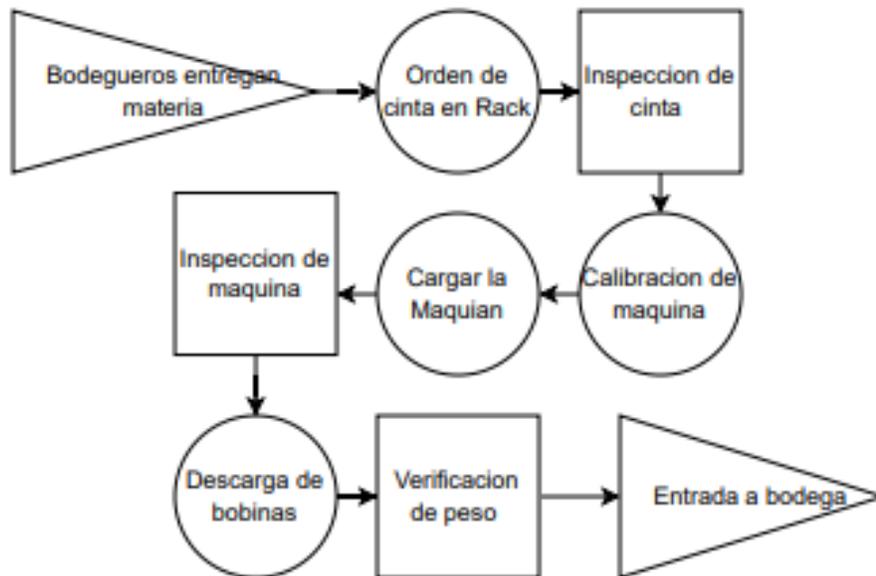
2.1.2.2. **Proceso general de formado o entorchado**

El área de formado es continua en proceso a la extrusión, para este proceso se presentan las operaciones y actividades necesarias para la conversión de producto:

- Bodegueros entregan materia en proceso
- Ordenar rafia en los *racks*

- Inspección de cinta
- Calibración de máquina
- Cargar máquina
- Inspeccionar máquina
- Descargar máquina
- Apilar rollo

Figura 9. **Proceso general del área de formado**

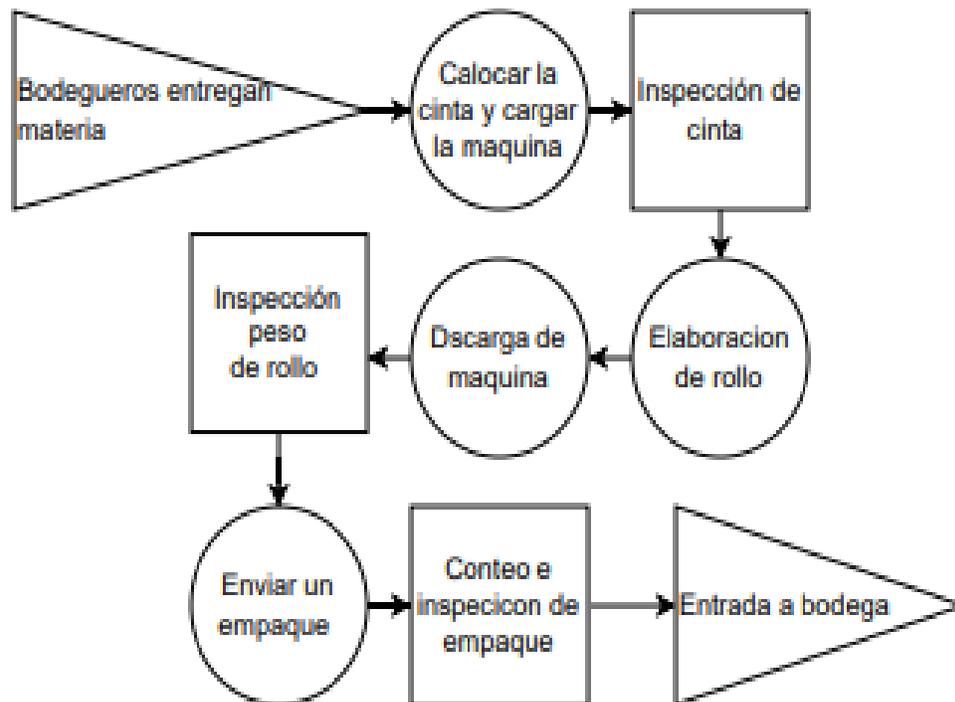


Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

2.1.2.3. **Proceso general del área de docena**

El área de docena es suministrada por el área de formado. Se presenta el diagrama de flujo de actividades para la conversión en el área de docena:

Figura 10. Flujo del proceso de docena



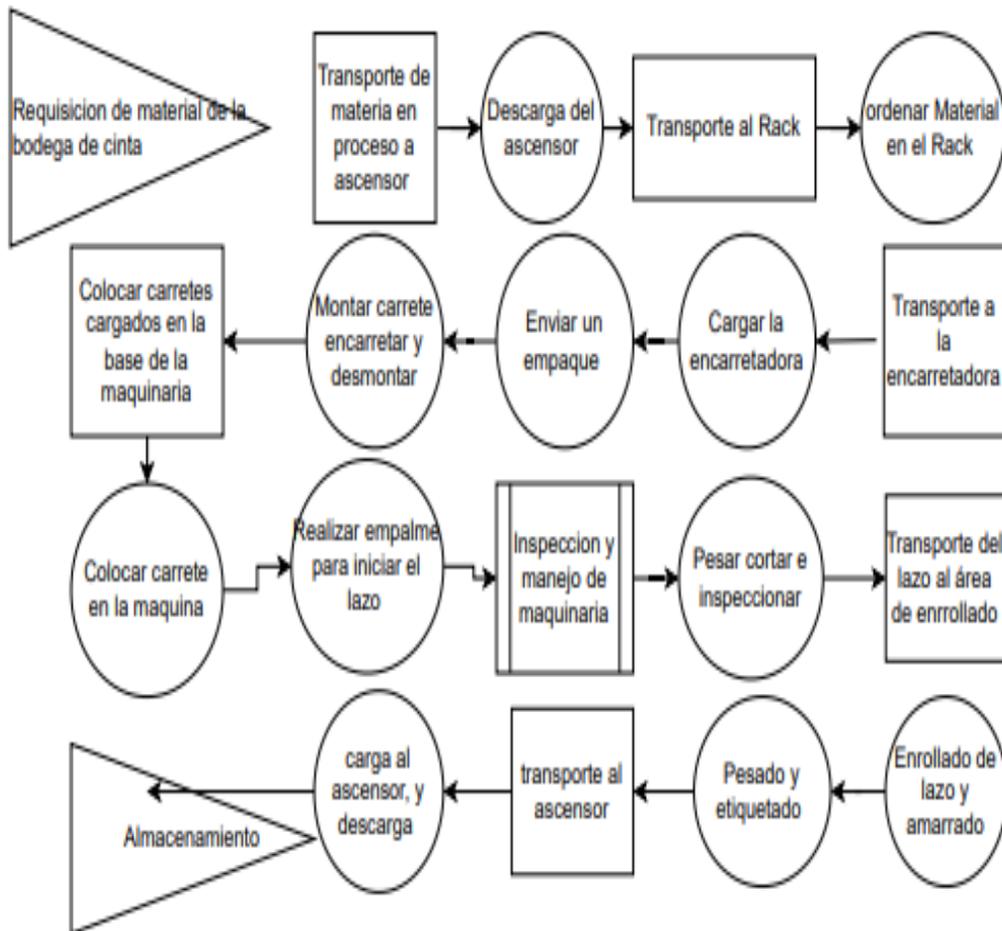
Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

2.1.2.4. Proceso general del área de trenzado

El área de trenzado en los últimos meses ha presentado un incremento del 42.8 %, con la adquisición de nueva maquinaria. Trenzado cuenta con un área inmersa en el área de encarretado, que en la actualidad no cuenta con un proceso establecido pues no está segmentado. Se debía realizar un estudio de tiempos y de balance de máquinas, ya que el incremento del 42.8 % no fue realizado en esta área, por tal motivo era necesario realizar una medición del trabajo en esta área especial, para saber en qué momento y a qué velocidad encarretado podía suministrar al área de encarretado.

El flujo de proceso para trenzado abarca el área de encarretado y el patrón es el siguiente:

Figura 11. Flujo del proceso en trenzado



Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

En este flujo se encuentran plasmados tres pasos o estaciones importantes para la transformación o conversión de cinta en lazo: encarretado, que es el área que se encarga del suministro a las maquinas trenzadoras; trenzado: área donde se realiza la última transformación a producto terminado, y enrollado: paso de empaque e inspección de peso directo a la bodega de almacenaje de PT.

2.1.3. Distribución actual en planta

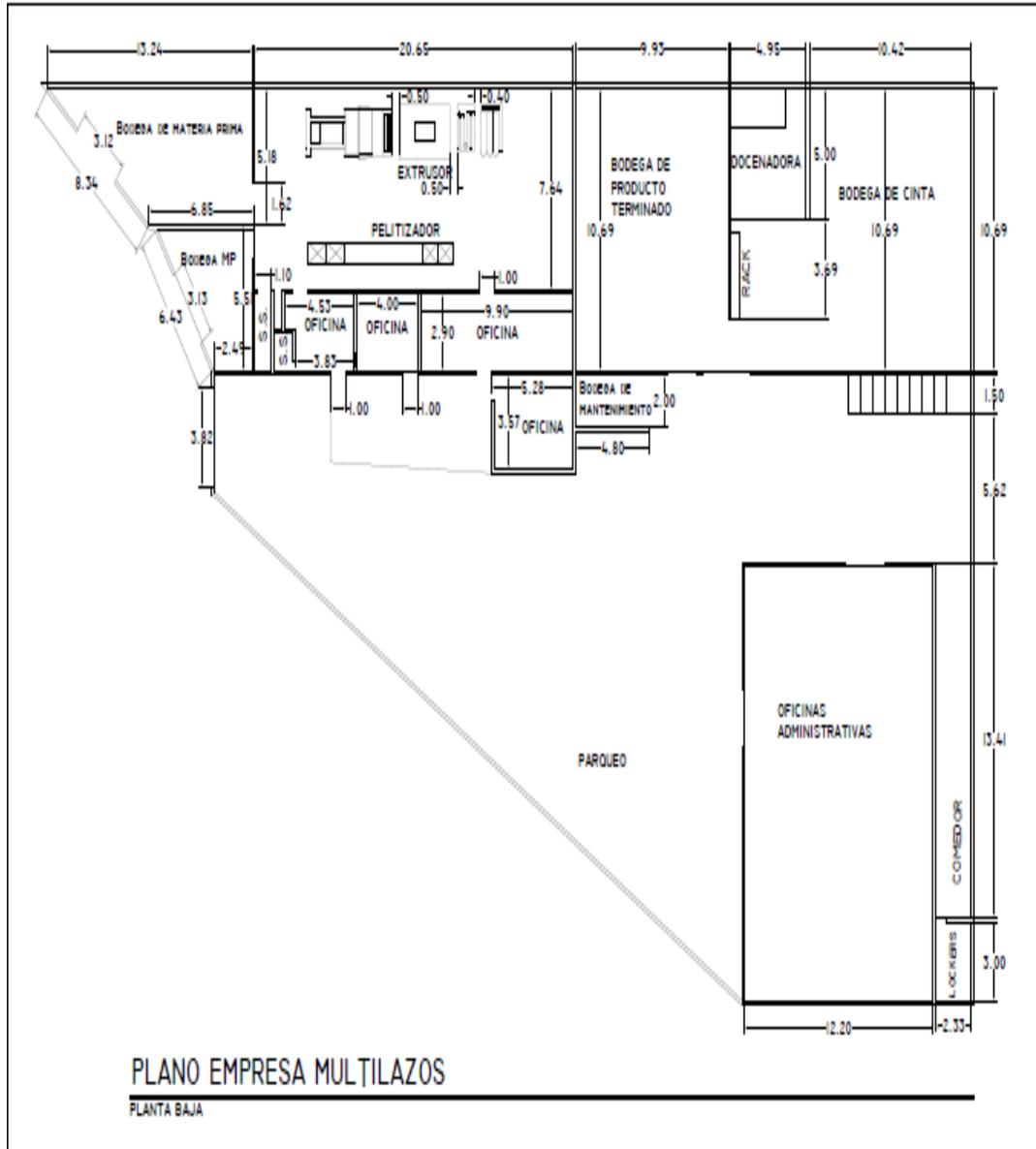
Se refiere a la representación gráfica de la distribución de maquinaria en piso de planta, La figura correspondiente a la distribución de bloques del proceso muestra el flujo que debe poseer el proceso total, la distribución en flujo es importante para evitar tiempo de transporte, tiempos muertos y desperdicio de fuerza laboral. En la planta inferior se encuentran las áreas de conversión de docena, y extrusión, así como bodegas de PT.

Evaluando la planta inferior se detectaron 3 elementos importantes a considerar:

- La mayor producción se encuentra en la parte superior e implica dos trasportes: el de materias procesadas y el de productos terminados.
- Vibración generada sobre la estructura, pues todas las máquinas ubicadas en esta área generan vibración.
- La obstrucción y falta de encaminamiento producen desorden en la planta.

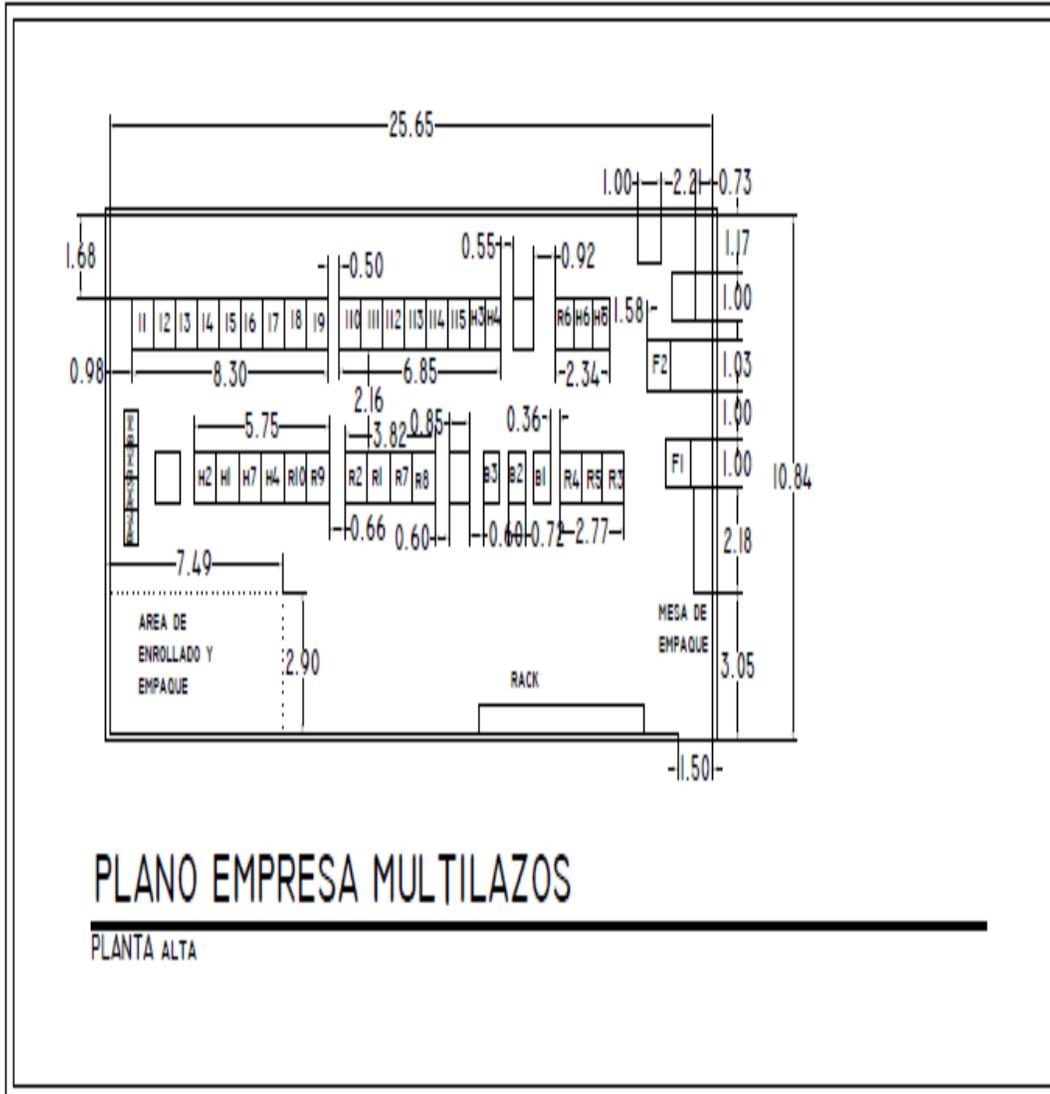
A continuación se muestran las distribuciones tanto en planta alta como en planta baja de la empresa:

Figura 12. Distribución en planta baja



Fuente: Departamento de Recursos Humanos de Multilazos.

Figura 13. Distribución en planta alta



Fuente: Departamento de Recursos Humanos de Multilazos.

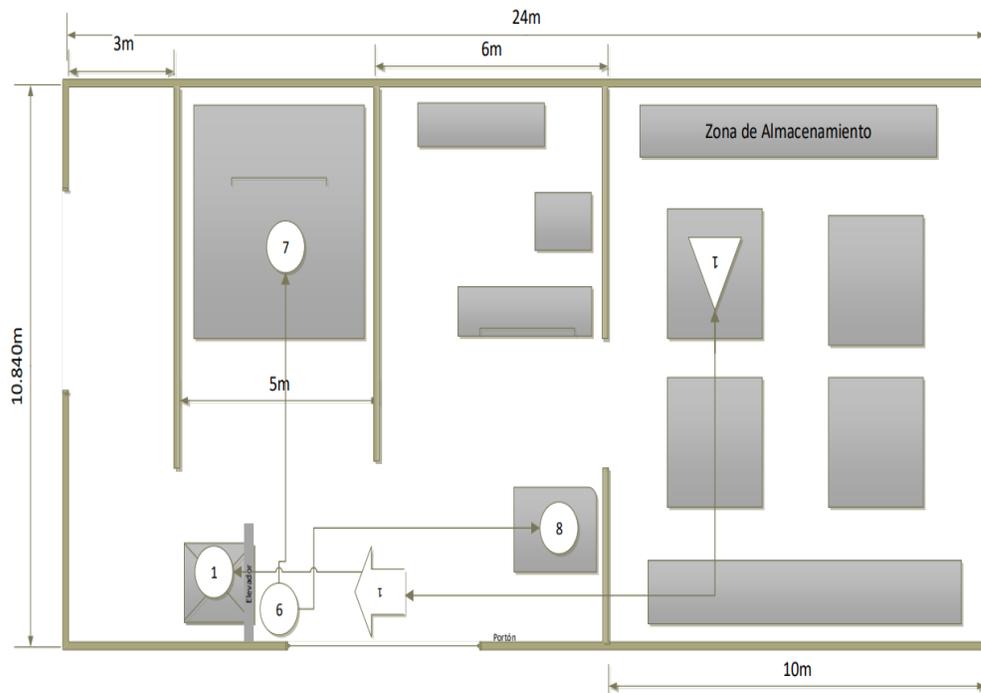
2.1.4. Diagrama de recorrido

Luego de obtenidos los flujos de procesos y la distribución actual en planta al momento del estudio, se procedió a graficar los diagramas de recorrido, estos para tener una herramienta visual que facilite observar el flujo del proceso que está siendo generado y el espacio en piso que ocupa.

2.1.4.1. Diagrama de recorrido de formado

Este proceso tiene un recorrido tanto en planta alta como en planta baja, como se muestra en la figura 14, punto de partida de bodega de cinta con un transporte al ascensor del área para ser llevado a la planta alta.

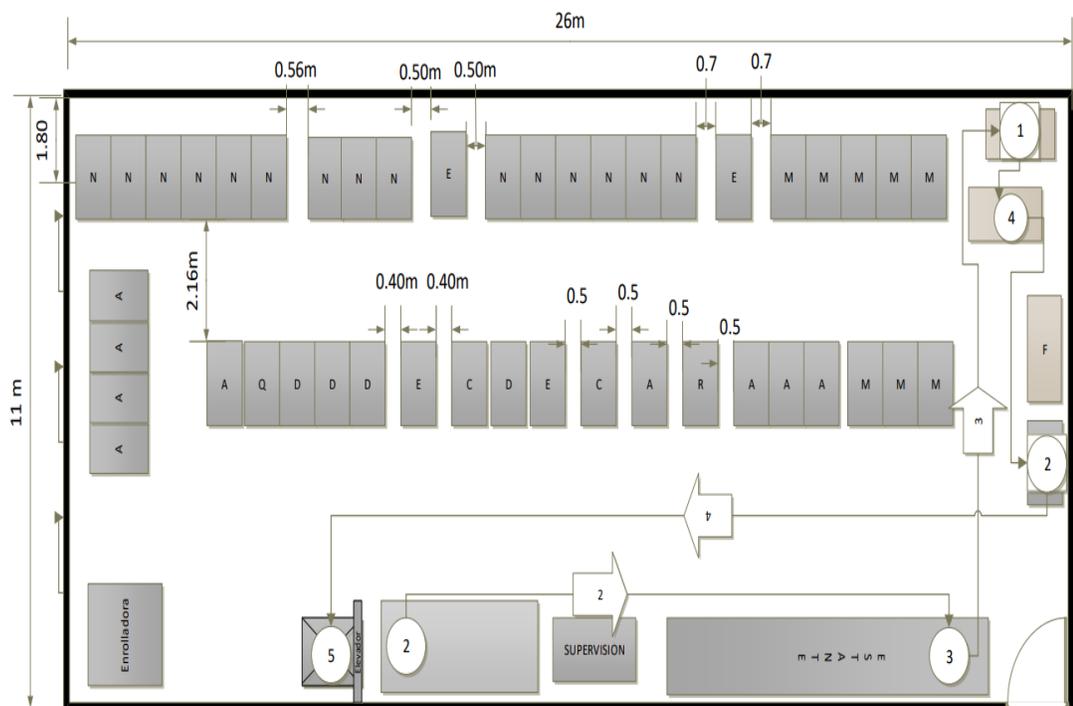
Figura 14. Diagrama de recorrido de formado en planta baja



Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

En la planta alta del proceso, luego que se cargue el elevador con materia procesada, se descarga y se transporta a los *rack* de producción y desde estos se traslada a la trampa, que es donde se coloca una bobina y se calibra el metraje en máquina vs el peso y se realiza la configuración a utilizar durante el turno. Luego que se desmonte el rollo de la máquina se procede a pasar al área de empaque del mismo y cuando este empaca se envía al almacenaje temporal para cargar el elevador del producto terminado y luego se vuelve a la planta baja y se coloca donde se desea, puede ser en la bodega de producto terminado o en la sección de bodega de pita para docena.

Figura 15. Diagrama de recorrido de planta de formado

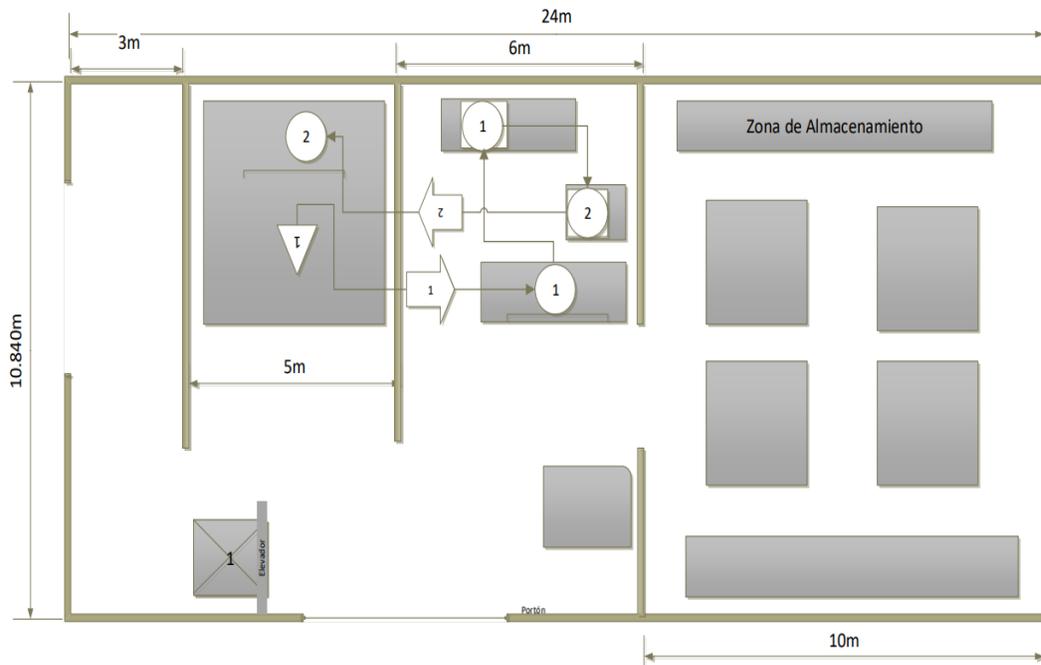


Fuente: elaboración propia, realizado con Visio.

2.1.4.2. Diagrama de recorrido de docena

El diagrama de recorrido del área de docena muestra una característica: es la única área de fabricación que tiene su proceso completo en la planta baja, es importante mencionar que es el flujo más eficiente en cuanto a reducción de transportes y distribución que se encuentra en la planta.

Figura 16. Diagrama de recorrido para la producción de docena



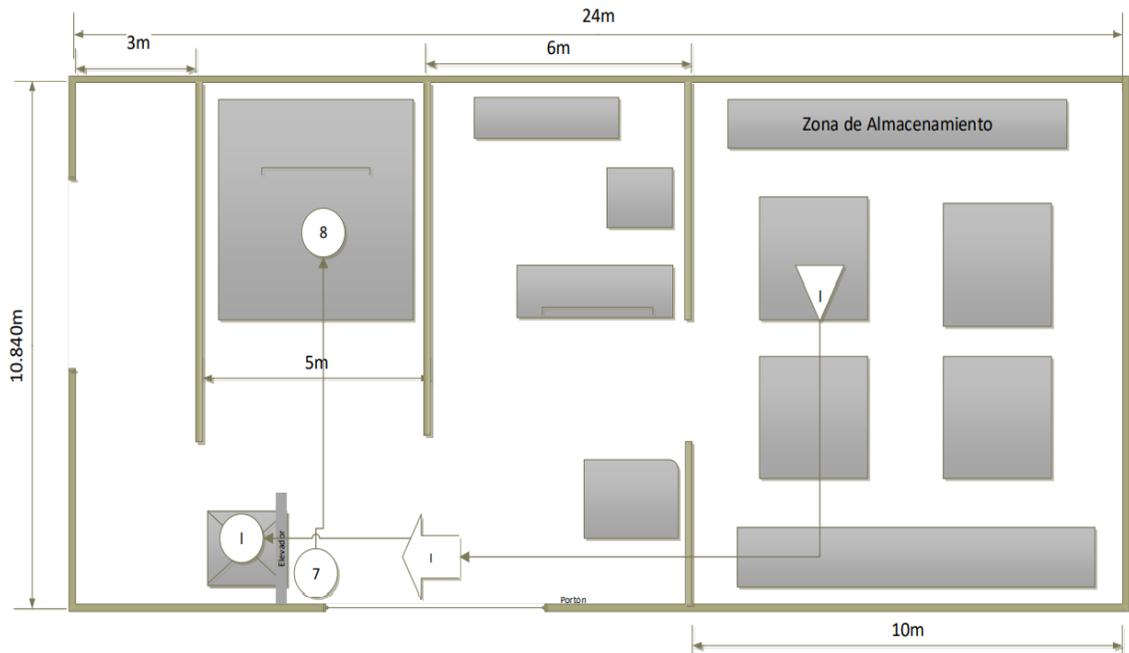
Fuente: elaboración propia, realizado con Visio.

2.1.4.3. Diagrama de recorrido de trenzado

El recorrido para la planta baja de trenzado comienza en la requisición de material procesado y es cargado al elevador como inicio del proceso. El segundo

paso que se ejecuta en la planta baja es la descarga y almacenamiento de producto terminado.

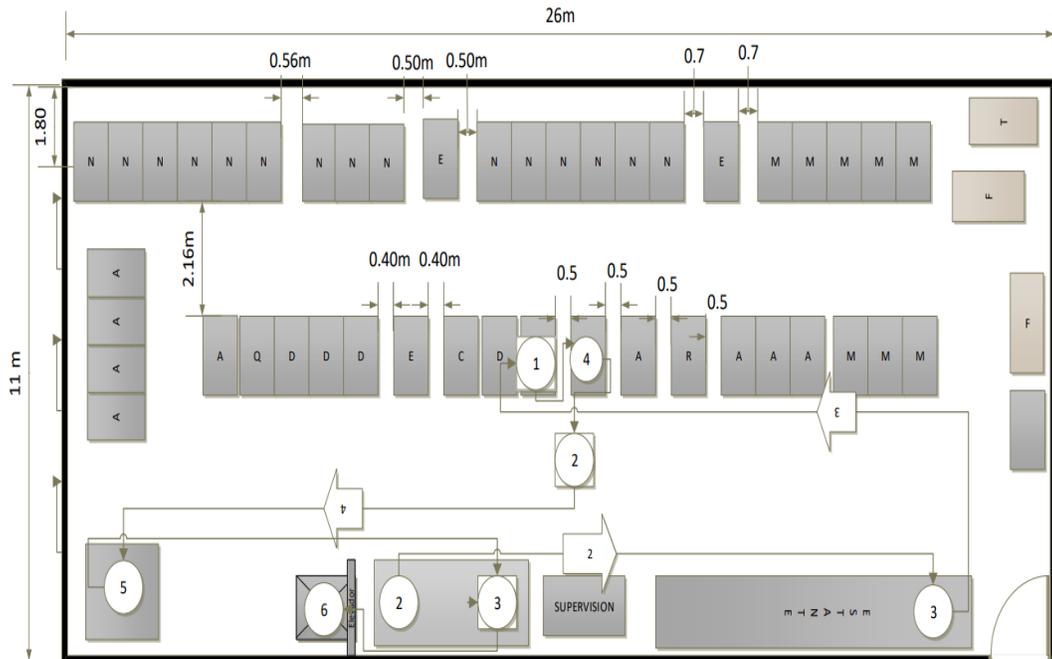
Figura 17. **Diagrama de recorrido del proceso de trenzado en planta baja**



Fuente: elaboración propia, realizado con Visio.

El recorrido en planta alta prosigue con la descarga de la materia prima al área correspondiente, luego se realiza un transporte de esta a los *rack* para ser ordenados y tomados cuando el operario los requiera, de ser así estos son trasladados a encarretado y la máquina es enhebrada, luego se llenan los carretes y estos son trasladados a la parte inferior de una máquina, estos se usan cuando se descargue una máquina y como resultado se obtiene producto terminado, el cual es transportado al área correspondiente para ser cargado en el elevador.

Figura 18. Diagrama de recorrido de trenzado en planta alta



Fuente: elaboración propia, realizado con Visio.

Luego de obtener el diagrama de recorrido, se procedió a obtener los diagramas de flujo de procesos actuales de cada uno de los procesos de producción de la planta. Para el levantamiento de procesos actuales de Multilazos fue necesario realizar un estudio de tiempos, se realizaron los siguientes pasos:

- Cálculo de n para la muestra del estudio de tiempos.
- Técnica de regreso a cero del cronómetro.
- Cálculo de tiempos normales de los procesos.
- Suplementos y calificación de cada operación para obtener el cálculo de tiempos estándar de cada operación.

2.1.5. Estudio de tiempos para levantamiento de procesos actuales

Se presenta a continuación el estudio de tiempos para levantamiento de procesos actuales.

2.1.5.1. Estimación de n para el estudio de tiempos

Para iniciar con el estudio de tiempos se debía calcular el número de muestras adecuado.

Cálculo inicial de n (método desarrollado por H.B. Maynard):

- Si los ciclos fueran menores o iguales a dos minutos debían ser tomadas diez lecturas, por el contrario, si el ciclo tomara un tiempo mayor a dos minutos las lecturas debían ser solamente cinco (existe más fiabilidad en los tiempos grandes que en los tiempos pequeños o cortos, pues el error en tiempos cortos es mayor).
- Como segundo paso se procede a realizar el cálculo del rango, que es la resta entre el tiempo mayor y el tiempo menor de las lecturas tomadas en el primer paso.

Fórmula para el cálculo del rango:

$$R = X_{max} - X_{min} \quad (1)$$

- Se realizó el cálculo de la media aritmética o promedio, que es la sumatoria de las lecturas realizadas dividido el número de lecturas efectuadas.

Fórmula para el cálculo de la media aritmética:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (2)$$

Donde:

$\sum x$ = sumatoria de el valor de cada lectura tomada

n = cantidad de lecturas realizadas

\bar{x} = media aritmetica o promedio

- Como cuarto paso se debió encontrar el cociente entre el rango y la media.

Fórmula para encontrar el cociente entre el rango y la media aritmética:

$$\frac{R}{\bar{x}} \quad (3)$$

- Como último paso se procedió a la referencia de la tabla de cálculo del número de observaciones del método:

Tabla II. Cálculo 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: elaboración propia, realizado con Excel.

2.1.5.2. Instrumentos para la toma de mediciones

El estudio se realizó de manera cronometrada, con la técnica de regreso a cero, como se indica en la sección 2.1.5. Se utilizó un cronómetro MH-557, con las siguientes especificaciones:

- Posee temporizador electrónico portátil
- Precisión de 1/100 de segundo

Figura 19. **Cronómetro MH-557**



Fuente: NOVEX (2022). *Catálogo digital*.

Los tiempos cronometrados de cada actividad debían ser anotados para llevar el registro y después realizar los cálculos necesarios, buscando estandarizar los tiempos del proceso. Para la toma de los tiempos de este estudio se utilizó el siguiente formato:

Tabla III. **Formato para toma de tiempos**

TOMA DE TIEMPOS											
Operación		Area:									
Tiempo inicial		Fecha			Visto bueno						
Tiempo final		Operario			Observador						
	Descripcion	Ciclos									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Para la ejemplificación de la obtención de resultados se muestra la obtención de tiempos específicos de la operación en máquina del área de docena.

- Área de docena

Los movimientos para la fabricación de docena en el área fueron divididos en los siguientes:

- Colocación de la cinta en la máquina.
- Tiempo de máquina trabajando.
- Corte y etiquetado.

- Desmontado de la docena A (llamada docena A por el tipo de producto, para el resto del estudio se le llamara DA).

Las actividades b y c se realizan con un tiempo mayor a 2 minutos, por lo tanto las lecturas necesarias para estas actividades fueron 5 y para las actividades a y d son un total de 10.

Tabla IV. **Tomas de tiempos**

TOMA DE TIEMPOS												
Operación: Fabricacion de DA		Area: Docena										
Tiempo inicial		Fecha			Marzo		Visto bueno		Emilio Garcia			
Tiempo final		Operario			Pablo G		Observador		Emilsa Sincal			
Descripcion		Ciclos en minutos										Sumatoria
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Colocar la cinta en la maquina	1.00	0.95	0.97	0.97	1.00	1.00	0.95	0.97	0.95	1.00	9.76
2	Tiempo de maquina	7.60	7.70	7.70	7.60	7.65						38.25
3	Cortar y etiquetal la DA	2.10	2.17	2.17	2.15	2.10						10.69
4	Desmontar la DA de la maquina	0.80	0.75	0.81	0.80	0.82	0.80	0.77	0.79	0.80	0.80	7.94
5												
6												
7												
8												
9												
10												

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Siguiendo el método descrito en la sección 2.1.5.1 para la estimación de n, se procede a obtener los resultados, presentados en la siguiente tabla:

Tabla V. **Resultados generales para obtener n de cada operación**

	Operaciones para fabricación de docena A			
No. operación	1	2	3	4
Rango	0.05	0.10	0.07	0.07
Media aritmética	0.98	7.65	2.14	0.79
Coefficiente	0.051	0.013	0.033	0.088

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Tomando los coeficientes de la tabla V se procede a buscar el resultado para la obtención del número de observaciones, el coeficiente indica en la tabla el número de mediciones necesarias.

Tabla VI. Tomas necesarias para la fabricación de docena

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: elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla VII. **Estimación de n para cada operación**

	No. de operaciones para la fabricación de docena A			
No. operación	1	2	3	4
No. observaciones	1	3	1	1

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

2.1.5.3. **Cálculo de tiempo normal y estándar**

Luego de obtener el número de observaciones necesario para cada actividad o tarea, se procedió a tomar las lecturas aplicando el método de regreso a cero. Para encontrar el tiempo normal fue necesario obtener el tiempo promedio del número de observaciones tomadas multiplicado por el factor de valoración de cada una de las actividades. El resultado de la toma de tiempos normal en la operación se representa en la siguiente tabla:

Tabla VIII. **Tabla de tiempos normales de la fabricación de DA**

Tarea	Tiempo promedio (min)	Valoración (%)	Tiempo (min)
Colocar la cinta en la máquina	1.43	70	1
Tiempo en máquina	9.58	80	7.67
Corte y etiquetado	3.071	70	2.15
Desmontar la DA de la máquina	0.97	85	0.83

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

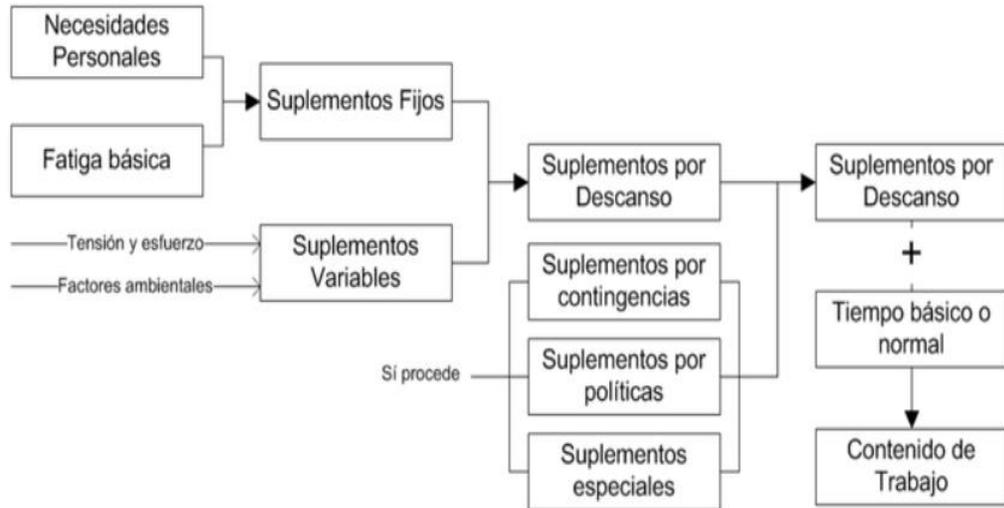
El tiempo normal para la fabricación de docena es de 11.65 minutos, para convertir de esta manera se calcularon los tiempos totales de cada uno de los procesos de producción, se incluyen los trasportes y operaciones de bodega hasta entrega de PT o producto en proceso.

2.1.5.4. Suplementos

Los suplementos son de vital importancia dentro del estudio de un proceso productivo, para la obtención de datos reales los mismos se clasifican de la siguiente manera:

- Suplementos fijos (necesidades básicas)
- Suplementos variables (fatiga)
- Suplementos especiales

Figura 20. Tipos de suplementos



Fuente: Suplementos.com (2022). *Tipos de suplementos*.

Para la clasificación y consideración de cada tipo de suplemento se utiliza la siguiente tabla:

Tabla IX. **Tabla de suplementos**

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

Fuente: Ingeniería Industrial Online (2022). *Suplementos*.

La fórmula utilizada para el cálculo de tiempo normal a estándar fue la siguiente:

$$Te = Tn(1 + \%suplemento) \quad (4)$$

2.1.5.5. Tiempos normales y estándar de los procesos de producción

Se procedió a realizar los cálculos pertinentes para los diagramas correspondientes.

- Formado o entorchado, para la fabricación de pita de colores

Para el proceso de formado (entorchado) se tuvieron los siguientes suplementos, con un porcentaje de valoración del 95 %:

○ Necesidades fisiológicas	5 %
○ Fatiga	4 %
○ Trabajo de pie	2 %
○ Trabajo preciso	2 %
○ Peso levantado en kg	1 %
○ Sonido fuerte e intermitente	2 %
	<hr/>
	16 %

Tabla X. **Tiempos de operación para fabricación de pita de colores**

Tarea	Tiempo promedio (min)	Tiempo normal (min)	Tiempo estándar (min)
Transporte de material en procesado al elevador	9.07	8.62	10
Operación de carga de cinta al elevador	9.07	8.62	10
Operación de descarga de cinta del elevador	6.81	6.47	7.5
Trasporte del ascensor al <i>rack</i> de cinta	5.44	5.17	6
Operación de orden de cinta	4.54	4.31	5
Trasporte de <i>rack</i> a máquina	4.53	4.30	5
Inspección y enhebrado de máquina	18.15	17.24	20
Operación de máquina y descarga de Pt	27.22	25.86	30
Inspección de empaque y control de calidad	13.61	12.93	15
Trasporte de producto terminado al elevador	9.07	8.62	10
Carga del producto al elevador	4.54	4.31	5
Operación de almacenamiento	9.07	8.62	10

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

- Docena

Para el proceso de docena se tuvieron los siguientes suplementos, con un porcentaje de valoración del 105 %:

- Necesidades fisiológicas 5 %
- Fatiga 4 %
- Trabajo de pie 2 %
- Posición incómoda 2 %
- Trabajo preciso 2 %
- Peso levantado en kg 1 %

- Sonido fuerte e intermitentes 2 %
-
- 18 %

Tabla XI. **Tiempos para la fabricación de DA**

Tarea	Tiempo promedio (min)	Tiempo normal (min)	Tiempo Estándar
Trasportar materia procesada al área de trabajo	3,895	4,1	5
Operación de posicionamiento de cinta en <i>rack</i>	4,674	4,92	6
Operación de enhebrado de máquina	0.904	0.95	1.12
Operación de máquina	6.933	7.28	8.59
Inspección, corte y etiquetado de Pt	1.944	2.04	2.408
Operación de descargar el Pt	0.750	0.79	0.929
Trasporte de producto terminado a bodega	2,337	2,46	3
Almacenamiento en bodega	3,895	4,1	5

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

- **Trenzado**

Para el proceso de docena se tuvieron los siguientes suplementos, con un porcentaje de valoración del 70 %, este porcentaje de valoración fue el más bajo que presentaron los procesos de producción:

- Necesidades fisiológicas 5 %
- Fatiga 4 %
- Trabajo de pie 2 %

- Sonido fuerte e intermitentes $\frac{2\%}{13\%}$

Tabla XII. **Tiempos de conversión de trenzado**

Tarea	Tiempo promedio (min)	Tiempo normal (min)	Tiempo estándar (min)
Operación de colocación de carretes en bandeja	6.32	4.42	5
Inspección de carretes antes de colocarlos en máquina	12.64	8.85	10
Operación de colocación de carretes y enhebrar la máquina	18.96	13.27	15
Operación de arranque de máquina con pocas revoluciones	1.26	0.88	1
Operación de empalme	0.63	0.44	0.5
Inspección de producto	1.26	0.88	1
Operación de máquina e inspección de producto	148.67	104.07	117.6
Operación de descarga de maquinaria	12.64	8.85	10

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

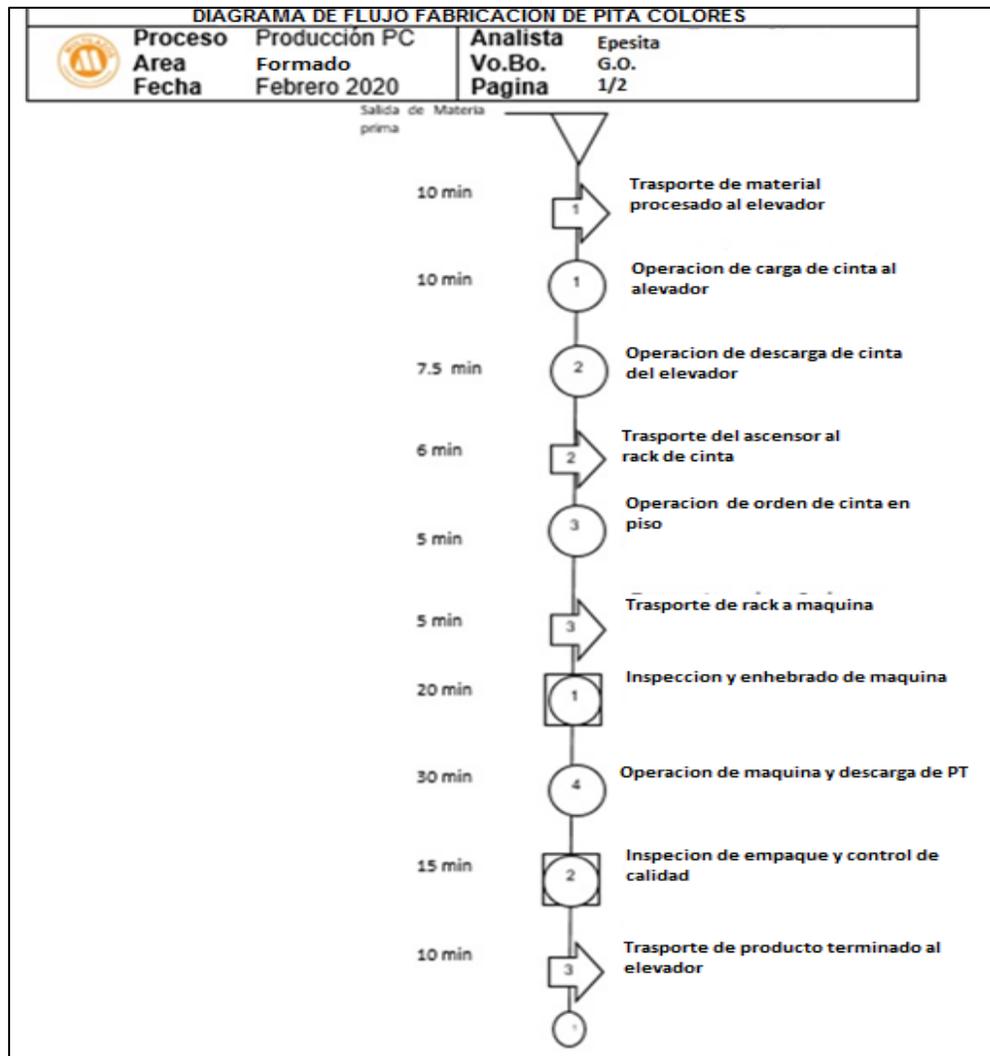
2.1.6. Diagramas de flujo

Luego de encontrados los tiempos estándar de las operaciones, se procedió a realizar los diagramas de flujo para cada operación dentro del proceso productivo, esto para estandarizar los procesos con los que cuenta la empresa.

2.1.6.1. Diagrama de flujo de fabricación de pita de colores

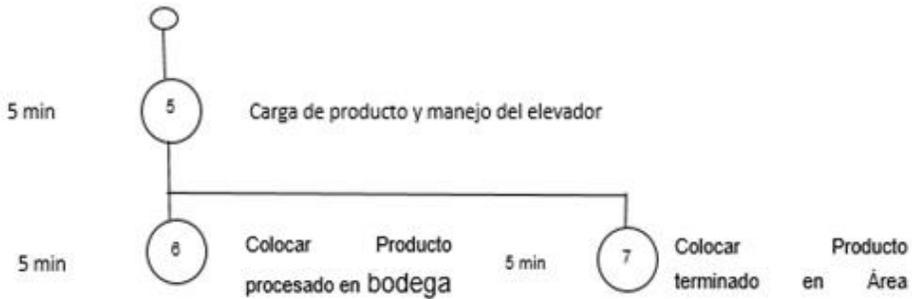
Este diagrama muestra el flujo del proceso para la fabricación de la pita de colores, producto del área de formado desde el transporte del material procesado hasta el producto terminado:

Figura 21. Diagrama de flujo de fabricación de pita de colores



Continuación de la figura 21.

DIAGRAMA DE FLUJO FABRICACION DE PITA COLORES				
	Proceso	Producción PC	Analista	Epesista
	Área	Formado	Vo.Bo.	G.O.
	Fecha	Febrero 2020	Página	2/2



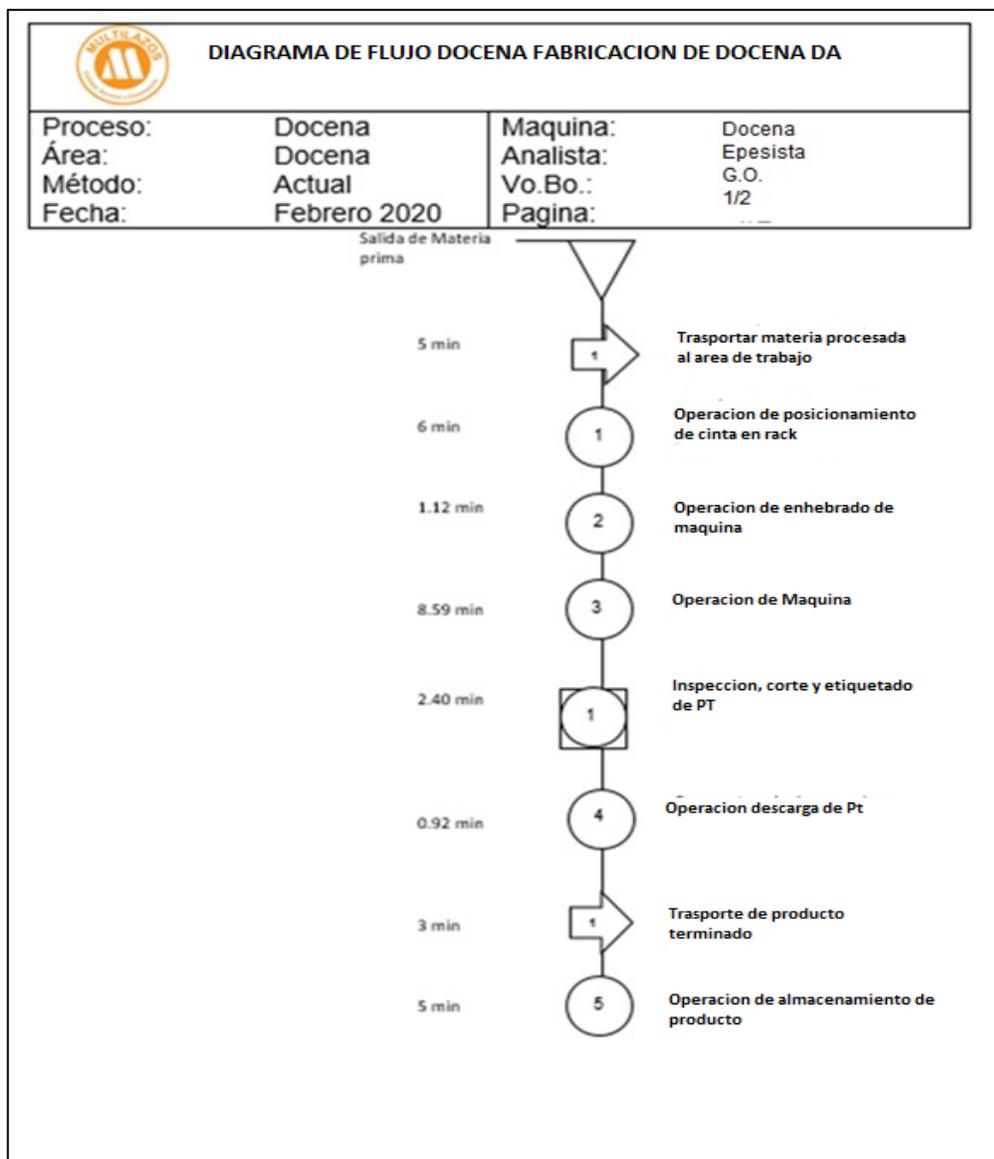
RESUMEN				
SIMBOLO	DESCRIPCION	CANTIDAD	TIEMPO MINUTOS	EN
	OPERACION	7	67.5 min	
	TRANSPORTE	4	36 min	
	COMBINADA	2	35 min	
TOTAL			138.5 min	

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

2.1.6.2. Diagrama de flujo de docena - Fabricación DA

En este diagrama se muestra el recorrido o flujo del proceso para la fabricación de docena tipo DA, este es el producto de interés en esta área.

Figura 22. Diagrama de flujo de docena



Continuación de la figura 22.

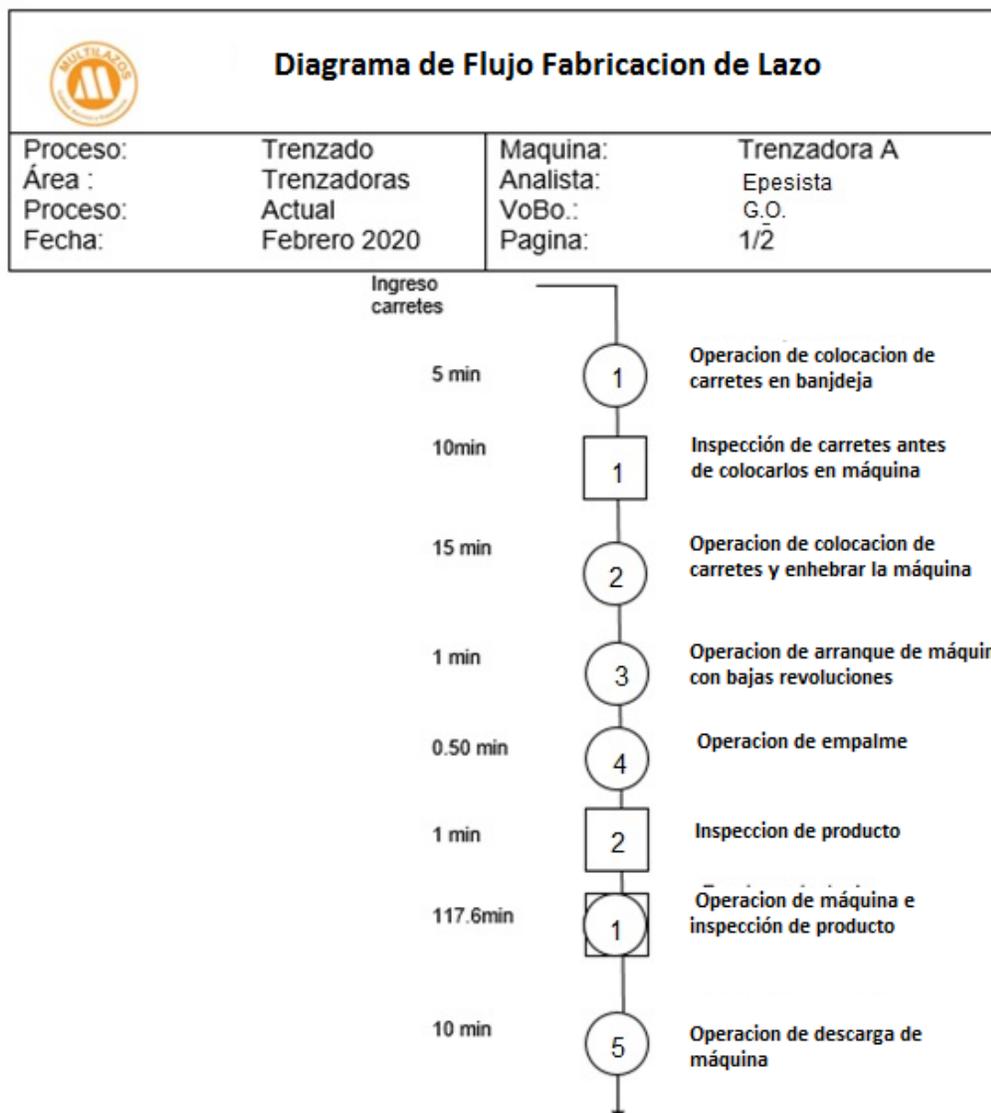
 DIAGRAMA DE FLUJO DOCENA FABRICACION DE DOCENA DA			
Proceso:	Docena	Maquina:	Docena
Área:	Docena	Analista:	Epesista
Método:	Actual	Vo.Bo.:	G.O.
Fecha:	Febrero 2020	Página:	2/2
RESUMEN			
SIMBOLO	DESCRIPCION	CANTIDAD	TIEMPO MINUTOS
	OPERACION	5	21.63 min
	TRANSPORTE	3	8 min
	COMBINADA	1	2.40 min
			32.03 min

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

2.1.6.3. Diagrama de flujo trenzado

Se presenta el diagrama de flujo del área de trenzado desde el ingreso del producto en proceso hasta que se convierta en un PT.

Figura 23. Diagrama de flujo de trenzado



Continuación de la figura 23.

RESUMEN			
SIMBOLO	DESCRIPCION	CANTIDAD	TIEMPO EN MINUTOS
	OPERACION	5	31.5
	INSPECCION	2	11
	COMBINADA	1	117.6
TOTAL		8	160.1

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

2.1.7. Capacidad instalada y eficiencia actual

Con los tiempos actuales tomados en el estudio de tiempos, y tomando en cuenta la producción que se entrega a bodega, se establece la siguiente tabla con el consolidado de eficiencias instaladas y el % de utilización que se está gestionando con los procesos actuales en esa máquina.

Tabla XIII. **Capacidad instalada**

Operación	Capacidad instalada (lb)	Tiempo disponible (min)	Tiempo del ciclo (min)	Producción (unidades)	Producción al día (lb)	Diferencia capacidad producción	% utilización según la capacidad instalada
Fabricación de docena	1706	660	32	247	742	964	43.5 %
Fabricación de formado	297	660	133	10	99	198	33.3 %
Fabricación de trenzado	829	660	160	305	609	219	73.5 %
Fabricación de trenzado 2	1149	660	160	346	692	457	60.2 %

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Se determina entonces que para la fabricación de docena la capacidad instalada provee 1706 libras y se está obteniendo solamente 964 libras, lo cual representa una producción con 43.5 % sobre la capacidad instalada, esta información pudo ser obtenida gracias a la medición de producción neta o capacidad instalada y al levantamiento de tie. Otro punto para considerar son los piñones que se utilizan en las máquinas trenzadoras, estos vienen diseñados para un uso exacto y presentan la siguiente eficiencia actual:

Tabla XIV. **Eficiencia actual**

Máquina Dimensionales	A1 m/mes	N1 m/mes
Piñón Actual	7920	9000

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

2.1.8. **Suministros para el área de trenzado**

Uno de los problemas que se detectó en la deficiencia de los procesos es que no se tiene un control del área de encarretado, la cual suministra el área de trenzado. Para estandarizar los procesos actuales se procedió al estudio para suministros en el área de trenzado.

El área de encarretado abastece al área de trenzado, esto a través de carretes que tienen cinta rafia y estos son introducidos a una parte de las máquinas trenzadoras llamadas husos. La tabla VII muestra las diferentes medidas que se realizan en el área de encarretado.

Tabla XV. **Tabla de carretes**

No.	Grosor
1	$\frac{1}{4}$
2	$\frac{5}{16}$
3	$\frac{3}{8}$
4	$\frac{7}{16}$
5	$\frac{1}{2}$
6	$\frac{5}{8}$

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

La medida que se tomó para el estudio es la no. 1, ya que el 50 % de maquinaria utilizada en esta área pertenece a esta medida y la maquinaria nueva que involucra ampliación en capacidad estará graduada en esta misma medida. La tabla VIII muestra los diferentes tipos de carretes con que se cuenta.

Tabla XVI. **Clasificación de carretes por color**

TIPO DE USO	COLOR	NOMBRE	GROSOR
Máquina A		A	$\frac{5}{16}$ - $\frac{3}{8}$
Máquina B		B	$\frac{1}{4}$
Máquina C		C	$\frac{5}{16}$
Máquina D		D	$\frac{7}{16}$

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 24. **Imagen de carrete tipo B**



Fuente: elaboración propia, realizado con aplicación Camare.

2.1.8.1. Cálculo de consumo de carretes tipo B

- Se tomó el peso del carrete vacío y el carrete con cinta.
- Se colocó el carrete lleno y pesado en la máquina durante determinado tiempo.
- Se desmontó el carrete luego del tiempo estimado.
- Se realizó un pesaje final para determinar la cantidad de cinta trenzada durante el tiempo estimado.

- Teniendo esta medición se calcularon las cargas de carretes necesarios durante el turno y se compara con la capacidad instalada de encarretado.

Tabla XVII. **Resultado de mediciones de consumo vs tiempo**

No.	Peso carrete vacío (g)	Peso carrete vacío (lb)	Peso inicial carrete lleno (lb)	Peso de cinta sin carrete (lb)	Peso cinta final (lb)
1	99.46	0.219	0.7	0.481	0.072
2	94.54	0.208	0.7	0.492	0.0745
3	94.86	0.209	0.8	0.591	0.0754
4	94.38	0.208	0.7	0.492	0.069
5	94.51	0.208	0.7	0.492	0.073
6	96.04	0.212	0.7	0.488	0.074
7	94.45	0.208	0.7	0.492	0.068
8	94.4	0.208	0.8	0.592	0.073
9	94.86	0.209	0.7	0.491	0.0745
10	94.86	0.209	0.7	0.491	0.075
Medias	95.236	0.210	0.72	0.510	0.073

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Interpretación: el carrete vacío tiene un peso promedio de 0.210 lb y el carrete lleno tiene un peso promedio de 0.7 lb, la resta de estos números da el peso bruto de la cinta, que en promedio fue de 0.510, se carga el carrete en la maquinaria por 0.3 de hora o lo equivalente a 20 minutos, teniendo un resultado de 0.073 lb de cinta luego de veinte minutos, realizando la equivalencia de tiempo de carrete completamente vacío, el resultado es de 1.9667 horas de carga, esto quiere decir que cada 1.97 horas se debe realizar una descarga, para un turno de 8 horas se realizaran 4 cargas, este dato es teórico debía ser verificado, para lo cual se tomaron mediciones del tiempo de descarga completa de los carretes, obteniendo los siguientes datos:

Tabla XVIII. **Tiempo estimado de consumo de cinta en carrete**

Observaciones	Hora inicial	Hora final	tiempo estimado
1	9.90	12.1	2.20
2	10.11	12	1.89
3	10.11	12	1.89
4	10.11	12	1.89
5	10.11	12	1.89
6	10.15	12.11	1.96
7	10.22	12.2	1.98
8	10.22	12.2	1.98
Tiempo promedio de consumo			1.96

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla XIX. **Carretes totales necesarios para las máquinas $\frac{1}{4}$**

Descripción	Cantidad y tipo
Tipo de máquina	B
Cantidad de máquinas	15
No. de carretes por máquina	8
Cargas en un turno	4
Total de carretes	480

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

La tabla 11 indica que para la cantidad de 15 máquinas que utilizan el carrete tipo B son necesarios 120 carretes, también indica que durante un turno se realizan un total de 4 cargas por máquina, para un turno completo con 15 máquinas utilizando carrete tipo B son necesarios 480 carretes.

Las encarretadoras destinadas a suministrar las trenzadoras deben poseer la capacidad de brindar 480 carretes como mínimo durante un turno de producción.

2.1.9. Análisis de costos por mermas

Dentro de los costos de producción escondidos en muchas empresas se encuentra el costo de mermas que no son cuantificadas económicamente y se da por hecho su existencia, pero no su reducción, nos referimos a ellos como costos escondidos, pues el costo de los desperdicios se suma de manera indirecta a cada uno de los productos, esto quiere decir que dependiendo la merma producida según el día podría incrementar directamente el costo de un producto, por ello la importancia de controlar las mermas en un proceso de producción.

2.1.9.1. Costos de mermas en área de extrusión

Para el análisis de costo de mermas producidas en el área de extrusión es necesario realizar un análisis de costos de materia de primera, esto porque el material que se utiliza en el área es *premium* y las mermas producidas deberían tener el valor de cinta de primera, para lo cual se reunió la siguiente información (proporcionada por la empresa): fórmula de extrusión, costo de mano de obra por operario y capacidad de máquina actual. Se obtiene la siguiente matriz.

Tabla XX. **Costos de área de extrusión**

Cinta Rafia		
Formula		
Materia prima	P1	P2
Proporción	50 %	50 %
Costo por libra	Q8.00	Q6.00
Maquina		
Libras por hora	20 lb	
Costos máquina	Q8.00	
Mano de Obra		
Sueldo por hora	Q 20.00	
Cantidad de Op	3	
Total, por hora		Q340.40
Total, por libra		Q 17.02

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

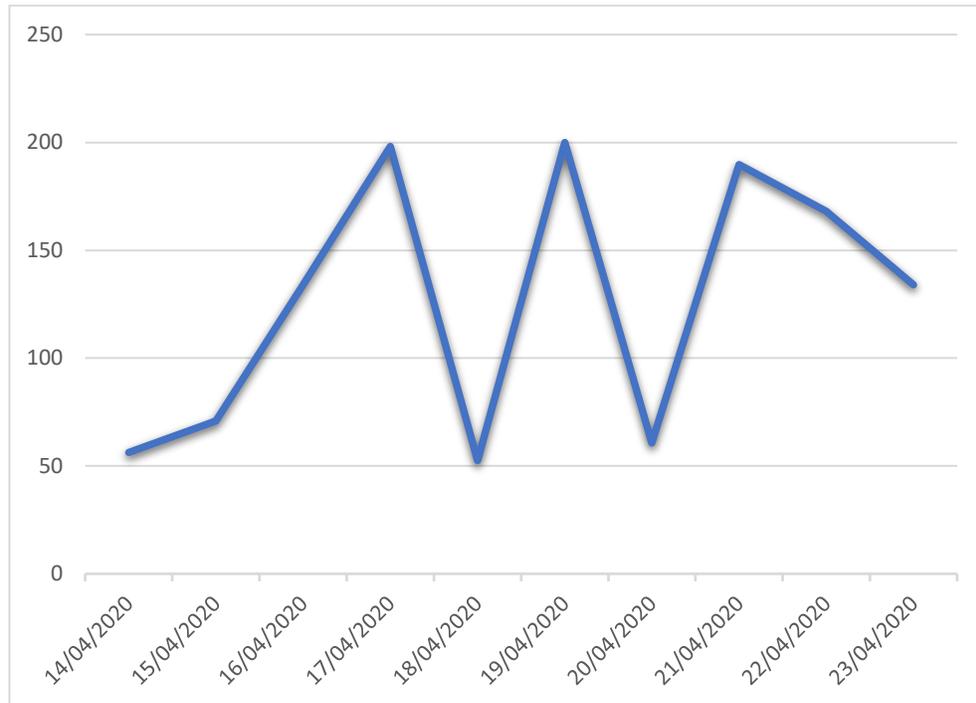
De la tabla XX se obtiene que el costo por libra de producción de cinta es de Q17.20, la merma o desperdicio que se genera en el área de extrusión tiene este mismo costo, pues al ser utilizada materia prima *prime* se genera un costo extra a la orden de producción. Según los registros de los meses anteriores se obtiene la siguiente tabla de mermas y desperdicios producidos:

Tabla XXI. **Registros de desperdicios o mermas producidas**

Fecha	Desperdicio (libras)	Extrusor
3/04/2020	200	E1
4/04/2020	189.4	E1
5/04/2020	167.4	E1
6/04/2020	50	E1
7/04/2020	46.7	E1
8/04/2020	120.9	E1
9/04/2020	30	E1
10/04/2020	30.1	E1
11/04/2020	150	E1
12/04/2020	160	E1
13/04/2020	59.7	E1
14/04/2020	56.3	E1
15/04/2020	70.8	E1
16/04/2020	134	E1
17/04/2020	198.2	E1
18/04/2020	52.5	E1
19/04/2020	200	E1
20/04/2020	60.7	E1
21/04/2020	189.8	E1
22/04/2020	168	E1
23/04/2020	134	E1
Total	2408.8	

Fuente: elaboración propia, con base en reporte de bodegas.

Figura 25. **Comportamiento de mermas vs tiempo**



Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Los resultados de desperdicios cuantificados del 3 al 23 de abril dan un total de 2408 lb, regresando a la tabla correspondiente se obtienen los resultados del costo de transformación a rafia, que son de Q17.02, esto multiplicado por la cantidad de libras producidas como desperdicio o merma es un total de Q40.984.16.

2.1.9.2. Mermas en el área de trenzado

Para cuantificar las mermas que se están produciendo en trenzado se tomaron los últimos registros de desperdicio que se tuvieron en los últimos meses, estos desperdicios no se encuentran parametrizados, por tanto, no se

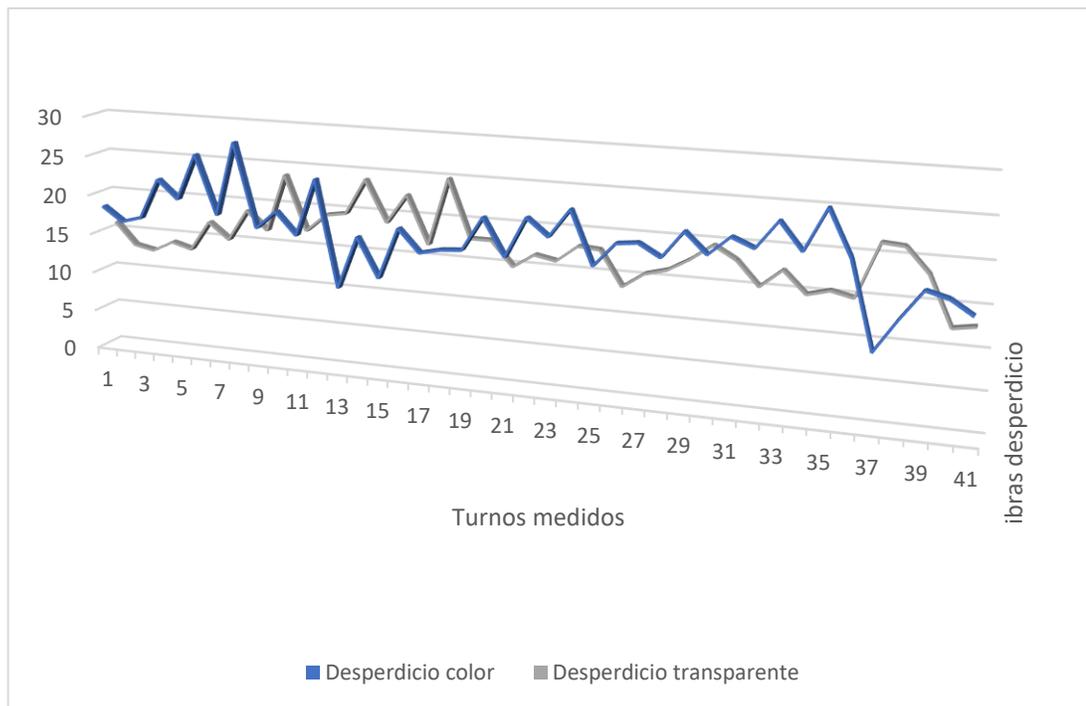
tiene una exigencia de libras aceptables de merma o desperdicios. A continuación se tabulan los reportes de desperdicio y se realiza la gráfica para su análisis correspondiente.

Tabla XXII. **Desperdicios de área de trenzado**

No.	Desperdicio color (libras)	Desperdicio transparente (libras)	No.	Desperdicio color (libras)	Desperdicio transparente(libras)
1	18.5	15.9	22	21.5	16.4
2	16.7	13.1	23	19.4	15.9
3	17.4	12.6	24	22.9	17.9
4	22.5	13.9	25	16.4	17.7
5	20.2	13.2	26	19.3	13.5
6	26	16.9	27	19.6	15.3
7	18.6	14.9	28	18.1	16
8	27.9	18.8	29	21.4	17.5
9	17.4	16.5	30	18.9	19.4
10	19.7	23.7	31	21.2	17.9
11	16.9	16.9	32	20.1	15
12	24.1	19.1	33	23.5	17.2
13	10.8	19.5	34	20.2	14.6
14	17.4	23.9	35	25.4	15.3
15	12.5	18.8	36	19.9	14.7
16	18.9	22.4	37	9.4	21.3
17	16.1	16.5	38	13.4	21.1
18	16.7	24.8	39	17	18.2
19	16.9	17.7	40	16.3	12.25
20	21.1	17.7	41	14.6	12.7
21	16.5	14.7	Total	771.3	701.35

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 26. **Comportamiento de desperdicios a través del tiempo**



Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

La figura 30 representa el desperdicio cuantificado, producida en el área de trenzado, color y transparente, esto según medición de desperdicio de 41 turnos consecutivos. Las mermas producidas en esta área no pueden ser reutilizadas, son desechadas del proceso, por tanto el costo de las mismas es absorbido por la orden de producción inicial, para representar el porcentaje de merma respecto a la producción en un periodo de tiempo se engloba el total de producción eficiente de esos días y se suma el desperdicio, la sumatoria de los mismos es de 3000 y el desperdicio se divide dentro del total de producción eficiente más merma, multiplicado por 100 se obtiene el valor en porcentaje que tiene el desperdicio.

$$\% \text{ merma} = \frac{\text{Desperdicio}}{\text{Total producido}} * 100$$

$$\% \text{ merma} = \frac{1472.65}{30000} * 100$$

$$\% \text{ merma} = 4.9\%$$

Se establece que la merma aquí producida representa el 4.9 % de la producción del área, por tanto es de vital importancia realizar el plan de mejora para evitar estos costos inflados de producción, esto quiere decir que del total producido se pierde el 4.9, pues ambos son producciones y para el análisis se usará un costo de libra hipotético.

El total de libras, desperdicio más producción fue de 31472.65 lb, si el costo de producción por libra es de Q30.00 se realiza el siguiente análisis (este costo se obtiene de la tabla correspondiente más el costo de transformación y mano de obra de trenzado y almacenaje):

$$\text{costo real} = 31472.65 \text{ lb} * Q30 = Q 944179.5$$

Arrancando el proceso productivo si fuese eficiente, la libra de cinta producida tendría un costo de Q 30.00, esto quiere decir que produciendo 31472.65 lb se debería tener un costo de Q 944179.5, sin embargo, tomando en cuenta la cantidad de la merma producida el costo por libra es el siguiente:

$$\text{costo real} = \frac{944179.5}{30000} = Q 31.47$$

2.2. Situación mejorada

La mejora continua es buscada en todo proceso de producción, por los beneficios que esta aporta a la organización, como la disminución de costos, aumento de eficiencia, disminución de tiempos de espera, entre otras. Buscando una mejora continua en el proceso de Multilazos se propone la mejora basada en principios de manufactura esbelta, los cuales son principalmente disminuir los 7 desperdicios principales de todo proceso productivo, en esto también se ven inmersas las buenas prácticas de manufactura o BPM's.

2.2.1. La manufactura esbelta

La manufactura esbelta es un modelo de gestión que busca hacer lo necesario en el momento necesario, con los recursos exactos y desperdicios mínimos, la misma considera siete desperdicios principales. Los principios de la manufactura esbelta buscan reducir los siguientes desperdicios:

- Transporte. La distribución en planta de la empresa aquí estudiada permite que este desperdicio sea descontrolado y desmedido, para ello se propone una redistribución del espacio físico de planta.
- Inventario. Buscar un *just in time*, para el control factible del inventario y que el mismo no crezca de manera abrupta y descontrolada.
- Movimientos. El problema de que las estaciones de trabajo posean demasiados utensilios y herramientas que no son de su utilidad para el desarrollo de la tarea, esto genera un desperdicio de movimientos en las operaciones, se propone una herramienta 5s para la reducción de movimientos innecesarios dentro del proceso.

2.2.2. Herramienta 5s para la mejora en los puestos de trabajo

Las herramientas 5s son parte de la filosofía de la manufactura esbelta, estas se dedican al orden dentro de la operación para un ritmo del trabajo eficiente. Beneficios de la metodología 5´s:

- Reducción de los costos de producción
- Manejo adecuado de inventarios (de materias o herramientas de trabajo)
- Vida útil prolongada del equipo o herramientas
- Tiempos de búsqueda reducidos
- Evitar accidentes laborales

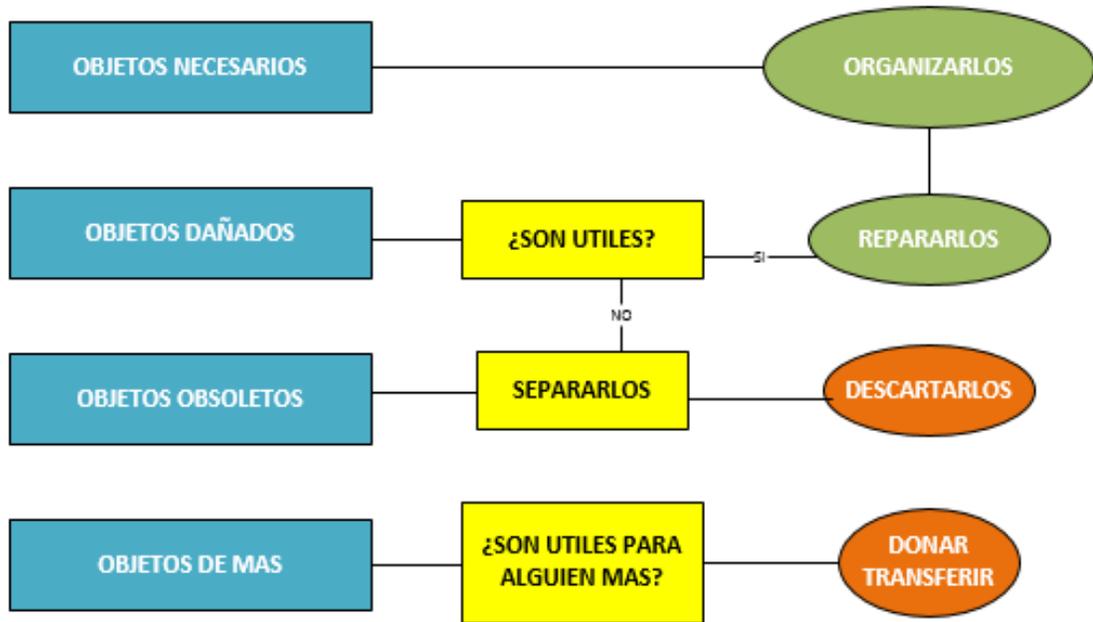
Las cinco S son las iniciales de cinco palabras japonesas que describen el proceso total de la metodología:

- *Seiri* (clasificar)
- *Seiton* (organizar)
- *Seiketsu* (estandarizar)
- *Shitsuke* (mejora continua)

2.2.2.1. Clasificar (*seiri*)

La clasificación consiste en separar con criterio los objetos encontrados en el área de trabajo, *seiri* maneja un sistema para la correcta clasificación representada en la siguiente ilustración.

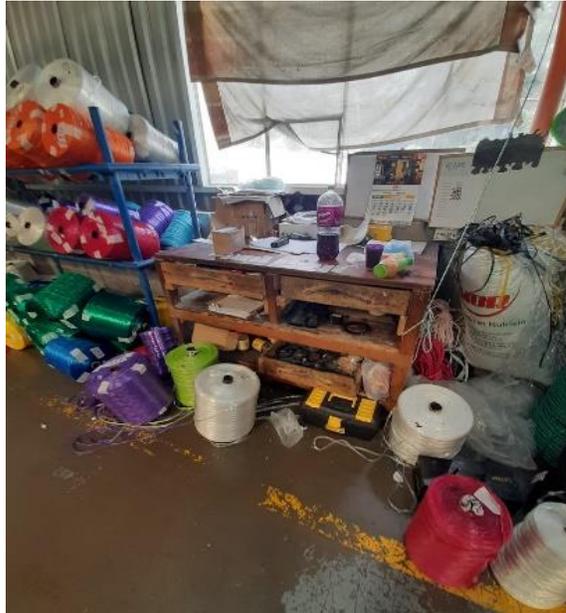
Figura 27. Diagrama *seiri* para separar objetos



Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Como indica la figura 27, existen cuatro clasificaciones para esta primera s, objetos necesarios, dañada, obsoletos y objetos de más, luego de que los objetos encontrados en el área tengan una selección se procede al siguiente paso según corresponda siguiendo el flujo.

Figura 28. **Antes de la clasificación**



Fuente: elaboración propia, realizado con aplicación Camare.

La metodología 5s fue implementada en el área de trenzado, para su duplicación según corresponda en las siguientes áreas. Lista de objetos encontrados en el área (*seiri*):

- Gaseosa
- *Wipe*
- Llaves
- Tornillos
- Grasa
- Aceite
- Hojas de apuntes de años anteriores
- Carretes

- Engranés
- Pesas
- Vasos
- Escobas
- Palas recogedoras de basura
- Tubos de metal
- Tablas
- Caja de herramientas
- Etiquetas
- Desperdicio de rafia
- Errores de lazo
- Reportes viejos
- Solicitudes de permisos
- Renuncias
- Engranajes inservibles
- Husos quebrados
- Ganchos de metal oxidados
- Cajas vacías
- Cartón

Entre estos objetos encontrados en el área de trenzado, existen algunos que pueden ser utilizados y otros que ya no, luego de separados en las 4 clasificaciones se procedió a utilizar la tarjeta roja en cada objeto, lo cual ayuda a identificar de manera inmediata el problema que está teniendo el objeto en el área.

Figura 29. Tarjeta roja

TARJETA ROJA	
FECHA	_____
AREA	_____
ITEM	_____
CANTIDAD	_____
ACCION SUGERIDA	
<input type="checkbox"/>	Agrupar en espacio separado
<input type="checkbox"/>	Eliminar
<input type="checkbox"/>	Reubicar
<input type="checkbox"/>	Reparar
<input type="checkbox"/>	Reciclar
razón de la tarjeta	_____
comentario	_____
fecha de finalización	_____

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

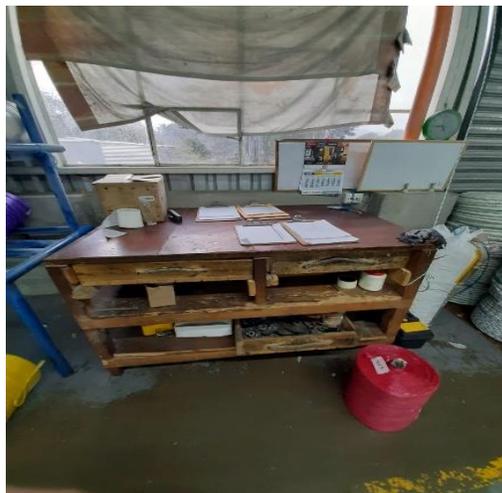
Luego de la clasificación e identificación de cada objeto encontrado se procede a realizar el plan de eliminación de tarjetas rojas, el fin de las tarjetas no es solamente señalar lo que está mal si no darle un plan de acción y establecer una fecha límite de ejecución de ese plan.

2.2.2.2. Organizar (*seiton*)

Este es el segundo paso o S necesaria para continuar el proceso, en *seiri* ya se clasificó qué era útil y qué no que era no útil, por tanto, ahora se puede determinar qué espacio será para cada cosa, un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar, para la organización todo debe estar debidamente rotulado para que cualquier persona, aunque no sea su puesto de trabajo, pueda saber dónde están las cosas y cuál es el sitio o lugar de estas.

Para saber dónde colocarlas debe enfocarse en las 3F: fácil de ver, fácil de obtener y fácil de colocar en su lugar, con estas 3F se logrará evitar ese tiempo perdido en la operación, pues en ocasiones por buscar las herramientas o insumos requeridos se pierde tiempo en operación y esto ya es considerado como merma del proceso en cuanto a tiempos tanto de hombre como de máquina.

Figura 30. **Clasificación**



Fuente: elaboración propia, realizado con aplicación Camare.

implementación y después de ello se puede realizar tres veces a la semana, hasta que esto se vuelva una cultura general en el Departamento de Operaciones.

Las inspecciones o control visuales son los controles internos que ayudarán en el seguimiento adecuado de la estandarización de las operaciones de limpieza. Para calificar la estandarización se debe crear un comité de 5s, el cual debe conformarse por personas internas y personas externas a la operación, para que al momento de efectuarse los controles visuales la ponderación que se asigne sea objetiva e imparcial.

Para evitar que la limpieza se haga solamente mientras el control visual está siendo tomado, se implementa un formato de control diario, en donde cada uno de los colaboradores deberá fungir como supervisor de orden y limpieza en el área Supervisor 5s, esto ayudará a que cada colaborador se sienta identificado con la filosofía y que sus ideas de mejoras puedan ser tomadas en cuenta.

Tomar en cuenta las opiniones y sugerencias de los operadores es importante para un proceso de producción.

Tabla XXV. **Formato de control visual de las 5S**

DESPEJE DE AREA			
DESCRIPCION	SI	NO	
Las maquinas se encuentran limpias			
Los carretes estan colocados de manera ordenada			
Las bobinas de cinta estan identificadas			
El desperdicio se encuentra en su lugar			
El piso esta libre de mota o grasa			
El escritorio del area esta ordenada			
Los rollos de lazo estan correctamente apilados			
El area de Encaminamiento se encuentra despejada			

RESPONSABLE _____
 FECHA _____
 FIRMA _____

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Mantener las cinco s en un proceso es una acción que lleva mucho tiempo y mucha disciplina para que las personas puedan acostumbrarse, sin embargo, es importante no perder los avances, que, aunque sean pocos llevan a la meta de la estandarización. El equipo evaluador de las 5s debe ser constante y disciplinado, haciendo conciencia al personal de la importancia de trabajar en un ambiente ordenado y limpio.

Figura 31. Trenzado antes de la estandarización



Fuente: elaboración propia, realizado con aplicación Camare.

Figura 32. Trenzado luego de la estandarización



Fuente: elaboración propia, realizado con aplicación Camare.

2.2.2.5. Seguir mejorando (*shitsuke*)

Siempre se puede seguir mejorando los procesos, se debe reevaluar la evaluación inicial o control visual que se realizó de manera inicial, pues es probable que esto no funcione en determinado tiempo, las costumbres de hacer las cosas de cierta forma ya estarán arraigadas como cultura en el personal, por tanto es importante readecuar constantemente a las necesidades que surjan en el proceso. Las mejoras en el orden dentro de un proceso productivo generan una sensación de bienestar en los trabajadores que desempeñan sus funciones dentro de las instalaciones.

2.2.3. Diagrama de distribución mejorado

Una correcta distribución en planta es uno de los principios de la manufactura esbelta, mientras la distribución se encuentre adaptada al proceso será óptima, y si el flujo es constante y se reducen trasportes y se disminuye tiempo de tareas, se está eliminando desperdicios de tiempo de espera y fuerza laboral. Para encontrar la distribución eficiente es necesario realizar un análisis cuantificado, el cual se elaboró con los siguientes pasos:

- Determinar claramente cuál es el problema
- Identificar áreas existentes en el *layout*
- Secuenciar por tipo de familia o producto
- Armar los cuadros de desplazamiento de estación a estación
- Elaborar la matriz triangular
- Proponer una distribución para el *layout*

2.2.4. Problema de distribución actual

La distribución actual con la que cuenta Multilazos fue realizada por espacio no con un análisis eficiente, esto se refiere a que la distribución en planta se fue dando conforme a las necesidades de crecimiento, y para Multilazos estos crecimientos han sido dramáticos en los últimos años, por tanto se colocó en dónde se tuviera el espacio y dónde se creía conveniente sin un mayor estudio. Ahora con un proceso robusto de producción esta distribución representa pérdidas en transporte, pérdidas de eficiencias en los procesos, entre otras, por ende es necesario buscar una distribución eficiente y adaptada al proceso productivo de la empresa. El siguiente estudio se realiza con el fin de encontrar la correcta distribución y el tiempo en que se reduciría de manera teórica comparado con la realidad actual.

2.2.5. Identificación de las áreas existentes en el *layout*

De la sección distribución de planta actual se muestra una lista de las diferentes áreas de producción que la componen:

Tabla XXVI. **Áreas existentes en la nave de producción**

No.	Áreas existentes
1	Área de extrusión
2	Área de bodega de producto terminado
3	Área de bodega de producto en proceso
4	Área de docena
5	Área de producto en tránsito
6	Área de formado
7	Área de trenzado
8	Área de enrollado

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

2.2.6. Secuencia por producto o familia

Se ordenan de manera secuencial por producto o familia:

Tabla XXVII. **Matriz de volumen en producción**

Docena 10 % del volumen total	Formado (30 % del volumen total)	Trenzado (60 % del volumen total)
1	1	1
3	3	3
6	6	9
4	2	7
2	4	8
		5

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

2.2.7. Matriz de desplazamientos

Las matrices de desplazamiento se realizan para cada producto, se busca la intersección entre la actividad horizontal y vertical, a esta se le resalta con un número uno para identificarla. La matriz de desplazamiento para el área de docena se intercepta según la secuencia de productos o familias de productos.

Tabla XXVIII. **Matriz de desplazamiento de producción de docena**

Producto Inspeccionado	Docena								
De: A:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	1	0	0	0
4	0	1	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	1	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla XXIX. **Matriz de desplazamiento de producción de pita de colores**

Producto inspeccionado	Pita de colores								
De: A:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	1	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	1	0	0	0
4	0	1	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	1	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla XXX. **Matriz de desplazamiento de lazo**

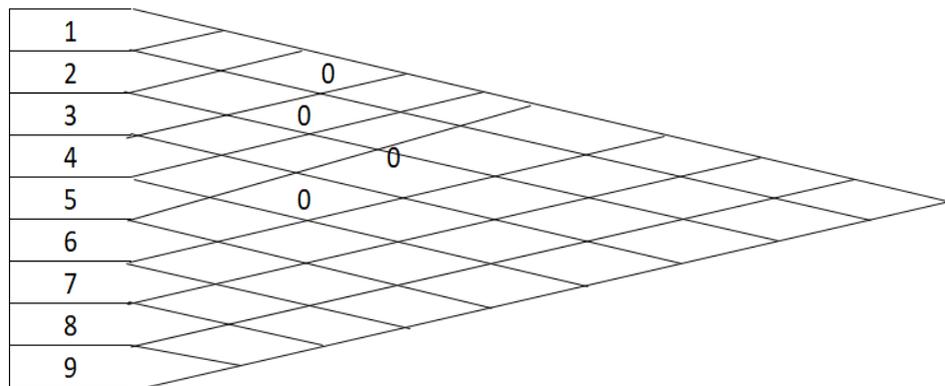
Producto inspeccionado	Trenzado								
De: A:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	1
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	1	0
8	0	0	0	0	1	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	1	0	0

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

2.2.8. Matriz triangular

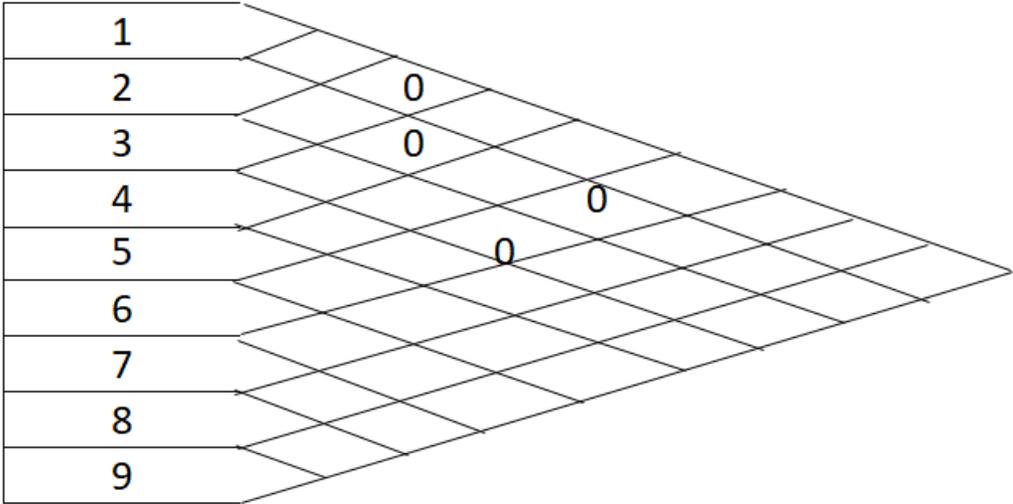
La matriz triangular ayuda a encontrar las intersecciones o puntos en común de cada uno de los productos analizados.

Figura 33. **Matriz triangular del área de docena**



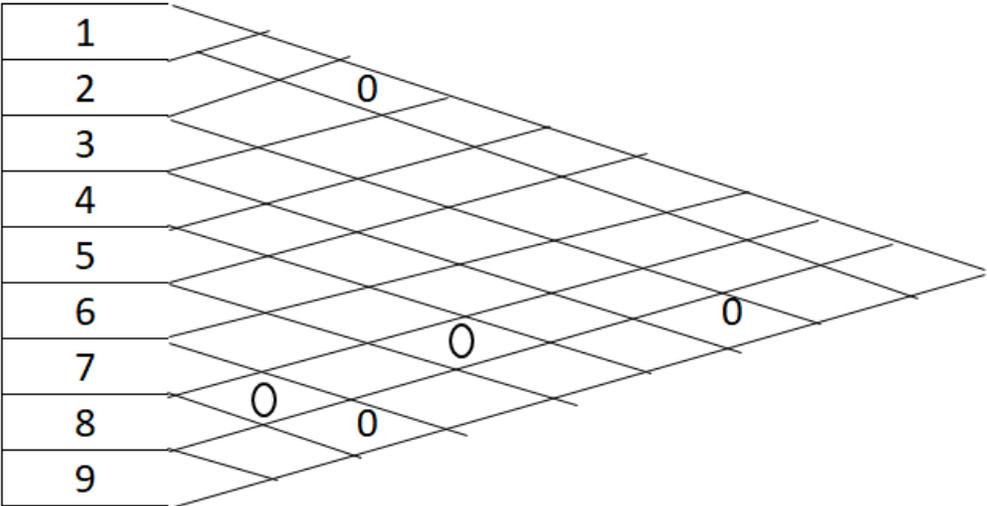
Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 34. **Matriz triangular de producción de pita de colores**



Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 35. **Matriz triangular para lazo**



Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

2.2.9. Cálculo de Z para una correcta distribución en planta

Se realizó el cálculo para encontrar el valor de z en cada uno de los recorridos en conjunto para consolidar una matriz triangular, se procedió a multiplicar el porcentaje del volumen de producción por la intersección de cada una de las matrices triangulares obtenidas de las matrices de desplazamiento.

Primero se determinó el recorrido, para el cálculo del ejemplo se utilizó el recorrido de 1 a 3, los tres productos o familias de producción estudiadas en este trabajo utilizan este desplazamiento, cada intersección es una unidad por el monto de volumen de producción que representa cada producto y se suma el resultado del producto de lo anterior.

$$Z (1-3) = 1*0.1+1*0.3+1*0.6$$

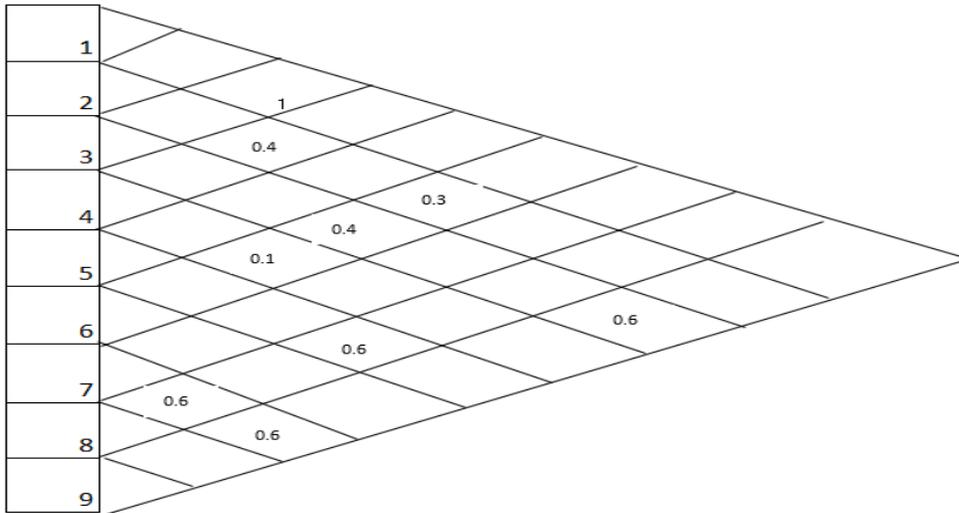
$$Z (1-3) =1$$

Tabla XXXI. Resultados de Z

Desplazamiento	Z
1-3	1
3-6	0.4
3-9	0.6
6-4	0.1
6-2	0.3
9-7	0.6
4-2	0.4
7-8	0.6
8-5	0.6

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 36. **Matriz consolidada**



Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

De la matriz consolidada se obtienen las diferentes áreas prioritarias dentro del proceso, las cuales están calificadas con la puntuación más alta, quedando el resultado de la siguiente manera:

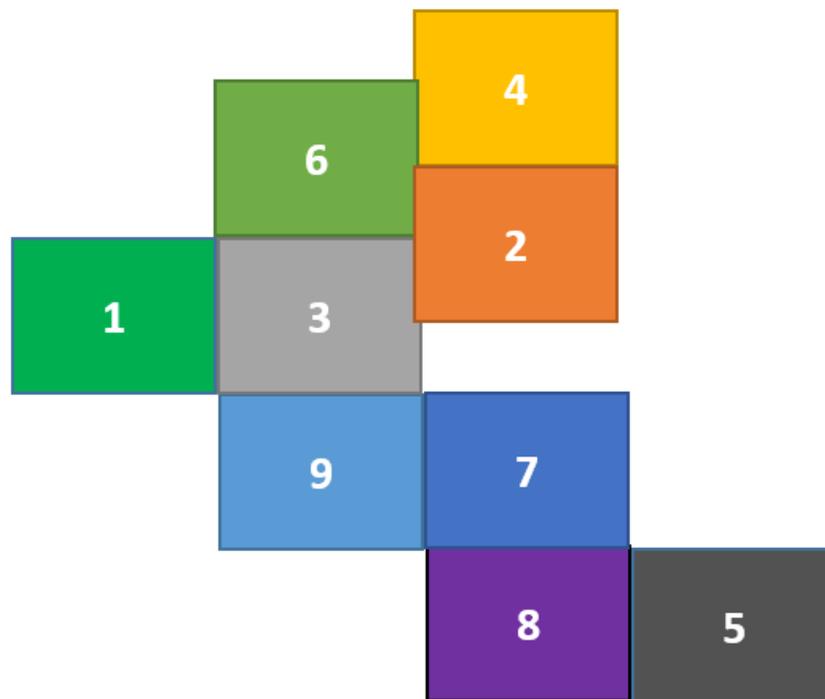
Tabla XXXII. **Prioridades del proceso**

Recorrido	Z	Prioridades
1-3	1	1
3-9	0.6	2
9-7	0.6	3
7-8	0.6	4
8-5	0.6	5
3-6	0.4	6
4-2	0.4	7
6-2	0.3	8
6-4	0.1	9

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

La interpretación de la tabla anterior es la siguiente: las áreas prioritarias como número 1 no deben estar separadas entre sí y de igual manera se irá realizando con las siguientes áreas prioritarias. El *layout* sugerido para la distribución según el análisis de matrices es el siguiente:

Figura 37. **Distribución propuesta**



Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

El *layout* propuesto para una eficiente distribución es que el área de extrusión debe ser adyacente al área de bodega de producto en proceso, por la cantidad de volumen que se maneja entre estas dos áreas este movimiento es de importancia alta.

El área de encarretado debe estar adyacente al área de bodega de material en proceso, sin embargo este movimiento representa un alto costo de movimiento, por tanto, se omitirá en la mejora del *layout*.

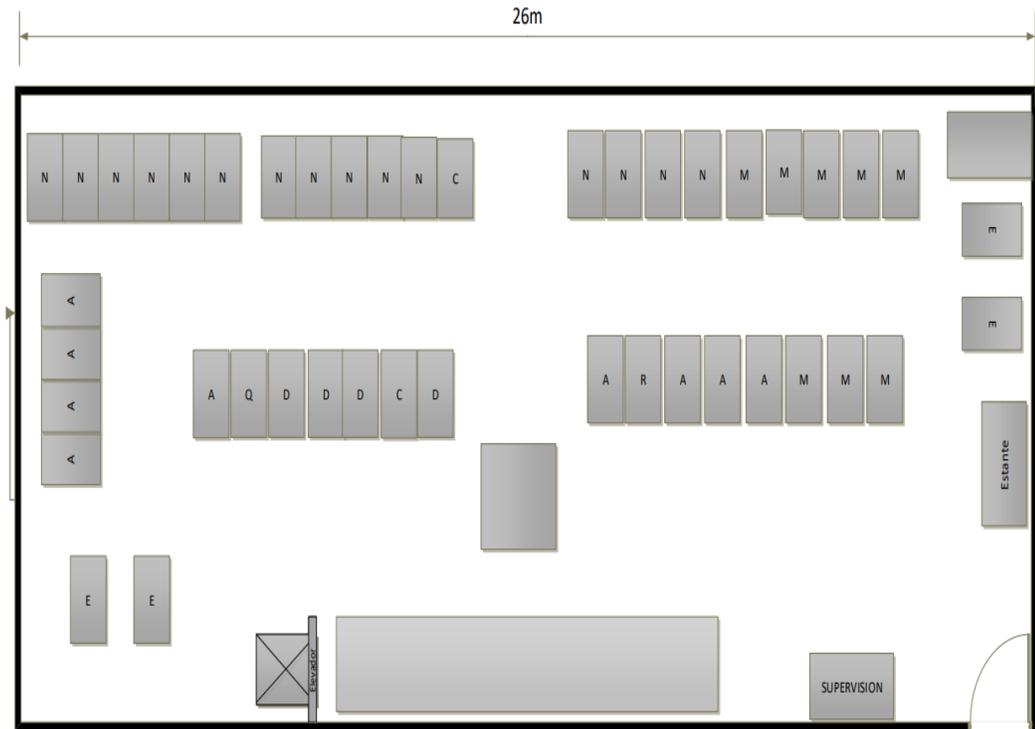
El área de encarretado debe estar junto al área de trenzado, en secuencia buscando el flujo el área de enrollado debe ser adyacente al área de trenzado y al área de producto en tránsito, este último movimiento tampoco es posible por la complejidad del espacio físico, por tanto también es un movimiento que se descartara del *layout*, sin embargo sí se continuará en el flujo.

La otra rama que surge del *layout* propuesto es que la bodega de materia en proceso esté junto al área de formado y, siguiendo con el flujo, esta área sea adyacente al área de docena y al área de producto terminado. Siendo este el análisis general, se procede a diagramar por área la nueva distribución propuesta tomando en cuenta las restricciones de movimientos.

2.2.10. Diagrama de distribución de planta alta con nueva maquinaria

En el diagrama de distribución mejorada para planta alta (donde se encuentra la maquinaria nueva) se presenta el plano propuesto, sobre la reubicación de encarretadoras y segmentación de las tres áreas en planta alta, las cuales son: trenzado, encarretado y enrollado. Se presenta a continuación el diagrama propuesto:

Figura 38. **Distribución de planta alta**

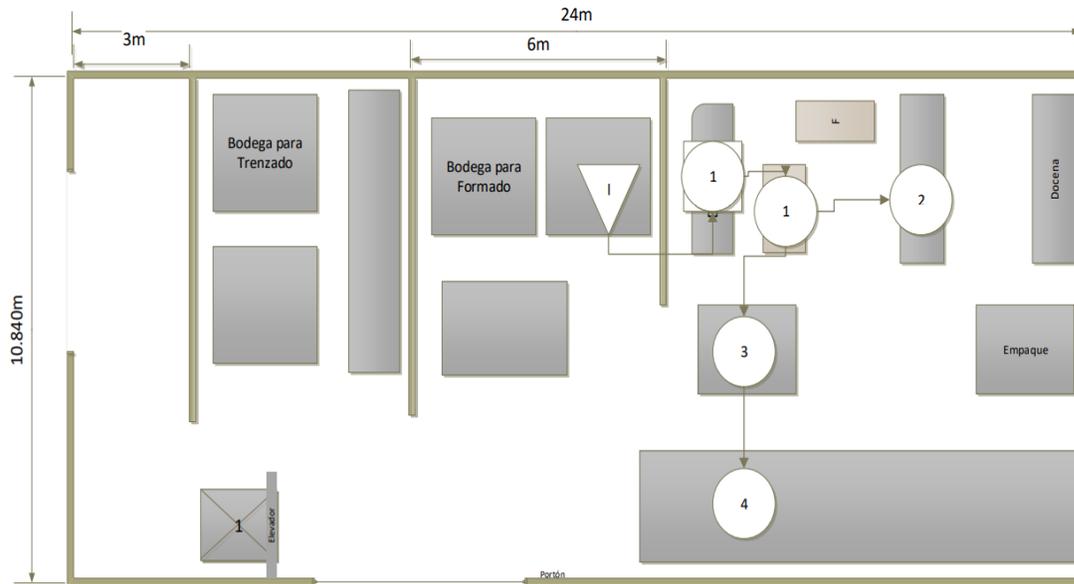


Fuente: elaboración propia, realizado con Visio.

- Diagrama de distribución de planta baja

Los movimientos propuestos en esta nueva distribución obedecen al análisis realizado respecto a una eficiente distribución en planta, al no tener mayor restricción en esta área se presenta el siguiente diagrama:

Figura 39. **Distribución propuesta de planta baja**



Fuente: elaboración propia, realizado con Visio.

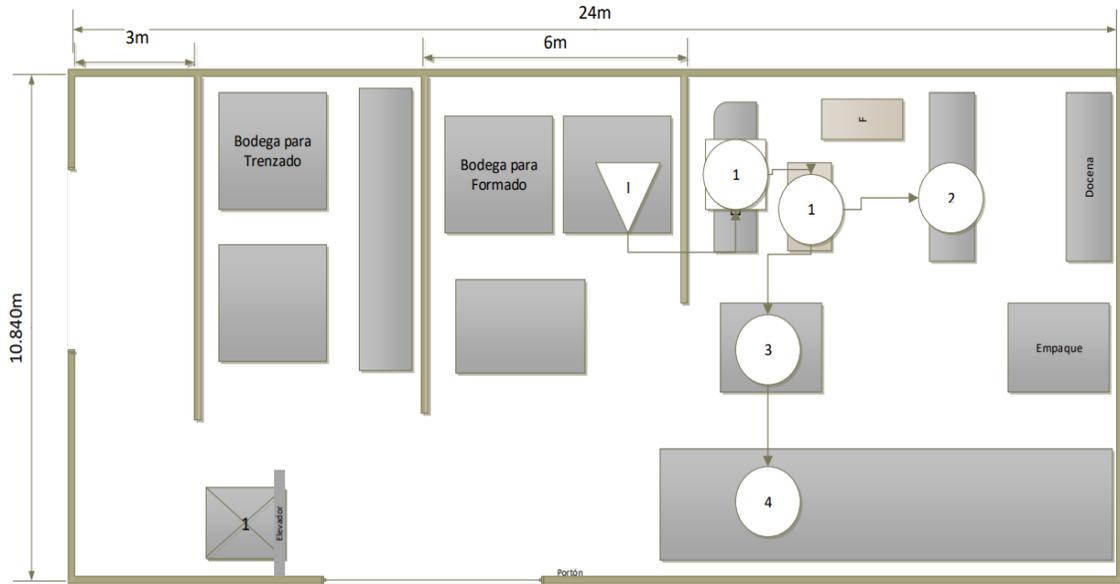
2.2.11. Diagrama de recorrido de los procesos propuestos

Los diagramas de recorrido propuestos buscan hacer más eficientes en tiempo y ritmo del trabajo los diagramas actuales en la empresa de estudio.

- Diagrama de recorrido de formado propuesto

Como se indicó, se sugiere que el área de formado se encuentre en la planta baja de la operación, puesto que son dos máquinas formadoras y es más fácil mover dos máquinas y el espacio que se tiene disponible en la planta baja es ideal para realizar determinadas maniobras en piso, por tanto, se hace el diagramado recorrido sugerido, iniciando con esta operación, pues formado abastece a docena.

Figura 40. Diagrama de recorrido de formado

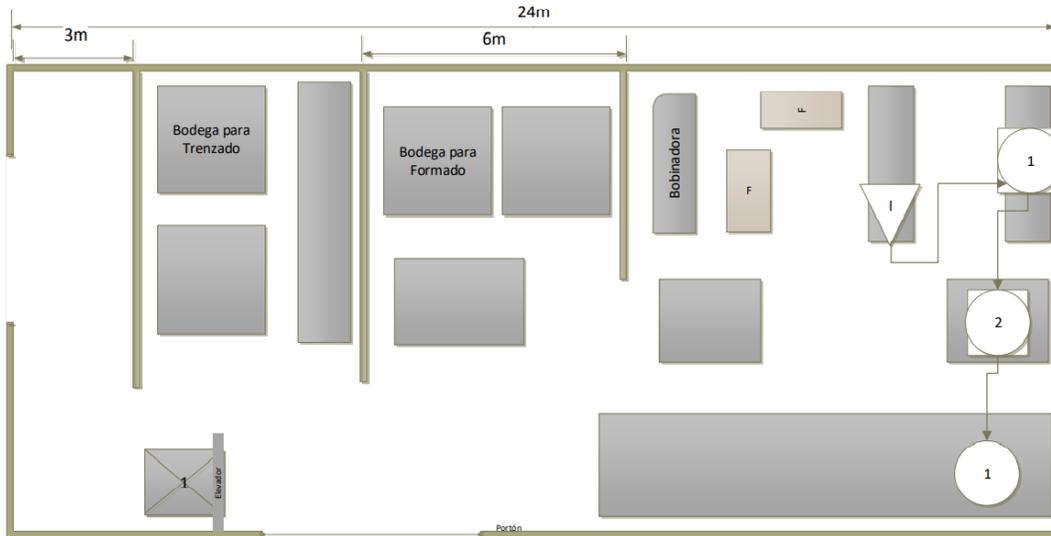


Fuente: elaboración propia, realizado con Visio.

- Diagrama de recorrido para el área de docena

En orden cronológico de operación formado abastece a docena, por tal razón el proceso sucesivo a la fabricación de pita formada es docena, esta se encontraba de manera inicial en la planta baja, sin embargo, busca moverse el espacio para encontrar el flujo de la operación, y se obtuvo la siguiente distribución propuesta:

Figura 41. Diagrama de recorrido del área de docena

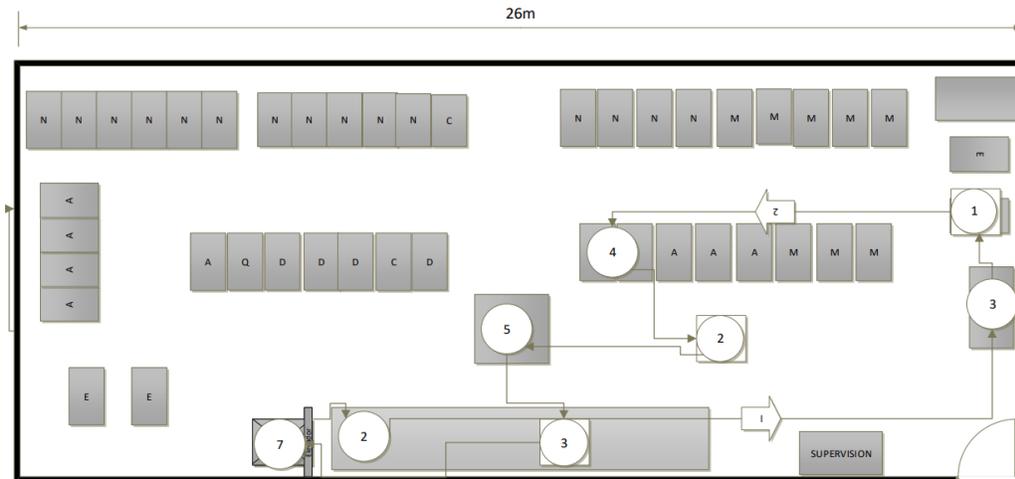


Fuente: elaboración propia, realizado con Visio.

- Diagrama de recorrido de trenzado

Esta es la única área de producción que dependerá de ambos niveles de la planta de producción para su flujo, sin embargo, con esta propuesta el orden en la planta alta será evidente, ya que no se tendrá el inventario del área de formado tanto de materia prima como de producto terminado, la propuesta es separar las áreas de trenzado, encarretado y enrollado, para lo cual se hace la siguiente mejora:

Figura 42. Diagrama de recorrido de trenzado



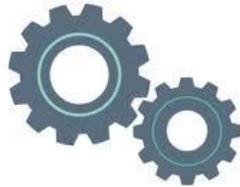
Fuente: elaboración propia, realizado con Visio.

2.2.12. Propuesta para el aumento de eficiencia en la capacidad instalada (trenzado)

Este análisis fue realizado con el fin de aumentar la eficiencia y mejorar los rendimientos, consiste en un juego o combinación de engranajes para la maquinaria, según el análisis realizado con lazo tipo A, el cual cuenta con el menor grosor, es el lazo más solicitado por la parte de ventas. Las nuevas máquinas están específicamente diseñadas para la elaboración de este tipo de lazo, que también representa la peor eficiencia en máquina, ya que mientras el diámetro del lazo o soga sea reducido mayor tiempo será en máquina.

Para este análisis se utilizó un tacómetro, este registra los metros por minuto que están siendo fabricados en una máquina, las máquinas tienen juegos de engranes que utilizan el mismo principio que una bicicleta de velocidad.

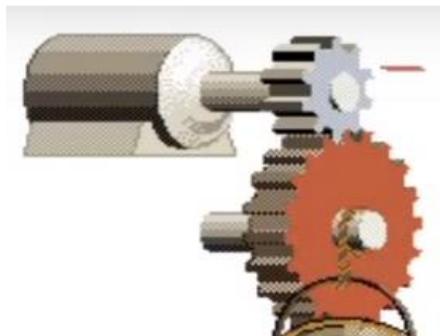
Figura 43. **Engranajes**



Fuente: Freepyk (2022). *Vectores y engranajes*.

Para los engranajes relacionados a un motor existen dos formas de ser utilizados:

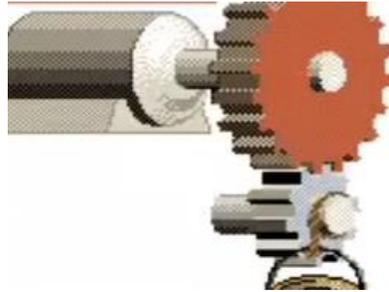
Figura 44. **Forma de usar los engranajes 1**



Fuente: Freepyk (2022). *Vectores y engranajes*.

Al colocar los engranajes de la forma que muestra la imagen anterior, el momento está siendo aplicado en el engranaje pequeño para aumentar el momento de la fuerza del engranaje con mayor área y reducir la velocidad de rotación.

Figura 45. **Forma de usar los engranajes 2**



Fuente: Freepyk (2022). *Vectores y engranajes*.

La segunda opción es aplicar un momento al engranaje con mayor área para que este a su vez reduzca el momento de la fuerza del engranaje pequeño y así aumentar la velocidad de rotación. Considerando ambas maneras de colocar los engranes, y tomando en cuenta que no se está buscando fuerza si no velocidad (al menos para el lazo tipo a), en la máquina se realiza un estudio utilizando ambas maneras de colocar los engranes.

Dicho estudio se realizó en dos tipos de máquinas: en la maquinaria antigua, que para los efectos de resultados se nombró como A1, y la maquinaria nueva nombrada N1. Ambas máquinas trabajarán el mismo lazo que se ha estado estudiando. Los resultados se presentan a continuación.

El estudio fue medido con un tacómetro, se cambió piñón de tipo A tipo B en la maquinaria A1, y en la maquinaria N1 se cambió piñón de tipo A1/2 a tipo A.

Figura 46. **Tacómetro digital**



Fuente: EPA (2022). *Catálogo online*.

Tabla XXXIII. **Resultados de aumento de eficiencia en máquina**

Máquina	A1	N1
Dimensionales	m/min	m/min
Piñón actual	0.66	0.75
Piñón propuesto	0.71	0.82

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Como se observa en la tabla XXXIII, el aumento de eficiencia en metros por minuto de la máquina A1 con respecto al escenario actual es del 7.5 %, y para la máquina N1 es del 9.33 %. Para poder validar este juego de engranajes fue necesario obtener la aprobación del área comercial de la planta, para establecer los parámetros de aceptación de trenza en el lazo, para lo cual se realizó la siguiente comparación:

Figura 47. **Trenza de piñones actuales, máquinas A1 y N1**



Fuente: Elaboración propia, realizado con la aplicación Camare.

Figura 48. **Trenza con el cambio de piñones de máquinas A1 y N1**



Fuente: Elaboración propia, realizado con la aplicación Camare.

La trenza que resulta del cambio de piñones o engranajes es aceptable, se modifica de manera leve casi imperceptible, por tal motivo se recomienda que se realice este respectivo cambio, el siguiente cuadro muestra el resultado a mediano plazo, tanto en maquinaria nueva como en maquinaria antigua.

Tabla XXXIV. **Metros trenzados durante el mes actual y propuesta**

Máquina	A1	N1
Dimensionales	m/mes	m/mes
Piñón actual	7920	9000
Piñón propuesta	8520	9840
Diferencia en metros	600	840

Fuente: Elaboración propia, realizado con Excel.

El aumento en metros trenzados por máquina del tipo A1 representa un 7.57 % y la máquina N1 representa un 9.33 % durante un mes.

2.2.13. Diagramas de operaciones estandarizados

En esta sección se establecen los diagramas de flujo estandarizados para las operaciones estudiadas dentro del proceso total de producción de Multilazos, tomando en cuenta la nueva distribución propuesta.

- Área de docena

Dentro del análisis del proceso de mejora de eficiencia se detectó que, mientras la bobina de materia procesada por el área de formado para docena fuera de mayor tamaño, o para este caso mayor peso, menor es el tiempo de cambios en maquinaria, por tanto la tarea de cargar la máquina reduce el número

de repeticiones durante el día o turno de producción. Con el diagrama de recorrido para esta área en el mismo nivel de manera teórica se tienen los tiempos del proceso de producción de esta área (estos tiempos estándar son teóricos, según la reducción de movimientos y transportes de la distribución propuesta):

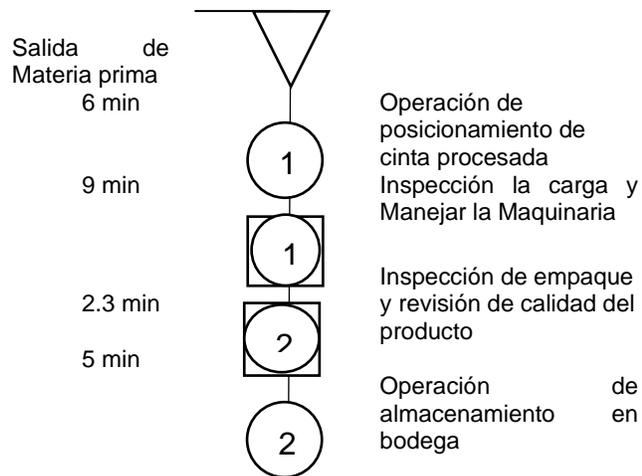
Tabla XXXV. Tareas para la operación de docena

Tarea	Tiempo normal	Tiempo estándar
Operación de posicionamiento de cinta procesada	5.76	6
Inspección de la carga y tiempo de máquina	8.65	9
Inspección de empaque y revisión de calidad	2.21	2.3
Operación de almacenamiento	4.8	5

Fuente: Elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 49. Diagrama de flujo de situación mejorada 1

 <p>Diagrama de Flujo Propuesta Situación Mejorada Multilazos S.A.</p>			
Proceso	Producción DA	Máquina	D1
Área	Docena	Analista	Emilsa Sincal
Método	Propuesto	Fecha	Febrero 2020



RESUMEN			
SIMBOLO	DESCRIPCION	CANTIDAD	TIEMPO EN MINUTOS
○	OPERACIÓN	2	11 min
◻	COMBINADA	2	11.3 min
TOTAL			22.3 min

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

- Área de formado

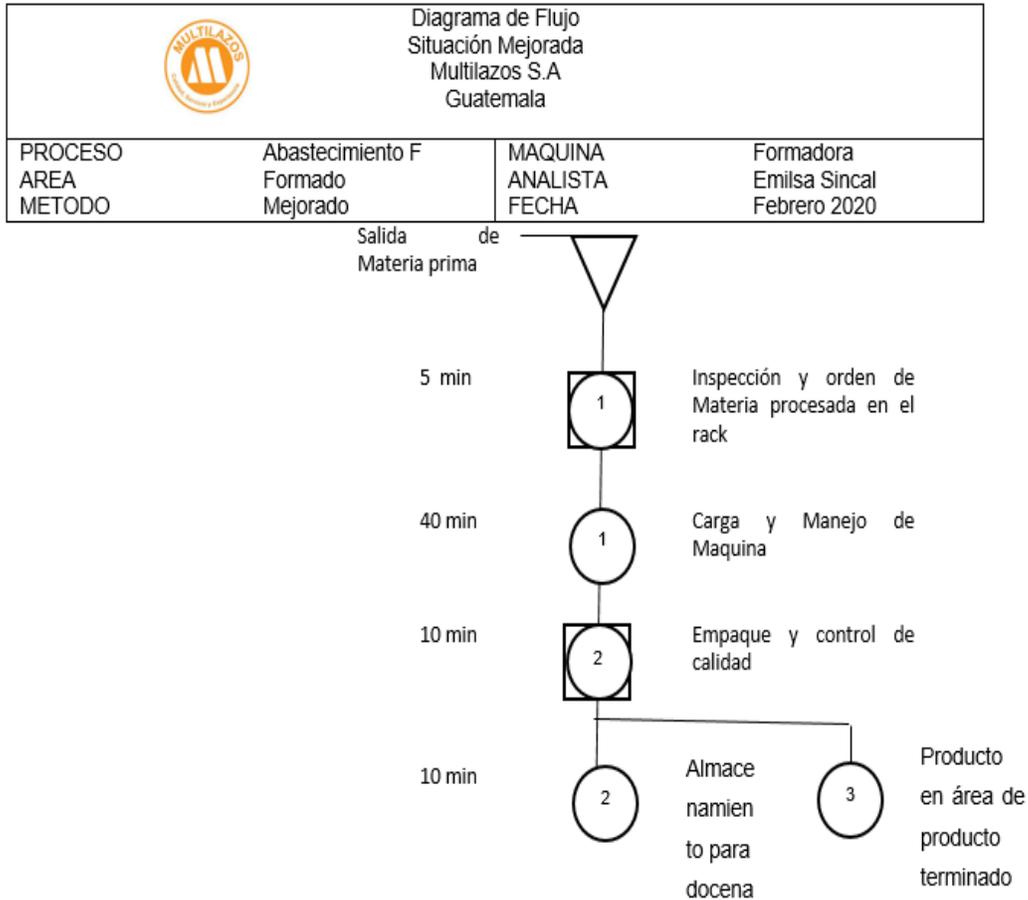
Para el área de formado se buscaba una forma eficiente para el control de inventarios tanto de material procesado como de producto semiterminado, ya que el espacio al estar en diferentes niveles de planta dificulta el traslado (más transportes en el proceso). Las bobinas en el suelo también dificultaban en gran medida la distribución de la planta alta de producción. Los resultados de los tiempos propuestos calculados y el diagrama de flujo son los siguientes:

Tabla XXXVI. **Tareas vs tiempo para producción de formado**

Producción de formado		
Descripción de tarea	Tiempo normal (min)	Tiempo estándar (min)
Inspección y orden de materia procesada en el <i>rack</i>	5	5
Carga y manejo de maquinaria	40	40
Empaque y control de la calidad	15	15
Empaque y control de calidad	10	10
Almacenamiento en bodegas 1 y 2	10	10

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 50. Diagrama de flujo de situación mejorada 2



RESUMEN			
SIMBOLO	DESCRIPCION	CANTIDAD	TIEMPO EN MINUTOS
○	OPERACIÓN	3	50 min
◻	COMBINADA	2	15 min
TOTAL			65 min

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

- Área de trenzado

Como se observa en la situación propuesta de la distribución y recorrido, se sugirió segmentar del área de trenzado al área de encarretado, para que cada una fuese independiente y tuviese sus propios tiempos y metas de producción. Con esto no se interrumpiría la operación de una máquina para atender otra, esto también ayuda a la correcta asignación de costos en cada área y a tener un valor más acertado en cuanto a los costos de producción. Se presenta el siguiente tiempo de la operación sugerida:

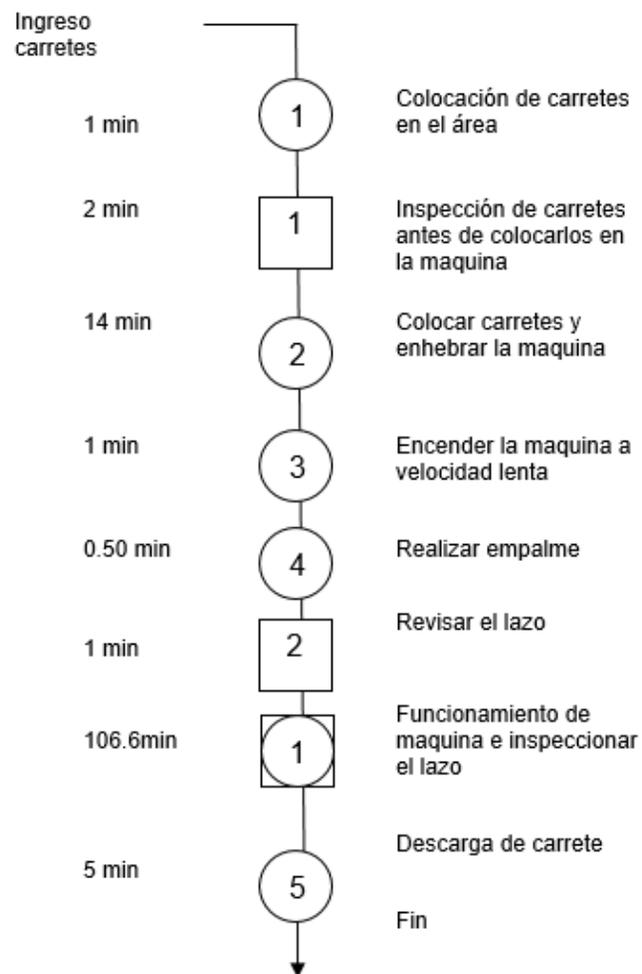
Tabla XXXVII. Tareas y operaciones del proceso de trenzado eficiente

Producción de trenzado		
Descripción de tarea	Tiempo normal (min)	Tiempo estándar (min)
Colocación de carretes en el área	0.96	1
Inspección de carretes	1.92	2
Carga de maquinaria	13.46	14
Arranque inicial	0.956	1
Empalme	0.48	0.5
Inspección de lazo	0.96	1
Funcionamiento e inspección	102.5	106.66
Descarga de carretes	4.81	5

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 51. Diagrama de flujo de la situación mejorada 3

		Diagrama de Flujo Situación Mejorada Multilazos S.A. Guatemala	
PROCESO AREA	Abastecimiento F Trenzado Actual	MAQUINA ANALISTA FECHA	Trenzado Emilsa Sincal Febrero 2020



Continuación de la figura 51.

		Diagrama de Flujo Situación Mejorada Multilazos S.A. Guatemala	
PROCESO AREA	Abastecimiento F Trenzado Actual	MAQUINA ANALISTA FECHA	Trenzado Emilsa Sincal Febrero 2020

RESUMEN			
SIMBOLO	DESCRIPCION	CANTIDAD	TIEMPO EN MINUTOS
	OPERACIÓN	5	21.5
	INSPECCION	2	3
	COMBINADA	1	106.66
TOTAL		8	131.16

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

2.2.14. Área de empaque

Esta operación no era considerada como un proceso, sin embargo, es una parte importante para la reducción de costos y estandarización. El estudio de tiempos fue realizado de la misma manera que los apartados anteriores y los resultados fueron los siguientes:

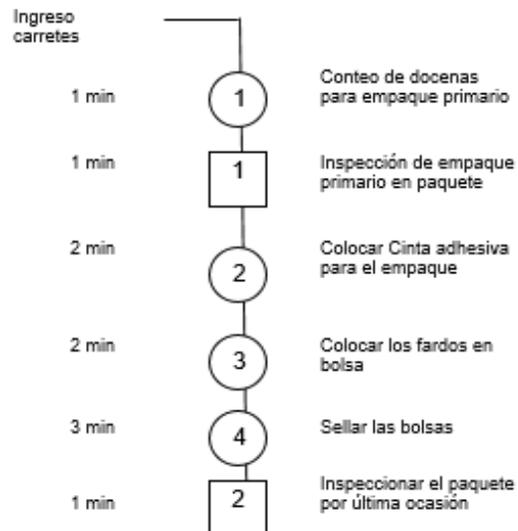
Tabla XXXVIII. **Tiempo de empaque**

Producción de trenzado		
Descripción de tarea	Tiempo normal (min)	Tiempo estándar (min)
Conteo de docenas para empaque	0.96	1
Inspección de empaque primario	0.95	1
Colocación de cinta	1.92	2
Colocar fardos en bolsa	0.96	1
Sellar bolsa	0.48	0.5
Inspeccionar paquete final	0.96	1

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 52. Diagrama de flujo de la situación mejorada 4

 Diagrama de Flujo Situación Mejorada Multilazos S.A. Guatemala			
PROCESO AREA	Empaque Bodega Mejorada	MAQUINA ANALISTA FECHA	N/A Emilsa Sincal Febrero 2020



RESUMEN			
SIMBOLO	DESCRIPCION	CANTIDAD	TIEMPO EN MINUTOS
○	OPERACION	4	8
□	INSPECCION	2	2
TOTAL		8	10

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

El proceso de empaque ayudará a establecer metas coherentes para el tiempo disponible y el ciclo del proceso, cuidando de no desperdiciar nuestra fuerza laboral en todo momento.

2.2.15. Estandarización de insumos del área de empaque

En general las empresas no prestan la atención debida al proceso de empaque, siendo este uno de los principales puntos de desperdicio de insumos dentro de un proceso de producción. La siguiente tabla representa las muestras de mediciones tomadas en el área de empaque de docena para todas las medidas fabricadas en la misma, esto buscando la estandarización de consumos para manejar los costos de mp de mejor manera.

Tabla XXXIX. Toma de mediciones de material de empaque

EMPAQUE PRIMARIO DE DOCENA EN SITUACIÓN ACTUAL						
Tipo de Presentación	2.5 lb	3 lb	6 lb	9 lb	10.5 lb	12 lb
Código de bolsa	ME00 1	ME00 2	ME00 3	ME0100 6	ME0100 7	ME0100 7
Cinta por rollo ms	35.2	34	34	36	36	38
Cinta por una docena	422.4	408	408	432	432	456
Bolsa por docena	1	1	1	1	1	1
Sellador por docena	222.3	243.6	259.2	260.2	265.9	374.4

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

La tabla XXXIX muestra que la medida de 2.5 lb consume 34.2 cms de cinta con marca para su empaque primario, esto quiere decir que por cada 12 unidades se consume 422.4 cms y el sellador utilizado por docena es de 222.3 cms. Este dato es cercano al consumo de empaque de la presentación de docena de 9 lb, lo cual no es congruente con las presentaciones de 3 lb y de 6 lb

Tabla XL. **Estandarización de material de empaque**

EMPAQUE PRIMARIO MEJORADO DE DOCENA						
Tipo de presentación	2.5 lb	3 lb	6 lb	9 lb	10.5 lb	12 lb
Código de bolsa	ME00 1	ME00 2	ME00 3	ME0100 6	ME0100 7	ME0100 7
Cinta por rollos	28	30	32	34	36	38
Cinta por una docena	336	360	384	408	432	456
Bolsa por docena	1	1	1	1	1	1
Sellador por docena	150	180	200	240.2	265.9	374.4

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Este material nunca había sido estandarizado, por lo tanto, nunca había sido comunicada a los colaboradores la importancia del estándar en el consumo de empaque. Luego de varios días de mediciones se llegó a las mediciones de la XL, donde se estandarizan los consumos por presentación.

Tabla XLI. Total de docenas empacadas por rollo de material de empaque actual

EMPAQUE PRIMARIO DE DOCENA ACTUAL					
Cantidad	12	12	12	12	12
Centímetros utilizados	422.4	408	408	432	432
Centímetros por rollo	2000	2000	2000	2000	2000
Paquetes	4.73	4.9	4.9	4.63	4.63

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla XLII. Docenas empacadas por rollo de material de empaque en situación mejorada

EMPAQUE PRIMARIO DE DOCENA MEJORADO					
Cantidad	12	12	12	12	12
Centímetros utilizados	336	360	384	408	432
Centímetros por rollo	2000	2000	2000	2000	2000
Paquetes	5.95	5.55	5.2	4.9	4.63

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

2.2.16. Disminución de costos y proyecciones de consumo de empaque

Las proyecciones y manejo de *stock* mínimo de seguridad son primordiales para un proceso eficiente. Este no se está generando dentro de la empresa, con la ayuda de la parte comercial puede tenerse un reporte de ventas de los últimos años y proyectar las ventas que ellos necesitan mes a mes, así se puede calcular la cantidad de rollos de cinta necesarios para empaque mediante la siguiente fórmula:

$$\text{cantidad de rollos} = \frac{\text{docenas requeridas}}{\text{Docenas por rollo}}$$

El costo de cada rollo es de Q 3.00 y tiene una longitud de 1000 ms, por tanto, se hace el análisis de disminución de costo con el estándar en esta área y el porcentaje de eficiencia ganado con este movimiento. Se hace el cálculo para la primera medida. Se calcula el costo por paquete de docena para la primera medida en un escenario actual:

$$\frac{3}{4.73} = Q0.634 \text{ por paquete actual}$$

$$\frac{3}{5.95} = Q0.50 \text{ por paquete actual}$$

Por tanto, para esta medida se hace con un costo de empaque menor en un Q 0.13. Se presenta en la siguiente tabla las mejoras y disminución de costos por medida:

Tabla XLIII. **Análisis de disminución de costos de material de empaque**

EMPAQUE DE DOCENA					
Medida	3	6	9	10.5	12
Costo por paquete actual	Q0.61	Q0.61	Q0.65	Q0.65	Q0.68
Costo por paquete estandarizado	Q0.54	Q0.58	Q0.61	Q0.65	Q0.68
Diferencia	Q0.07	Q0.04	Q0.04	Q -	Q -
Cantidad promedio por día	Q71.70	Q35.32	Q35.70	0	0

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

2.2.17. Encarretado

El proceso de encarretado es de principal relevancia, pues este no ha sido extraído de la operación de trenzado en ningún momento y es inexistente en la estandarización o programación de estas máquinas, pues repercutiría directamente en tiempos muertos del área de trenzado. Para la correcta estandarización de este proceso se presenta el siguiente análisis.

2.2.18. Estandarización de tiempos y rendimientos

Los procesos en general deben ser estandarizados, esto no debe realizarse solamente para un área en específico, si no en conjunto debe comportarse el proceso como un reloj con todos sus engranajes, haciendo lo que deben en el momento justo que deben hacerlo. En este trabajo se estudió los productos más

pequeños en el área de encarretado, sin embargo, se toman todas las mediciones para estandarizar los rendimientos en el área de trenzado.

2.2.19. Estandarización de rendimientos por tipo de máquina

Este análisis se realizará para el departamento de trenzado, pues es el que necesita ser medido de forma estricta para saber que se está realizando realmente en este departamento, por tanto, se ha realizado el análisis de la nueva maquinaria, sin embargo, no se ha analizado la maquinaria restante, se hacen los estudios pertinentes para cada maquinaria y se obtienen los datos necesarios, al igual que en el capítulo anterior de situación actual, con lo cual tenemos los siguientes resultados:

Tabla XLIV. Rendimientos por tipo de máquina y carrete

Tipo de máquina	Carrete	Rendimientos
AA1	A	44.56896
AA2	C	45.26368
AA3	D	32.4
AA4	M	32.897664

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Se tienen los rendimientos reales por máquina obtenidos mediante el estudio de tiempos en maquinaria.

2.2.20. Estandarización de consumo de carretes por tipo de máquina

Esta afirmación de tiempos de consumo se refiere a la rotación o ciclo que genera el tiempo vs cargas necesarias por máquina al día, está realmente es una

relación de peso y tiempo, con lo cual podemos programar el encarretado. Esto comprueba una vez más la importancia del planificador de producción, pues amarrado al rendimiento de maquinaria y color montando en cada maquinaria debe programarse el encarretado y antes de ello el extrusor. En pocas palabras, la explosión de materiales debe ser lineal y completa, esto para no generar un inventario en proceso excesivo, pues este representa inversión sin movimiento y toda empresa busca un flujo efectivo, esto por los compromisos adquiridos con proveedores y demás aspectos.

Con estos datos en mente se presenta la tabla de resultados analizados. En esta encontramos el consumo de carretes respecto al tiempo de consumo, por tanto tenemos la siguiente tabla:

Tabla XLV. **Cargas en turno de carretes según tipo y máquina**

Tipo de maquina	Carrete	Cargas en un turno
AA1	A	4.6426
AA2	C	5.1436
AA3	D	4.5
AA4	M	7.6152

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Esto quiere decir que para el tipo de máquina AA1 deben realizarse 4.6 cargas por turno de 8 husos y, considerando la cantidad de máquinas involucradas en el proceso productivo, esto querrá decir que deben realizar la descarga y carga cada 4.64 minutos en cada máquina, dependiendo qué máquinas tenga a cargo el operador.

2.2.21. Programación de encarretado

El área de encarretado está inmersa en el área de trenzado, estas máquinas nunca han tenido una programación formal, van abasteciendo la máquina que crean es necesario, este movimiento era permitido cuando el número de máquinas en trenzado era reducido, pero con el incremento en la capacidad instalada de trenzadoras y no así de encarretadoras es necesario una programación eficiente para el área de encarretado, para no dejar de suministrar oportunamente a la maquinaria.

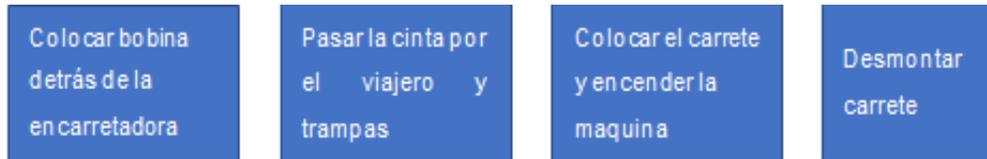
Para realizar un eficiente programa de encarretado es necesario calcular los tiempos de encarretado de la maquinaria y hombres que participan en el proceso, se comienza con el análisis de tiempos de encarretadoras para abastecer a maquinaria A1 y N1 con la medida de lazo que se ha venido estudiando.

- Tiempos para programación de encarretado

Se presenta el diagrama de flujo del proceso de encarretado:

- Colocar la bobina de cinta en la parte de atrás de las encarretadoras.
- Colocar la cinta en las trampas y en el viajero.
- Colocar el carrete.
- Tomar la cinta y arrancar la máquina.
- Desmontar el carrete.

Figura 53. **Flujo del proceso de encarretado**



Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

De cada bobina pueden cargarse o llenar de cinta 59 carretes tipo B, el cambio de una bobina tarda 10 minutos y el tiempo de reacción de cada hombre es de 0.16 minutos.

Tabla XLVI. **Tiempo de ciclo normal para encarretado**

Descripción	Tiempo (min)
Tiempo en máquina	1
Tiempo hombre	0.56
Tiempo de cambio de bobina	6.84
Tiempo de descarga	0.5

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla XLVII. **Tiempo de ciclo estándar para encarretado**

Descripción	Tiempo normal	Tiempo Estándar
Tiempo en máquina	1	1.05
Tiempo-hombre	0.56	0.588
Tiempo de cambio de bobina	0.13	0.1365
Tiempo de descarga	0.5	0.525
Total		2.2995

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

El tiempo estándar del ciclo de la operación es de 2.2995 minutos, por tanto, para un turno de 8 horas efectivas la capacidad de suministrar a las nuevas 15 no es posible, la capacidad de la encarretadora no es suficiente, entonces se aconseja usar una segunda encarretadora para que la capacidad de carretes llenos sea la siguiente:

Tabla XLVIII. **Carretes llenos según el ciclo estándar de la operación**

Tiempo eficiente (min)	Carretes según el tiempo eficiente
480	208.74
960	417.48

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

La primera fila de 208 carretes representa la cantidad de carretes que se pueden encarretar en un tiempo de 480 minutos o lo equivalente a un turno de 8 horas, y las 15 máquinas con la situación actual que tiene la maquinaria sin el cambio de piñones necesitaría un total de 480, la propuesta de cambio de

piñones aumenta un 9.3 % la eficiencia de la máquina, esto quiere decir que consume en la misma proporción más suministros, necesitará un total de 538.8 carretes, entonces se necesitan 3 máquinas encarretadoras para abastecer el área de maquinaria nueva

Tabla XLIX. **Carretes llenos con 1, 2 y 3 máquinas**

Tiempo eficiente (min)	Carretes según el tiempo eficiente
480	208.74
960	417.48
1440	626.22

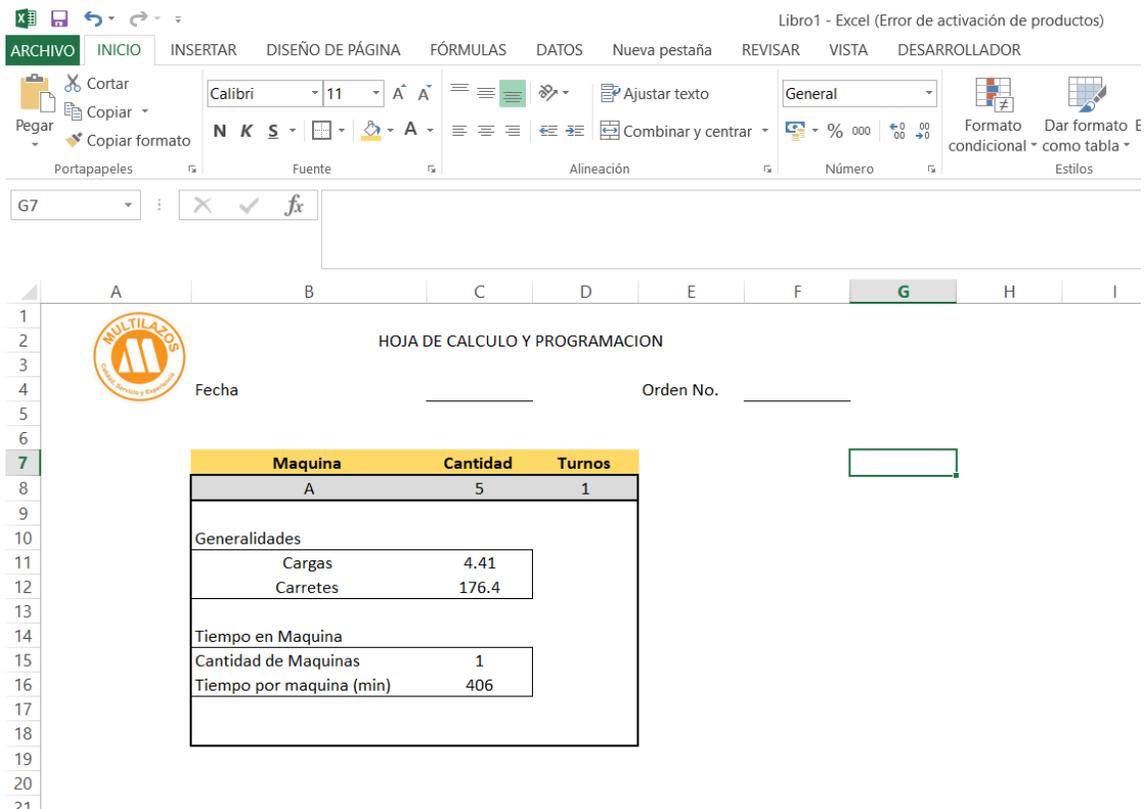
Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

La última fila de 1440 minutos y 627 carretes es el número que se obtendrá con 3 encarretadoras funcionando para esta área. Recordando que el principio de la manufactura esbelta es la disminución de desperdicios, y una de las actividades de apoyo a las actividades primarias de la cadena de valor es la planificación, se debe buscar una planificación eficiente de los insumos y suministros del área, esto para evitar inventario en piso y evitar producir o convertir lo que no es necesario.

Si se realizan cambios drásticos en maquinaria, por ejemplo que hoy estén haciendo determinado producto y mañana cambien a otro producto y pasado mañana regresen a este producto, esto generará una pérdida de eficiencia, por tanto un desperdicio de tiempo contratado, y aumentará el desperdicio por los cambios en maquinaria, por tanto, no importando si está programado o no el cambio, esto generara desperdicios al ser tan constantes, una correcta

planificación y programación de producción debe buscar en cada movimiento la eficiencia del proceso en todo momento. Para el caso de la maquinaria nueva podemos observar que la oferta está balanceada con la demanda, por tanto solo debe cuidarse que la planificación sea acorde la una con la otra como debería manejarse. Para la programación se creó una pequeña hoja de cálculo en Excel con una interfaz muy amigable.

Figura 54. Interfaz del programa de encarretado



Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Ese es el primer contacto que tiene el usuario con la programación, solo debe introducir la cantidad de máquinas, el tipo de máquina y la cantidad de turnos, en el apartado tiempo de máquina el usuario tendrá el resultado de la

cantidad de encarretadoras que es necesario que trabajen para esa orden de producción y el tiempo por encarretadora que debe ser trabajado.

Figura 55. Fórmulas de la hoja de cálculo



HOJA DE CALCULO Y PROGRAMACION

Fecha _____

Orden No. _____

Maquina	Cantidad	Turnos
A	5	1
Generalidades		
Carga	=+SI(B8="N"; 4.49;SI(B8="A";4.41))	
Carretes	176.4	
Tiempo en Maquina		
Cantidad de Maquinas	1	
Tiempo por maquina (min)	406	

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 56. **Fórmula de resultados del cálculo**



HOJA DE CALCULO Y PROGRAMACION

Fecha _____

Orden No. _____

Maquina	Cantidad	Turnos
A	5	1
Generalidades		
Cargas	4.41	
Carretes	176.4	
Tiempo en Maquina		
Ca	=+SI(C12<=208;1;SI(C12<417;2;SI(C12<625;3)))	
Tiempo por maquina (min)	406	

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Con esta pequeña y sencilla hoja de cálculo, se sabrá qué se debe producir en el área de encarretado, según la demanda de trenzado, y esta a su vez anexada a la demanda del mercado.

2.2.22. Estandarización de consumo en el área de trenzado

¿Por qué es necesaria la estandarización del proceso? Con base en estos patrones de comportamiento, determinamos el consumo de materias primas necesarios para la elaboración del producto por tanto nuestro costo estándar permanezca dentro de los parámetros permitidos y no se aleje tanto de la realidad, así el margen de utilidad proyectado será el real o al menos con una desviación aceptable.

Teniendo clara la importancia de un correcto análisis de consumos y rendimientos se procede a realizar el consumo de carretes por carga y por tipo, considerando el porcentaje de desperdicio hasta el día de la evaluación, haciendo la mención de que el porcentaje inicial de aceptación de desperdicio será el 3 % y después se buscará ir disminuyendo este porcentaje.

Tabla L. Resumen de cargas de rendimientos y cantidades respecto a tipo de maquinaria y carrete

Tipo de máquina	Carrete	Tiempo de carga	Cantidad máquinas	No. carretes	Número de cargas	No. carretes
AA1	A	4.6426	10	12	2.58	310
AA2	C	5.1436	10	8	2.33	187
AA3	D	4.5	10	8	2.67	213
AA4	M	7.6152	15	16	1.58	378

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

2.2.23. Balance de líneas en el área de formado

El balance de líneas busca equilibrar de manera eficiente el proceso para que este sea constante y armónico, en un tiempo estándar y con la cantidad de operadores adecuada, evitando de esta manera el desperdicio de mano de obra contratado o quitándoles el exceso de labores a los operarios en el área.

A continuación se muestra el análisis que se utilizó para balancear las líneas de la producción de docena:

- Índice de productividad

$$IP = \frac{\text{Unidades a fabricar}}{\text{Tiempo disponible de un operador}}$$

- Número de operadores por línea

$$NO = \frac{TE * P}{E}$$

Utilizando los datos de tiempos estándar de las operaciones se tiene la siguiente tabla de resultados:

Tabla LI. **Resultado de balance de líneas**

Operación	TE	T disponible	Unidades	IP	No. teórico
1	6	660	25	0.04	0.25
2	10	660	25	0.04	0.42
3	5	660	25	0.04	0.21
4	5	660	25	0.04	0.21
				Operadores	1.09

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Por tanto, se comprobó que para esta operación de docena con una efectividad del 90 % es necesario únicamente un operador por máquina.

2.2.24. Documentación propuesta

Para controlar todos los procesos efectuados dentro de la producción deben ser registrados en reportes o documentación estandarizada, esto es un mapa del

comportamiento de los sucesos internos. En síntesis, los reportes recabarán datos que serán de vital importancia para la toma de decisiones estratégicas que aumenten la eficiencia del proceso y permiten un control interno en todas las actividades que ese están produciendo dentro de la nave.

Es importante además mencionar que los reportes de producción deben ser reevaluados en determinado tiempo, esto por los cambios que deban efectuarse a los mismos, como agregar información esencial o quitar información que no está siendo útil para el proceso actual. Teniendo clara la importancia de los reportes se procede a la elaboración de los reportes necesarios y reestructura de los que así se consideraron.

- Reportes de trenzado, formado, docena y encarretado

Todo reporte debe contar con una serie de espacios para anotaciones que son importantes para el control de la producción, entre ellos se tiene los siguientes:

- Fecha
- Área
- Encargado
- Jefe de producción
- Operario o colaborador
- Máquina
- Tiempo de inicio
- Tiempos de paro
- Causas de paro
- Unidades producidas
- Tiempo de producción

con un historial y con datos sólidos, es necesario implementar formatos de requisiciones de materias en procesos, desperdicios generados en el área, entre otros. Para lo anterior se propone el siguiente formato:

Figura 57. **Requisición de materiales**



The figure shows a form titled "Requisicion de Carretes" with the logo of "MULTILAZOS" in the top left corner. Below the logo, the text "Requisicion de Carretes" is followed by "No. Solicitado" and a blank line for the number. To the left, "Fecha" is followed by a blank line for the date. Below this information is a table with four columns: "Dennier", "Cantidad", "Color", and "Firma". The table has five rows, with the first row containing the column headers and the remaining four rows being empty.

Dennier	Cantidad	Color	Firma

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 58. **Formato manejo de desperdicio**



The figure shows a form titled "Desperdicio" with the logo of "MULTILAZOS" in the top left corner. Below the logo, the text "Desperdicio" is followed by "No. Entregado" and a blank line for the number. To the left, "Fecha" is followed by a blank line for the date. Below this information is a table with four columns: "Dennier", "Cantidad", "Color", and "Firma". The table has five rows, with the first row containing the column headers and the remaining four rows being empty.

Dennier	Cantidad	Color	Firma

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

2.2.25. Estandarización de mermas y desperdicios producidos

Como se comprobó en apartados anteriores, el porcentaje de mermas estaba por arriba del 4 % en algunas áreas. Dentro de las observaciones efectuadas se detectaron áreas de interés importante para buscar la disminución de desperdicio, estas han sido subestimadas, por lo cual se consideran para el estudio.

Las mermas son costos de operación y por tanto representan una disminución en el margen de utilidad de cualquier empresa que se dedique a la producción, de tal forma que nace la necesidad de disminuir los costos de merma y estandarizar y parametrizar las tolerancias del caso según sea requerido.

- Área de trenzado

Al segmentar el área de encarretado del área de trenzado es posible controlar de manera eficiente las mermas producidas, es importante concientizar a los colaboradores sobre la responsabilidad que adquieren al momento de ingresar a laborar en las instalaciones de la empresa en cuanto al cuidado de las materias primas, productos procesados, entre otros aspectos.

Se tendrá un recipiente en cada máquina para que pueda colocarse el desperdicio en el mismo, y al final del turno el jefe debe pasar por las áreas correspondientes y pesar la cantidad de desperdicio que produce cada máquina y, en relación al producto que se esté convirtiendo, debe mostrarse la tolerancia. Esta función que desempeñará el jefe de turno es el único medio por el cual se podrá controlar la cantidad de merma producida en el proceso, los límites de tolerancia deberán darse de la siguiente manera: si la cantidad de producto realizado es el 97 % de la cantidad de producto entregado (materia prima insumos) es una operación sana, por tanto deberá ir midiendo los factores que

pueden mejorar. La operación se encontrará en un buen punto de manejo de mermas. Si, por el contrario, la merma producida representa más del 3 %, es importante pedir explicaciones y controlar el punto donde la merma esté saliendo de los parámetros de tolerancia.

Para el manejo de mermas producidas debe utilizarse un formato, donde el jefe de turno recopilará la información. El siguiente es un formato propuesto para esta actividad:

Figura 59. Formato para control de desperdicios



Control de mermas producidas

Área: _____

Procedimiento: _____

Operario

Maquinas	Maquina 1	Maquina 2	Maquina 3	Maquina 4	Maquina 5
Tipo					
Material entregado					
Material producido					
Merma	0	0	0	0	0

Operario

Maquinas	Maquina 1	Maquina 2	Maquina 3	Maquina 4	Maquina 5
Tipo					
Material entregado					
Material producido					
Merma	0	0	0	0	0

Operario

Maquinas	Maquina 1	Maquina 2	Maquina 3	Maquina 4	Maquina 5
Tipo					
Material entregado					
Material producido					
Merma	0	0	0	0	0

Material entregado				
Material producido				
Merma				

Mermas producidas	
Tipo	
%	

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

2.2.26. Aumento de eficiencia

Todas las propuestas para la mejora de la operación están enfocadas en la disminución y eliminación de desperdicios, fuerza laboral, materias primas, procesos, tiempos, entre otras, a continuación se presentan las mejoras

esperadas en la situación propuesta vs la situación actual en cada departamento de producción.

- Docena

Se propone la eliminación de dos transportes que generaban 8 minutos de recorrido, con el movimiento de la operación de carga de maquinaria se pasó de 9.71 minutos a 9 minutos en esa operación, también se propone la unificación de las tareas que actualmente están separadas de la siguiente manera: inspección y corte, descarga de máquina, a la siguiente: empaque y revisión del producto. Esta incluye la descarga de máquina, con esto se pasa de 3.32 minutos a 2.3 minutos, aquí se elimina la actividad de corte por separado de cinta y corte de etiqueta, se unifican en uno solo cuando aún están en maquinaria y se descargan de la misma. Los resultados de la operación según el diagrama de flujo actual y el propuesto son los siguientes:

Tabla LIII. **Situación actual vs situación mejorada en tiempo**

Diferencias de tiempos en diagramas de flujos	Actual	Propuesta
Tiempo total de la operación	32.03	22.3

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Un turno de trabajo cuenta con 660 minutos, de los cuales, si se divide el tiempo de la operación actual dentro del tiempo disponible, se obtiene el resultado que pueden producirse o repetirse 20.79 ocasiones durante el turno vs la cantidad de ciclos que pueden trabajarse con la situación mejorada, que es de 29.59 veces, con lo cual se calcula el siguiente escenario para el análisis.

¿En cuánto aumenta entonces la eficiencia de la producción en esta área con los estudios y propuestas realizados? El 20.79 representaba el 100 % de la producción actual, se determina entonces que el 29.59 representa un aumento de producción del 42 % en la efectividad del tiempo contratado dentro de la operación. Esto representa una disminución de desperdicio en mano de obra contratada, en depreciación de maquinaria y por tanto un mayor margen de rentabilidad en la fabricación de este producto. De esta manera se calcula el porcentaje para el tiempo de ciclo actual y el tiempo de ciclo mejorado.

Según los resultados obtenidos, los ciclos actuales que pueden ser producidos en el área de docena son 22.3 ciclos vs 32.03 ciclos, que podrían ser efectuados con la situación mejorada. Siguiendo con el caso práctico de DA tenemos lo siguiente: en un turno ambos operarios hacían 22.3 ciclos y en cada ciclo elaboran 12 conos, por tanto en el día completo o en los 22.3 ciclos producen 267.6 conos, contrario al caso de la situación mejorada: de ser 22.3 ciclos, se podrían producir 32.03 ciclos, fabricando 12 conos por ciclo, esto genera una producción de 384.36 conos de docena, lo que representa un aumento del 43 % en unidades producidas.

Para el área de empaque de docena, como se muestra en la sección 2.2.15 y en la tabla correspondiente, cada rollo de etiqueta cotizado está en un rango de Q 3.00 costos (sin IVA) y cada rollo tiene 2000 cms, entonces con la forma actual en que se está empacando se utilizan 422 cms por rollo de docena empacada. Con un rollo se pueden empacar una cantidad de 4.73 docenas, con los resultados se procede a la comparación de costo de empaque, que para la situación actual es de Q0.634, contrario a la propuesta, que está amarrada a la estandarización de consumos de materiales de empaque, dice que se deben utilizar por docena 336 cm y no 422.4 como se está haciendo actualmente, con esta cantidad de material utilizada por docena se pueden empacar de un rollo

5.95 docenas y la razón del costo de rollos dentro de la cantidad de docenas producidas es de 5.95. Se pueden empaquetar 1.22 docenas más, por tanto el costo por empaque de docena se reduce de Q0.634 a Q0.5 y esto pasa con las siguientes medidas y la disminución entre cada medida va en un rango de Q0.4 a Q 0.7 ente el escenario actual y el escenario propuesto.

Para rendimientos de operación según el balance de líneas, docena puede hacer el 41 % más de lo que hace en la actualidad y solamente con una persona aumentará el 41 % en producción y con la mitad de mano de obra que se tiene contratada, por tanto esto es una eficiencia en la mano de obra contratada y se consigue lo que la manufactura esbelta busca eliminar: el despilfarro de fuerza laboral o recursos.

- Formado

En el área de formado para la elaboración de pita colores o PC, como se ha llamado durante los análisis, se tiene una ventaja y es que la automatización de maquinaria existe, el operario solamente influye en la carga y descarga de producto procesado, el tiempo de carga depende del operario, pero el tiempo de manejo no, esto contrario al área de docena.

La distribución actual en planta de esta área de trabajo contiene 4 transportes cuya sumatoria es de 31 minutos, con la propuesta, estando adyacente el área al de la bodega de empaque, docena y producto terminado, estos transportes se reducirían a un tiempo de 0 minutos.

También se eliminan tareas como la de cargar el material al elevador que tiene un tiempo de 10 minutos, y la descarga de este que representa 7.5 minutos de operación. También se elimina una de las inspecciones, pues ya fue realizada

varias veces, quedando el tiempo del diagrama de flujo actual vs el propuesto de la siguiente manera:

Tabla LIV. **Tiempos de operación**

Diferencias de tiempos en diagramas de flujos	Actual	Propuesta
Tiempo total de la operación	133.5	65

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

El tiempo de la operación pasa de ser de 133.5 minutos a 65 minutos, esto principalmente por la eliminación de transportes a elevadores de cargas y descargas de los mismos, el 133.5 representa el 100 % de la eficiencia que se tiene actualmente vs una propuesta de 65 minutos que reduce en 68.5 minutos la operación, esto de manera porcentual representa un aumento de eficiencia en el tiempo de flujo de operación del 51 %, pues ahora la operación conlleva solamente un 48.68 % del tiempo de la metodología actual.

Este departamento de producción es el que tenía mejores oportunidades de mejora que cualquier otro que se encontrara dentro de la nave de producción, pues eliminando el transporte se tenía un incremento abrumador en la eficiencia del proceso. El aumento de eficiencia se debe a que ellos requisan su material y ellos deben transportarlo, por tanto, el tiempo invertido en el transporte significa máquinas paradas y producción deficiente.

Por cada ciclo de producción se fabrican 2 rollos de pita de colores, que fue la que se eligió para el estudio, por tanto por turno se producían 9.56, casi los diez rollos por turno, haciendo el movimiento de evitar el uso del ascensor esto cambia, pues podrían generarse en un turno 10.2 ciclos de fabricación de pita,

estos serían 20.4 rollos, por tanto la eficiencia en un escenario y el otro es del 108 %. Esta parte del estudio fue ejecutada de manera inmediata por la empresa y los cálculos teóricos fallaron en un 10 %.

- Trenzado

Para el área de trenzado no puede ser movida para evitar los tiempos de transportes, sin embargo, sí es posible sacar el encarretado de la operación de trenzado, esto más el cambio de engranajes propuesto en la sección 2.4.1.1. deja los siguientes rendimientos en el ciclo del tiempo de la operación:

Tabla LV. **Tabla de diferencia de tiempos de flujo actual vs propuesta**

Diferencias de tiempos en diagramas de flujos	Actual	Propuesta
Tiempo total de la operación	160.1	131.16

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

2.2.27. Estandarización de tiempos de entrega y disminución de espera

Puesto que se tiene estandarizado el proceso (para este caso utilizaremos el caso de docena), se puede realizar el cálculo de tiempo en que se entregará determinado producto. Para el análisis seguiremos utilizando la docena de DA o docena grande y con ello calculamos el tiempo necesario. Por ejemplo: un pedido de 1800 conos de DA ingresa a pedido el 20 de febrero del 2020, ¿cuándo estará listo?

El cálculo se procede a realizar en ambos escenarios y se realiza de la siguiente manera, por cada ciclo se realizan 12 conos de docena, por tanto:

$$cantidad\ de\ docenas = \frac{660}{22.3} * (12) = 355$$

$$tiempo\ en\ ciclos = \frac{1800}{355} = 5.07$$

Se necesitan 5.07 días para completar la orden de producción, esto quiere decir que se despachará a los 6 días hábiles luego de ingresada la orden, esto es un ejercicio para brindar una fecha con más exactitud del tiempo de entrega estimado. En la siguiente tabla se presenta el tiempo con la situación mejorada vs el tiempo con la situación actual:

Tabla LVI. **Días optimizados de entrega**

Cantidad de días	
Actual	Mejorada
7.28	5.07

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

2.2.28. OEE para el control de la planta

Para darle continuidad al proceso, es necesario practicar un control oportuno de procesos, por ejemplo en los controles aquí mostrados se llevarán los registros de producción, que hoy en día ya se llevan, sin embargo es importante comparar los resultados obtenidos día a día con los rendimientos estandarizados de la maquinaria, esto para encontrar patrones de comportamiento, y, en cuanto este patrón de comportamiento se rompa y no siendo en beneficio de la empresa, es necesario lanzar las alertas pertinentes.

Los muestreos de tiempo deben realizarse cuando una máquina se integre al proceso, o cuando se integren nuevos operarios al proceso de producción. Se recomienda la utilización de una herramienta como un OEE para medir la eficiencia global de la planta de producción y sus posibles mejoras.

OEE (Overall Equipment Efficiency o Eficiencia General de los Equipos) es un mecanismo que sirve para medir la pérdida de la eficiencia en algún proceso o en el proceso global, mide todos los parámetros, desde paros no programados hasta eficiencia en personal, lo cual va de la mano con metodologías como la manufactura esbelta, esta mide la disponibilidad: paros programados y no programados.

Rendimiento: la producción que se va perdiendo por mal estado de maquinaria. Calidad: el total de los errores en la producción total. Las fórmulas para su análisis son las siguientes:

$$OEE = disponibilidad * Rendimiento * Calidad$$

$$Disponibilidad = \frac{Tiempo disponible - tiempo improductivo}{Tiempo Disponible}$$

$$Rendimiento = \frac{Unidades reales}{Tiempo efectivo * Velocidad}$$

$$Calidad = \frac{Unidades totales - unidades no conformes}{Unidades totales}$$

Con este análisis es fácil determinar en qué lugares se están generando desperdicios, paros, entre otros. Es importante llevarlo al día para que la empresa pueda ser rentable cada día más.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN. PROPUESTA DE INTRODUCCIÓN DE LUMINARIAS LED EN EL ÁREA DE OFICINAS

3.1. Diagnóstico de la situación actual

El diagnóstico situacional se realizó mediante las herramientas de observación y entrevista directa (aplicado a las oficinas de la empresa Multilazos), esto a través de un recorrido por las oficinas y las áreas de comedor que utiliza el personal que labora en las oficinas de la empresa. El fin de los recorridos programados a diferentes horas del día era reconocer las fuentes de energía y los posibles desperdicios del consumo energético que se estuvieran produciendo en el área.

Se encontró varias oficinas en las cuales el personal que labora en ellas no se encontraba y las luces y los ventiladores estaban en funcionamiento, las oficinas cuentan con luz natural, sin embargo, estas ventanas se encuentran cerradas y este podría ser un proveedor esencial de luz natural que impactaría directamente a la disminución de consumo de energía dentro de las oficinas.

Para la recolección del análisis situacional se realizó un pequeño cuestionario de 10 preguntas para evaluación de cada área.

Figura 60. Cuestionario de diagnóstico para el área de investigación

Cuestionario Diagnostico	
Area: Oficinas de Multilazos	Nombre: Emilsa Sincal
Personal: Oficina	Fecha: Guatemala 2020

- 1 Existe luz Natural
- 2 Se esta aprovechando la energia Natural
- 3 Las lamparas son Led
- 4 Las lamparas son Fluorescentes
- 5 Las luces se mantienen apagadas cuando no hay personal en la oficina
- 6 El personal de oficina demuestran conciencia de ahorro energetico
- 7 Los ventiladores se apagan cuando el personal no esta en la oficina
- 8 las ventanas se encuentran libres de obstruiones para la entrada de la luz natural
- 9 Las oficinas tienen mas de 2 luminarias
- 10 Los microondas estan encendidos todo el tiempo

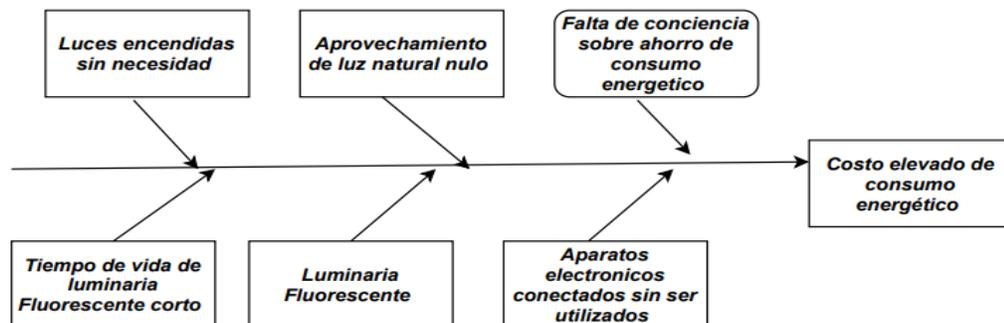
Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Los resultados obtenidos del cuestionario o entrevista fueron que las personas no tienen conciencia de la emisión de CO2 generada por la electricidad utilizada, varios de los aparatos electrónicos como laptops con cargadores conectados, aun teniendo el 100 % de carga, seguían conectadas, las luces no eran apagadas cuando el personal abandonaba su respectiva oficina, tampoco los ventiladores, entre otros. Tomando en cuenta estos factores observados dentro del día a día en las instalaciones tanto administrativas como operativas de la empresa, se procedió a evaluar las principales causas raíz que producen el efecto:

- Falta de conciencia del efecto invernadero
- Luminaria fluorescente es más barata que luminaria led
- Irresponsabilidad con el medio ambiente
- Falta de interés sobre los costos de la empresa
- Aparatos electrónicos sin necesidad de conexión
- Falta de aprovechamiento de luz natural

Ante estas causas se realiza el siguiente diagrama de Ishikawa:

Figura 61. Factores que influyen en el problema



Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Como se puede observar en el diagrama de Ishikawa, el consumo energético elevado es el efecto de toda la suma de los efectos que se suscitan dentro de la empresa. Buscando una respuesta favorable se trabajó en el plan de introducción de luminarias led, esto debido a que las luminarias led tienen una gran ventaja sobre la luminaria fluorescente, desde tiempo de vida hasta disminución en consumo energético, por tanto, hay una disminución en la factura eléctrica mensual.

3.2. Energía eléctrica

La energía eléctrica es el movimiento de electrones, en otras palabras, es el resultado de la presencia de una diferencia de potencial entre dos puntos cualesquiera.

3.3. Iluminación eléctrica

La iluminación eléctrica se da a través del flujo de corriente eléctrica, que a su vez produce iluminación eléctrica.

3.4. Luminarias fluorescentes

Son lámparas constituidas por un tubo de vidrio, revestido en su interior con sustancias compuestas llamados fósforos, compuestos químicos que emiten luz visible al recibir una radiación ultravioleta. El tubo contiene una pequeña cantidad de mercurio y un gas inerte a una presión más baja que la presión atmosférica.

3.5. Consumo energético

El consumo energético se refiere a la cantidad de energía eléctrica para este caso, está íntimamente ligado a la eficiencia eléctrica, mientras menos eficiencia eléctrica se tenga, mayor será el pago o factura mensual de energía eléctrica consumida.

3.6. Cuantificación del consumo en el área de oficinas

Para cuantificar el consumo energético de las oficinas de Multilazos se procedió a detectar las fuentes de consumo energético encontrado dentro de las oficinas de Multilazos, esto para dimensionar los porcentajes en consumo que representa cada uno. Entre los consumidores de energía se encontraron los siguientes:

- Microondas
- Tubos fluorescentes
- Ventiladores
- Cafetera
- Televisores
- Consumo mensual de luminarias en el área de oficinas

Cada aparato electrónico cuenta con especificaciones sobre cuánto es el consumo que genera al ser utilizado, la recolección de esta información está representada en las siguientes tablas:

Tabla LVII. **Consumos mensuales por luminaria en el área de oficinas**

Tipo de lámpara	Potencia (w)	Cantidad de luminarias	Tiempo (h)	Consumo semanal (kW/h)	Consumo mensual (kW/h)
Fluorescentes	75	6	10	22.5	90
Fluorescentes	75	4	10	15	60
Fluorescentes	75	4	8	12	48
Fluorescentes	75	4	8	12	48
Fluorescentes	75	8	8	24	96
Fluorescentes	75	4	10	15	60
Fluorescentes	75	12	10	45	180
Fluorescentes	75	4	8	12	48
Total de consumo de energía				157.5	630

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

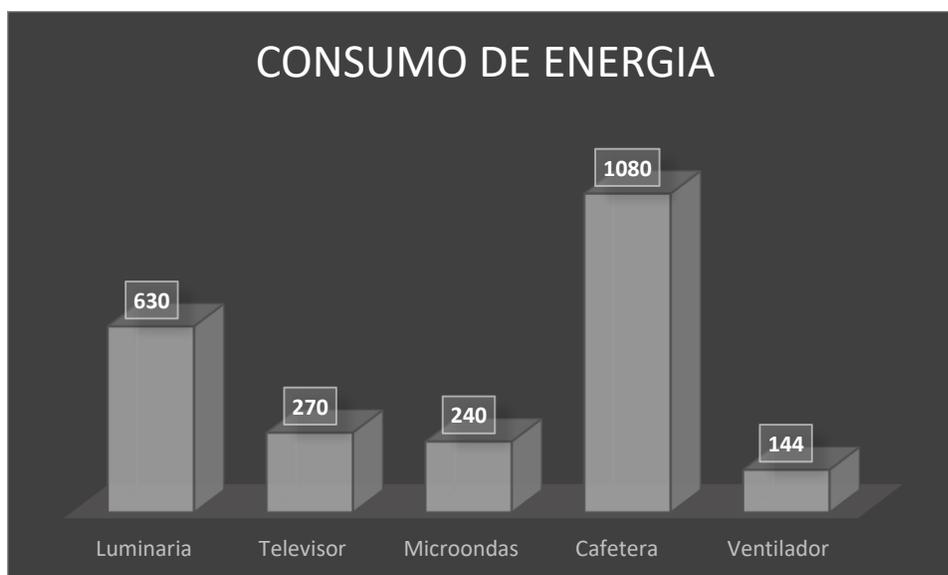
Se realiza una tabla resumen que es calculada de la misma manera, para algunos de los consumidores de energía localizados en el área de oficinas:

Tabla LVIII. **Consumo de energía para otros electrodomésticos en el área**

Herramienta	Potencia (w)	Cantidad	Tiempo (h)	Consumo semanal (kW/h)	Consumo mensual (kW/h)
Televisor	75	3	6	6.75	27
Microondas	1200	1	10	60	240
Cafetera	900	6	10	270	1080
Ventilador	90	8	10	36	144
Total de consumo de energía				530.25	2121

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 62. **Consumo de energía eléctrica por tipo**



Fuente: Elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla LIX. **Porcentaje de consumo según tipo**

Tipo	kW/h	%
Luminaria	630	27 %
Televisor	270	11 %
Microondas	240	10 %
Cafetera	1080	46 %
Ventilador	144	6 %

Fuente: Elaboración propia, realizado con Excel.

Como se muestra en la tabla anterior, los porcentajes de consumo energético de mayor atención se encuentran en cafetería y la iluminación, la cual representa un 27 % del consumo eléctrico total de oficinas. Buscando la reducción de costos de factura mensual se comienza con el plan de introducción a luminarias led.

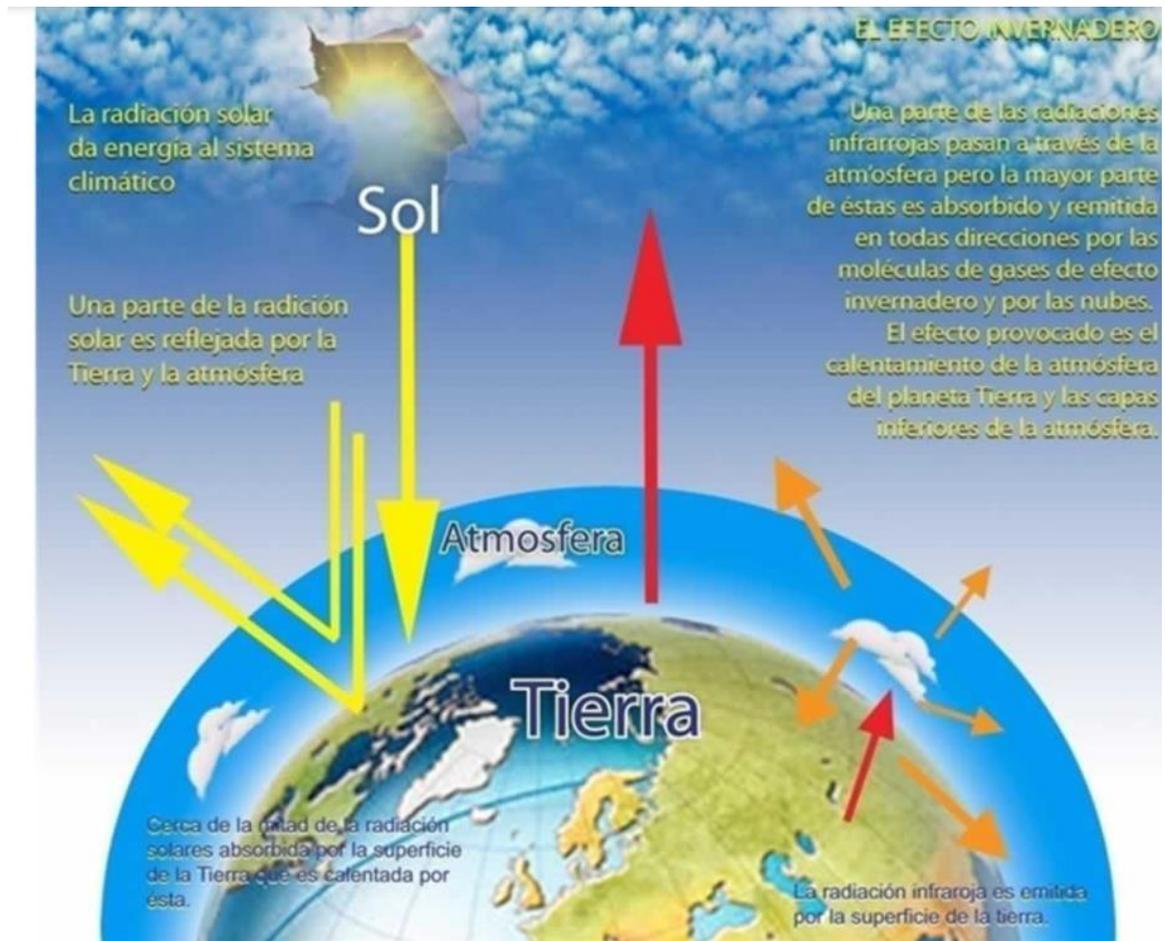
3.7. Plan de introducción de luminarias led

Para reducir consumo energético dentro de una empresa o institución no solo basta con tener los aparatos ahorradores de energía de primera generación, sino que también debe buscarse que los colaboradores tengan el cuidado necesario para la disminución del consumo de energía.

3.8. Concientización

El efecto invernadero es el proceso en que la atmósfera absorbe cierto porcentaje de calor generado por el sol para tener una temperatura equilibrada y que la vida como la conocemos exista, sin embargo la generación de gases dentro de la tierra (gases generados por plantas de producción por quema de combustibles, por consumo energético) hace que estos gases queden atrapados en la atmósfera y el calor de la tierra aumente, sin poder equilibrarlo. El calor excesivo genera que los polos se estén descongelando y que los incendios se produzcan de manera más fácil, esto porque la tierra tiene una temperatura mayor al equilibrio.

Figura 63. Gases de efecto invernadero



Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Algunos de los gases generados por el hombre son los siguientes:

Tabla LX. Gases de efecto invernadero

Nombre del gas	Breve descripción	Emisión natural	Emisión antropogénica (de origen humano)	Sumidero	Tiempo de vida en la atmósfera
Dióxido de carbono	Se libera desde el interior de la Tierra a través de fenómenos tectónicos y a través de la respiración, procesos de suelos, combustión de compuestos con carbono y la evaporación oceánica. También el Co ₂ es disuelto en los océanos y consumido en procesos fotosintéticos.	Respiración, descomposición de materia orgánica, incendios forestales naturales.	Quema de combustibles fósiles, cambios en el uso de los suelos (principalmente deforestación), quema de biomasa, industrias y producción de energía termoeléctrica, entre otros.	Absorción por las aguas oceánicas, y organismos marinos y terrestres, especialmente bosques y fitoplancton.	Entre 50 y 200 años.

Continuación de la tabla LX.

Metano	El metano es producido principalmente a través de procesos anaeróbicos tales como los cultivos de arroz o la digestión animal. Es destruido en la baja atmósfera por reacción con radicales hidroxilos libres (-OH).	Naturalmente a través de la descomposición de materia orgánica en condiciones anaeróbicas; también en los sistemas digestivos de termitas y rumiantes.	A través de cultivos de arroz, quema de biomasa, quema de combustibles fósiles, basureros a cielo abierto, quema de biomasa y el aumento de rumiantes como fuente de carne.	Reacción con radicales hidroxilos en la tropósfera y con el monóxido de carbono (CO) emitido por acción humana.	10 años
Óxido nitroso	El óxido nitroso (N ₂ O) es producido por procesos biológicos en océanos y suelos.	Producido naturalmente en océanos y bosques lluviosos.	Procesos antropogénicos que incluyen combustión industrial, gases de escape de vehículos de combustión interna, entre otros.	Es destruido fotoquímicamente en la alta atmósfera.	120 años.

Continuación de la tabla LX.

Ozono	En la estratósfera filtra los rayos ultravioleta dañinos para las estructuras biológicas, es también un gas invernadero que absorbe efectivamente la radiación infrarroja.	Se forma a través de reacciones fotoquímicas que involucran radiación solar, una molécula de O ₂ y un átomo solitario de oxígeno.	Puede ser generado por complejas reacciones fotoquímicas asociadas a emisiones antropogénicas y constituye un potente contaminante atmosférico en la tropósfera superficial.	Es destruido por procesos fotoquímicos que involucran a radicales hidroxilos, NO _x y cloro (Cl, ClO)	Días o semanas.
Halocarbano	Clorofluorocarbonos: compuestos mayormente de origen antrópico, que contienen carbono y halógenos como cloro, bromo, flúor y a veces hidrógeno.	Existen fuentes naturales en las que se producen compuestos relacionados como los metilhaluros.	Los clorofluorocarbonos (CFC) comenzaron a producirse en los años 30 para la refrigeración. Posteriormente, se usaron como propulsores para aerosoles, en la fabricación de espuma y demás.	Los CFC emigran a la estratósfera donde se degradan por acción de los rayos ultravioleta, momento en el cual liberan átomos libres de cloro que destruyen el ozono.	Entre 50 y 200 años.

Continuación de la tabla LX.

Aerosoles	La variación en la cantidad de aerosoles afecta también el clima. Incluye polvo, cenizas, cristales de sal oceánica, esporas, bacterias, entre otros. Sus efectos sobre la turbidez atmosférica pueden variar en cortos periodos de tiempo, por ejemplo, luego de una erupción volcánica.	Las fuentes naturales se calcula que son 4 a 5 veces mayores que las antropogénicas. Tienen el potencial de influenciar fuertemente la cantidad de radiación de onda corta que llega a la superficie terrestre.	Los clorofluorocarbonos (CFC) comenzaron a producirse en los años 30 para la refrigeración. Posteriormente, se usaron como propulsores para aerosoles, en la fabricación de espuma y demás.	Los CFC emigran a la estratosfera donde se degradan por acción de los rayos ultravioleta, momento en el cual liberan átomos libres de cloro que destruyen el ozono.	Entre 50 y 200 años.
-----------	---	---	---	---	----------------------

Fuente: Ministerio de Energía y Minas (2022). *El cambio climático interno*.

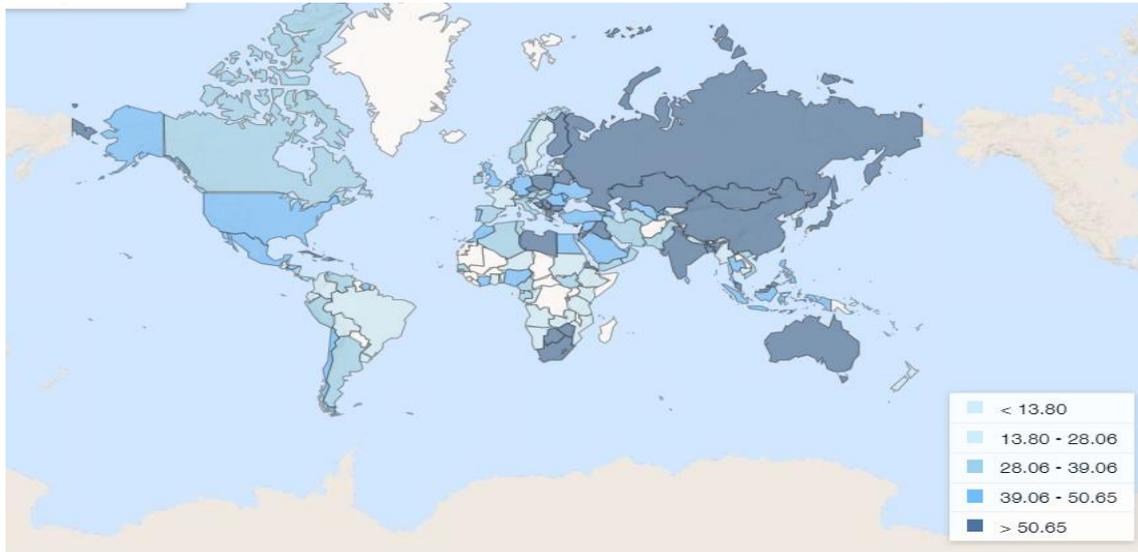
Entre algunos gases de efecto invernadero tenemos el CO₂, este también es generado por nuestro consumo energético y por la vida humana.

El desperdicio y falta de cuidado en el tema del consumo energético utilizado para desarrollar cada una de las actividades diarias, genera un impacto ambiental, por ende la importancia de generar conciencia en cada uno de los usuarios de energía, pues no debe pensarse solo en nuestro trabajo sino también en ayudar o contribuir a la baja en producción de gases de efecto invernadero, en este caso el CO₂.

En el año 2019 se produjeron a nivel mundial 43000 millones de toneladas de CO₂, al contrario del año 2020 que se produjo a nivel mundial 40000 millones de toneladas de CO₂. Con estos datos se ven reflejados los esfuerzos de muchos países en conjunto para la disminución de emisión de gases de efecto invernadero, sin embargo las toneladas producidas en el 2019 no pudieron ser disipadas por el planeta, esto conlleva una acumulación de los gases producidos por el hombre año tras año.

Guatemala ya forma parte de los 186 países generadores de CO₂ en el mundo, generando en el año 2019 un total de 21196 kilo toneladas de CO₂ en ese año, este dato representó un incremento de un 5.26 %.

Figura 64. **Mapa de emisión de gases de efecto invernadero en el mundo**



Fuente: Ministerio de Energía y Minas (2022). *Emisiones de CO2*.

3.9. Sensibilización

Sabiendo el daño que causa la raza humana al ambiente, es importante tomar acciones correctivas en cada una de las actividades realizadas. Para Multilazos es importante contar con una sensibilización en cada uno de los colaboradores de cada departamento, apagar la luz cuando no se esté utilizando, desconectar los electrodomésticos cuando no sea necesario que estén conectados a corriente. Con la información antes presentada es momento de realizar las mediciones de CO2 producidas en las instalaciones de Multilazos, para ver qué impacto están generando al medio ambiente. Para realizar el cálculo de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) que se está produciendo en las oficinas de la empresa se utiliza el factor de conversión GEI obtenido del Ministerio de Energía y Minas.

Figura 65. Emisión de CO2 por energía consumida

Por energía consumida	Kg CO ₂ e / kWh
Factor de Emisión (Red)	0.3671

Fuente: Ministerio de Energía y Minas (2022). *Emisiones de CO2*.

Tabla LXI. Emisión de CO2 por kW consumido

Tipo	kWh	KgCO ₂ e/kW	kgCo ₂
Luminaria	630	0.3671	231.273
Televisor	270	0.3671	99.117
Microondas	240	0.3671	88.104
Cafetera	1080	0.3671	396.468
Ventilador	144	0.3671	52.8624
Total			867.8244

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

El área de oficinas de Multilazos está generando un total de 868 Kg de CO₂, cantidad considerable para reducir, tomando en cuenta que puede hacerlo teniendo ciertos cambios, como la luminaria led en lugar de fluorescente, desconectar equipos que no se estén utilizando y apagar la luz cuando no sea necesaria. Derivado de lo anterior, se genera la necesidad de disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, esto se logra mediante el ahorro de energía, para este caso con la introducción de luminarias led al área de oficinas de la empresa.

Entre las ventajas de la introducción de la luminaria led se tiene que esta no contiene mercurio si no diodos, por tanto es amigable al medio ambiente, así como su iluminación es direccional, contrario a la luminaria fluorescente que no es direccional, por tanto puede perderse la luz en lugares que no se requieren y el tiempo de vida de una luminaria led es mayor que una luminaria fluorescente. Sin embargo, entre sus desventajas se encuentra que la inversión inicial de la compra es fuerte, pero se realiza la relación costo-beneficio.

3.9.1. Análisis de costo de luminaria led

Se hace el estudio de abrir las ventanas y dejar que la luz natural entre a la oficina y se realizó la prueba con led de 18w y los lunes en las oficinas redondearon al de 600 lux, sin embargo, esto es durante el día, por la tarde-noche llegan a los 500 lux, por ende, se realizó el análisis con luminaria led de 18 w.

Figura 66. **Luminaria led de 18 w**



Fuente: EPA (2022). *Tienda virtual*.

Se realiza el análisis del costo de la introducción de la luminaria led a las plantas, para lo cual se presenta la siguiente tabla:

Tabla LXII. **Análisis de costos de introducción de luminarias led**

Tipo de lámpara	Potencia (w)	Cantidad de luminarias	Costo unitario	Total
Led	18	6	Q 42.95	Q 257.70
Led	18	4	Q 42.95	Q 171.80
Led	18	4	Q 42.95	Q 171.80
Led	18	4	Q 42.95	Q 171.80
Led	18	8	Q 42.95	Q 343.60
Led	18	4	Q 42.95	Q 171.80
Led	18	12	Q 42.95	Q 515.40
Led	18	4	Q 42.95	Q 171.80
Total, de consumo de energía			Q 343.60	Q 1,975.70

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

3.9.2. Análisis de disminución de gastos

Para realizar este análisis no solo se puede comparar el costo de luminaria led vs luminaria fluorescente, si no se debió considerar el tiempo de vida útil de cada uno y del consumo de energía que representó.

Tabla LXIII. **Vida útil de luminaria led vs tubo fluorescente**

Tipo de lámpara	Vida útil	Potencia
Led	40000	18
Fluorescente	15000	75

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Por tanto, se procede a calcular la inversión en tiempo de vida, esto relacionado al consumo y se obtienen los siguientes resultados:

Tabla LXIV. **Tiempo de inversión de luminaria led vs luminaria fluorescente**

Tipo de lámpara	Vida útil	Días	Meses
Led	40000	4444	148
Fluorescente	10000	1111	37

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla LXV. Costo mensual de consumo con luminaria led

Tipo	Potencia (w)	Cantidad de luminarias	Tiempo (h)	Consumo mensual (kW/h)	Costo por (kW/h)	Total
Led	18	6	10	21.6	Q 2.03	Q 43.91
Led	18	4	10	14.4	Q 2.03	Q 29.28
Led	18	4	8	11.52	Q 2.03	Q 23.42
Led	18	4	8	11.52	Q 2.03	Q 23.42
Led	18	8	8	23.04	Q 2.03	Q 46.84
Led	18	4	10	14.4	Q 2.03	Q 29.28
Led	18	12	10	43.2	Q 2.03	Q 87.83
Led	18	4	8	11.52	Q 2.03	Q 23.42
Total, de consumo de energía				151.2	Q 16.26	Q 307.39

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla LXVI. Costo según consumo de luminaria fluorescente

Tipo de lámpara	Potencia (w)	Cantidad de luminarias	Tiempo (h)	Consumo mensual (kW/h)	Total
Fluorescentes	75	6	10	90	Q 182.97
Fluorescentes	75	4	10	60	Q 121.98
Fluorescentes	75	4	8	48	Q 97.58
Fluorescentes	75	4	8	48	Q 97.58
Fluorescentes	75	8	8	96	Q 195.17
Fluorescentes	75	4	10	60	Q 121.98
Fluorescentes	75	12	10	180	Q 365.94
Fluorescentes	75	4	8	48	Q 97.58
Total, de consumo de energía					Q 1280.70

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla LXVII. Inversión en tubo led vs fluorescente

Tipo de lámpara	Pago mensual	Pago anual	Inversión anual	Total
Fluorescentes	Q 1,280.79	Q15,369.48	Q 15,462.00	Q 30,831.48
Led	Q 307.39	Q 3,688.68	Q 15,462.00	Q 19,150.68

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Con los resultados de la tabla se comprueba que la introducción de luminarias led será una fuerte inversión, sin embargo a largo plazo la luminaria led representa una disminución del 62 % con respecto a la fluorescente, y contribuimos para el ahorro de energía y menor contaminación del planeta.

En cada *suich* encontrado en las instalaciones de oficinas de Multilazos se instaló una imagen de concientización y sensibilización al ahorro energético y por ende disminución de CO2 producido.

Figura 67. **Sensibilización para ahorro energético**



Fuente: elaboración propia, realizado con Canva.

4. FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN

4.1. Diagnóstico de necesidades de capacitación

La fase de capacitación consiste en dotar al equipo objetivo con herramientas y conocimientos para mejorar sus habilidades y aptitudes en determinado tema.

Para una empresa manufacturera donde el tiempo hombre-máquina predomina en todos los procesos, la mano de obra se convierte en el pilar más importante de la producción, pues aunque se cuente con maquinaria en buen estado, si el personal incurre en una falta, la producción tendrá un golpe directo en meta y rendimiento por día, tomando en cuenta lo anterior se evidenció que los incidentes en materias de salud y seguridad ocupacional dentro del proceso de producción son elevados, esto provoca no solo el daño físico al operario si no también la pérdida de producción y pérdida de eficiencia del proceso, por lo cual se tomó este como un tema crítico, para ser diagnosticado se procede a realizar un análisis FODA referente a temas de salud y seguridad ocupacional.

4.1.1. Análisis FODA

El análisis FODA es utilizado para desarrollar estrategias tanto internas como externas, este análisis permite identificar con mejor exactitud los factores que pueden ser tomados a favor de la empresa y los objetivos.

Tabla LXVIII. **Fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas**

<p>FORTALEZAS</p> <p>F1: personal dispuesto a participar y a adquirir conocimientos sobre el tema F2: personal administrativo que ha participado en antiguos trabajos como brigadista F3: empresa interesada en realizar inversión para brindar salud y seguridad a sus colaboradores</p>	<p>DEBILIDADES</p> <p>F1: falta de capacitación en ámbito de salud y seguridad ocupacional F2: inexistencia de protocolos de respuestas ante eventos internos de salud y seguridad ocupacional F3: grupos de respuesta ante accidentes no concretados</p>
<p>OPORTUNIDADES</p> <p>O1: centros de salud cercanos a la empresa O2: estación de bomberos a menos de 5km de distancia O3: hospitales cercanos ofrecen accesibles seguros ante accidentes para el personal operativo</p>	<p>AMENAZAS</p> <p>A1: difícil acceso a las instalaciones por ubicación por garita de seguridad. A2: instalaciones que arrenda empresa poseen muchas condiciones inseguras A3: covid</p>

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla LXIX. **Matriz FODA**

<p align="center">Matriz de FODA Planificación estratégica</p>	<p>FORTALEZAS</p> <p>F1: personal dispuesto a participar y a adquirir conocimientos sobre el tema</p> <p>F2: personal administrativo que ha participado en antiguos trabajos como brigadista</p> <p>F3: empresa interesada en realizar inversión para brindar salud y seguridad a sus colaboradores</p>	<p>DEBILIDADES</p> <p>D1: maquinaria industrial peligrosa</p> <p>D2: herramientas de trabajo (objetos cortopunzantes) peligrosos</p> <p>D3: grupos de respuesta ante accidentes no concretados</p> <p>D4: manual de salud y seguridad ocupacional inexistente</p>
<p>OPORTUNIDADES</p> <p>O1: centros de salud cercanos a la empresa</p> <p>O2: estación de bomberos a menos de 5km de distancia</p> <p>O3: hospitales cercanos ofrecen accesibles seguros ante accidentes para el personal operativo</p>	<p>ESTRATEGIAS OF</p> <p>O1F1: abocarse a centros especializados para capacitaciones</p>	<p>ESTRATEGIAS OD</p> <p>O3D2: atención inmediata con la adquisición de un seguro, para estabilizar un paciente y posterior a ello trasladarlo al instituto de seguridad social</p>
<p>AMENAZAS</p> <p>A1: difícil acceso a las instalaciones por ubicación por garita de seguridad.</p> <p>A2: instalaciones que arrenda empresa poseen muchas condiciones inseguras</p> <p>A3: covid</p>	<p>ESTRATEGIAS AF</p> <p>A1F1: capacitación a personal en materia de salud y seguridad ocupacional</p>	<p>ESTRATEGIAS AD</p> <p>A2D4: creación de un plan de salud y seguridad ocupacional</p> <p>A3: creación de protocolos ante covid-19</p>

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

- Estrategia FO

Fortalecer el conocimiento de los colaboradores en materia de salud y seguridad ocupacional ayudará al mejor manejo de eventualidades suscitadas dentro de la planta, inclusive el salvar vidas. Abocarse a los centros cercanos especializados es de importancia primordial.

- Estrategia DO

Fortalecer el plan de respuesta ante alguna eventualidad suscitada dentro de la nave de producción minimizará el riesgo de pérdidas de vidas o amputaciones, entre otras.

- Estrategia FA

Aprovechar los recursos disponibles de manera eficiente ayudará a controlar las situaciones de riesgo de mejor manera y a disminuirlas.

- Estrategia DA

Fortalecer los procesos de seguridad con un plan de salud y seguridad ocupacional brindará el conocimiento necesario a todos los colaboradores, tanto a los que puedan sufrir el incidente como a los que lo auxilien.

4.2. Plan de capacitación

El plan de capacitación va desde la planeación hasta la ejecución, este tiene como objetivo brindar conocimientos de valor a cada uno de los colaboradores de la empresa. Se explica a continuación:

4.2.1. Priorización

Para priorizar el orden de necesidades de las capacitaciones se procedió a realizar una recolección de datos de incidentes con ocurrencias en los últimos 3 meses de labores de la empresa Multilazos, entre los cuales resaltaron los

accidentes de quemaduras, estos debido a las grandes temperaturas de fusión que se manejan en el área de extrusión, otros accidentes recurrentes dentro del proceso productivo son las cortadas con objetos cortopunzantes, pues son parte de las herramientas de uso diario dentro del proceso, y por último se tuvo las quebraduras por aplastamiento de rodillos de algunas maquinarias. Se obtuvo la siguiente tabla con los porcentajes:

Tabla LXX. **Incidentes ocurridos en los últimos 3 meses**

Tipo de accidente	tiempo en meses	Recurrencias en el tiempo	Porcentaje
Cortadas	3	156	81 %
Quebraduras	3	2	1 %
Quemaduras	3	35	18 %

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Además de la recolección de datos se realiza un cuestionario de diagnóstico para poder priorizar el orden de las capacitaciones y la efectividad de estas.

Tabla LXXI. **Cuestionario de diagnóstico 3.1 sobre salud y seguridad ocupacional**

	<p>CUESTIONARIO Cuestionario 3.1.</p>				
1. ¿Le han brindado el EPP?	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center; width: 50%;">_____</td> <td style="text-align: center; width: 50%;">_____</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Sí</td> <td style="text-align: center;">No</td> </tr> </table>	_____	_____	Sí	No
_____	_____				
Sí	No				
2. ¿Utiliza de manera adecuada el EPP?	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center; width: 50%;">_____</td> <td style="text-align: center; width: 50%;">_____</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Sí</td> <td style="text-align: center;">No</td> </tr> </table>	_____	_____	Sí	No
_____	_____				
Sí	No				
3. ¿Está usted expuesto a altos niveles de ruido?	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center; width: 50%;">_____</td> <td style="text-align: center; width: 50%;">_____</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Sí</td> <td style="text-align: center;">No</td> </tr> </table>	_____	_____	Sí	No
_____	_____				
Sí	No				
4. ¿Conoce qué tan inflamables son los materiales que maneja?					
Continuación de la tabla 61.					
	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center; width: 50%;">_____</td> <td style="text-align: center; width: 50%;">_____</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Sí</td> <td style="text-align: center;">No</td> </tr> </table>	_____	_____	Sí	No
_____	_____				
Sí	No				
5. ¿Conoce los tipos de extintores con los que cuenta la fábrica?	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center; width: 50%;">_____</td> <td style="text-align: center; width: 50%;">_____</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Sí</td> <td style="text-align: center;">No</td> </tr> </table>	_____	_____	Sí	No
_____	_____				
Sí	No				
6. ¿Sabe cómo manejar un extintor?	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center; width: 50%;">_____</td> <td style="text-align: center; width: 50%;">_____</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Sí</td> <td style="text-align: center;">No</td> </tr> </table>	_____	_____	Sí	No
_____	_____				
Sí	No				
7. ¿Conoce la diferencia entre una acción y una condición inseguras?	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center; width: 50%;">_____</td> <td style="text-align: center; width: 50%;">_____</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Sí</td> <td style="text-align: center;">No</td> </tr> </table>	_____	_____	Sí	No
_____	_____				
Sí	No				
9. ¿Tiene conocimientos de primeros auxilios?	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center; width: 50%;">_____</td> <td style="text-align: center; width: 50%;">_____</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Sí</td> <td style="text-align: center;">No</td> </tr> </table>	_____	_____	Sí	No
_____	_____				
Sí	No				
10. ¿Usted ha sufrido alguna quemadura/corte/golpe en su puesto de trabajo?	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center; width: 50%;">_____</td> <td style="text-align: center; width: 50%;">_____</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Sí</td> <td style="text-align: center;">No</td> </tr> </table>	_____	_____	Sí	No
_____	_____				
Sí	No				

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Es importante para el personal contar con capacitaciones en materia de salud y seguridad ocupacional, pues esto ayuda a cuidar su salud e integridad física. Se presenta el resultado del cuestionario de diagnóstico:

Tabla LXXII. **Resultados de cuestionario de diagnóstico**

Pregunta	SÍ	NO
1. ¿Le han brindado el EPP?	30	0
2. ¿Utiliza de manera adecuada el EPP?	9	21
3. ¿Está usted expuesto a altos niveles de ruido?	30	0
4. ¿Conoce qué tan inflamables son los materiales que maneja?	5	25
5. ¿Conoce los tipos de extintores con los que cuenta la fábrica?	0	30
6. ¿Sabe cómo manejar un extintor?	0	30
7. ¿Conoce la diferencia entre una acción y una condición inseguras?	0	30
9. ¿Tiene conocimientos de primeros auxilios?	7	23
10. ¿Usted ha sufrido alguna quemadura/corte/golpe en su puesto de trabajo?	26	4

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 68. Resultados del diagnóstico



Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Es evidente que los colaboradores necesitan capacitación acerca de cómo reaccionar ante un incidente común en su puesto de trabajo, pero este cuestionario y los resultados revelan que es importante abarcar más allá de una capacitación de primeros auxilios, también es clave una estructura más robusta de EPP y SSO en la planta de producción. Por tanto, se incluye la siguiente lista de temas para el plan de capacitación:

- Qué es un SSO
- Qué es un EPP y su importancia
- Primeros auxilios
- Tipos de extintores y su manejo
- Evacuaciones

4.2.2. Objetivo

Establecer los procedimientos y criterios a seguir ante eventualidades relacionadas a salud y seguridad ocupacional, para responder de manera efectiva.

4.2.3. Cronograma

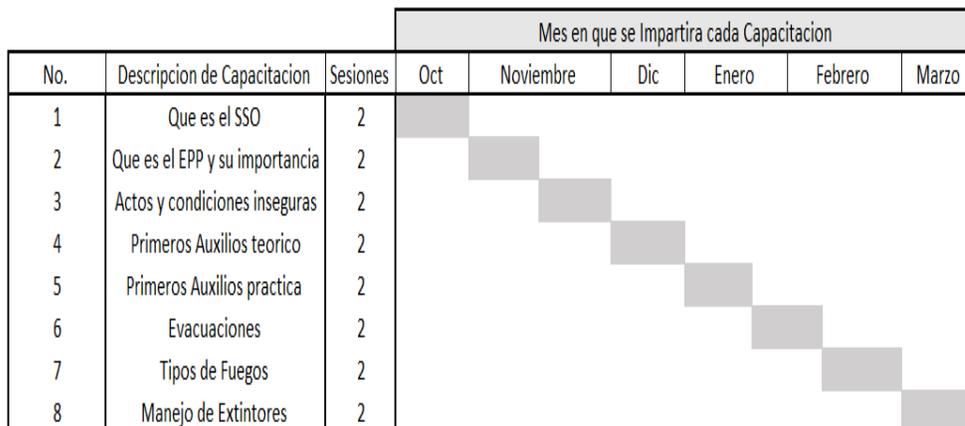
Se realizó el listado de fechas estimadas para la programación de capacitaciones para la correspondiente planificación, puesto que la producción es 24/7 se estima un aproximado semanal para que ambos turnos puedan recibir la respectiva capacitación.

Tabla LXXIII. Lista de capacitaciones

No.	Nombre de la capacitación	Fecha de inicio	Fecha final
1	Qué es el SSO	19/10/2020	26/10/2020
2	Qué es el equipo EPP y su importancia	2/11/2021	9/11/2020
3	Acciones inseguras y condiciones inseguras	16/11/2020	23/11/2020
4	Primeros auxilios 1	14/12/2021	21/12/2021
5	Primeros auxilios 2	11/01/2021	18/01/2021
6	Evacuaciones por sismos	25/01/2021	1/02/2021
7	Tipos de fuegos	8/02/2021	15/02/201
8	Manejo de extintores	8/03/2021	15/03/2021

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 69. Cronograma de capacitaciones del área de salud y seguridad en Multilazos S.A.



Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

El cronograma de las capacitaciones incluye guías para establecer la fecha en que serán ejecutadas, pero también es necesaria una planificación de capacitaciones, la cual incluye el contenido y responsables de cada una de ellas.

Tabla LXXIV. **Contenido de capacitaciones**

PLANIFICACION CAPACITACIONES					
Capacitac	Fecha inicio	Fecha Final	Capacitacion	Contenido	Encargado de capacitacion
1	19/10/2020	26/10/2020	Que es el SSO	1. Que es el SSO 2. Que es un comité de Seguridad e Higiene 3. Como se compone un comité,	Ing. Emilio Garcia
2	2/11/2021	9/11/2020	Que es el equipo EPP y su importancia.	1. Que es el EPP, 2. Importancia del EPP 3. Enfermedades laborales 4. Cuando y donde utilizar el EPP	Ing. Emilio Garcia y Emilsa Sincal
3	16/11/2020	23/11/2020	Acciones Inseguras y condiciones inseguras	1. Que son las condiciones inseguras 2. Que son las acciones inseguras 3. Taller de reconocimiento	Emilsa Sincal
4	14/12/2021	21/12/2021	Primeros auxilios 1	1. Tipos de Quemaduras 2. Tipos de Fracturas 3. Desmayos	Ing. Emilio Garcia
5	11/01/2021	18/01/2021	Primeros auxilios 2	Fase Practica	Ing. Emilio Garcia
6	25/01/2021	1/02/2021	Evacuaciones por sismos	1. Que es un sismo 2. Puntos de encuentro 3. simulacro	Emilsa Sincal
7	8/02/2021	15/02/2021	Tipos de Fuegos	1. Tipos de Fuegos 2. Tipo de extintor para cada tipo de fuego	Industria Multiservicios del Pacifico
9	8/03/2021	15/03/2021	Manejo de Extintores	1. Manejo de Extintores	Insutria Multiservicios del Pacifico

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

4.2.4. Ejecución

La ejecución del plan de capacitación se dio de diferentes formas y en diferentes situaciones, pues por el tema covid se suspendieron varias de ellas en diferentes días, sin embargo, el calendario presentado en este trabajo fue el calendario final que se cumplió.

Para varias sesiones de capacitación se contó con la ayuda de un ingeniero brigadista certificado, quien brindó su conocimiento a los operarios para que su trabajo sea más seguro.

Para el área de extintores y manejo de fuegos se contó con el apoyo de la empresa Multiservicios del Pacífico, quienes prestan el servicio de llenado de extintores, así como la venta de estos, siendo ellos un gran apoyo para el proceso de capacitaciones.

El área de recursos humanos es la encargada de seguir brindando y apoyando en temas de seguridad ocupacional a cada uno de los colaboradores de Multilazos, tanto personal de primer ingreso como personal que lleva con Multilazos varios años, esto para seguir en busca de una mejora continua en este tema, y con ello reducir la tasa de accidentes internos de la empresa.

Figura 70. **Capacitación en primeros auxilios**



Fuente: elaboración propia, realizado con aplicación Camare.

Figura 71. **Capacitación 2**



Fuente: elaboración propia, realizado con aplicación Camare.

4.2.5. Resultados de las capacitaciones

Para evaluar las capacitaciones se realizó el siguiente cuestionario a los colaboradores que participaron:

Figura 72. **Cuestionario de evaluación**



Cuestionario Final de Capacitaciones

Area: _____	Nombre: _____
Turno: _____	Fecha: _____

- 1 Sabe que es un EPP ?
- 2 Conoce el significado de SSO ?
- 3 Cuando debe utilizar su EPP?
- 4 Porque es importante utilizar su EPP ?
- 5 En un sismo, a donde debe dirigirse?
- 6 Conoce los tipos de quemaduras?
- 7 Como debe proceder ante una cortada?

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Los resultados del cuestionario fueron los siguientes:

- De los 30 cuestionarios efectuados el 100 % reconoce qué es el EPP y sabe su importancia.
- Para la pregunta 2, el 63 % sabe qué es el SSO y sabe cuál es la búsqueda del SSO, que es disminuir los riesgos y buscar un ambiente seguro para el personal en la jornada laboral.
- Cuándo debe utilizar el EPP, el 100 % de los colaboradores respondió de manera satisfactoria esta pregunta, saben que en todo lugar de la planta productiva deben estar utilizando el EPP.
- Por qué es importante utilizar el EPP, los colaboradores concluyeron que es importante la correcta utilización del EPP.

- A dónde debe dirigirse en un sismo, los colaboradores de Multilazos saben que el punto de reunión seguro ante sismos se encuentra en el patio de maniobras de la empresa.
- ¿Conoce los tipos de quemadura? El 54 % sabe los tipos de quemaduras que existen y este mismo porcentaje sabe que debe llamar a los números de emergencia para atención cuando sea necesario.
- ¿Cómo debe procederse ante una cortada? El 100 % de los colaboradores sabe los procedimientos para esterilizar la cortada y de ser necesario llamar a las autoridades correspondientes.

Estos resultados demuestran que las capacitaciones fueron eficientes, sin embargo debe seguir trabajándose en muchos aspectos de seguridad dentro de la planta, buscándose siempre la mejora continua y seguridad para cada uno de los colaboradores, todo puede mejorarse, por tanto se procedió a la realización de un manual de seguridad industrial, el cual quedó en manos de recursos humanos, como principal responsable del correcto uso y difusión del mismo dentro de la planta de producción de Multilazos.

4.3. Manual y plan de salud y seguridad ocupacional

Un plan de salud y seguridad ocupacional busca tener una pronta respuesta ante cualquier siniestro que se presente referente a este ámbito, y con ello poder disminuir al máximo los riesgos, así como los daños que se pudiesen generar y mitigarlos.

- Alcance del plan de salud y seguridad ocupacional

Todos los colaboradores que se encuentren en la planta y oficinas de planta, así como al personal de logística.

- Descripción de actividades según la división del trabajo

Puestos administrativos y comerciales

- Realizar actividades de análisis en equipo de cómputo
 - Actividades de manejo de archivos
 - Atención a clientes
 - Recepción de llamadas
 - Atención a proveedores
-
- Puestos de producción
 - Realizar actividades referentes al proceso productivo
 - Contabiliza los datos generados en el área de operaciones y control de la producción
 - Recepción de llamadas
 - Realización de pruebas de materiales
 - Reportes del área, digitación de datos
-
- Bodega y pilotos
 - Recepción de camiones
 - Recepción, acomodamiento, traslado y carga de mercadería
 - Apoyo en la recepción y acomodo de mercadería
 - Traslado y carga de mercadería a diferentes puntos de la ciudad
 - Resguarde de productos físicos

- Mantenimiento
 - Realizar reparaciones de mantenimiento en instalaciones y mobiliario
 - Reparaciones eléctricas
 - Reparaciones electrónicas
 - Diseño de nuevas maquinarias

- Encargados de limpieza
 - Realizar limpieza en las instalaciones

- Identificación de riesgos laborales

Para identificar los riesgos laborales existentes es necesario de primera mano comenzar con el análisis de a qué riesgos laborales podrían estar expuestos los colaboradores de Multilazos.

- Análisis de riesgos

Identificación de peligros en la planta de la empresa Multilazos:

- Golpes y cortes
- Caídas al mismo nivel
- Caídas de gradas
- Trastornos músculo-esqueléticos derivados de movimientos repetitivos
- Ambiente térmico inadecuado

- Energías peligrosas (electricidad, ruido y vibraciones)
 - Condiciones de iluminación inadecuadas (lux por debajo de lo sugerido)
 - Peligros asociados al manejo manual de cargas
 - Peligro en las máquinas asociado con el montaje, la operación, el mantenimiento, la modificación y el desmontaje
 - Peligros de los vehículos (transporte por carretera)
 - Incendios y explosiones
 - Sustancias y polvo que pueden inhalarse
 - Sustancias o agentes que pueden dañar los ojos (Motta)
 - Peligros en el área de tarimas de bodega
 - Peligro asociado al manejo de bobinas.
 - Sismos y terremotos
- Clasificación de los peligros

Los peligros pueden clasificarse de la siguiente manera:

- Ligeramente dañino: daños superficiales: cortes y magulladuras pequeñas, irritación de los ojos.
- Dañino: golpes, quemaduras, torceduras importantes, fracturas menores. Incluso sordera, dermatitis, asma, trastornos músculo-esqueléticos, todas aquellas enfermedades que conllevan una incapacidad menor.
- Extremadamente dañino: representan daños irreversibles o con fuertes repercusiones al ser humano, entre ellos podemos

encontrar amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples y lesiones fatales.

Tabla LXXV. **Criticidad del riesgo**

		SEVERIDAD		
		Extremadamente dañino	Dañino	Ligeramente dañino
Probabili	Baja B	MO	TO	T
	Media M	I	MO	TO
	Alta A	IN	I	MO

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

La nomenclatura utilizada para la descripción o nivel de riesgo es la siguiente:

Tabla LXXVI. **Nomenclatura del riesgo**

NOMENCLATURA	RIESGO
IN	Intolerable
I	Importante
MO	Moderado
TO	Tolerable
T	Trivial

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla LXXVII. **Valoración de la probabilidad de ocurrencia**

PROBABILIDAD	
Bajo	El daño ocurre en un porcentaje muy bajo.
Medio	El daño es propenso a ocurrir, no es constante, pero es probable.
Alto	El daño ocurrirá siempre o en la gran mayor parte de las incidencias.

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla LXXVIII. **Valoración del riesgo**

VALORACION DE RIESGO	
Trivial (T)	Controles internos no están siendo cumplidos, por tanto, no debe existir modificaciones a las acciones de respuesta establecidas, más bien establecer un mejor control para asegurar el cumplimiento de las normas establecidas.
Tolerable (TO)	Para este nivel no debe realizarse una reevaluación de la acción preventiva, sin embargo, es importante reevaluar las medidas de control interno y que cumplan a cabalidad los procesos para evitar este tipo de peligro.
Moderado (M)	En este nivel es importante tomar acciones para reducir el ciclo de incidencias de accidentes de este tipo, por tanto, es importante darle seguimiento y mantener un control estricto en el tema, pues a este nivel ya se pueden presentar problemas legales.
Importante (I)	Errores continuos, el riesgo debe ser disminuido en un tiempo establecido con controles periódicos para erradicar el accidente (acciones preventivas).
Intolerable (IN)	Este nivel representa un alto costo para la empresa y para el operario, por ende este debe ser erradicado a totalidad y si no es posible erradicarlo la operación debe ser cancelada o modificada en su totalidad.

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

5. VALORACIÓN Y CONTROL DE RIESGOS

5.1. Valoración de riesgos

Se refiere a la ponderación que se le asigna al riesgo observado dentro de la operación, el evaluador debe ponderar estos riesgos. Se explica con las siguientes tablas:

Tabla LXXIX. Valoración de riesgo exterior

Área:	Exteriores										
Peligro identificado	Probabilidad			Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN
Golpes		x		X				X			
Caídas de gradas		x		X				X			
Sismos		x			x				x		
Incendios y explosiones	x				x			X			
Peligros de los vehículos (carretera)		x			x				x		

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla LXXX. Valoración de riesgos en oficinas y comedor

Área:	Interior (recepción, oficinas, comedor)										
Peligro identificado	Probabilidad			Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN
Caídas al mismo nivel	x			x			x				
Sismos		x			x				x		
Incendios y explosiones	x				x			x			
Fatiga por postura		x		x				x			
Condiciones de iluminación	x			x			x				
Golpes con objetos inmóviles	x			x			x				

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla LXXXI. Valoración de riesgos en el área de producción

Área:	Interior (extrusor, formado, docena, empaque, bodega, trenzado).										
Peligro identificado	Probabilidad			Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN
Cortaduras		x		x				x			
Quemaduras leves	x			x			x				
Caídas al mismo nivel		x		x				x			
Sismos		x			x				x		
Incendios y explosiones	x				x			x			
Trastornos músculo-esqueléticos por movimientos repetitivos.		x		x				x			
Condiciones de iluminación	x			x			x				
Manejo de mercadería, cajas, lazos		x			x				x		
Malas condiciones de sonido		x			x				x		
Sustancias que pueden inhalarse	x			x			x				
Irritación de ojo, garganta.	x			x			x				
Fracturas		x			x				x		

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

6. ACIÓN DE RIESGOS

6.1. Mitigación de riesgos

La tabla mitigación de riesgos se realiza de manera exclusiva para poder tener un plan de contingencia para los riesgos, según su ponderación o clasificación. Se explica mediante las siguientes tablas:

Tabla LXXXII. **Tabla de mitigación de riesgos triviales**

RIESGOS TRIVIALES IDENTIFICADOS				
Ubicación	PUESTOS	RIESGO IDENTIFICADO	ACTIVIDAD	MEDIDA PREVENTIVA Y DE CONTROL OPERACIONAL
Recepción, oficinas, comedor	Todos los puestos	Caídas al mismo nivel	Caminando	<ol style="list-style-type: none">1. Señalizar cuando se esté dando mantenimientos o los pisos estén mojados2. En días lluviosos se tomarán las medidas para que la entrada cuente con retención de agua y no se disperse3. No correr, mantener los pasillos limpios y despejados.

Continuación de la tabla LXXXII.

Recepción, oficinas	Todos los puestos en oficina	Mala iluminación	Apagón	1. Optimizar la luz natural desbloqueando las ventanas
Recepción, oficinas	Todos los puestos en oficina	Golpes con objetos inmóviles	Caminando	1. El área de caminamiento debe estar despejada 2. Los archiveros y otros inmuebles deben estar cerrados correctamente
Extrusión, politizado	Todos los puestos	Quemaduras leves	Operaciones de maquinaria y empalmes	1. El operario deberá informar al supervisor y este deberá limpiar la herida y cubrirla.
Formado	Todos los puestos	Malas condiciones de iluminación	Operación de maquinaria	1. Colocar iluminación adecuada en el área.
Paletizado	Todos los puestos	Sustancias que puedan inhalarse	Operación mezcla de desperdicios	1. Se analizará la colocación de un extractor en el lugar adecuado para que los gases sean extraídos y no afecten al operario que este manejando la maquinaria.
Paletizado, extrusión, docena	Todos los puestos	Irritación de ojos y garganta	Operándola maquinaria	1. Utilizar protección como mascarilla y lentes de seguridad para evitar contacto con polvo y otras partículas.

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla LXXXIII. **Riesgos tolerables**

RIESGOS TOLERABLES IDENTIFICADOS				
Ubicación	PUESTOS	RIESGO IDENTIFICADO	ACTIVIDAD	MEDIDA PREVENTIVA Y DE CONTROL OPERACIONAL
Exterior	Todos los puestos	Caídas de gradas	Caminando	<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar señal de prevención por mantenimiento o pisos húmedos 2. Se tendrá especial cuidado cuando llueva ya que el riesgo de caída por resbalarse puede aumentar. 3. No correr, mantener los pasillos de caminamiento limpios y despejados.
Exterior	Todos los puestos en oficina	Golpes	Apagón	<ol style="list-style-type: none"> 1. Optimizar la luz natural
Exterior, docena, trenzado, paletizado, extrusión, trenzado	Todos los puestos en oficina	Incendios y explosiones	Manipulación de fuego y aire comprimido	<ol style="list-style-type: none"> 1. Simulacros de evacuación, capacitación de manejo de extintores de diferentes tipos
Oficinas, recepción	Todos los puestos	Fatiga por postura	Postura de trabajo en computadora	<ol style="list-style-type: none"> 2. Mantener una correcta postura, no ejercer fuerzas a la columna innecesarias 3. Evitar cruzar las piernas por mucho tiempo
Formado, trenzado, paletizado, docena	Todos los puestos	Cortaduras	Realizando empalmes, cortando lazo, cinta, saga.	<ol style="list-style-type: none"> 1. El operario debe informar al supervisor, este deberá limpiar la herida y cubrirla
Formado, trenzado, paletizado, docena	Todos los puestos	Caídas al mismo nivel	Caminando	<ol style="list-style-type: none"> 1. Señalización adecuada cuando se esté dando mantenimiento o pisos mojados

Continuación de la tabla LXXXIII.

				<p>2. En los días lluviosos se colocarán alfombras para evitar la humedad</p> <p>3. No correr, mantener los pasillos de caminamiento limpios y despejados.</p>
Docena dora	Todos los puestos	Trastornos músculo-esqueléticos por movimientos repetitivos	Operando la maquinaria	1. Estiramientos musculares al menos 2 veces por turno para que el cuerpo pueda relajarse de la repetitiva operación

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla LXXXIV. Riesgos moderados identificados

RIESGOS MODERADOS IDENTIFICADOS				
Ubicación	PUESTOS	RIESGO IDENTIFICADO	ACTIVIDAD	MEDIDA PREVENTIVA Y DE CONTROL OPERACIONAL
Exterior, docena, trenzado, paletizado, extrusión, trenzado	Todos los puestos	Sismos	Actividades operativas	<p>1. Formación de brigadas de emergencia.</p> <p>2. Simulacros de evacuación,</p>
Exterior	Todos los puestos en oficina	Accidente en carretera	Manejando	<p>1. Asegurarse del funcionamiento del vehículo (luces, frenos, neumáticos) de lo contrario reportar</p> <p>2. Prohibición del uso del teléfono durante el recorrido</p>

Continuación de la tabla LXXXIV.

Exterior, docena, trenzado, paletizado, extrusión, trenzado	Todos los puestos en oficina	Ineficiente manejo de cargas	Manipulación de cajas, bobinas, lazos	<ol style="list-style-type: none"> 1. La manipulación de cargas se realizará de la siguiente manera: doblar ligeramente las rodillas, manteniendo la espalda recta y la carga ligeramente separada del cuerpo y a la altura de los codos. 2. Apoyar los pies firmemente, separar los pies a una distancia aproximada de 30 cm. Uno del otro, doblar la cadera y las rodillas para coger la carga, mantener la espalda recta nunca girar el cuerpo mientras se sostiene una carga pesada.
Exterior, docena, trenzado, paletizado, extrusión, trenzado	Todos los puestos	Sonido	Trabajo sin protección	<ol style="list-style-type: none"> 1. Brindar equipo de protección y seguimiento a su debida utilización 2. Se debe revisar periódicamente que se cumpla con las reglas
Formado, trenzado, paletizado, docena.	Todos los puestos	Fracturas	Manipulando la maquinaria.	<ol style="list-style-type: none"> 1. La maquinaria debe apagarse y desconectar energía 2. La brigada de emergencia debe actuar 3. Supervisor debe llamar a emergencias de ser necesario

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

6.2. Notificación de incidentes

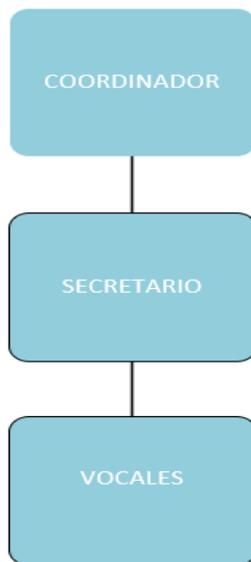
Este procedimiento se encuentra normado en ley y, en caso se presente un incidente de trabajo, debe ser notificado el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social o el Ministerio de Trabajo y Previsión Social, esto según Acuerdo Gubernativo 191-2010 se debe notificar en el siguiente enlace:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSca9vLjfLj5EjCur8KEC1dvtA96C3Ao2A_vvWGwdLMsUSKhAw/viewform?c=0&w=1

6.3. Comité de Salud y Seguridad Ocupacional

La estructura organizacional del Comité de Salud y Seguridad Ocupacional se representa en la siguiente figura:

Figura 73. **Diagrama de organización del comité de SSO**



Fuente: elaboración propia, realizado con Visio.

Cada uno de los integrantes de este comité es de suma importancia para el correcto cumplimiento de lo que se establezca, así como el seguimiento de cada punto. Responsabilidades de cada integrante del comité:

Coordinador:

- Convocar y dirigir las sesiones ordinarias o extraordinarias según programación o necesidad de servicio.
- Preparar la agenda a tratar en las reuniones.
- Coordinar con el secretario la logística.
- Informar por escrito a donde corresponde de las acciones desarrolladas más medidas recomendadas, tanto disciplinarias como normativas y los accidentes de trabajo a la Inspección General de Trabajo y al Departamento de Higiene y Seguridad Ocupacional.

- Preparar la agenda a tratar en las reuniones.
- Coordinar y ejecutar lo dispuesto por el comité.

Secretario:

- Mantener actualizados los registros de las reuniones realizadas, así como de los accidentes de trabajo.
- Promover o divulgar las decisiones tomadas en reuniones.
- Sustituir eventualmente al coordinador, cuando este no pueda presentarse por cualesquiera circunstancias.
- Registrar y actualizar el nombre de los integrantes de las brigadas de emergencia y los miembros del comité.
- Dar lectura al acta anterior.
- Llevar registro y control de los integrantes de las brigadas de seguridad o emergencia y de los miembros del comité.
- Tomar nota de las acciones que se hicieron para prevenir nuevamente el accidente de trabajo, y de las enfermedades ocupacionales que se reportan durante cada mes.

Vocales:

- Asistir puntualmente a las reuniones a que fueren convocados.
- Desarrollar las actividades asignadas por el comité.
- Presentar alternativas de solución a los problemas que se plantean.
Sustituir eventualmente al coordinador o secretario en sus funciones cuando fuere requerido.

- Tiempo que deben permanecer como integrantes del comité:

El periodo de permanencia dentro del comité debe considerarse por lo menos 2 años, puesto que se adquirirá experiencia en el puesto designado y también se estará buscando la constante capacitación.

- Reuniones del comité:

Las reuniones deben realizarse en periodos mensuales o quincenales, esto para dar seguimiento a temas importantes de mejoras al plan SSO o, si hubiera un incidente en este transcurso de tiempo, organizar la estrategia correspondiente para la mitigación correcta de los incidentes.

- Funciones principales del comité

- Revisar periódicamente los reglamentos de SSO para realizar las actualizaciones pertinentes según los casos que se vayan desarrollando, así como sus mejoras.
- Investigar las causas de los accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales que ocurren dentro de la planta y oficinas de la empresa.
- Informar a la dirección o gerencia de la empresa acerca de todas las situaciones de peligro, accidentes en el lugar de trabajo y cumplir con las asignaciones o misiones que esta le encomiende en lo relativo a seguridad y salud ocupacional.
- Atender y resolver con prontitud los reclamos de los trabajadores, en materia de seguridad y salud, para ello, cuando sea necesario, trabajarán de manera conjunta con la dirección de la empresa.

- Supervisar el correcto funcionamiento de las normas de seguridad, tanto en empleadores como en operarios de la planta y trabajadores de las oficinas.

6.4. Brigadas de primeros auxilios

Las brigadas de primeros auxilios serán conformadas por miembros del comité de SSO, colaboradores y monitor de SSO, según las necesidades encontradas en el análisis.

- Funciones principales

Las brigadas de emergencia actuarán en todo el proceso del incidente o accidente, antes, durante y después, en cada una de las fases tendrán una función diferente, las cuales se describen de la siguiente manera:

Antes:

- Identificar posibles situaciones de emergencia médica que se pueden presentar en el lugar, y detectar acciones inseguras.
- Tener disponible el equipo de primeros auxilios y en el correcto estado, para que sea manipulable y útil cuando se requiera, por ejemplo, que la medicina esté al día en cuanto a vencimientos y otros asuntos que puedan influir.
- Coordinar la capacitación necesaria para los miembros de la brigada.

Durante:

- Evaluar la condición del paciente para saber qué procede.
- Brindar la asistencia básica en primeros auxilios (se debe capacitar constantemente en este tema).
- Determinar la necesidad de traslado y cuidados médicos para el paciente.
- Mantener informado al mando del Comité de Emergencias sobre las acciones que realiza y los requerimientos necesarios para la ejecución de sus tareas.

Después:

- Evaluar la aplicación de los planes de respuesta.
- Elaborar el reporte correspondiente a la dirección de la empresa y el encargado realizará la notificación al Instituto de Seguridad Social, como se mencionó anteriormente.
- Adoptar las medidas correctivas si fuese necesario para mejorar la capacidad de respuesta, teniendo como base la evaluación realizada.

6.5. Brigadas contra incendios

Las brigadas contra incendios deben estar correctamente capacitadas, equipadas y distribuidas, es necesario que estén listas en todo momento en este proceso, pues es un producto altamente inflamable, por tanto, deben poder contener fogones de manera inmediata.

- Principales funciones

Las brigadas de emergencia tomarán parte importante en tres momentos clave de presentarse un incidente: antes, durante y después, las cuales se detallan a continuación.

Antes:

- Capacitarse y actualizarse periódicamente sobre prevención de emergencias y extinción de conatos de fuego.
- Programa de actividades informativas sobre medidas de seguridad y prevención de incendios.
- Revisar constantemente las instalaciones y reportar las posibles acciones inseguras que se estén presentando dentro de las instalaciones.
- Realiza la señalización de las zonas de mayor riesgo por incendio y de la ubicación de equipos de extinción, esto puede realizarse a través de un mapeo de ubicación de extintores.
- Establece procedimientos claros para el manejo de sustancias fácilmente inflamables.
- Atiende y revisa la detección de posibles focos de incendio.
- Se contacta con la estación de bomberos cercana al área de trabajo.

Durante:

- Atiende el incendio para su extinción o contención.

- Analiza la situación y la necesidad de realizar una evacuación parcial o total, y comunica el estado al coordinador de la comisión, para salvaguardar la integridad de los colaboradores.
- En caso de ser auxiliados por instituciones de apoyo externo, entregan una clara descripción de la evolución de la emergencia.

Después:

- Controlar y vigilar las áreas afectadas.
- Asegurar el control del riesgo.
- Colaborar en la revisión y el mantenimiento de los equipos de protección utilizados.
- Buscar una mejora continua buscando eliminar las situaciones que produjeron el accidente dentro de las instalaciones de la planta.
- Realizar un reporte y entregarlo al coordinador del comité.

6.6. Procedimiento de manejo y contenido de botiquín

El botiquín de primeros auxilios puede marcar una diferencia entre un accidente desastroso y uno controlable, por ende la importancia de que se encuentre equipado y los medicamentos no hayan expirado.

El acceso al botiquín debe ser inmediato en caso de presentarse una emergencia, de lo contrario en un incidente menor o trivial el encargado de turno deberá tener el control.

Tabla LXXXV. **Botiquín según empleados**

Insumo	1 a 5 Trabajadores	5 a 10 trabajadores	10 a 25 trabajadores	Más de 25 trabajadores
Botiquín portátil	1	1	1	1 por cada área de trabajo
Botella de agua oxigenada	1 de 250cc	1 de 250cc	1 de 250cc	1 de 250cc
Botella de alcohol	1 de 250 c/c	1 de 250 cc	1 de 250 cc	1 de 500cc
Algodón	1 de 25grs	1 de 50grs	1 de 100grs	1 de gris
Sobres de gasas estériles	15 de 20 * 20cms	20 de 20 * 20cms	30 de 20 * 20 cms	50 de 20 * 20 cms
Vendas de gasa de 2 pulgadas 5m*5cm	2	2	3	3
Vendas de gasa de 4 pulgadas 5m*10cm	2	2	3	3
Vendas elásticas de 2 pulgadas	2	2	3	3
Vendas elásticas de 4 pulgadas	2	2	3	3
Tabillas para inmovilizar miembros superiores e inferiores	2	2	3	3
Gasas impregnadas	10	10	15	20
Caja de curitas	1 de 10	1 de 20	1 de 15	2 de 20
Esparadrapo hipoalergénico	1 de 1 pulgada	1 de 1 pulgada	1 de 1 pulgada	1 de 1 pulgada
Tijera de 11 de cirugía	1	1	1	1
Suero fisiológico 5 ml (si no hay un lavaojos)	1	1	1	1
Par de guantes de látex	2	2	3	5
Parches oculares	2	2	2	2
Cabestrillos	5	5	5	5

Continuación de la tabla LXXXV.

Mascarilla de reanimación cardiopulmonar	1	1	1	2
Suero oral en sobre	4	4	4	4
Manta termoaislante	1	1	1	1
Bolsa de hielo sintético	1	1	1	1
Bolsas de plástico, color rojo	Para eliminar material de primeros auxilios usados			

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Procedimiento para sismos:

- El jefe de turno es el encargado de bajar el flipón de su respectiva área de trabajo.
- Eliminar toda fuente de combustible, por ejemplo, velas o encendedores.
- Los operarios deberán comenzar a bajar a los puntos de reunión de manera ordenada.
- Una vez en el punto de reunión deberán esperar a que la brigada les indique que es seguro regresar a su puesto de trabajo.

Procedimiento en caso de incendio:

- Todo el personal deberá guardar la calma.
- Siguiendo indicaciones del comité de SSO deberán salir en orden y guardando la calma, evitando correr, cubriéndose la boca y nariz para evitar ahogarse con posible humo.
- En el punto de reunión, rápidamente deberá agruparse, para que el comité de SSO se asegure de que ningún trabajador ha quedado dentro del edificio.

- Los integrantes de la brigada de prevención y combate de incendios evalúan y controlan en la medida de lo posible el incendio. Si es necesaria ayuda externa informan a los bomberos.
- El coordinador de la brigada de primeros auxilios evalúa el estado de salud de las personas y de ser necesario solicita asistencia médica externa.
- Finalizado este procedimiento, se esperará la orden de la Gerencia General para determinar si se seguirá trabajando o si el personal será enviado de vuelta a casa.

Tabla LXXXVI. **Teléfonos de emergencia**

Referencia	Entidad o persona	Teléfono(s)
Bomberos	Bomberos Voluntarios 31 compañía	122/ 78303123
	Bomberos Municipales De Santiago	123/ 7830284
Ambulancias	Cruz Roja	125
Centros de Salud	Centro de Salud de San Lucas	78308261
	Centro de Salud de Antigua Guatemala	78320483
	Centro de Salud de Santiago	78302663
Hospitales	Hospital Nacional de Antigua Guatemala	78311319
Policía	Policía Nacional Civil	110
Riesgos	CONRED	119

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

CONCLUSIONES

1. Se llevó a cabo el análisis de los sistemas actuales generados dentro del proceso productivo, el análisis de la situación actual era necesario para establecer los tiempos actuales que conllevaba cada operación y tener un punto de comparación para la situación mejorada. El resultado de estos análisis fue para el Departamento de Formado un total de operación de 138.5 minutos, visualizado en la sección 2.1.5.5.1, este incluye 4 trasportes. Para el área de docena el tiempo total de la operación se establece de 32.03 minutos con 3 trasportes, sección 2.1.5.5.2, y el proceso de operación de trenzado se estableció de 160.5 minutos, sección 2.1.5.5.3.
2. Para determinar la capacidad de espacio físico, así como la de maquinaria, se realizaron estudios (sección 2.2.3) sobre situación mejorada, se propone el movimiento de dos áreas de producción, una al mismo nivel y la otra de nivel a nivel, esto con el fin de reducir transportes. El resultado entre la situación actual y la situación propuesta en el área de formado, que es la principal área de interés, es la eliminación de 4 transportes, lo cual reducirá el tiempo de producción de 138.5 a 65 minutos, lo cual representa una disminución de tiempo del 47.8 %, por cada ciclo de producción según los resultados se indica que se fabrican 2 rollos de pita de colores, con un total de producción de 9.56 unidades al día. Caso contrario a la situación propuesta, los ciclos de producción totales durante la jornada serían de 10.2, obteniendo 20.4 unidades, un aumento de 10.8 unidades en el área. Para el departamento de fabricación de docena o DA, como se le nombró en el trabajo, la capacidad de producción en máquina

pasa a ser de 267.6 unidades durante un día vs la situación mejorada que generaría un total de 384.36 unidades fabricadas en un turno eficiente, lo cual representa un aumento de eficiencia del 43 %. Estos tiempos mejoran con tal impacto porcentual principalmente por el movimiento o reubicación sugerido dentro del proceso productivo. Para el departamento de trenzado se propone un juego de momentos en los engranajes o piñones, donde la fuerza sea subestimada y se apueste por la velocidad (sección 2.2.12). En la tabla correspondiente se muestra el resultado de la situación actual y la propuesta en cuanto a metros trenzados en dos tipos de máquinas: A1 y N1, la diferencia de metros pasa de 7920 a 8520, un aumento de 600 metros de producción y en el segundo tipo de máquina la producción pasa de 9000m a 9840m, lo cual representa un aumento de eficiencia en máquina.

3. Se realizaron diseños como propuestas de documentación para la utilización adecuada de los mismos y correcto control en las áreas productivas, mientras mayor sean los controles más facilidad de encontrar problemas dentro del proceso productivo.
4. Para el control se realizaron documentos: reportes de producción, requisiciones de material, devoluciones, material de empaque, mermas producidas, entre otros, esto por la necesidad de darle trazabilidad a todos los movimientos que se generen dentro del proceso productivo.
5. Debido al alto consumo de energía generado dentro de las oficinas de la planta de producción es necesaria la toma de acciones para la reducción de CO₂ y disminución de costos energéticos, por tal razón se propone introducción de luminarias led comparando los costos de estas para la introducción en la institución.

6. Se realizó un plan para la introducción de luminarias led al área de oficinas de la planta, esto con el fin de buscar el ahorro de consumo energético y evitar la generación de gases de efecto invernadero a nuestro medio ambiente. Se concluye que este cambio en luminarias led y aprovechamiento de luz natural no solo beneficia al medio ambiente si no que tiene un beneficio económico directo para la empresa.
7. Se elaboró el plan de seguridad para la empresa Multilazos, el cual fue revisado de manera constante por el gerente de operaciones, esto con el fin de que este plan fuese efectivo para ellos y contribuyera con un valor para salvaguardar las vidas de los que aquí laboran.
8. Debido a la falta de conocimiento en materia de salud y seguridad ocupacional se realizaron capacitaciones para los operarios, para que conocieran conceptos generales de estos temas (los conocían antes en un porcentaje de 30.7 %). Al finalizar las capacitaciones y luego de pasar varias veces las cápsulas informativas, se vuelve a pasar el mismo cuestionario y el porcentaje de conocimiento pasó de 30.70 % a 92.5 %, por tanto esto representa una respuesta adecuada por parte del personal ante un accidente o incendio.

RECOMENDACIONES

1. Recordar al gerente de operaciones que los diagramas propuestos como situación mejorada deben tener continuidad, no deben quedar como formatos elaborados, deben ser llevados a la acción.
2. Decir al gerente de operaciones que realice un seguimiento de los formatos de controles aquí expuestos, para tener una trazabilidad dentro de los resultados de procesos productivos.
3. Insistir para que el gerente de operaciones, jefe de planta y recursos humanos recuerden que el plan de capacitaciones debe ser constante, y es clave que por lo menos cada año se capacite al personal de nuevo ingreso, con el fin de que todos estén enterados de la importancia de tomar las acciones necesarias en el tiempo necesario.
4. Recordar al jefe de producción que el estudio de distribución de planta propuesto en este trabajo debe ser tomado en cuenta, ya que aumenta de manera drástica los rendimientos en los procesos, tomando en cuenta que los que requisan el material son los mismos operarios
5. Motivar a Multilazos en general para a seguir en busca de la mejora continua para cada uno de sus procesos.

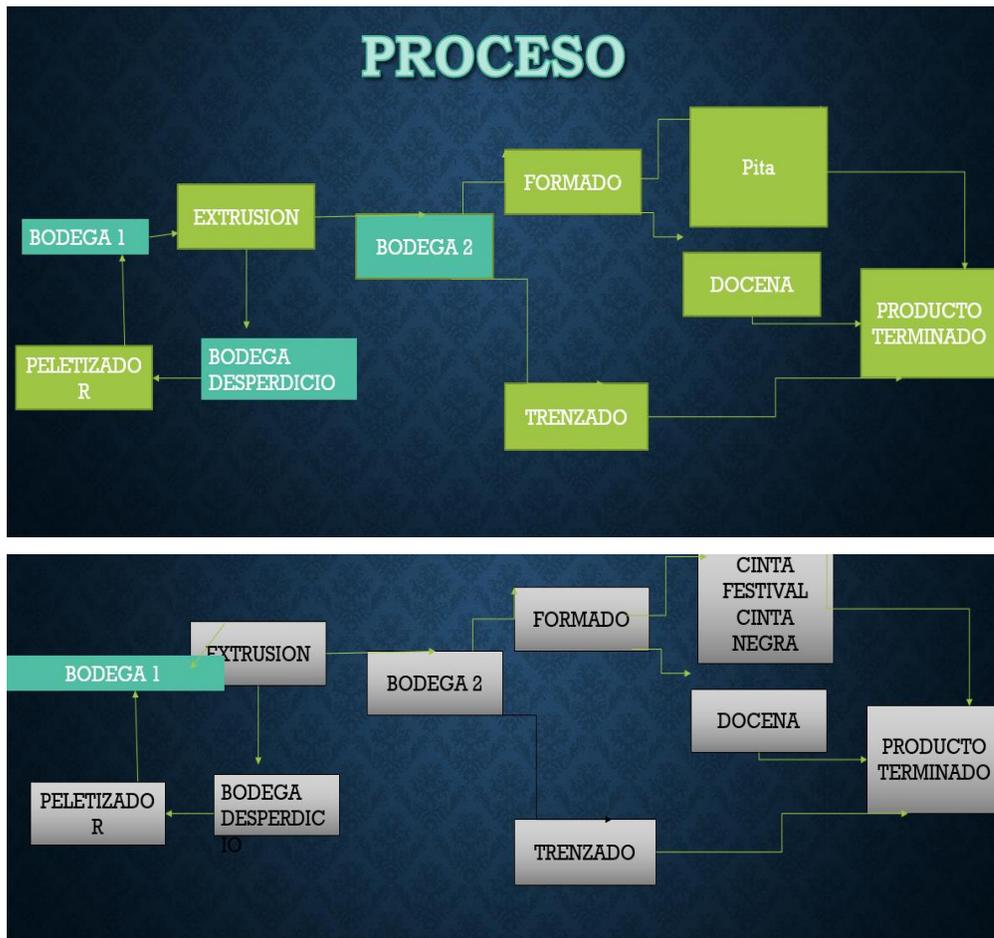
REFERENCIAS

1. Aelde. (2020). *Gestión de tiestos, matriz de riesgos, manual de elaboración de matriz de riesgos*. Miami, Estados Unidos: Autor. Recuperado de <https://aelde.es/manual-elaborar-matriz-riesgos.pdf/>.
2. Batres, C. (2020). *Catálogo de productos de Multilazos, recursos humanos*. Ciudad de Guatemala: Autor.
3. Departamento de Recursos Humanos de Multilazos S.A. (2021). *Manual de inducción al personal. Visión, misión, principios y valores de Multilazos*. Recuperado de <http://multipakdeguatemala.com/index.php/productos>.
4. Herrera, C. y Peña, M. (2019). *Confort y eficiencia energética en el diseño de edificaciones*. Ciudad de Guatemala: Universidad del Valle.
5. Jewski, L. y Ritzman, L. (2017). *Ingeniería mecánica industrial*. México D.F.: Pearson Education.
6. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2019). *Producción más limpia. Guatemala*. Ciudad de Guatemala: MARN. Recuperado de: http://www.marn.gob.gt/paginas/produccion_ms_limpia.
7. Quirie. (2022). Calidad. Diagrama de Ishikawa [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://blogdelocalidad.com/diagrama-ishikawa/>.

8. Schroeder, R. Meyer, S. (2015) *Administración de operaciones*. Minnesota, Estados Unidos: Universidad de Minnesota.
9. Stanton, J. William, M.; ETZEL, B. (2010). *Fundamentos de marketing*. México D.F.: McGraw-Hill Interamericana.
10. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. (2020). *Manual de implementación de las 5S*. Lima, Perú. Recuperado de <http://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/337910/Manual+5s.pdf>.

APÉNDICES

Apéndice 1. Diagrama de procesos global



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Qué significa SSO



Que significa SSO

SIGNIFICA SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL Y ESTA BUSCA DISMINUIR TODOS LOS RIESGOS POSIBLES DENTRO DEL AREA DE TRABAJO, BUSCANDO LA INTEGRIDAD FÍSICA DE CADA UNO DE LOS COLABORADORES

Que es un Comité de SSO

Se puede definir como el órgano de participación de los trabajadores en materia de prevención de riesgos laborales y salud laboral, en conjunto con la empresa, busca regular de manera periódica estos temas



Continuación del apéndice 2.

Como esta integrado un comité de SSO

Debe integrarse con representantes de las y los trabajadores y del patrono, con el fin de que en manera conjunta propongan acciones para prevenir accidentes, enfermedades ocupacionales y mejorar las condiciones de higiene, seguridad y Medio Ambiente



PREGUNTAS



1. Que es el SSO
2. Que busca el SSO
3. Que es un Comité SSO
4. Como debe integrarse un comité SSO

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Capacitación 2, EPP

Que es el EPP?



<https://www.youtube.com/watch?v=B0SFi5WxWPs>

El EPP o Equipo de Protección Personal, son piezas o dispositivos que evitan que una persona tenga contacto directo con los peligros de ambientes riesgosos, los cuales pueden generar lesiones y enfermedades

El equipo de protección personal es la última alternativa de protección de las personas frente a los riesgos presentes en las diferentes tareas y áreas de trabajo.

PRINCIPALES FACTORES PARA EL USO DE LOS EPP

Compromiso de las personas que manejan el trabajo

Análisis de los riesgos de las tareas que se realizan para la correcta adaptación

Capacitación y entrenamiento del personal



Continuación del apéndice 3.

TIPOS DE EPP Y ESPECIFICACIONES DE USO

Existen diferentes tipos de EPP, según la parte del cuerpo que se este buscando proteger, algunos trabajos que requieren protección son

Manejo de productos químicos

Polvos o partículas

Riesgos de golpes o cortes

Soldaduras



Continuación del apéndice 3.

PROTECCION DE OIDOS Y PIES



OIDOS

Los protectores auditivos son endoaurales o de capa. Se deben usar cuando:

1. El nivel de ruido supera los 85 dB
2. Cuando hay posibilidad de ruidos de alta intensidad puntuales o frecuentes

Continuación del apéndice 3.



PIES

Botas de seguridad, Debn tener puntera de acero, suela antideslizante, protegen de lo siguiente:

1. Caídas de objetos pesados y o punzantes
2. Pisada sobre objetos punzantes
3. Resbalones o caídas
4. Entrada de humedad/ polvo

Continuación del apéndice 3.

IMPORTANCIA DEL USO DE TAPONES AUDITIVOS

Es de suma importancia utilizar de manera correcta el Equipo de Protección Personal , puesto que la exposición al ruido de forma prolongada ocasiona irritabilidad, trastornos del sueño y sus consecuencias como fatiga o depresión

Además existen enfermedades derivadas de la pérdida auditiva como el tinnitus o zumbido de oídos.

Continuación del apéndice 3.

CUANDO Y DONDE UTILIZAR EL EPP

El EPP debe ser utilizado durante la jornada laboral, en cualquier area de la planta productiva

1. Trenzado
2. Extrusion
3. Formado
4. Bodegas

Los tapones auditivos deben ser colocados en las orejas protegiendo los oídos y las botas deben utilizarse en la planta.

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Boletín sobre covid para las capacitaciones



MULTILAZOS, S.A.

MEDIDAS DE PREVENCIÓN CORONAVIRUS

Lávese las manos con frecuencia con un desinfectante de manos a base de alcohol o con agua y jabón.

¿Por qué? Lavarse las manos con un desinfectante a base de alcohol o con agua y jabón mata el virus si este está en sus manos.



Adopte medidas de higiene respiratoria

Al toser o estornudar, cúbrase la boca y la nariz con el codo flexionado o con un pañuelo; tire el pañuelo inmediatamente y lávese las manos con un desinfectante de manos a base de alcohol, o con agua y jabón.

¿Por qué? Al cubrir la boca y la nariz durante la tos o el estornudo se evita la propagación de gérmenes y virus. Si usted estornuda o tose cubriéndose con las manos puede contaminar los objetos o las personas a los que toque.



Fuente: área de recursos humanos de la empresa Multilazos.