



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

**DOCUMENTACIÓN DEL MANEJO DE MERMAS EN EL ÁREA DE
PRODUCCIÓN EN LABORATORIO MEDIPRODUCTS, S. A.**

Edson Alexander Ocoix Maldonado

Asesorado por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de León

Guatemala, abril de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DOCUMENTACIÓN DEL MANEJO DE MERMAS EN EL ÁREA DE
PRODUCCIÓN EN LABORATORIO MEDIPRODUCTS, S. A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

EDSON ALEXANDER OCOIX MALDONADO
ASESORADO POR LA INGA. SIGRID ALITZA CALDERÓN DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, ABRIL DE 2022

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 Vladimir 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. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
EXAMINADORA	Inga. Sindy Massiel Godínez Bautista
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 08 de febrero de 2022.
REF.EPS.DOC.60.02.2022.

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

Estimado Ing. Argueta Hernández:

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería 1669 90078 0101, **Edson Alexander Ocoix Maldonado, Registro Académico No. 201020771** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DOCUMENTACIÓN DEL MANEJO DE MERMAS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LABORATORIO MEDIPRODUCTS, 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”

Sigríd A. Calderón de León
INGENIERA INDUSTRIAL
COLEGIADA No. 5003

Inga. Sigríd Alitza Calderón de León
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial

SACdL/ra

Edificio de EPS, Facultad de Ingeniería, Ciudad Universitaria, zona 12.
Teléfono directo: 2442-3509

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 08 de febrero de 2022.
REF.EPS.D.37.02.2022

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 **DOCUMENTACIÓN DEL MANEJO DE MERMAS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LABORATORIO MEDIPRODUCTS, S. A.**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Edson Alexander Ocoix Maldonado** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Sigríd Alitza Calderón de León.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora 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



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

REF.REV.EMI.015.022

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DOCUMENTACIÓN DEL MANEJO DE MERMAS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN EL LABORATORIO MEDIPRODUCTS, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Edson Alexander Ocoix Maldonado**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“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: enero a marzo año 2022

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

Guatemala, febrero de 2022.

/mgp



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

LNG.DIRECTOR.071.EMI.2022

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: **DOCUMENTACIÓN DEL MANEJO DE MERMAS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LABORATORIO MEDIPRODUCTS, S. A.**, presentado por: **Edson Alexander Ocoix Maldonado**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



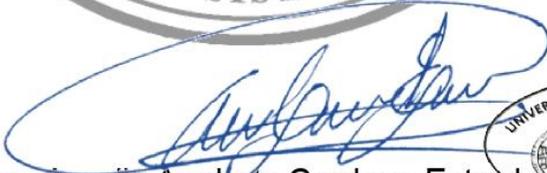
Firmada digitalmente por Cesar Ernesto Urquizu Rodas
Motivo: Dirección Ingeniería Industrial
Ubicación: Facultad de Ingeniería, Escuela de
Ingeniería Mecánica Industrial, USAC
Colegiado 4.272
Periodo: Abril a mayo año 2022

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

Guatemala, abril de 2022

La Decana 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: **DOCUMENTACIÓN DEL MANEJO DE MERMAS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LABORATORIO MEDIPRODUCTS, S. A.**, presentado por: **Edson Alexander Ocoix Maldonado**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana



Guatemala, abril de 2022

AACE/gaoc

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DOCUMENTACIÓN DEL MANEJO DE MERMAS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LABORATORIO MEDIPRODUCTS, S. A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 24 de enero de 2020.



Edson Alexander Ocoix Maldonado

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser el pilar más importante en mi vida y mi guía, para poder solucionar los desafíos a lo largo de este camino.
- Mi padre** Haroldo Ocoix (q. e. p. d.) por ser el iniciador de este objetivo, brindándome siempre su apoyo, amor e inspiración, para poder alcanzar este gran logro.
- Mi madre** Blanca Maldonado por ser esa gran madre, que finaliza el objetivo que mi padre inicio, una humilde gracia por su gran esfuerzo, cariño, amor y ánimos que nunca faltaron.
- Mi hermano** Selvin Ocoix, por su gran apoyo incondicional, comprensión e inspiración para continuar y poder finalizar este objetivo.
- A mis amigos** José Alexander Cojón Pérez, Daniel Barreto, Sócrates Paz y Cristian Escobar, por las anécdotas y apoyo que me brindaron durante mi vida universitaria.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por darme la oportunidad de iniciar este gran desafío, sintiéndome orgulloso de pertenecer a esta gran casa de estudios
Facultad de Ingeniería	Por darme las herramientas y conocimientos para crecer como persona, profesional e hijo.
Mediproducts, S.A.	Por ser parte importante para lograr este objetivo, y por seguir ayudándome a mi crecimiento personal y profesional.
Inga. Sigrid Calderón	Agradeciendo por ser mi asesora y brindándome su tiempo y guiarme para finalizar esta meta.
Mi familia	A toda mi familia en general por su apoyo incondicional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XV
GLOSARIO	XVII
RESUMEN	XXI
OBJETIVOS.....	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXV
1. GENERALIDADES DEL LABORATORIO MEDIPRODUCTS, S. A.	1
1.1. Descripción general de la empresa	1
1.1.1. Reseña histórica	1
1.1.2. Visión.....	2
1.1.3. Misión	2
1.1.4. Estructura organizacional	2
1.1.4.1. Organigrama.....	3
1.1.5. Ubicación.....	4
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL DOCUMENTACIÓN DEL MANEJO DE MERMAS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LABORATORIO MEDIPRODUCTS, S.A.....	7
2.1. Diagnóstico sobre el proceso de fabricación de los productos seleccionado por módulo.....	7
2.1.1. Módulo I.....	9
2.1.1.1. Diagrama de flujo sobre el proceso de fabricación general del módulo I	13

2.1.1.2.	Toma de rendimiento, desperdicio de cápsulas	15
2.1.1.3.	Diagrama de Ishikawa sobre las variaciones de merma en el módulo I.....	16
2.1.1.4.	Recambios de aire por módulo de fabricación	18
2.1.2.	Módulo II.....	21
2.1.2.1.	Diagrama de flujo sobre el proceso de fabricación general del módulo.....	24
2.1.2.2.	Toma de rendimiento, desperdicio y desintegración de tableta	27
2.1.2.3.	Diagrama de Ishikawa sobre las variaciones de merma en el módulo II....	28
2.1.2.4.	Recambios de aire para el Módulo II	30
2.1.3.	Módulo III.....	31
2.1.3.1.	Diagrama de flujo sobre el proceso de fabricación general del módulo.....	36
2.1.3.2.	Toma de rendimiento, desperdicio y desintegración de gragea	38
2.1.3.3.	Diagrama de Ishikawa sobre las variaciones de merma en el módulo III...	39
2.1.3.4.	Recambios de aire para el Módulo III	41
2.1.4.	Módulo IV	42
2.1.4.1.	Diagrama de flujo sobre el proceso de fabricación general del módulo.....	48
2.1.4.2.	Toma de rendimiento, desperdicio y desintegración de tableta	51
2.1.4.3.	Diagrama de Ishikawa sobre las variaciones de merma en el Módulo IV ..	52

	2.1.4.4.	Recambios de aire para el Módulo IV	54
2.1.5.		Módulo V.....	56
	2.1.5.1.	Diagrama de flujo sobre el proceso de envasado primario general del módulo ..	58
	2.1.5.2.	Toma de rendimiento, desperdicio.....	60
	2.1.5.3.	Diagrama de Ishikawa sobre las variaciones de merma en el Módulo V ...	61
	2.1.5.4.	Recambios de aire para el Módulo V	62
2.2.		Diagnóstico sobre el proceso de empaque primario de Blíster..	63
	2.2.1.	Blíster I	64
	2.2.1.1.	Diagrama de flujo sobre el proceso general de blíster I	66
	2.2.1.2.	Toma de rendimiento en Blíster I.....	67
	2.2.1.3.	Diagrama de Ishikawa sobre las variaciones de merma en Blíster I	68
	2.2.1.4.	Recambios de aire para Blíster I.....	69
	2.2.2.	Blíster II	70
	2.2.2.1.	Diagrama de flujo sobre el proceso general de blíster II	72
	2.2.2.2.	Toma de rendimiento, desperdicio.....	74
	2.2.2.3.	Diagrama de Ishikawa sobre las variaciones de merma en Blíster II	74
	2.2.2.4.	Recambios de aire para Blíster II.....	76
2.3.		Propuesta de mejora en las áreas de producción del laboratorio.....	76
	2.3.1.	Propuesta de mejora para el Módulo I.....	77
	2.3.2.	Propuesta de mejora para el Módulo II.....	78
	2.3.3.	Propuesta de mejora para el Módulo III.....	79
	2.3.4.	Propuesta de mejora para el Módulo IV	80

2.3.5.	Propuesta de mejora para el Módulo V	81
2.3.6.	Propuesta de mejora para las áreas de Blíster	83
2.4.	Diagnóstico del método de límites de aceptabilidad de los productos	84
2.5.	Diagnóstico de la cuantificación de mermas en los módulos de fabricación	85
2.5.1.	Cuantificación de cantidad de merma por módulo de fabricación	86
2.5.2.	Análisis de indicadores por módulo de fabricación	95
2.5.3.	Kardex digital con datos de los módulos de fabricación	101
2.6.	Diagnóstico de problemas	103
2.6.1.	Informe de las posibles causas detectadas de las áreas de sólidos y blíster	103
2.6.2.	Diagrama de Ishikawa sobre las variaciones de merma en los módulos de producción	105
2.7.	Documentación del manejo de mermas en el área de producción	108
2.7.1.	Propuesta de Kardex digital	110
2.8.	Evaluación de método de cálculo de rendimientos de procesos en las áreas I, II, III, IV, V y Blíster	112
2.8.1.	Propuesta para disminuir los desperdicios área de sólidos y blíster	115
2.8.2.	Propuesta de herramientas que aplican a la reducción de desperdicios de sólidos I, II, III, IV, V y Blíster	117
2.8.3.	Seguimiento de tiempos de documentación por producto seleccionado	141

2.8.4.	Mejoras en los tiempos de análisis de merma en los procesos.....	150
2.9.	Formatos propuestos para el diseño de la mejora.....	151
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN PLAN DE AHORRO DE ENERGÍA EN EL LABORATORIO MEDIPRODUCTS, S.A.....	153
3.1.	Situación actual de la empresa.....	153
3.1.1.	Diagnóstico sobre el consumo de las lámparas y equipo de fabricación en las áreas de producción	155
3.1.2.	Representación de costo del consumo por módulo de fabricación.....	176
3.1.3.	Indicadores	179
3.2.	Plan de ahorro propuesto	179
3.2.1.	Áreas de mejoramiento.....	181
3.2.2.	Medidas para la reducción de consumo	189
3.2.3.	Ahorro total estimado.....	191
4.	FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN EN EL LABORATORIO MEDIPRODUCTS, S. A.....	195
4.1.	Diagnóstico de necesidades de capacitación	195
4.2.	Propuesta del plan de capacitación	197
4.3.	Cronograma de la capacitación	202
4.4.	Costos de la propuesta.....	204
	CONCLUSIONES	207
	RECOMENDACIONES.....	211
	BIBLIOGRAFÍA.....	213

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama Mediproducts.....	4
2.	Ubicación Mediproducts S. A.	5
3.	Granulado del Módulo I.....	11
4.	Formato para diagnóstico inicial en el Módulo I	12
5.	Diagrama de flujo, proceso de elaboración de cápsulas.....	14
6.	Diagrama de Ishikawa del Módulo I	17
7.	Anemómetro digital	18
8.	Formato para diagnóstico inicial en el Módulo II	23
9.	Diagrama de flujo, proceso de tableteado.....	25
10.	Diagrama de Ishikawa del Módulo II	29
11.	Descripción del recubrimiento de gragea.....	33
12.	Formato para diagnóstico inicial en el Módulo III	35
13.	Diagrama de flujo del proceso de grageado en el Módulo III	37
14.	Diagrama de Ishikawa del Módulo III	40
15.	Recubrimiento de tabletas.....	45
16.	Bombo de recubrimiento	45
17.	Formato para diagnóstico inicial en el Módulo IV	47
18.	Diagrama de flujo del proceso de tableteado en Módulo IV	49
19.	Defectos en el proceso de recubrimiento	52
20.	Diagrama de Ishikawa del Módulo IV	53
21.	Formato para diagnóstico inicial en el Módulo V.....	57
22.	Diagrama de flujo de envasado primario en Módulo V.....	59
23.	Diagrama de Ishikawa del Módulo V.....	61

24.	Formato para diagnóstico inicial en Blíster I	65
25.	Diagrama de flujo sobre el proceso de Blíster I	66
26.	Diagrama de Ishikawa Blíster I	68
27.	Formato para diagnóstico inicial en Blíster II	71
28.	Diagrama de flujo sobre el proceso de Blíster II	73
29.	Diagrama de Ishikawa Blíster II	75
30.	Deshumificador para el Módulo I	77
31.	Pieza de acero inoxidable en distribuidor de polvo	78
32.	Distribuidor de tableteadora	81
33.	Formato de identificación de causa de problemas actuales	104
34.	Diagrama de Ishikawa en los módulos de producción	106
35.	Formato para la toma de datos de mermas	109
36.	Relación entre el desperdicio y el rendimiento del producto C	114
37.	Formato para el control de mermas	116
38.	Carta de control X	118
39.	Cartas de control sobre el rendimiento del producto A en el Módulo I	121
40.	Cartas de control sobre el rendimiento del producto B en el Módulo I	122
41.	Cartas de control sobre el rendimiento del producto C en el Módulo I	123
42.	Cartas de control sobre el rendimiento del producto F en el Módulo II	125
43.	Cartas de control sobre el rendimiento del producto G en el Módulo II	126
44.	Cartas de control sobre el rendimiento del producto G en el Módulo III	128
45.	Cartas de control sobre el rendimiento del producto H en el Módulo III	129

46.	Cartas de control sobre el rendimiento del producto K en el Módulo IV.....	131
47.	Cartas de control sobre el rendimiento del producto M en el Módulo IV.....	132
48.	Cartas de control sobre el rendimiento del producto N en el Módulo IV.....	133
49.	Cartas de control sobre el rendimiento del producto O en el Módulo V.....	135
50.	Cartas de control sobre el rendimiento del producto P en el Módulo V.....	136
51.	Cartas de control sobre el rendimiento del producto R en Blíster I	137
52.	Cartas de control sobre el rendimiento del producto S en Blíster I	138
53.	Cartas de control sobre el rendimiento del producto U en Blíster II ...	140
54.	Formato de control de tiempos de documentación	142
55.	Multímetro digital Termómetro Higrómetro, sonómetro, luxómetro	156
56.	Esquema de la altura del área	157
57.	Esquema del módulo I.....	159
58.	Esquema del módulo II.....	162
59.	Esquema del módulo III.....	166
60.	Esquema del módulo IV	169
61.	Esquema del módulo V	172
62.	Esquema de las áreas Blíster I y II.....	174
63.	Cronograma para plan de ahorro	181
64.	Modelo de entrevista	196
65.	Resultados del DNC.....	197
66.	Secuencia de actividades para la capacitación sobre cuantificación de mermas.....	198
67.	Secuencia de actividades para la capacitación de ahorro de energía... ..	199

68.	Plan de capacitación para la reducción de mermas.....	200
69.	Plan de capacitación para la disminución de consumo de energía eléctrica	201
70.	Cronograma de capacitación	203

TABLAS

I.	Comparación de los módulos de fabricación en el laboratorio.....	8
II.	Rendimiento del Módulo I	15
III.	Causas de variación en las cantidades de merma de los procesos de producción en el Módulo I.....	17
IV.	Mediciones para recambios de aire en el Módulo I.....	20
V.	Rendimiento del Módulo II	28
VI.	Causas de variación en las cantidades de merma de los procesos de producción en el Módulo II.....	29
VII.	Mediciones para recambios de aire en el Módulo II.....	30
VIII.	Rendimiento del Módulo III	38
IX.	Causas de variación en las cantidades de merma de los procesos de producción en el Módulo III.....	40
X.	Mediciones para recambios de aire en el Módulo III.....	41
XI.	Rendimiento del Módulo IV	51
XII.	Causas de variación en las cantidades de merma de los procesos de producción en el Módulo IV	53
XIII.	Mediciones para recambios de aire en el Módulo IV	55
XIV.	Rendimiento del Módulo V	60
XV.	Causas de variación en las cantidades de merma de los procesos de producción en el Módulo V	62
XVI.	Mediciones para recambios de aire en el Módulo V	63
XVII.	Rendimiento de Blíster I.....	67

XVIII.	Causas de variación en las cantidades de merma de los procesos de producción en Blíster I.....	69
XIX.	Mediciones para recambios de aire en Blíster I	70
XX.	Rendimiento de Blíster II.....	74
XXI.	Causas de variación en las cantidades de merma de los procesos de producción en Blíster II.....	75
XXII.	Mediciones para recambios de aire en Blíster II	76
XXIII.	Merma de Módulo I	87
XXIV.	Merma de Módulo II	89
XXV.	Merma de Módulo III	90
XXVI.	Merma de Módulo IV	91
XXVII.	Merma de Módulo V	92
XXVIII.	Merma de Blíster I.....	93
XXIX.	Merma de Blíster II.....	94
XXX.	Indicadores de mermas por módulo de fabricación.....	96
XXXI.	Kardex digital.....	102
XXXII.	Causas de variación en las cantidades de merma de los procesos de producción en el laboratorio	106
XXXIII.	Kardex digital propuesto.....	111
XXXIV.	Rendimiento del módulo I.....	120
XXXV.	Rendimiento del módulo II.....	124
XXXVI.	Rendimiento del módulo III.....	127
XXXVII.	Rendimiento del módulo IV	130
XXXVIII.	Rendimiento del módulo V	134
XXXIX.	Rendimiento de Blíster I.....	137
XL.	Rendimiento de Blíster II.....	139
XLI.	Tiempo para documentar en módulo I.....	143
XLII.	Tiempo para documentar en módulo II.....	144
XLIII.	Tiempo para documentar en módulo III.....	145

XLIV.	Tiempo para documentar en módulo IV	146
XLV.	Tiempo para documentar en módulo V	147
XLVI.	Tiempo para documentar en Blíster I	148
XLVII.	Tiempo para documentar en Blíster II	149
XLVIII.	Tiempos para la toma de mermas	150
XLIX.	Ampliación de tiempos de análisis de merma en minutos	151
L.	Seguimiento de documentación	152
LI.	Historial de consumo de energía en el laboratorio	154
LII.	Referencias de las cantidades de luxes según zona de trabajo	158
LIII.	Cantidad de lux con lámparas incandescentes Módulo I	160
LIV.	Especificaciones de equipos para el Producto A	160
LV.	Cálculo del consumo energético del módulo I	161
LVI.	Cantidad de Lux con lámparas incandescentes Módulo II	163
LVII.	Especificaciones de equipos para el producto E	164
LVIII.	Cálculo del consumo energético del módulo II	165
LIX.	Cantidad de Lux con lámparas incandescentes Módulo III	166
LX.	Especificaciones de equipos para el producto H	167
LXI.	Cálculo del consumo energético en el módulo III	168
LXII.	Cantidad de Lux con lámparas incandescentes Módulo IV	169
LXIII.	Especificaciones de equipos para el producto H	170
LXIV.	Cálculo del consumo energético en el módulo IV	171
LXV.	Cantidad de Lux con lámparas incandescentes Módulo V	172
LXVI.	Especificaciones de equipos para el producto P	173
LXVII.	Cálculo del consumo energético en el módulo V	173
LXVIII.	Cantidad de Lux con lámparas incandescentes áreas Blíster I y II	175
LXIX.	Especificaciones de equipos para el producto S y U	175
LXX.	Cálculo del consumo energético en las áreas Blíster I y II	176
LXXI.	Costo por consumo energético total por módulo	177
LXXII.	Cantidad de lámparas por módulo de producción	177

LXXIII.	Cantidad de lámparas en áreas de blíster.....	178
LXXIV.	Costo por consumo energético total por módulo.....	178
LXXV.	Plan de ahorro propuesto.....	180
LXXVI.	Cambio de número de luminarias en el laboratorio.....	182
LXXVII.	Cantidad de lux con lámparas led Módulo I.....	182
LXXVIII.	Cantidad de Lux con lámparas led Módulo II.....	183
LXXIX.	Cantidad de Lux con lámparas led Módulo III.....	183
LXXX.	Cantidad de Lux con lámparas led Módulo IV.....	184
LXXXI.	Cantidad de Lux con lámparas led Módulo V.....	184
LXXXII.	Cantidad de Lux con lámparas led en Blíster I y II.....	185
LXXXIII.	Variación de iluminación utilizando lámparas led en el Módulo I.....	185
LXXXIV.	Variación de iluminación utilizando lámparas led en el Módulo II.....	186
LXXXV.	Variación de iluminación utilizando lámparas led en el Módulo III.....	187
LXXXVI.	Variación de iluminación utilizando lámparas led en el Módulo IV.....	188
LXXXVII.	Variación de iluminación utilizando lámparas led en el Módulo V.....	188
LXXXVIII.	Variación de iluminación utilizando lámparas led en las áreas de Blíster I y II.....	189
LXXXIX.	Número de luminarias led en los módulos de producción.....	190
XC.	Número de luminarias led en las áreas de blíster.....	190
XCI.	Consumo de energía con luminarias incandescentes de 25 W y 8 horas de uso diario.....	192
XCII.	Consumo de energía con luminarias led de 18 W y 7 horas de uso diario.....	192
XCIII.	Costos de implementación.....	204

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
°C	Grados centígrados
g	Gramo
H	Hora
lb.	Libra
m	Metro
min	Minuto
()	Paréntesis
=	Signo igual
T	Tonelada

GLOSARIO

Administrar	Dirigir la aplicación o ejecución de algo.
Almacenamiento	Acción que se vincula a recoger, depositar, archivar o registrar algo.
Analizar	Estudiar factores de una situación o problema a fin de determinar la solución o resultado. Estudiar diversos hechos inconexos para llegar a una conclusión.
Bombo	Máquina ideal para recubrimiento pelicular o por compresión en procesos de grageado.
Calidad	Grado en que un conjunto de propiedades inherentes de un producto, sistema o proceso cumple con los requerimientos.
Capacidad	Es el grado de aptitud que tiene un proceso para cumplir con las especificaciones técnicas deseadas.
Coordinar	Lograr una acción o condición común.

Esclusa	Pequeño espacio aislado mediante cortinas de aire, diferenciales de presión que eviten el ingreso de contaminantes a las áreas adyacentes, especialmente en hospitales, en las áreas de aislamiento.
Gestión	Conjunto de operaciones dirigidas a dar a los residuos el destino más adecuado de acuerdo con sus características, con la finalidad de prevenir daños o riesgos para la salud humana o el ambiente.
Grageas	Núcleos comprimidos recubiertos con una capa que protege el medicamento y que facilita su digestión.
Granel	Producto que ha pasado por todas las fases de producción excepto por el acondicionamiento final.
Gránulo	Forma farmacéutica sólida que contiene el o los fármacos y aditivos, en conglomerados de polvos.
Gráfico de control	Herramienta estadística utilizada para evaluar la estabilidad de un producto durante su proceso.
Mantenimiento	Se entiende por mantenimiento a la función empresarial a la que se encomienda el control del estado de las instalaciones de todo tipo, tanto las productivas como las auxiliares y de servicios.
Mejora continua	Actividad recurrente aumentar la capacidad de cumplir con los requisitos.

Registro	Documento donde se relacionan ciertos acontecimientos o cosas; especialmente aquellos que deben constar permanentemente de forma oficial.
Riesgo	Combinación de la probabilidad de que un daño suceda y la gravedad de dicho daño.
Responsabilidad	Es el cumplimiento de las obligaciones, o el cuidado al tomar decisiones o realizar algo.
Tableta Oblonga	Tableta que tiene forma oblonga, es decir, menos ancha que larga.

RESUMEN

Las actividades productivas realizadas por el laboratorio Mediproducts S. A. están divididas por áreas de sólidos, líquidos e inyectables en este caso el análisis está enfocado en el área de sólidos la cual está dividida en módulos, donde cada uno tiene a su cargo la preparación, mezcla y empaque de medicamentos como: tabletas, cápsulas o grageas. Durante los procesos de fabricación las mermas son medidas al finalizar una fase y determinar el porcentaje de rendimiento en un lote de producción. Con esta información el área de Inspección de calidad realiza reportes sobre la cantidad resultante para la toma acciones en la posible corrección de los procesos que permitan reducir la cantidad de desperdicio y mejorar el rendimiento.

Como parte del diagnóstico se analiza cada módulo de producción identificando las actividades que llevan a cabo en estos por medio de un diagrama de flujo. Esto permite evaluar la forma en que se lleva a cabo la cuantificación de mermas lo cual es crucial para la determinación del rendimiento del proceso. Este diagnóstico se realiza también para los procesos de empaque primario, los cuales están a cargo del módulo de blíster I y II.

Posteriormente, se evalúan los problemas actuales del laboratorio utilizando herramientas técnicas de la ingeniería como el diagrama de Ishikawa, con el cual se identifican las causas principales que provocan variaciones considerables en el rendimiento de los procesos. Se identifica el método de cálculo de rendimiento de cada proceso y se proponen mejoras a los formatos de cuantificación, así como la actualización del kardex digital que contiene la información necesaria

para la tabulación correcta de datos facilitando su interpretación y la identificación de deficiencias en el proceso.

Por otra parte, se realiza una propuesta para disminución del consumo de energía eléctrica para la cual se determina la situación actual de la empresa desde el punto de vista energético, cuantificando el consumo de lámparas y equipo de fabricación en las diferentes áreas. Con esta información se propone una mejora por medio de la sustitución de lámparas incandescente por tecnología led, la cual mantiene la cantidad de iluminación en cada área con una reducción considerable en el consumo. Además, con la incorporación de un plan de ahorro que contempla el apagar las luminarias en los módulos donde no se encuentren colaboradores y durante los periodos de descanso y hora de almuerzo la empresa obtiene un beneficio económico de Q 115,88 con lámparas tipo led.

Por último, se realiza un plan de capacitación al personal del laboratorio para el cual se diagnosticaron las necesidades del personal para determinar los temas de mayor interés entre los colaboradores y los que fueran de mayor beneficio para el laboratorio. Por medio de este se logró aumentar las capacidades del personal en temas de cuantificación de mermas y consumo de energía eléctrica a lo largo de 10 semanas donde el costo total para la empresa fue de Q 270,00.

OBJETIVOS

General

Documentar el manejo de mermas en el área de producción del Laboratorio Mediproducts, S. A.

Específicos

1. Elaborar un diagnóstico escrito sobre la situación en las áreas de sólidos y blíster sobre los métodos para la cuantificación de mermas con el propósito de proponer mejoras.
2. Analizar los indicadores de eficiencia y merma del laboratorio de los últimos 6 meses, en cada uno de los módulos para identificar tendencias o variaciones en los datos históricos.
3. Determinar las principales causas por las que se genera merma en los módulos de sólidos para identificar acciones de mejora.
4. Proponer nuevos formatos para la documentación de mermas dentro de los módulos de fabricación de sólidos y blíster que permitan un levantamiento de información más eficiente para la toma de decisiones.

5. Identificar si los indicadores de eficiencia de cada proceso de fabricación y merma necesitan actualizarse, creando una nueva base de datos con un kardex mejorado.
6. Realizar un diagnóstico sobre el consumo de energía en el departamento de producción, área de sólidos y blíster que permita proponer mejoras para la reducción por medio de cambios de tecnología o tiempos de uso.
7. Proponer un plan para el ahorro de energía eléctrica tomando de base el consumo por módulo de fabricación de los últimos 6 meses y analizando el impacto económico de estas mejoras.
8. Crear un plan de capacitaciones basado en un diagnóstico de las necesidades técnicas y humanas de los colaboradores del área de producción sobre la mejora en la documentación de mermas de los procesos.
9. Generar acciones para el ahorro de energía eléctrica basado en la situación actual de las luminarias y equipos, en cuanto a la inversión de energía para fabricar un producto.
10. Brindar capacitaciones a los colaboradores del laboratorio sobre las mejoras que se obtienen con la reducción del consumo de energía eléctrica, concientizándolos sobre el impacto ambiental que puede generar el ahorro.

INTRODUCCIÓN

La empresa Mediproducts produce de medicamentos de alta calidad, que tienen como finalidad ofrecer al consumidor un amplio catálogo de productos a un costo accesible. Dentro del laboratorio se cuentan con políticas rigurosas para el aseguramiento de la calidad, para ello se implementan puntos de control a lo largo de los procesos de fabricación que permite la identificación de variaciones fuera de las normales y que pueden afectar el rendimiento o incrementar la cantidad de merma del proceso.

A lo largo del proceso de elaboración de productos farmacéuticos se generan diferentes cantidades de merma. Estas deben ser correctamente cuantificadas para obtener un valor de rendimiento y permitir con esta información el cálculo de eficiencia real y finales del proceso.

En el primer capítulo se presentan generalidades del laboratorio. El capítulo dos se describe la fase de servicio técnico profesional, en ella se realiza un diagnóstico de la situación actual del laboratorio y de la cuantificación de merma por cada módulo de fabricación, se realiza, además, una propuesta de documentación en el manejo de mermas.

La fase de investigación se describe a lo largo del capítulo tres, esta fase se orienta a desarrollar un plan para el ahorro de energía eléctrica en el laboratorio, se describe la situación actual de la empresa, evaluando cada uno de los módulos de fabricación y determinando el consumo monetario. Posteriormente, se genera el plan para cada módulo de fabricación por medio de acciones para disminuir el consumo.

La fase docencia se presenta en el capítulo cuatro, la cual consta del plan de capacitación para los colaboradores del laboratorio, esta fase contempla el uso de un diagnóstico de necesidades de capacitación para identificar las áreas de mejora en los operarios para posteriormente definir las capacitaciones a implementarse, además, se presentan los costos de la propuesta.

1. GENERALIDADES DEL LABORATORIO MEDIPRODUCTS, S. A.

1.1. Descripción general de la empresa

A continuación, se describe la empresa en general, desde la reseña histórica, así como la misión y visión que dan dirección al laboratorio, por último, se describe el organigrama y la ubicación actual de la empresa.

1.1.1. Reseña histórica

Mediproducts Laboratorios se fundó en el año 1982 en la ciudad de Guatemala. Los primeros dos productos fabricados y comercializados fueron Apetil y Supervim. El día de hoy se cuentan con más de 45 productos y más de 65 presentaciones. (Ampolla Bebible, Cápsula, Crema, Granulado, Inyectable, Jarabe, Supositorio, Suspensión, Tableta). Actualmente ofrecemos nuestros productos en Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Belice. Estamos en constante cumplimiento de las BMP32 y RTCA solicitadas por las autoridades. Creemos fuertemente en el desarrollo y capacidad de cada uno de los países en donde participamos y por ello estamos en búsqueda constante de mantener responsabilidad social empresarial y aportar salud y bienestar a todos aquellos que utilizan nuestros medicamentos. Valoramos la contribución y entrega de todos los integrantes de la Familia Mediproducts

Estamos en continuo apoyo al deporte, contamos con participación en el desarrollo científico en Congresos Nacionales e Internacionales y por sobre todo buscamos con mucha fuerza promover a el desarrollo de los países en los cuales participamos y el bienestar de sus ciudadanos.¹

¹ Mediproducts, S. A. *Mediproducts Guatemala*. <http://mediproducts.com.gt/index.php>. Consulta: 28 de septiembre de 2020.

1.1.2. Visión

Ser una empresa con liderazgo a nivel nacional e internacional expandiendo nuestra participación y distribución en nuevos mercados, atreves de la innovación permanente en nuestros productos, servicios y capital humano, contribuyendo al beneficio de otros países en condiciones de bienestar y salud.²

1.1.3. Misión

Es llevar alivio, salud, bienestar, en beneficio de las personas, familias y sociedad en general a través de la fabricación, comercialización y distribución de medicamentos de alta calidad a un precio accesible a todos los niveles socioeconómico validando así nuestro eslogan “La Medicina a su alcance”.³

1.1.4. Estructura organizacional

El laboratorio actualmente se encuentra definido bajo un marco de trabajo que permita mantener la jerarquía y funcionalidad, por lo que su estructura es funcional la cual permite distribuir las funciones en la organización según la especialización de cada trabajador. Para cumplir con esto presenta departamentos especializados los cuales se describen a continuación:

- **Producción:** Es la persona encargada de organizar la programación de productos a realizar con las especificaciones del lote adecuado y así el cumplimiento en tiempo para su distribución y venta.
- **Ingeniería De Plantas:** El jefe de mantenimiento que lidera este departamento, es el encargado del buen funcionamiento de la maquinaria equipo, sistemas de aires, sistema de agua para el área de planta, acorde a su programación de mantenimiento preventivo.

² Mediproducts, S. A. *Mediproducts Guatemala*. <http://mediproducts.com.gt/index.php>. Consulta: 28 de septiembre de 2020.

³ *Ibíd.*

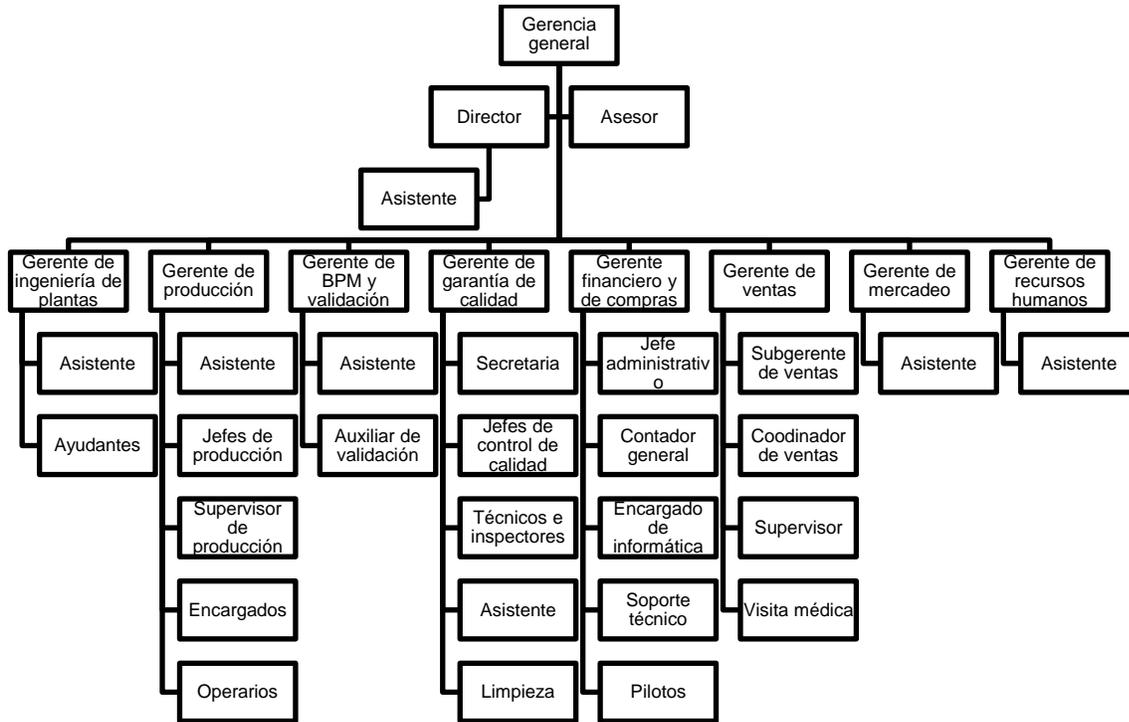
- BPM y validación: Está establecido para la validación de procesos de fabricación, Sistema de aires, Sistema de agua, cumpliendo con los protocolos establecidos y disminuir los riesgos de incumplimiento de normativas.
- Garantía de calidad: Cumplir con los protocolos establecidos para el muestreo de materia prima, control de ares adecuadas para la fabricación de medicamentos, pruebas durante el proceso de fabricación (Dureza de las tabletas, Pérdida por rodamiento, tiempo de desintegración).
- Recursos humanos: Brindar la mano de obra califica, según las necesidades de cada departamento y mantener un buen ambiente con respeto y tolerancia dentro de la organización.

Según el giro de negocio del laboratorio y las necesidades productivas que presenta, la estructura organizacional funcional fortalece la comunicación y segmenta de forma correcta la toma de decisiones.

1.1.4.1. Organigrama

El organigrama utilizado en el laboratorio es vertical, por lo que se representa en la jerarquía de la empresa. En cada nivel del organigrama se representa autoridad y responsabilidad de cada puesto en una disposición de arriba hacia abajo, colocando como principal autoridad al gerente general, seguido de un directo y asesor de los cuales derivan las gerencias respectivas del laboratorio para la realización de sus actividades.

Figura 1. Organigrama Mediproducts



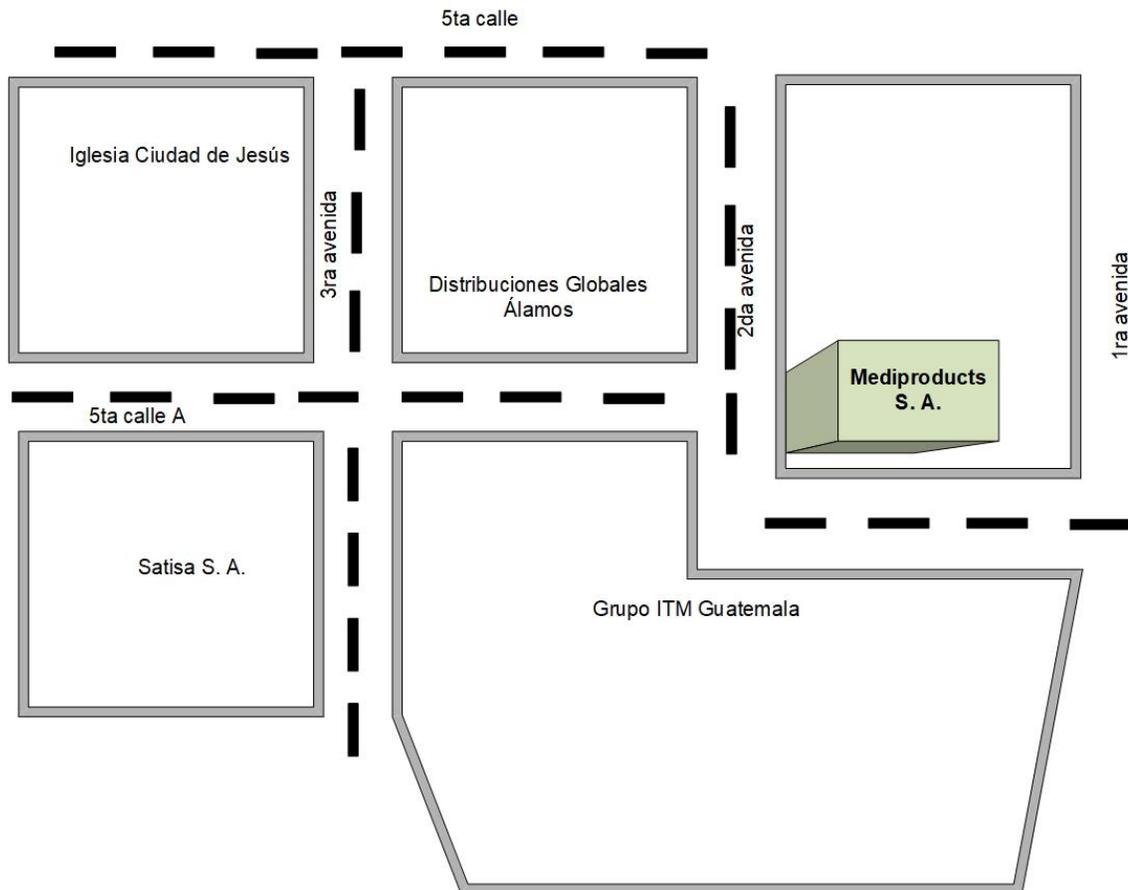
Fuente: Mediproducts, S. A.

Este tipo de organigrama permite subordinar a todas las áreas importantes del Laboratorio Mediproducts definiendo la jerarquía que se debe respetar para la toma de decisiones.

1.1.5. Ubicación

El laboratorio Mediproducts S. A. se encuentra ubicada en la 2a Avenida 5-92 Zona 6, Los Álamos, San Miguel Petapa. En una zona industrial donde se genera gran actividad industrial.

Figura 2. **Ubicación Mediproducts S. A.**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

La ubicación del laboratorio es ideal para adquisición de materias primas al ubicarse en las cercanías de la ciudad capital y cuenta con una ubicación ideal para el transporte de productos terminados a los diferentes puntos de venta gracias a estar ubicado en San Miguel Petapa.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL DOCUMENTACIÓN DEL MANEJO DE MERMAS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LABORATORIO MEDIPRODUCTS, S.A.

2.1. Diagnóstico sobre el proceso de fabricación de los productos seleccionado por módulo

En el Laboratorio Mediproducts S, A. se fabrican medicamentos para el consumo humano, en distintas formas farmacéuticas, las cuales pueden ser: sólidos, semisólidos, líquidos e inyectables. La propuesta de documentación de merma está enfocada al departamento de producción, áreas de sólidos y blíster. Para la manufactura de sólidos se dividen los productos en cinco módulos de estos únicamente en tres se realizan actividades de manufactura, los otros dos son únicamente para finalizar los procesos dependiendo de la forma farmacéutica que se fabrique. Se documenta la merma generada para cada una de las áreas de sólidos y blíster.

Como parte del diagnóstico sobre la fabricación de productos por módulo, se describe el proceso de puntos críticos y se describe por medio de un diagrama de flujo las actividades que se realizan en cada módulo, así como la toma de rendimiento con respecto al desperdicio generado. Cada módulo se describe a continuación para realizar una comparación entre las diferentes actividades que se realizan y los productos que se obtienen en cada uno de ellos.

Tabla I. **Comparación de los módulos de fabricación en el laboratorio**

Módulo	Descripción
I	Este módulo se producen fabricados en cápsula principalmente.
II	Es el encargado de fabricar grageas sin recubrimiento.
III	Se realiza el proceso de recubrimiento a las grageas producidas por el módulo II.
IV	Módulo encargado de la fabricación y recubrimiento de tabletas.
V	Se realiza el envasado primario en frascos o sobres según el producto.
Blíster I	Se blistean lotes de 60 000 a 80 000 tabletas o capsulas
Blíster II	Se blistean lotes de 120 000 a 250 000 grageas o tabletas.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2019.

Una vez descritas las actividades de cada uno de los módulos de fabricación se plantea un levantamiento de datos sobre la situación actual de cada módulo, para esto se hace uso del siguiente equipo:

- Cronómetro
- Overol
- Mascarilla
- Cofia
- Tabla Shannon
- Bolígrafo

La identificación de problemas se realiza por medio de diagnósticos en cada área de producción del laboratorio. Esta identificación es complementada por un diagrama de Ishikawa que se describe posteriormente en el inciso 2.5.2.

2.1.1. Módulo I

En este módulo el 90 % de los productos son fabricados son para encapsularse, algunos de los productos pueden ser:

- Antibacteriano gastrointestinal de amplio
- Antibiótico semisintético
- Antiinflamatorio, Antirreumático

Para iniciar un proceso de fabricación se limpia todo el módulo incluyendo equipo y áreas, al tener el área aprobado por Control de Calidad se realiza una requisición de materia prima a la bodega, la cual es entregada al módulo por medio de una esclusa para iniciar proceso de preparado.

El proceso de preparado es previamente autorizado por el inspector de Control de Calidad y se inicia el proceso de fabricación con la mezcla de las materias primas, la cual debe ser integrada de manera uniforme, se realiza una nueva inspección por parte de Control de Calidad durante el proceso de fabricación, para verificar el uso correcto de cantidades de material según Instrucciones de Fabricación y Registro de Proceso.

Luego de obtener el producto en granel, debe ser secado por medio de un horno, este proceso toma alrededor de 20 a 23 horas, dependiendo del producto, una vez obtenido el granel con la humedad adecuada, se procede a moler para obtener un gránulo uniforme, el cual será utilizado para el proceso de encapsulado. En el área de encapsulado se recibe el granel en polvo y se comienza el proceso el cual es realizado por la encapsuladora de forma semiautomática.

Al terminar el encapsulado se envía al área de pesado, en donde se corrobora la cantidad de producto obtenido y el número de cápsulas fabricadas, además de anotar en las Instrucciones de Fabricación y Registro de Proceso, se limpia los excesos que han quedado en la encapsuladora y cuantificar la merma para realizar los vales de merma y anotaciones en las Instrucciones de Fabricación y Registro de Proceso.

- Diagnóstico de la situación actual del Módulo I

El proceso de fabricación del módulo I, donde la materia prima necesaria se encuentra en polvo en todo su proceso, hasta ser encapsulado, durante la fabricación del producto y observar el proceso más de una vez, que hay una cantidad de merma que se produce en los distintos procesos descritos anteriormente y solo cuando hay un imprevisto de equipo, ambiente o error humano, se genera merma más de la habitual entre valores aproximados de entre 0,120 kg a 0,980 kg en los distintos procesos. El factor ambiental puede afectar la eficiencia del proceso al aumentar o disminuir el tiempo de secado. Al finalizar el preparado se envía al horno y se granula después de estar seco, para obtener una consistencia fina como se observa en la siguiente imagen:

Figura 3. **Granulado del Módulo I**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2019.

Luego de granulado el producto se genera nuevamente una merma, ya sea de producto que cae de la bandeja al ser transportado al granulador o del polvo que se genera y se queda sobre los equipos o producto que queda dentro del equipo.

Se presenta el siguiente formato para la toma de datos sobre el preparado y tableteado, observando el proceso en el módulo realizado por los operarios.

Figura 4. **Formato para diagnóstico inicial en el Módulo I**

Cuantificación De Merma Solidos		
Encargado: ENCARGADO DE LÍNEA 1	Fecha: _____	
Modulo: ___ I		
Nombre Del Producto: _E		
PREPARADO		
Lote: _____ 8	Vence: _____	
Fecha Inicio: _____ 2-mar	Fecha Final: _____ 503	
Peso Total Neto: _____	11 Kg	
Desperdicio De Producto: _____	0,225 Kg	0,020454545 %
<u>TABLETEADO O ENCAPSULADO</u>		
Desperdicio polvo: _____	0,175 Kg	%
Desperdicio de cap. vacía	0,756 Kg	%
Fecha Inicio: _____	Fecha Final: _____	
<u>RECUBRIMIENTO</u>		
Peso de granel laqueado o recubrimiento : _____ g		
Desperdicio: _____ Kg	_____ U	
Fecha Inicio: _____	Fecha Final: _____	
<u>GRAGEADO</u>		
Peso de granel: _____	Kg	
Desperdicio de grageas: _____	Kg	
Fecha Inicio: _____	Fecha Final: _____	
<p>Observaciones: En este módulo se observa la participación de todos los operarios con el equipo de protección personal adecuado y limpio. La cuantificación de merma es realizada de forma correcta. La fabricación de las cápsulas de este módulo se realiza siguiendo estrictamente las instrucciones de fabricación y es monitoreado a lo largo del proceso por control de calidad.</p>		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

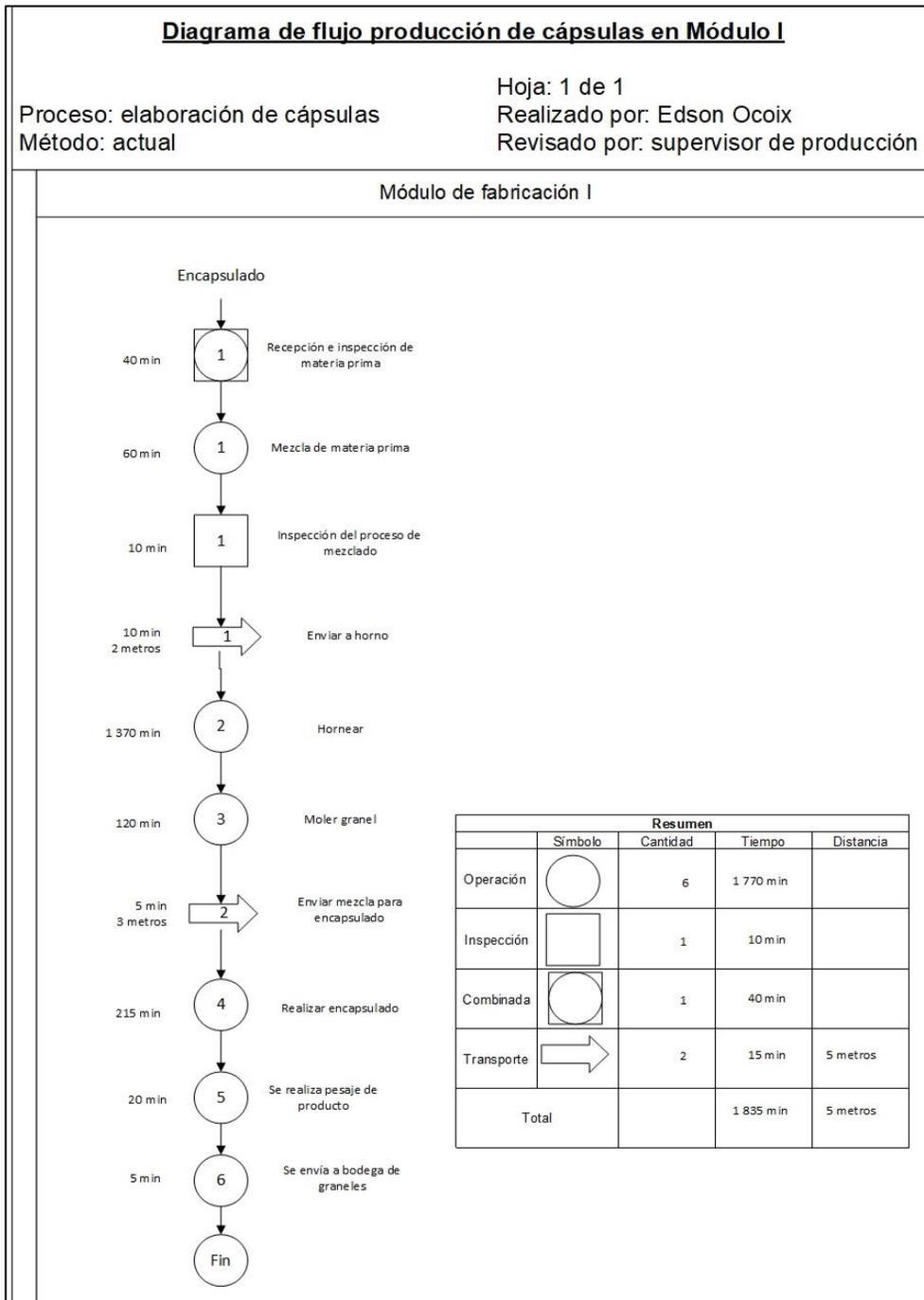
En el diagnóstico inicial sobre la cuantificación de mermas en el Módulo I se observa la participación de todos los operarios con el equipo de protección personal adecuado y limpio. La cuantificación de merma es realizada de forma correcta. La fabricación de las cápsulas de este módulo se realiza siguiendo estrictamente las instrucciones de fabricación y es monitoreado a lo largo del proceso por control de calidad.

2.1.1.1. Diagrama de flujo sobre el proceso de fabricación general del módulo I

Para mejorar la comprensión sobre las actividades del Módulo I, se plantea el uso del diagrama de flujo como herramienta para describir gráficamente el proceso. Este describe las actividades que deben llevarse a cabo para el proceso de producción, además de los tiempos de cada una de ellas.

A continuación, se describe por medio de un diagrama de flujo el proceso de fabricación de cápsulas en el módulo I.

Figura 5. Diagrama de flujo, proceso de elaboración de cápsulas



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

Luego de realizado el diagrama de flujo para el módulo I donde se realizan actividades productivas para la elaboración de cápsulas se observan seis operaciones, una inspección, una operación combinada y dos transportes para un tiempo total de 1 835 minutos y una distancia total de 5 metros recorridos. En este tiempo no se considera la toma de rendimiento del módulo debido a que estas actividades no forman parte del proceso de transformación.

2.1.1.2. Toma de rendimiento, desperdicio de cápsulas

La definición del cálculo que se realiza para la obtención del porcentaje de rendimiento se describe a detalle en el inciso 2.4.1 sobre la cuantificación de cantidad de merma por cada módulo de fabricación. Al cuantificar el desperdicio de todo el proceso se divide dentro del total de Materia Prima recibida, el porcentaje obtenido es tabulado a la siguiente tabla de rendimiento:

Tabla II. **Rendimiento del Módulo I**

Desperdicio		Rendimiento
Kg	%	%
0,128	0,28	99,96

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

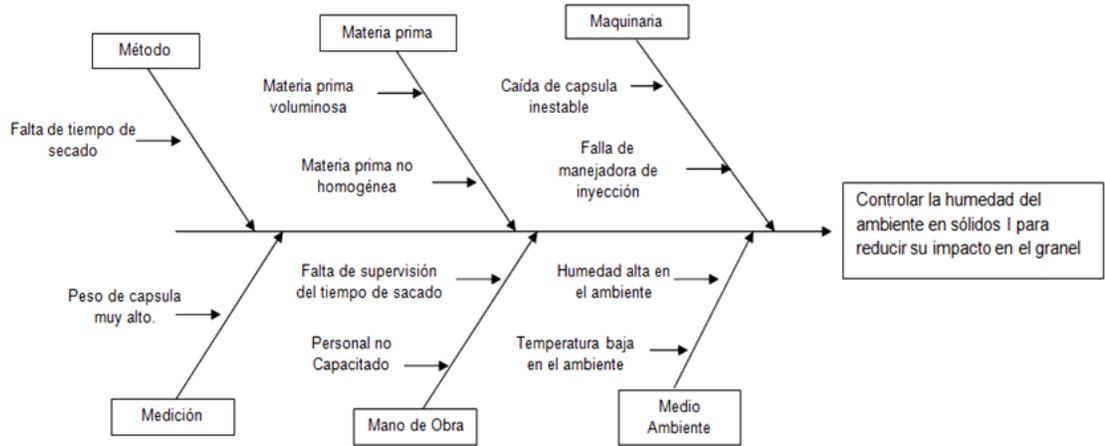
El proceso de encapsulado al ser semiautomático, la máquina genera una cantidad de desperdicio al llenar los discos de capsulas que el operario ayuda a colocar, al finalizar el lote se contabiliza la merma de materia prima y de capsula dañada esta ronda en 0,200 kg y de capsula 0,025 kg. Al analizar la toma de rendimiento en el módulo I se identifica que se realiza de forma correcta.

Por otra parte, la temperatura es un factor que afecta directamente el proceso de fabricación al aumentar o disminuir el tiempo de secado del producto, este cambio en la temperatura no afecta el rendimiento del módulo, pero afecta directamente el tiempo de fabricación. En general, el proceso de fabricación del módulo se realiza según instrucciones de fabricación y la toma de rendimiento es realizada en momentos que no perjudiquen los tiempos de producción.

2.1.1.3. Diagrama de Ishikawa sobre las variaciones de merma en el módulo I

Por medio del siguiente diagrama causa y efecto se plantean las posibles variantes que generan un problema en el módulo de sólidos, en este caso la merma inusual. Aplicando la técnica de las 6M analizando el problema de diferentes perspectivas, las cuales son: maquinaria, método, materia prima, medición, mano de obra y medio ambiente. Para analizar las causas que generan estas variaciones involucrando los ambientes de los cuales se desenvuelven los procesos de fabricación.

Figura 6. Diagrama de Ishikawa del Módulo I



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

Tabla III. Causas de variación en las cantidades de merma de los procesos de producción en el Módulo I

MAQUINA	MÉTODO	MATERIA PRIMA
-Caída de capsula inestable. -Falla de inyección de aire en el área.	-Falta de tiempo de secado.	-Materias Primas no homogéneas. -Materias Primas voluminosas.
MEDICIÓN	MANO DE OBRA	MEDIO AMBIENTE
-Peso de capsula muy alto.	-Falta de supervisión del tiempo de secado. -Personal no Capacitado.	- Humedad alta en el ambiente -Temperatura baja en el ambiente.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

2.1.1.4. Recambios de aire por módulo de fabricación

Para la medición de los recambios en las áreas se utiliza un anemómetro digital que dispone de un sensor de 8 palas para una mayor precisión en la lectura de la velocidad del viento, volumen y temperatura. Las medidas se presentan en una pantalla LCD retroiluminada y con conmutables entre varias unidades. Es perfecto para deportes al aire libre y cualquier actividad que se necesite conocer la velocidad del viento.

Figura 7. Anemómetro digital



Fuente: Inforagro.com, *Qué es un anemómetro*,

https://www.infoagro.com/instrumentos_medida/doc_anemometro_velocidad_viento.asp?k=80.

Consulta: 22 de enero de 2022.

A continuación, se muestran los recambios de aire en las áreas críticas, con la ayuda de presiones negativas y positivas del área, con los diferenciales de presión se crean cortinas que ayudan a que partículas no entren o salgan de las áreas según la norma mexicana Nom-59, indica que dependiendo de la clasificación del área, así tiene que ser los recambios por hora las áreas de sólidos son clasificación D, se tiene que cumplir con tener mínimo 10 metros cúbicos por minuto (CMM) recambios de volumen de aire.

Para calcular la cantidad de recambios por hora se utiliza la siguiente fórmula:

$$CMM = \frac{\bar{A}}{Vol. \text{Área}}$$

Donde:

\bar{A} =Promedio de las mediciones realizadas inyección o extracción

Vol. Área= volumen del área medida

- Módulo I

A continuación, se muestra los recambios de las áreas críticas del módulo I esta área es clasificación D debe tener un mínimo de 10 CMM por hora ya sea en inyección o extracción.

Tabla IV. **Mediciones para recambios de aire en el Módulo I**

Área	Mediciones					Suma	Promedio	Recambios CMM
	1	2	3	4	5			
Vestidor	4,86	5,29	5,29	5,29	5,29	26,02	5 204	42,77260274
	6,03	6,03	3,65	4,86	5,29	25,86	5 172	42,50958904
	4,89	3,65	4,86	5,66	5,66	24,72	4 944	40,63561644
Encapsulado Inyección	10,26	10,72	9,72	7,87	7,5	46,07	9 214	24,81328546
	6,4	7,5	6,4	9,72	9,72	39,74	7 948	21,40394973
	8,98	7,87	7,03	6,77	9,77	37,42	7 484	20,15439856
Encapsulado Extracción	10,72	11,37	12,35	12,03	11,7	58,17	11 634	31,33034111
	10,06	10,39	12,35	11,04	11,04	54,88	10 976	29,55834829
	11,70	11,7	11,37	10,39	10,72	55,88	11 176	30,09694794
Preparado Inyección I	6,03	6,4	6,03	5,66	6,4	6,4	30,52	7,71518854
	5,66	6,4	5,29	5,66	6,4	6,4	29,41	7,434590268
	5,29	5,66	5,66	6,63	6,03	6,03	29,27	7,399199494
Preparado Inyección II	8,61	8,24	7,13	6,4	8,87	7,87	38,25	9,669264799
	9,35	8,24	8,94	6,03	6,77	6,77	39,33	9,942279334
	7,5	9,35	8,24	6,77	5,66	5,66	37,52	9,484727196
Preparado Extracción I	21,34	20,85	18,9	18,9	19,87	19,87	19 972	25,24973288
	21,82	19,87	20,85	21,82	20,36	20,36	20 944	26,47229829
	18,9	18,41	21,34	19,87	19,9	19,9	19 684	24,8797135

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Observando los datos obtenidos las áreas críticas del módulo I cumplen con los CMM por la normativa, manteniendo los recambios necesarios para generar los diferenciales de presión adecuado entre las áreas y evitar cualquier tipo de contaminación entre áreas.

2.1.2. Módulo II

Este módulo es especializado para la fabricación de grageas las cuales pueden ser:

- Multivitaminas con minerales
- Complemento pre y post natal, vitaminas, minerales
- Enzimas digestivas

Para iniciar un proceso de fabricación se limpia todo el módulo incluyendo equipo y áreas, al tener el área aprobado por Control de Calidad se realiza una requisición de materia prima a la bodega la cual es entregada al módulo por medio de una esclusa para iniciar proceso de preparado.

Al momento de recibir la materia prima en el módulo, el proceso de preparado comienza previamente autorizado por el inspector de control de calidad, se agregan las distintas materias primas a la mezcladora para procesar por aproximadamente 15 minutos, hasta tener una mezcla y gránulo uniforme, durante este proceso control de calidad verificar que se esté realizando correctamente con el fin de cumplir con los estándares del proceso de calidad y cumplir con las Instrucciones de Fabricación y Registro de Proceso luego se traslada al horno para su secado, este procesos toma un tiempo de 14 a 18 horas para reducir el porcentaje de humedad.

Posteriormente, la humedad tiene que cumplir los parámetros según Instrucciones de Fabricación y Registro de Proceso, una vez se obtienen los valores deseados de humedad, se procede a granular el granel que se encuentra y obtener un gránulo adecuado para su compresión.

El granel es enviado al área de pesado luego al área de tableteado donde por medio de la tableteadora se realiza la compresión. Un lote promedio es de 200 000 grageas. durante el proceso de tableteado Control de Calidad ingresa al área para dar el visto bueno del peso promedio de tableta, cuando se finaliza el proceso de tableteado, se lleva al área de pesado y luego al área de Recubrimiento film el cual se divide las 200 000 grageas en 6 tandas para realizar un recubrimiento de sellado para que la tableta pueda soportar las capas de jarabes que se aplicaran en el módulo III, así se obtiene una gragea uniforme agregando los componentes de recubrimiento, este proceso se verifica por parte de Control de Calidad, al finalizar el proceso de recubrimiento se pasa al área de grageado.

- Diagnóstico de la situación actual del Módulo II

En los distintos pasos de la fabricación en este módulo se comporta muy similar al módulo I ya que los equipos son similares, cambiando únicamente la cantidad de materiales debido a que son más materias primas utilizada en el proceso de fabricación y los tiempos son más extensos, dependiendo que producto se fabrique la merma es acorde a la cantidad que se va fabricar, cuando se fabrican vitaminas el movimiento para realizar la granulación causa que se disperse el polvo en el área, no siendo critico se observó que es muy disuelto el granulo luego de pasar por el molino oscilador, esto sucede cuando se granula el producto sacado del horno y cuando se tabletea, la tableteadora gira a 26 rev/min esto es una velocidad media y hace que el producto sobrante de la torreta (parte giratoria de la tableteadora) se acumule alrededor de ella.

Para esto se realiza el diagnóstico haciendo uso del siguiente formato, el cual contempla el diagnóstico del proceso y de la observación de los operarios al momento de llevar a cabo la fabricación.

Figura 8. Formato para diagnóstico inicial en el Módulo II

Cuantificación De Merma Solidos		
Encargado: ENCARGADO DE LÍNEA 1		Fecha: _____
Modulo: ___ II		
Nombre Del Producto: _D		
PREPARADO		
Lote: _____	14	Vence: _____
Fecha Inicio: _____	2-mar	Fecha Final: _____
Peso Total Neto:		11 Kg
Desperdicio De Producto:	0,225 Kg	0,020454545 %
<u>TABLETEADO O ENCAPSULADO</u>		
Desperdicio polvo:	0,049 Kg	%
Desperdicio de cap. vacía		%
Fecha Inicio: _____	Fecha Final: _____	
<u>RECUBRIMIENTO</u>		
Peso de granel laqueado o recubrimiento :		_____g
Desperdicio:	0,107 Kg	_____U
Fecha Inicio: 03/03	Fecha Final: 07/03	
<u>GRAGEADO</u>		
Peso de granel:		_____Kg
Desperdicio de grageas:		_____Kg
Fecha Inicio: _____	Fecha Final: _____	
<p>Observaciones: En este módulo se observa la participación de todos los operarios con el equipo de protección personal adecuado y limpio. La cuantificación de merma es realizada de forma correcta. La fabricación de las grageas de este módulo se realiza siguiendo estrictamente las instrucciones de fabricación y es monitoreado a lo largo del proceso por control de calidad. La aplicación de recubrimiento es realizado de forma correcta y con supervisión de control de calidad, se evidencia habilidad por parte de los operarios para realizar estos procesos.</p>		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

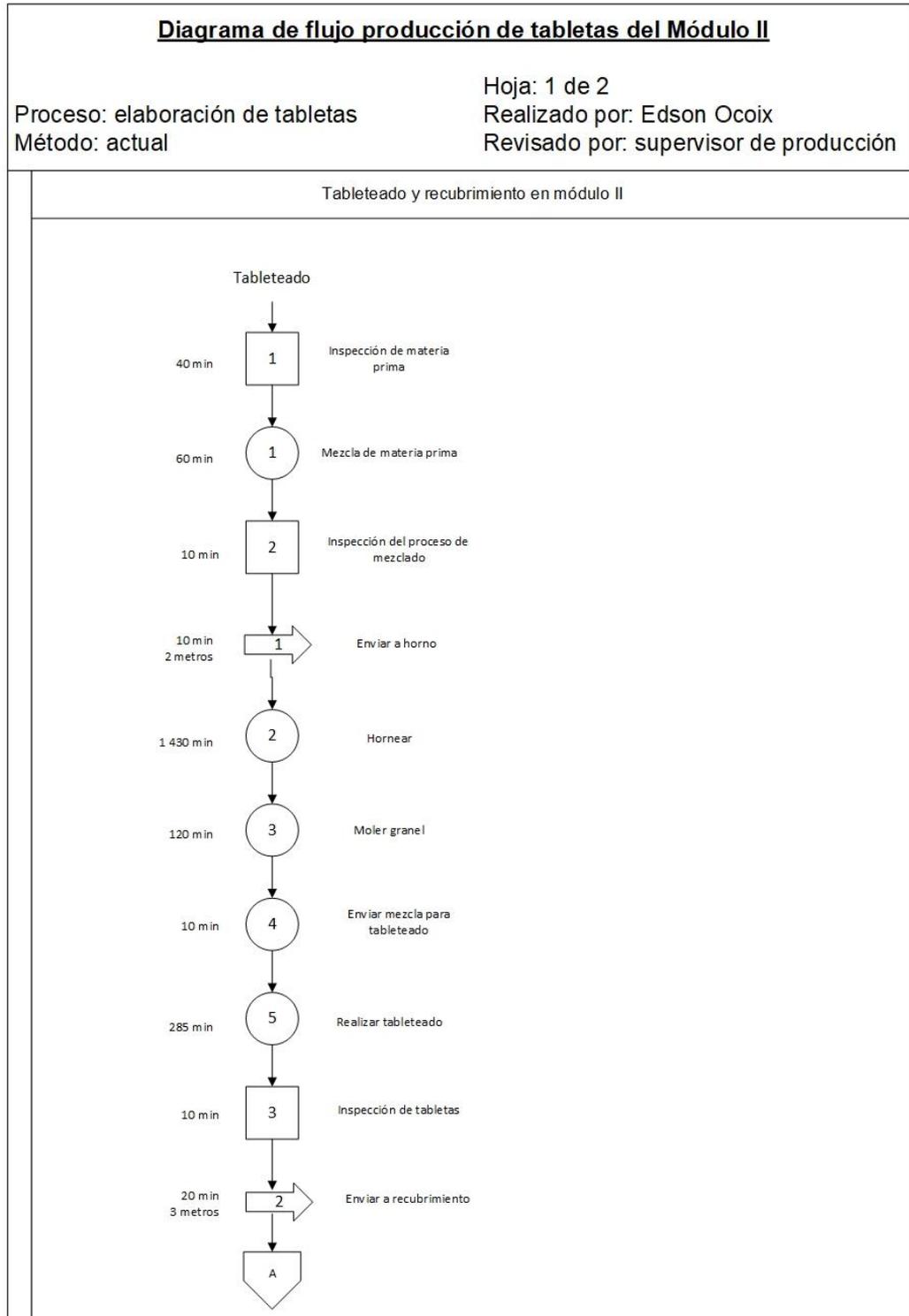
En este módulo se observa la participación de todos los operarios con el equipo de protección personal adecuado y limpio. La cuantificación de merma es realizada de forma correcta. La aplicación de recubrimiento es realizada de forma correcta y con supervisión de control de calidad, se evidencia habilidad por parte de los operarios para realizar este proceso.

2.1.2.1. Diagrama de flujo sobre el proceso de fabricación general del módulo

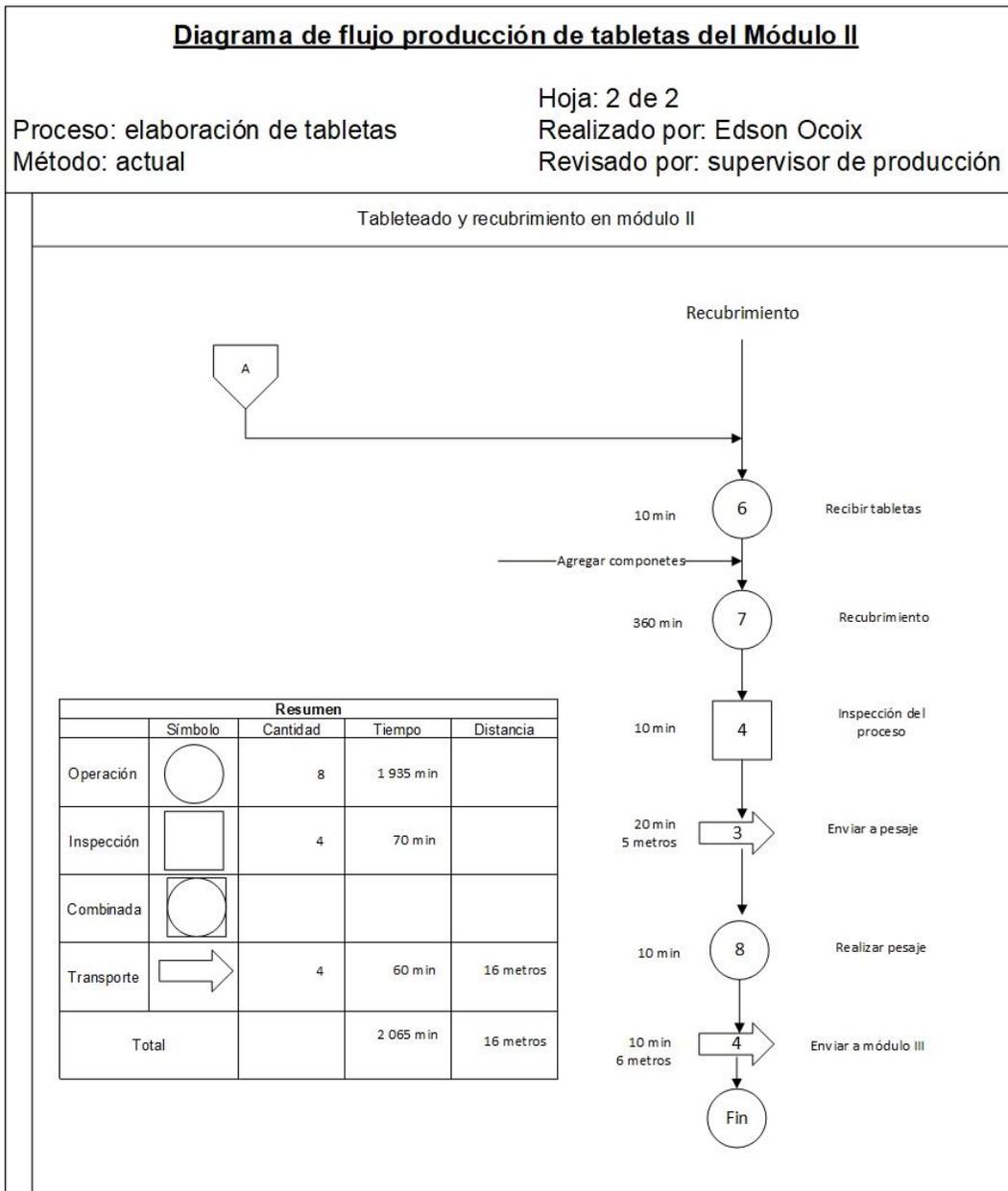
Para definir el proceso de fabricación del módulo II, se presenta el diagrama de flujo el cual describe de forma gráfica las actividades que se realizan para la producción y el tiempo necesario para cada una de ellas.

A continuación, se describe por medio de un diagrama de flujo el proceso de fabricación, Preparado, Tableado y Recubrimiento Film en el módulo II.

Figura 9. Diagrama de flujo, proceso de tableteado



Continuación de la figura 9.



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

En el diagrama de flujo se observan las actividades realizadas por el módulo II para la fabricación de tabletas, en este se observa el flujo de materiales a lo largo del proceso de transformación, sin embargo, no se representan los procesos de toma de rendimiento debido a que estos son realizados fuera de los tiempos productivos del módulo para evitar aumentar el tiempo de proceso. Se identificaron 8 operaciones, 4 inspecciones y 4 transporte para un total de 2 065 minutos y un recorrido de 16 metros.

2.1.2.2. Toma de rendimiento, desperdicio y desintegración de tableta

La definición del cálculo que se realiza para la obtención del porcentaje de rendimiento se describe a detalle en el inciso 2.4.1 sobre la cuantificación de cantidad de merma por cada módulo de fabricación. Las mermas producida en los proceso de fabricación y tableteo pueden variar entre 0,018 kg y 0,086 kg en las áreas mencionadas del módulo II, en el proceso de recubrimiento film, el inicio del proceso es muy delicado ya que de no realizarlo correctamente puede generar deformaciones en la gragea ya que se agregan a un bombo giratorio y se rocía con la solución sellante, regularmente se tiene una merma de gragea con grumo durante el proceso de recubrimiento, el cual puede llegar a ser de hasta de 0,200 kg.

Al sumar la merma de todo el proceso se divide con el total de materia prima recibida los resultados son:

Tabla V. **Rendimiento del Módulo II**

Desperdicio Kg.		
Preparado	Tableteado	Recubrimiento
0,034	0,160	0,200

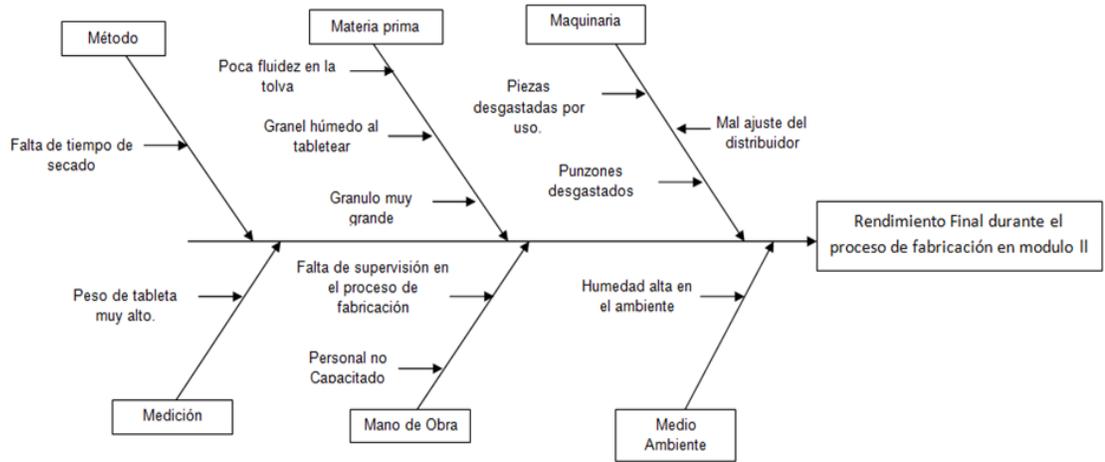
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

En este módulo al trabajar los lotes con mayor cantidad de grageas, en el área de laqueado, tienden a crearse grumos en la tableta a causa de un inicio lento de recubrimiento este grumo provocara un incremento de merma durante el proceso.

2.1.2.3. Diagrama de Ishikawa sobre las variaciones de merma en el módulo II

En el siguiente diagrama se muestra la posible causa que afecta el rendimiento final durante el proceso de fabricación en módulo II, aplicando la técnica de las 6M, analizando de diferentes perspectivas, las cuales son: maquinaria, método, materia prima, medición, mano de obra y medio ambiente. Para analizar las causas que generan estas variaciones involucrando los ambientes de los cuales se desenvuelven los procesos de fabricación.

Figura 10. Diagrama de Ishikawa del Módulo II



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

Tabla VI. Causas de variación en las cantidades de merma de los procesos de producción en el Módulo II

MAQUINA	METODO	MATERIA PRIMA
-Piezas degastadas por uso. -Punzones desgastados. -Mal ajuste del distribuidor.	-Falta de tiempo de secado.	-Poca fluidez en la tolva. -Granel húmedo al tabletear. -Granulo muy grande.
MEDICION	MANO DE OBRA	MEDIO AMBIENTE
- Peso de tableta muy alto.	- Falta de supervisión en el proceso de fabricación -Personal no Capacitado.	- Humedad alta en el ambiente

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

2.1.2.4. Recambios de aire para el Módulo II

A continuación, se muestra los recambios de las áreas críticas del módulo II esta área es clasificación D debe tener un mínimo de 10 CMM por hora ya sea en inyección o extracción.

Tabla VII. Mediciones para recambios de aire en el Módulo II

Área	Mediciones					Suma	Promedio	Recambios CMM
	1	2	3	4	5			
Preparado Intención	5,04	5,04	5,48	5,48	5,48	26,91	5 382	42,77260274
	6,25	6,87	6,63	5,78	8,87	31,49	5 172	42,50958904
	5,48	6,63	6,25	5,87	5,87	24,72	4 944	40,63561644
Preparado Extracción	16,24	16,78	15,78	16,76	12,87	77,93	15 586	23,23378882
	11,91	14,8	16,72	14,8	15,28	73,51	14 702	21,91602484
	13,25	14,31	14,8	13,83	11,43	67,62	13 524	20,16000000
Tableteado Inyección	7,78	6,63	6,25	5,87	6,25	24,52	4 904	11,35500579
	6,63	7,02	7,42	6,25	7,4	29,64	5 928	13,73812283
	7,78	7,02	6,63	7,78	8,16	29,64	5 928	13,73812283
Tableteado Extracción	4,4	4,63	4,86	5,09	5,54	26,69	5 338	26,12398042
	6	6,33	5,77	5,54	6	28,51	5 702	27,90558336
	5,54	6	6,33	6	5,77	30,03	6 006	29,39314845
Laqueado Inyección	2,52	7,78	5,78	5,87	5,04	26,69	5 338	26,12398042
	5,48	5,04	6,25	5,87	5,87	28,51	5 702	27,90538336
	6,63	5,04	5,48	6,25	6,63	30,03	6 006	29,39314845
Laqueado Extracción	10,51	10,19	9,22	9,54	9,86	49,32	9 864	4827406199
	10,19	10,51	11,15	11,79	10,89	54,53	10 906	53,38357259
	10,19	13,72	14,02	14,68	12,11	64,72	12 944	63,34747145
Inyección Vestidor	5,48	5,04	5,48	5,04	5,48	26,52	5 304	48,51219512
	5,04	5,04	3,78	5,04	3,78	22,68	4 536	41,48780488
	3,78	5,04	5,48	5,04	5,78	23,12	4 624	42,29268293

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Observando los datos obtenidos las áreas críticas del módulo II cumplen con los CMM por la normativa, manteniendo los recambios necesarios para generar los diferenciales de presión adecuado entre las áreas y evitar cualquier tipo de contaminación entre áreas.

2.1.3. Módulo III

En este módulo únicamente se continúa con el proceso de grageado, el cual se inició en el módulo II y utiliza como materia prima las grageas fabricadas del módulo mencionado. El proceso de grageado comienza con la fabricación de los jarabes, las materias primas son enviadas desde la bodega, son preparadas en un tanque con temperatura que oscila de 75 °C a 80 °C grados y mezclados, para obtener una consistencia líquida y homogénea. En este módulo se fabrican tres jarabes, los cuales son:

- Jarabe de Suspensión
- Jarabe de Color
- Jarabe de Mezcla

El jarabe de suspensión y color se fabrica en aproximadamente 45 min por cada uno. También se produce el jarabe de mezcla que es una cantidad de los dos jarabes ya mencionados, durante el proceso de fabricación, ingresa Control de Calidad para verificar que se realizó acorde a las Instrucciones de Fabricación y Registro de Proceso.

Al tener listo los jarabes y el área se agregan las 200 000 grageas divididas en tres partes, debido a que se tiene tres bombos de recubrimiento en grageado y se inicia con las aplicaciones, primero con las aplicaciones del jarabe de suspensión, luego con el jarabe de mezcla y por último el jarabe de color.

Dependiendo que producto se esté recubriendo, se aplican entre 33 a 35 aplicaciones esto durante un tiempo de 13,5 horas hasta 17,5 horas según lo indican las Instrucciones de Fabricación y Registro de Proceso, este proceso es supervisado por Control de Calidad.

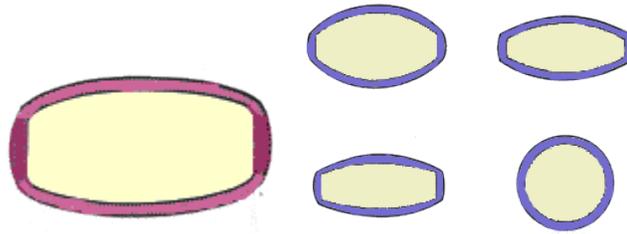
Una vez terminado el proceso de aplicación se envían las grageas al área de secado en un horno, donde pasan un tiempo de 12 horas, luego se envían al área de pesaje y posteriormente a la bodega de gráneles.

- Diagnóstico de la situación actual del módulo III

En este módulo no se fabrica ningún producto lo cual la merma es poca ya que se continua con el proceso de recubrimiento de los productos enviados del módulo II. Este proceso de grageado es uno de los más extensos ya que es necesario que la gragea tenga cuerpo y una recubierta para que cumpla su función en el empaque primario y en el cuerpo humano.

En las siguientes imágenes se ilustra el grosor del recubrimiento ya que el objetivo es proteger de la luz y la humedad, que sea de fácil digestión y manejo en el proceso siguiente.

Figura 11. **Descripción del recubrimiento de gragea**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2019.

Este tipo de recubrimiento es aplicado a las grageas en el proceso que se realiza en el módulo III, a las cuales se les agregan en promedio de 33 a 35 aplicaciones para cumplir con los requerimientos de calidad.

Cada vez que se emplea la aplicación de color se inyecta aire caliente en el interior del bombo, para que el secado del jarabe sea uniforme y la gragea se recubra lo más uniformemente posible, cuantas más aplicaciones tenga la grageas de los jarabes más peso y cuerpo gana, este peso oscila entre un 1 % a 3 % dependiendo la formulación, si durante el proceso de recubrimiento film del módulo II no se detectaron grageas con grumos o pedazos de grageas, estas ocasionaran que más grageas se lastimen.

Durante el proceso se realiza una inspección visual por parte de los operarios cuando el producto se está recubriendo, para garantizar que las grageas tengan la apariencia usual y característico del producto, para luego enviarlo al área de secado, al estar seco se realiza el pesado y enviado a la bodega de gráneles.

Para el diagnóstico se hace uso de un formato por medio del cual se pretende obtener información general de recubrimiento y grageado, además de observar las operaciones de los colaboradores y verificar el uso de equipo de protección personal dentro del módulo:

Figura 12. Formato para diagnóstico inicial en el Módulo III

Cuantificación De Merma Solidos	
Encargado: ENCARGADO DE LÍNEA 1	Fecha: _____
Modulo: ___ III	
Nombre Del Producto: _H	
PREPARADO	
Lote: _____ 2	Vence: _____
Fecha Inicio: _____ 9-mar	Fecha Final: _____ 11-mar
Peso Total Neto: _____	11 Kg
Desperdicio De Producto: _____	0,225 Kg 0,020454545 %
<u>TABLETEADO O ENCAPSULADO</u>	
Desperdicio polvo: _____	%
Desperdicio de cap. vacía _____	%
Fecha Inicio: _____	Fecha Final: _____
<u>RECUBRIMIENTO</u>	
Peso de granel laqueado o recubrimiento :	124 g
Desperdicio: _____	0,035 Kg
Fecha Inicio: _____	Fecha Final: _____
<u>GRAGEADO</u>	
Peso de granel: _____	14,65 Kg
Desperdicio de grageas: _____	0,035 Kg
Fecha Inicio: _____ 10-mar	Fecha Final: _____ 11-mar
<p>Observaciones: En este módulo se observa la participación de todos los operarios con el equipo de protección personal adecuado y limpio. La cuantificación de merma es realizada de forma correcta. La fabricación de las grageas de este módulo se realiza siguiendo estrictamente las instrucciones de fabricación y es monitoreado a lo largo del proceso por control de calidad. Al ser un módulo de fabricación que recibe materia primera de otro, se obtiene merma al identificar grageas quebradas o astilladas las cuales son descartadas en este módulo.</p>	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

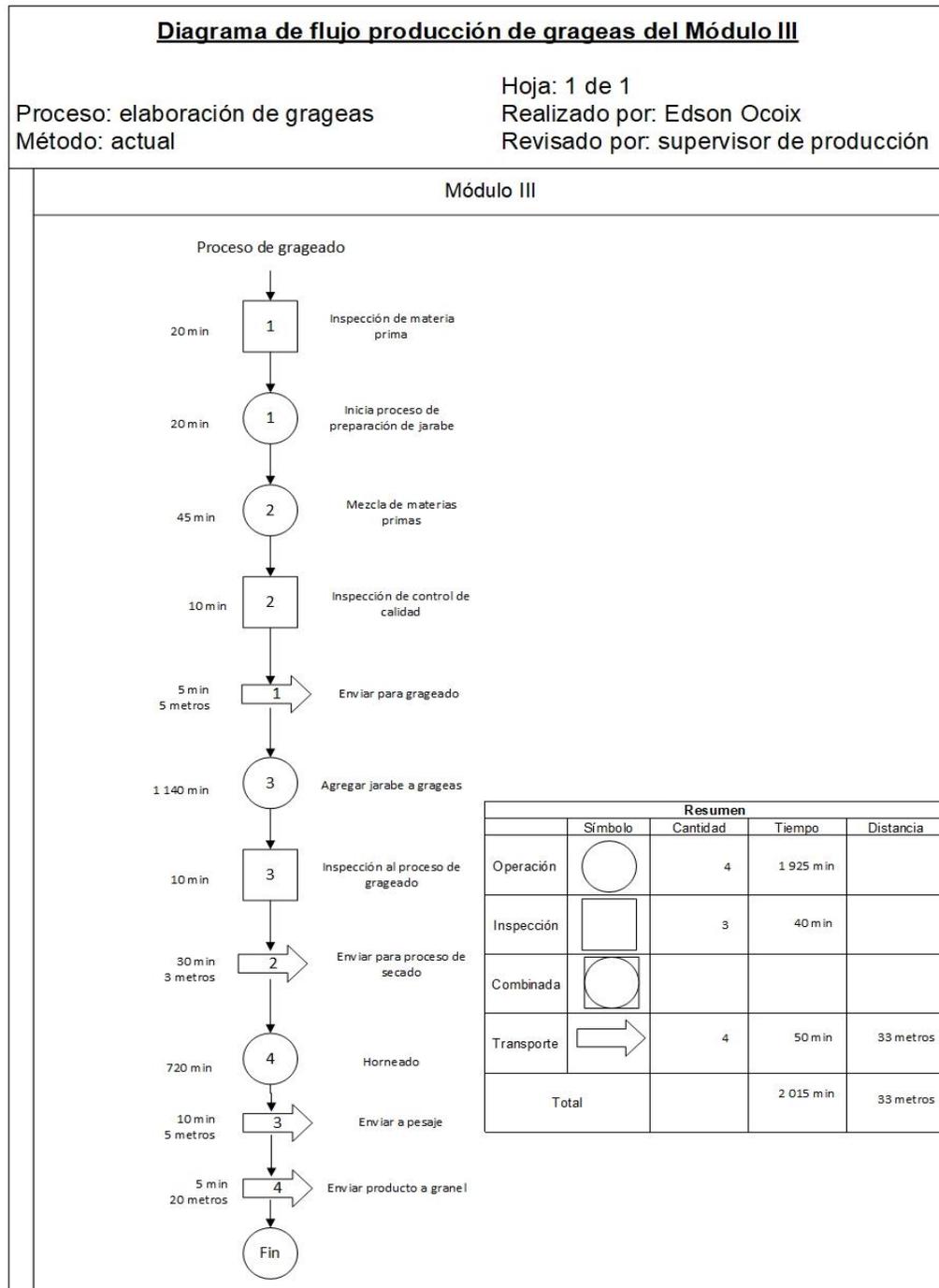
En este módulo se observa la participación de todos los operarios con el equipo de protección personal adecuado y limpio. La cuantificación de merma es realizada de forma correcta. La fabricación de grageas de este módulo se realiza siguiendo las instrucciones de fabricación y es monitoreado adecuadamente por control de calidad. Al ser un módulo de fabricación que recibe la materia prima de otro módulo, se obtiene merma al identificar grageas quebradas o astilladas las cuales son descartadas en este proceso.

2.1.3.1. Diagrama de flujo sobre el proceso de fabricación general del módulo.

Para una mejor comprensión sobre el proceso de fabricación general del módulo se presenta el diagrama de flujo. Este describe de forma gráfica las operaciones del proceso acompañados de los respectivos tiempos para cada una de ellas.

A continuación, se describe por medio de un diagrama de flujo el proceso de grageado y secado en el módulo III.

Figura 13. Diagrama de flujo del proceso de grageado en el Módulo III



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

Dentro del módulo III se realiza el proceso de grageado, en este se producen grageas las cuales dentro de su fabricación se realizan 4 operaciones, 3 inspecciones y 4 transportes para un total de 2 015 minutos y un recorrido dentro del módulo de 33 metros. Este proceso se realiza de forma correcta según instrucciones de fabricación y la toma de rendimiento se realiza fuera del horario de producción para no afectar la planificación.

2.1.3.2. Toma de rendimiento, desperdicio y desintegración de gragea

La definición del cálculo que se realiza para la obtención del porcentaje de rendimiento se describe a detalle en el inciso 2.4.1 sobre la cuantificación de cantidad de merma por cada módulo de fabricación. Para realizar la toma de rendimiento en el proceso de grageado, se realiza el pesaje al final del proceso para determinar la cantidad de producto dañado durante el proceso o bien las unidades que fueron comprometidas debido a la rotación de los bombos de recubrimiento y choque entre ellas durante los procesos de grageado y aplicación de jarabes.

Tabla VIII. **Rendimiento del Módulo III**

Desperdicio	Rendimiento
Kg/Grageado	%
0,100	100,14
0,356	99,62

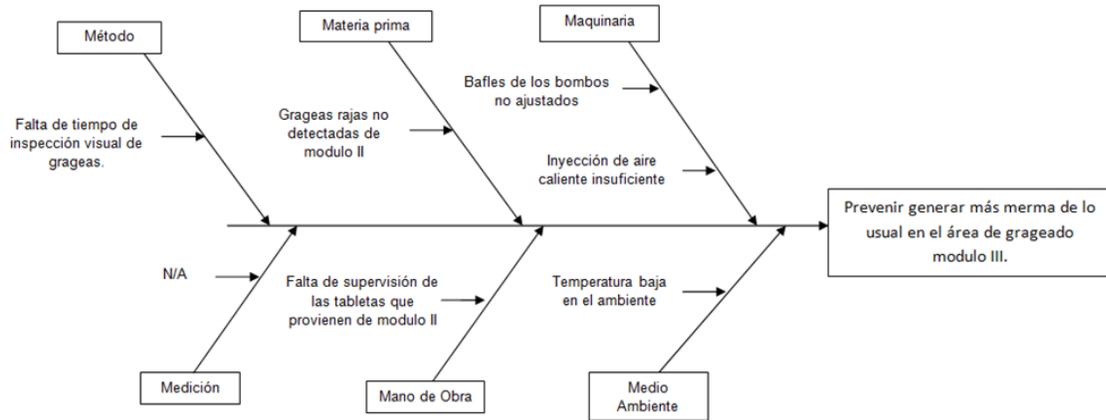
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

La principal decadencia del proceso se presenta cuando en el módulo II no se detectaron ni fueron separadas las grageas con grumos o incompletas, esto genera que durante la aplicación de recubrimiento estas grageas con defectos dañen o lastimen las demás grageas. Además, las condiciones ambientales pueden afectar el proceso de grageado del que depende este si la gragea se opaca o no toma el brillo necesario.

2.1.3.3. Diagrama de Ishikawa sobre las variaciones de merma en el módulo III

En el siguiente diagrama se muestra la posible casusa para prevenir la generación excesiva de merma en el área de grageado del módulo III. Aplicando la técnica de las 6M, analizando de diferentes perspectivas, las cuales son: maquinaria, método, materia prima, medición, mano de otra y medio ambiente. Para analizar las causas que generan estas variaciones involucrando los ambientes de los cuales se desenvuelven los procesos de fabricación.

Figura 14. Diagrama de Ishikawa del Módulo III



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

Tabla IX. Causas de variación en las cantidades de merma de los procesos de producción en el Módulo III

MAQUINA	MÉTODO	MATERIA PRIMA
- Baffles de los bombos no ajustados - Inyección de aire caliente insuficiente	-Falta de tiempo de secado.	- Grageas rajadas no detectadas de modulo II
MEDICIÓN	MANO DE OBRA	MEDIO AMBIENTE
- N/A	- Falta de supervisión de las tabletas que provienen de modulo II	-Temperatura baja en el ambiente.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

2.1.3.4. Recambios de aire para el Módulo III

A continuación, se muestra los recambios de las áreas críticas del módulo III esta área es clasificación D debe tener un mínimo de 10 CMM por hora ya sea en inyección o extracción.

Tabla X. Mediciones para recambios de aire en el Módulo III

Área	Mediciones					Suma	Promedio	Recambios CMM
	1	2	3	4	5			
Vestidor Inyección	1,22	2,43	3,65	3,65	2,43	13,38	2 676	31,54420432
	4,86	3,65	4,86	2,46	2,43	18,26	3 652	43,09911591
	3,65	4,86	3,65	2,43	3,65	18,24	3 648	43,00196464
Pasillo Inyección	7,5	6,4	13,78	6,77	12,34	46,79	9 358	28,97213622
	7,34	7,87	8,98	6,4	8,98	39,57	7 914	24,50154799
	11,82	6,77	11,82	7,87	7,5	45,78	9 156	28,34674923
Grageado Inyección	13,38	9,35	12,86	8,24	10,7	54,53	10,91	27,69035533
	13,9	13,38	8,24	8,98	7,5	52	10,40	26,39593909
	8,61	10,26	7,87	13,38	12,34	52,46	10,49	26,62463548
Grageado Extracción	22,96	22,33	24,55	23,28	24,87	117,99	23,60	59,89847716
	22,33	22,96	26,46	24,55	25,83	122,13	24,43	62,00507614
	21,69	22,64	24,55	23,6	25,83	118,31	23,66	60,05076142
Inyección Preparado De Jarabes	6,77	9,35	11,3	9,72	11,3	48,44	9,69	69,87980769
	7,13	8,61	7,5	9,72	7,13	40,09	8,02	57,83653846
	10,78	8,72	10,26	8,78	8,98	48,52	9,7	69,95192308
Inyección secado	5,29	5,29	4,86	5,66	5,29	26,39	5,28	25,84011351
	5,59	6,4	5,66	5,29	5,66	33,59	6,72	32,88743883
	6,40	4,86	5,29	5,66	5,29	27,5	5,5	26,91680261
Extracción Secado	11,04	10,72	10,06	8,75	3,33	73,9	8,78	42,96900489
	3,56	9,41	10,06	11,04	6,79	40,86	8,17	39,98368679
	3,56	9,73	10,72	9,41	4,72	38,14	7,63	37,34094517

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Observando los datos obtenidos las áreas críticas del módulo III cumplen con los CMM por la normativa, manteniendo los recambios necesarios para generar los diferenciales de presión adecuado entre las áreas y evitar cualquier tipo de contaminación entre áreas.

2.1.4. Módulo IV

En este módulo se fabrican tabletas, redondas u oblongas de las cuales algunas deben llevar recubrimiento, algunos productos pueden ser:

- Antigotoso, Antihiperuricémico
- Antiinflamatorio, antirreumático
- Calcio y Fósforo Vitaminado
- Antibacteriano

Para iniciar el proceso de fabricación se realiza la limpieza de todo el módulo incluyendo equipo y las áreas. Al tener el área aprobado por Control de Calidad se realiza una requisición de materia prima a la bodega la cual es entregada al módulo por medio de una esclusa para iniciar el proceso de preparado.

La preparación inicia cuando Control de Calidad aprueba que la materia prima este identificada y el módulo despejado, se mezcla las materias primas en la mezcladora donde el proceso lleva un tiempo de una hora, seguido de una inspección por parte de Control de Calidad verificando que se utilicen las porciones especificadas según Instrucciones de Fabricación y Registro de Proceso. Luego se coloca el granel obtenido en bandejas dentro del horno, con el objetivo de reducir el porcentaje de humedad presente en el granel, este proceso lleva un tiempo de 12 horas.

Una vez realizado el proceso de secado y obtener la humedad adecuada, se procede a granular el granel y obtener un granulo adecuado para su compresión, luego se envía al área de pesado.

Este módulo cuenta con dos áreas de tableteado, la diferencia entre estas dos áreas es la dimensión de la tableta que se va a fabricar ya sea de 6 mm, 9 mm o tableta oblonga y la velocidad de tabletas por hora que puede fabricar cada una de ellas.

En el área de tableteado se realiza el proceso de compresión, con el granel molido el proceso es autorizado por Control de Calidad y se verifica que se esté llevando a cabo correctamente cumpliendo con el proceso de tableteado y con el peso promedio de la tableta, acorde al producto que se esté tableteando. Una vez terminado el proceso de compresión se envía el granel al área de pesado, para continuar con el proceso de recubrimiento film, si lo requiere.

En el proceso de Recubrimiento Film se agrega una capa de sellado y color a las tabletas para dar una apariencia llamativa y sabor uniforme, una vez terminado el proceso de recubrimiento se envía al área de pesado, para posteriormente enviarlo a la bodega de gráneles y cuantificar la merma, donde son llenados los formatos de control de merma y anotaciones en las Fabricación y Registro de Proceso.

- Diagnóstico de la situación actual del módulo IV

El módulo IV es uno de los que cuenta con más espacio en el laboratorio y con opción a realizar más proceso, los equipos que se encuentran en este son similares al módulo II por lo que la merma se genera en los mismos equipos, pero

las materias primas son distintas y se comportan diferente ya que algunas pueden llegar a ser más compactas que otras.

Se observa que durante el proceso de fabricación y tableteado es donde se genera la merma del producto y el tiempo de tableteado puede ser variable entre los límites establecidos. Según como se comporte la materia prima en la compresión, algunas veces se tabletea a una velocidad de 18 rev/min y otras a 30 rev/min esto lo determina el comportamiento de la tableta al inspeccionar aspectos de bordes, si se encuentra con orificios o no tiene el peso adecuado.

En el proceso de recubrimiento es uno de los más delicados debido a que un lote de 80 000 tabletas se divide en 4 partes iguales para no exceder la capacidad del bombo de recubrimiento. Se inicia aplicando a 20 000 tabletas una capa selladora de color transparente a velocidad constante. Luego de 1 hora se agrega otro recubrimiento de color, inyectado calor y velocidad de esprayado.

El fin de recubrimiento es proteger el principio activo de la luz, además de proporcionarle un color y sabor agradable. En la siguiente imagen se observa que es una capa fina de recubrimiento, en donde generalmente las tabletas ganan un peso entre 1 % a 3 %.

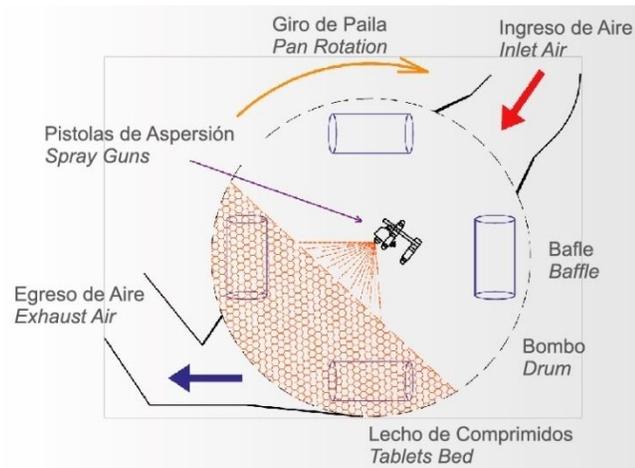
Figura 15. **Recubrimiento de tabletas**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2019.

En la siguiente imagen se observan los componentes que contiene un bombo de recubrimiento.

Figura 16. **Bombo de recubrimiento**



Fuente: Comasa. *Bombo de recubrimiento*. <http://www.comasa-sa.com/prod/paila-de-recubrimiento/>. Consulta: 16 de marzo de 2021.

Para comenzar el diagnóstico del módulo IV se realiza un levantamiento de información por medio de un formato, el cual pretende obtener información sobre el preparado y recubrimiento de tableas. Se presenta el formato de diagnóstico utilizado para la identificación de la situación actual del módulo IV.

Figura 17. Formato para diagnóstico inicial en el Módulo IV

Cuantificación De Merma Solidos	
Encargado: ENCARGADO DE LÍNEA 1	Fecha: _____
Modulo: ___ IV	
Nombre Del Producto: _A	
PREPARADO	
Lote: _____ 2	Vence: _____
Fecha Inicio: _____ 9-mar	Fecha Final: _____ 11-mar
Peso Total Neto: _____	15 Kg
Desperdicio De Producto: _____	0,125 Kg 0,001363636 %
<u>TABLETEADO O ENCAPSULADO</u>	
Desperdicio polvo: _____	0,014 %
Desperdicio de cap. vacía _____	0,05 %
Fecha Inicio: _____	Fecha Final: _____
<u>RECUBRIMIENTO</u>	
Peso de granel laqueado o recubrimiento :	42 g
Desperdicio: _____	0,028 Kg
Fecha Inicio: _____	Fecha Final: _____
<u>GRAGEADO</u>	
Peso de granel: _____	
Desperdicio de grageas: _____	
Fecha Inicio: _____ Fecha Final: _____	
<p>Observaciones: En este módulo se observa la participación de todos los operarios con el equipo de protección personal adecuado y limpio. La cuantificación de merma es realizada de forma correcta. La fabricación de las tableas de este módulo se realiza siguiendo estrictamente las instrucciones de fabricación de forma similar al módulo II y es monitoreado a lo largo del proceso por control de calidad. El proceso de recubrimiento es delicado debido a la cantidad de tabletas por corrida de producción. El recubrimiento de la tableta se realiza adecuadamente.</p>	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

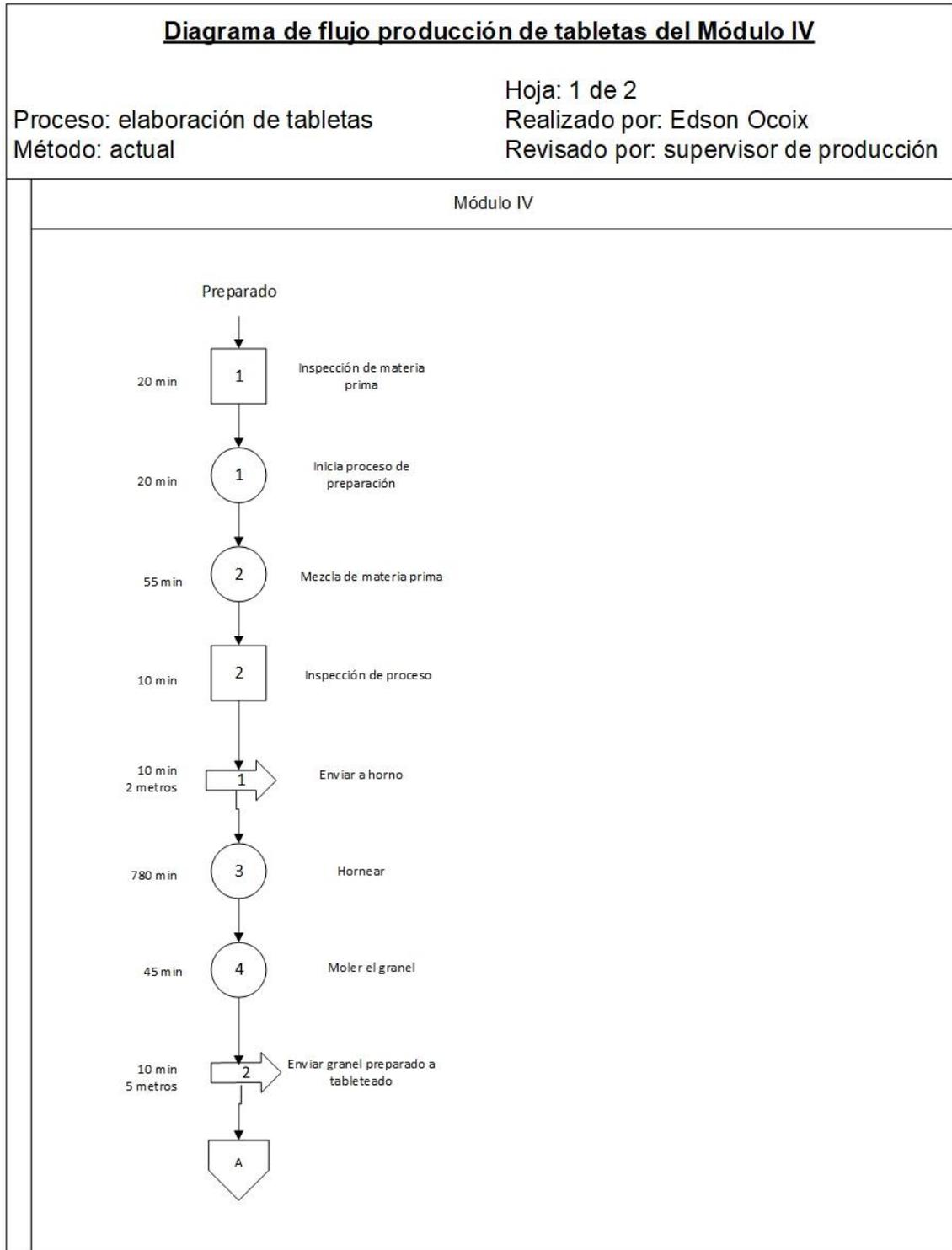
En este módulo se observa la participación de todos los operarios con el equipo de protección personal adecuado y limpio. La cuantificación de merma es realizada de forma correcta. La fabricación de las tabletas de este módulo se realiza siguiendo estrictamente las instrucciones de fabricación de forma similar al módulo II y es monitoreado a lo largo del proceso por control de calidad. El proceso de recubrimiento es delicado debido a la cantidad de tabletas por corrida de producción. El recubrimiento de la tableta se realiza de forma correcta.

2.1.4.1. Diagrama de flujo sobre el proceso de fabricación general del módulo.

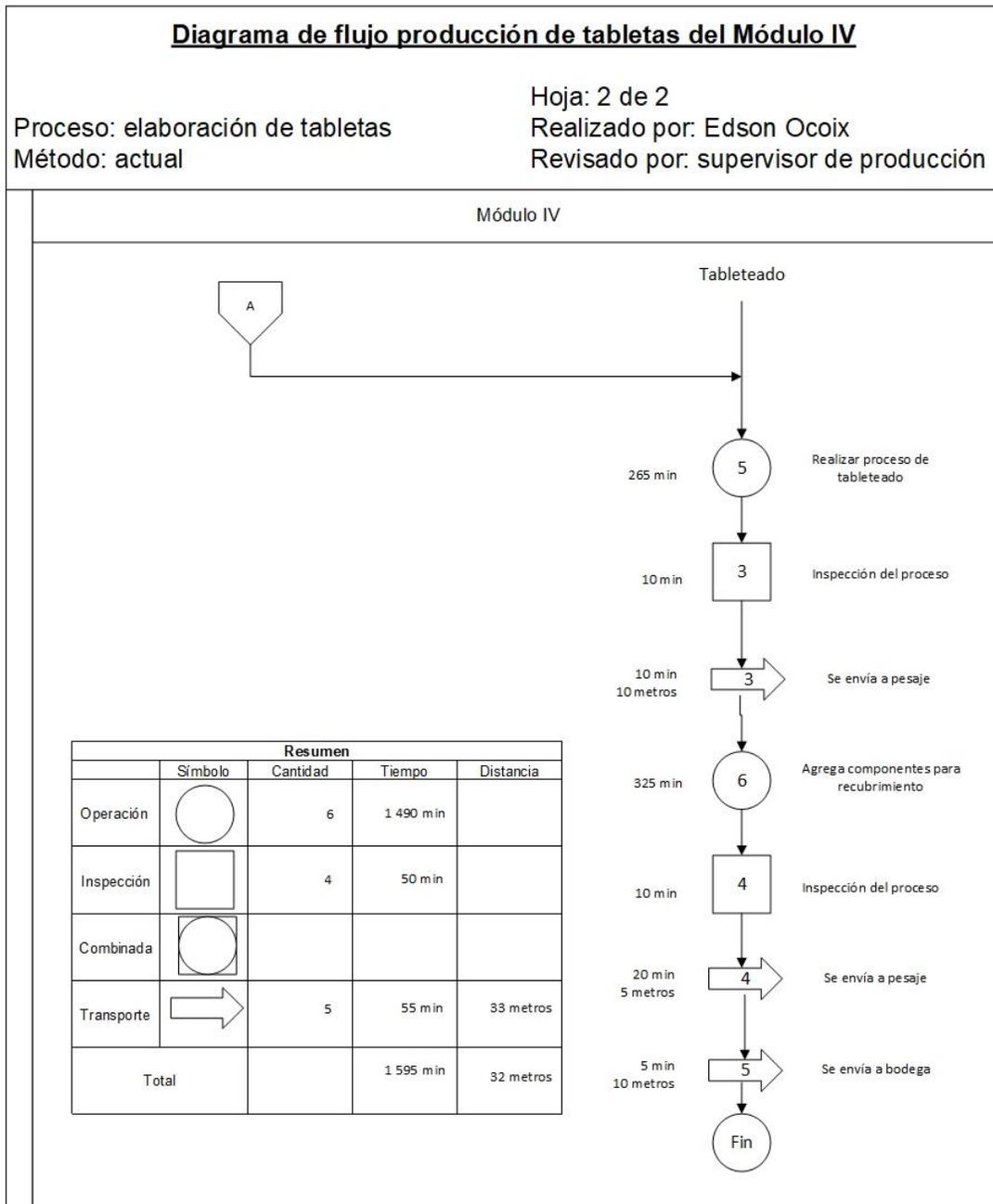
El diagrama de flujo para el proceso de fabricación en el módulo IV, presenta de forma gráfica las operaciones que se llevan a cabo dentro del área, además de los tiempos para cada actividad.

A continuación, se describe por medio de un diagrama de flujo el proceso de Preparado, Tableteado y Recubrimiento Film en el módulo IV.

Figura 18. Diagrama de flujo del proceso de tableteado en Módulo IV



Continuación de la figura 18.



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

Luego de realizado el diagrama de flujo para la producción de tabletas que se realiza en el módulo IV, se observa que este consta de 6 operaciones, 4 inspecciones y 5 transporte para un tiempo total de 1 595 minutos y un recorrido a lo largo del módulo de 32 metros. Este proceso es llevado a cabo bajo las instrucciones de fabricación determinadas por el laboratorio y la cuantificación e merma es realizada fuera del proceso como apoyo a la planificación de producción y evitar con esto alargar los tiempos de proceso.

2.1.4.2. Toma de rendimiento, desperdicio y desintegración de tableta

La definición del cálculo que se realiza para la obtención del porcentaje de rendimiento se describe a detalle en el inciso 2.4.1 sobre la cuantificación de cantidad de merma por cada módulo de fabricación. El módulo de fabricación de tableta toma el rendimiento de su proceso en función de la variación en los pesos de las materias primas utilizadas y las tabletas obtenidas, durante de fabricación, tableteado y recubrimiento se genera merma pérdida de materia prima o tableta dañada. El desperdicio obtenido es comparado con la materia prima recibida de bodega, para obtener el rendimiento general del proceso.

Tabla XI. **Rendimiento del Módulo IV**

Desperdicio	Rendimiento
Kg/Grageado	%
12,71	99,15

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

La problemática que genera una tableta con una dureza baja es que, durante el proceso de recubrimiento, durante la rotación se comienzan a deshacer debido a la fricción entre ellas, en la siguiente imagen se observan los defectos que puede suceder.

Figura 19. **Defectos en el proceso de recubrimiento**

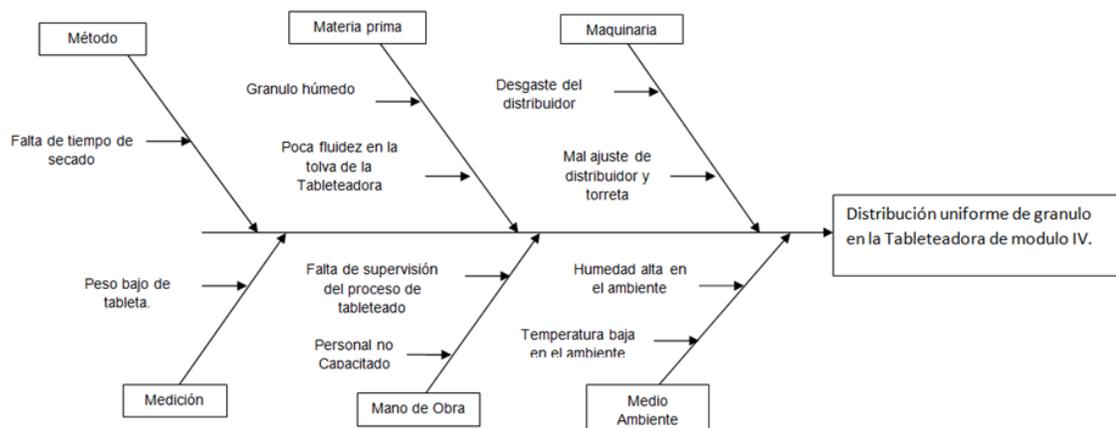


Fuente: Barraquillo, Mónica. *Tecnología Farmacéutica de Medicamentos Sólidos*.
http://farmacotecnia1solidos.blogspot.com/p/medicamentos-en-forma-farmaceutica_9597.html.
Consulta: 16 de marzo de 2021.

2.1.4.3. Diagrama de Ishikawa sobre las variaciones de merma en el Módulo IV

En el siguiente diagrama se muestra la posible casusa para lograr una distribución uniforme de granulo en la tableteadora de módulo IV. Aplicando la técnica de las 6M, analizando de diferentes perspectivas, las cuales son: maquinaria, método, materia prima, medición, mano de otra y medio ambiente. Para analizar las causas que generan estas variaciones involucrando los ambientes de los cuales se desenvuelven los procesos de fabricación.

Figura 20. Diagrama de Ishikawa del Módulo IV



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

Tabla XII. Causas de variación en las cantidades de merma de los procesos de producción en el Módulo IV

MAQUINA	MÉTODO	MATERIA PRIMA
-Desgaste del distribuidor. -Mal ajuste de distribuidor y torreta.	-Falta de tiempo de secado.	- Granulo húmedo. - Poca fluidez en la tolva de la Tableteadora.
MEDICIÓN	MANO DE OBRA	MEDIO AMBIENTE
- Peso bajo de tableta.	- Falta de supervisión del proceso de tableteado. - Personal no Capacitado.	- Humedad alta en el ambiente - Temperatura baja en el ambiente.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

2.1.4.4. Recambios de aire para el Módulo IV

A continuación, se muestra los recambios de las áreas críticas del módulo IV esta área es clasificación D debe tener un mínimo de 10 CMM por hora ya sea en inyección o extracción.

Tabla XIII. Mediciones para recambios de aire en el Módulo IV

Área	Mediciones					Suma	Promedio	Recambios CMM
	1	2	3	4	5			
Preparado Inyección	7,5	8,24	6,4	8,24	6,03	36,41	8,02	13,63172805
	9,72	8,61	7,87	8,24	5,66	40,1	8,02	13,63172805
	6,4	8,61	8,98	7,5	8,61	40,1	8,02	13,63172805
Preparado Extracción	21,17	19,57	31,67	29,6	30,12	132,13	26,43	44,92351275
	19,04	19,57	20,1	31,15	28,57	118,43	23,69	40,26628895
	17,97	29,08	29,09	24,9	19,04	12,08	24,01	40,8101983
Tableteado I Inyección	8,61	7,5	8,98	6,03	7,5	38,12	7,62	24,83432917
	7,87	7,87	8,24	7,87	6,03	37,88	7,58	24,70396524
	7,87	7,5	8,61	6,03	7,13	37,14	7,43	24,21510049
Tableteado I Extracción	12,93	12,6	13,6	13,26	17,57	69,96	13,99	45,59478544
	17,9	17,57	13,26	12,93	17,25	78,91	15,78	51,42857143
	17,57	12,26	13,26	17,9	12,6	73,59	14,72	47,97392721
Tableteado II Inyección	11,3	11,3	10,78	12,86	15,98	62,22	12,44	15,59560171
	13,9	13,72	10,26	13,38	12,34	63,6	12,72	46,62186927
	11,82	13,61	13,9	12,34	11,3	62,97	12,59	16,1453879
Tableteado II Extracción	13,34	7,11	5,89	13,32	14,32	53,98	10,8	39,58460599
	10,32	6,79	14,32	15,64	13,38	60,45	12,09	44,31276726
	14,32	10,06	13,66	14,32	12,68	65,04	13,01	47,68478925
Recubrimiento Film Inyección	14,42	14,42	12,86	11,3	15,98	68,98	12,8	42,24489796
	13,38	11,82	11,82	10,26	12,34	59,62	11,92	36,48979592
	15,56	12,86	12,34	12,34	11,3	64,3	12,86	39,36734694
Recubrimiento Film Extracción	24,3	25,96	28,89	28,38	26,87	133,8	26,76	81,91836735
	24,3	53,62	27,88	29,39	24,84	130,03	26,	19,59183673
	28,89	29,39	26,87	24,3	27,88	139,33	27,87	85,31632653

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Observando los datos obtenidos las áreas críticas del módulo IV cumplen con los CMM por la normativa, manteniendo los recambios necesarios para generar los diferenciales de presión adecuado entre las áreas y evitar cualquier tipo de contaminación entre áreas.

2.1.5. Módulo V

El módulo IV es el área más pequeña de sólidos la cual en este módulo únicamente se envasan dos productos y se llenan sobres, productos que fueron fabricados en el módulo IV o II al estar listo para su empaque primario. Para el llenado de sobres el proceso se inicia con la limpieza de todo el módulo incluyendo equipo y áreas, al tener el área aprobado por Control de Calidad se configura la máquina de sobres y se inicia el proceso de llenado de sobres semiautomático. Para el llenado de frascos el proceso es similar únicamente este utiliza la llenadora de grageas.

- Diagnóstico de la situación actual del módulo V

El llenado de sobres es el proceso más común realizado en el área, con una llenadora semiautomática que permite sellar y cortar los sobres con una velocidad de 40 sobres/min. El proceso lleva un total de 6 a 8 horas, donde se observa que es necesario configurar la máquina para el tamaño de sobre y tipo de papel a utilizar. Durante el proceso de llenado Control de calidad ingresa al área para dar el visto bueno del proceso. Es un proceso largo en donde debido a la configuración inicial se genera merma de papel y de no ser reconfigurada se presenta caída de polvo y tiende a generar más desperdicio de lo habitual.

Para realizar el diagnóstico de la situación actual se presenta un formato por medio del cual se identificarán parámetros sobre el llenado de sobres en el módulo.

Figura 21. **Formato para diagnóstico inicial en el Módulo V**

Parametros De Llenado De Sobres	
Realizado Por: _____	Fecha: _____
Producto: _____	
No. De Lote: 125	
Temperatura Vertical: 40 grados	
Temperatura Horizontal 30 grados	
Velocidad: 40 sobres /min	
Presiones	
 _____	 _____
 _____	 _____
Observaciones: En este proceso de producción se observa la participación de control de calidad para validar el proceso. El desperdicio es generado en la configuración de la maquinaria y debido a la velocidad de sellado se generan sobres vacíos.	

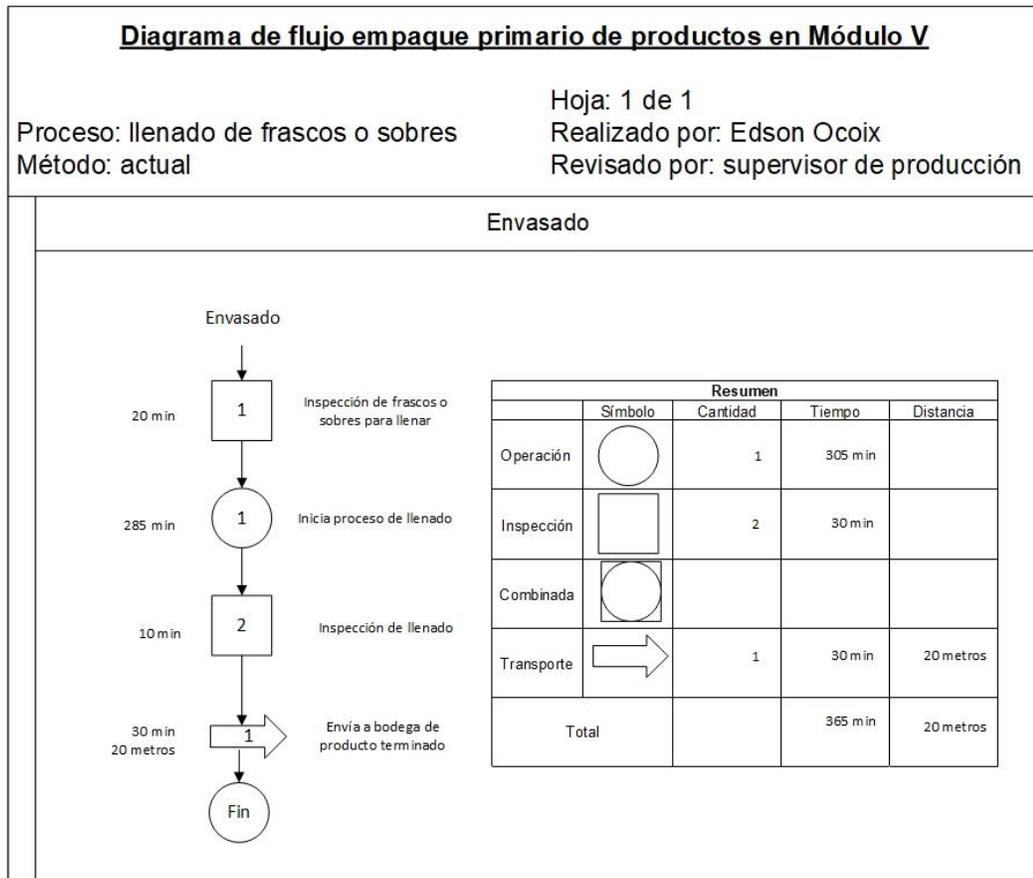
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

En este proceso de producción se observa la participación de control de calidad para validar el proceso. El desperdicio es generado en la configuración de la maquinaria y debido a la velocidad de sellado se generan sobres vacíos con el formato propuesto ayudara ver los ajustes de lotes anteriores con los que se trabajaron si la máquina tuviera algunos cambios de piezas.

2.1.5.1. Diagrama de flujo sobre el proceso de envasado primario general del módulo

El diagrama de flujo del proceso de envasado primario se muestra a continuación, el cual incluye las operaciones del envasado primario, además de los tiempos para cada una de estas.

Figura 22. Diagrama de flujo de envasado primario en Módulo V



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

En el módulo V se realiza el empaque primario ya sea en frascos o sobres, para este proceso es necesario realizar 1 operación, 2 inspecciones y 1 transporte para un tiempo total 365 minutos y un recorrido de 20 metros. Según el producto que se empaque será la utilización de materias primas, pueden ser frascos o sobres y la cuantificación de merma está relacionado con la cantidad de materia utilizada para el empaque de un lote de producción.

2.1.5.2. Toma de rendimiento, desperdicio

La definición del cálculo que se realiza para la obtención del porcentaje de rendimiento se describe a detalle en el inciso 2.4.1 sobre la cuantificación de cantidad de merma por cada módulo de fabricación. El rendimiento de este proceso es calculado respecto a la cantidad de desperdicio del material de los sobres o frascos utilizados para empacar. Estos sobrantes son pesados y monitoreados para llevar el control del rendimiento del proceso y evaluar según el granel se recibió al inicio del proceso.

Tabla XIV. **Rendimiento del Módulo V**

Desperdicio		Rendimiento
Kg	%	%
0,087	0,14	98,09

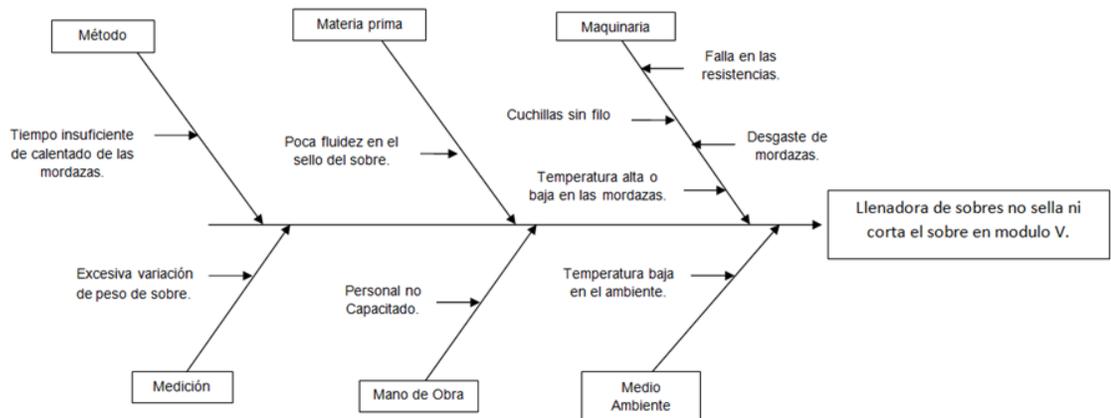
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Las principales deficiencias en este módulo son las variaciones que pueden suceder a lo largo del proceso debido a que la máquina puede dejar de sellar el sobre por una baja temperatura o al ocurrir variaciones del largo del papel que provocan que el codificado de los lotes y vencimiento se desplace hacia delante o atrás.

2.1.5.3. Diagrama de Ishikawa sobre las variaciones de merma en el Módulo V

En el siguiente diagrama se muestra la posible causa por la que la máquina llenadora de sobres no realiza el sello ni corta correctamente en el sobre. Aplicando la técnica de las 6M, analizando de diferentes perspectivas, las cuales son: maquinaria, método, materia prima, medición, mano de obra y medio ambiente. Para analizar las causas que generan estas variaciones involucrando los ambientes de los cuales se desenvuelven los procesos de fabricación.

Figura 23. Diagrama de Ishikawa del Módulo V



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

Tabla XV. **Causas de variación en las cantidades de merma de los procesos de producción en el Módulo V**

MAQUINA	MÉTODO	MATERIA PRIMA
-Falla en las resistencias. -Cuchillas sin filo. -Desgaste de mordazas. -Temperatura alta o baja en las mordazas.	- Tiempo insuficiente de calentado de las mordazas.	- Poca fluidez en el sello del sobre.
MEDICIÓN	MANO DE OBRA	MEDIO AMBIENTE
- Excesiva variación de peso de sobre.	-Personal no Capacitado.	-Temperatura baja en el ambiente.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

2.1.5.4. Recambios de aire para el Módulo V

A continuación, se muestra los recambios de las áreas críticas del módulo V esta área es clasificación D debe tener un mínimo de 10 CMM por hora ya sea en inyección o extracción.

Tabla XVI. **Mediciones para recambios de aire en el Módulo V**

Área	Mediciones					Suma	Promedio	Recambios CMM
	1	2	3	4	5			
Llenado de sobres de Inyección	20,16	23,47	21,93	23,41	21,93	110,4	22,08	73,39612188
	23,47	23,47	20,16	20,16	23,41	110,67	22,13	73,56232687
	20,16	20,16	20,16	23,47	26,53	110,48	22,1	73,46260388
Llenado se Sobres Extracción	19,57	20,64	10,1	15,31	16,37	91,99	18,4	61,1634349
	14,24	16,37	19,57	19,04	20,1	89,32	17,86	59,36842105
	19,04	15,84	16,37	15,84	21,17	88,26	17,65	58,67036011
Vestidor Inyección	7,13	5,66	5,66	7,5	7,13	33,08	6,62	58,70017544
	8,24	7,5	6,03	5,66	6,71	34,14	6,83	59,9122807
	7,87	8,24	8,61	6,03	6,03	36,78	7,36	64,56140351

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Observando los datos obtenidos las áreas críticas del módulo V cumplen con los CMM por la normativa, manteniendo los recambios necesarios para generar los diferenciales de presión adecuado entre las áreas y evitar cualquier tipo de contaminación entre áreas.

2.2. Diagnóstico sobre el proceso de empaque primario de Blíster

El empaque primario para las grageas, tabletas o cápsulas se realiza por medio de blíster I o II, para el proceso de blistado se necesita aluminio grado farmacéutico y policloruro de vinilo (PVC) los cuales se ajusta la blistera con el tamaño de la tableta o capsula para realizar el proceso de formado en el plástico, así mismo se ajusta el aluminio para que concuerde con el PVC para que pueda ser sellados entre sí.

2.2.1. Blíster I

Inicia con la limpieza de todo el módulo incluyendo equipo y áreas, al tener el área aprobado por Control de Calidad, se realiza el pedido de papel aluminio y policloruro de vinilo (PVC), hacia la bodega de material de empaque luego de tener el empaque primario, se realiza el pedido tabletas o capsulas al área de sólidos, donde el producto ya se encuentra en la bodega de gráneles. El área específica de Blíster I tiene una capacidad de blistear 30 000 tabletas, grageas o capsulas por hora, capaz de blistear hasta 250 000 tabletas al día.

- Diagnóstico de la situación actual de Blíster I

Al realizar ajustes a la máquina para blistear se genera la mayor cantidad de merma de esta área. Para establecer los ajustes de la máquina según el criterio del operario, esta debe estar en funcionamiento generando blísters vacíos. El ajuste puede durar desde 30 minutos hasta una hora. Dependiendo el formato que se va a trabajar, el cual puede ser en presentación de 4 tabletas o 10 tabletas. El tiempo del proceso de blisteadado es de 4 a 5 horas, sin embargo, si el equipo presenta un comportamiento inusual o se realizar un cambio de bobina ya sea de plástico o aluminio se aumenta el tiempo y la merma.

Al finalizar el proceso se pesa la cantidad de blíster vacíos, bobina de aluminio y PVC y se cuantifica la merma que se generó en el proceso. Actualmente no se tiene un formato actualizado donde se anota la merma que se generó de Aluminio y PVC, tableta dañada, blíster vacíos o ciclos de la máquina. Para el diagnóstico de esta área se utiliza el siguiente formato:

Figura 24. **Formato para diagnóstico inicial en Blíster I**

Cuantificación De Merma Blíster	
Nombre Responsable: Supervisor de área	Fecha: 02/06/2020
Blíster:	I
Cod. De Producto:	A-258-48
Producto:	Cápsula
Fecha:	02/06/2020
No. De lote:	120
Vence:	03/23
Peso De Granel:	64 Kg.
No. De Blíster Vacios:	26
Orilla de blíster:	0.260 Kg.
Desperdicio de PVC	0.349 Kg
Desperdicio de aluminio	0.285 Kg
Desperdicio de tableta o capsula	0.142 Kg
Cantidad producida	118,326
Observaciones: El proceso de blistado se realizo con la configuración de la Blisteadora acorde al producto, durante su proceso no necesito ajustes da la misma por lo que le proceso fue continuo.	

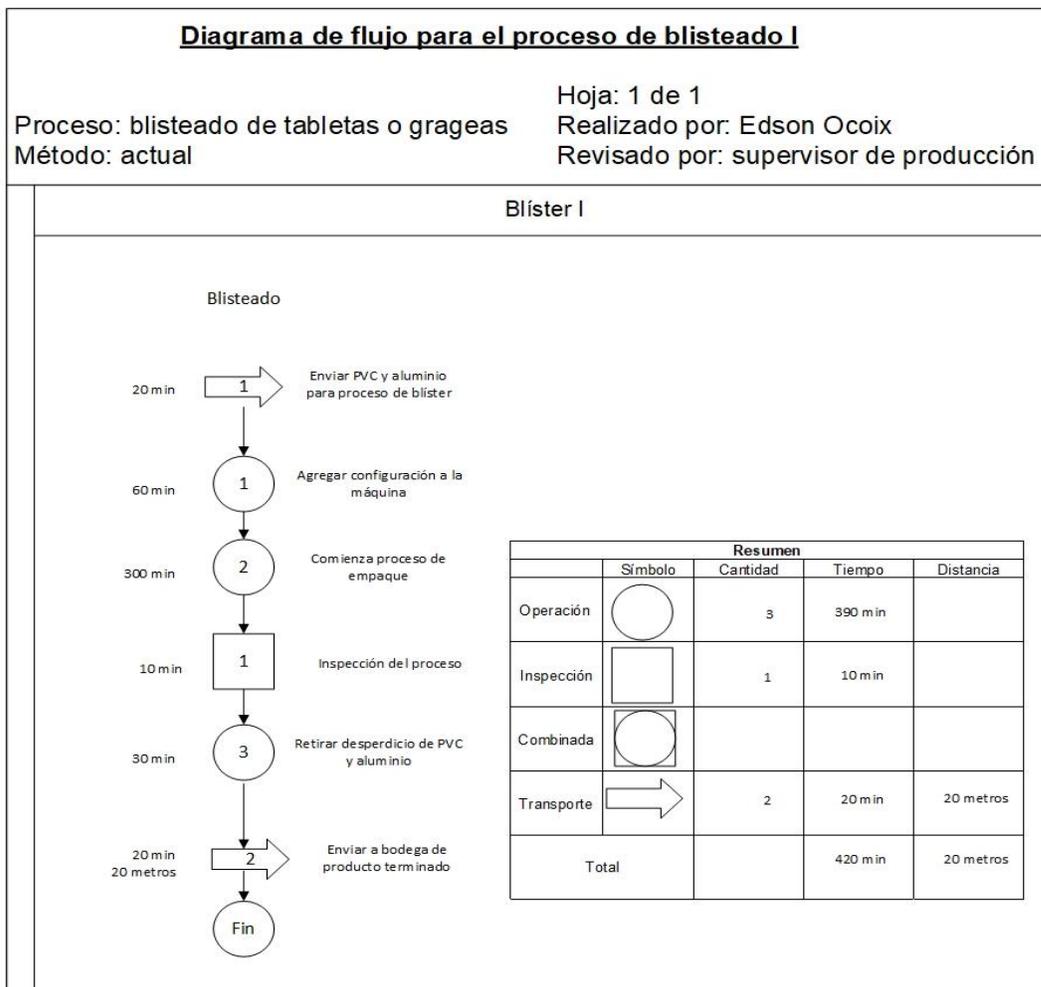
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

En esta área se realiza el empaque por medio de una Blisteadora según especificaciones para cada producto, durante este proceso es necesario realizar ajustes a la configuración de la máquina para evitar reproceso y mermas.

2.2.1.1. Diagrama de flujo sobre el proceso general de blíster I

El diagrama de flujo muestra el proceso de blistear las tabletas o grageas gráficamente, en el cual se muestra también el tiempo para realizar cada una.

Figura 25. Diagrama de flujo sobre el proceso de Blíster I



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

En el área de Blíster I se realiza el empaque de tabletas y grageas por medio de una blísteadora realizando 3 operaciones, 1 inspección y 2 transporte para un tiempo total del proceso de 420 minutos y un recorrido dentro del área de 20 metros. La toma de rendimiento se realiza según la cantidad de materia prima utilizada por cada lote de producción, los cálculos para esta se describen posteriormente en el inciso 2.4.1.

2.2.1.2. Toma de rendimiento en Blíster I

La definición del cálculo que se realiza para la obtención del porcentaje de rendimiento se describe a detalle en el inciso 2.7 sobre la evaluación a los métodos de cálculo de rendimiento de los procesos. En esta área se toma el rendimiento respecto a la cantidad de desperdicio de PVC y aluminio que desecha la maquinaria que realiza el proceso de empaque de grageas y tabletas.

Tabla XVII. Rendimiento de Blíster I

PVC		Aluminio		
Kg	%	Kg	%	Rendimiento
1,89	6,1	0,47	7,6	99,86%

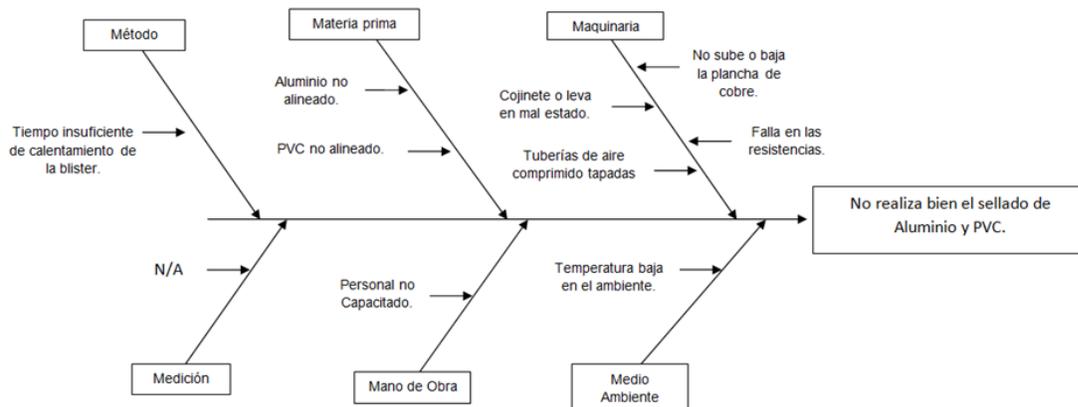
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Actualmente, no se cuenta con un formato actualizado donde se anotar la merma que se generó de Aluminio y PVC, tableta dañada o blíster vacíos o ciclos de la máquina.

2.2.1.3. Diagrama de Ishikawa sobre las variaciones de merma en Blíster I

En el siguiente diagrama se muestra la posible causa que la blísteadora no realice bien el sellado de aluminio y PVC. Aplicando la técnica de las 6M, analizando de diferentes perspectivas, las cuales son: maquinaria, método, materia prima, medición, mano de obra y medio ambiente. Para analizar las causas que generan estas variaciones involucrando los ambientes de los cuales se desenvuelven los procesos de fabricación.

Figura 26. Diagrama de Ishikawa Blíster I



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

Tabla XVIII. **Causas de variación en las cantidades de merma de los procesos de producción en Blíster I**

MAQUINA	MÉTODO	MATERIA PRIMA
- No sube o baja la plancha de cobre. - Falla en las resistencias. - Cojinete o leva en mal estado. - Tuberías de aire comprimido tapadas	- Tiempo insuficiente de calentamiento de la blister.	- Aluminio no alineado. - PVC no alineado.
MEDICIÓN	MANO DE OBRA	MEDIO AMBIENTE
- N/A	- Personal no Capacitado.	- Temperatura baja en el ambiente.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

2.2.1.4. Recambios de aire para Blíster I

A continuación, se muestra los recambios de las áreas críticas de blíster I esta área es clasificación D debe tener un mínimo de 10 CMM por hora ya sea en inyección o extracción.

Tabla XIX. **Mediciones para recambios de aire en Blíster I**

Área	Mediciones					Suma	Promedio	Recambios CMM
	1	2	3	4	5			
Blíster I Inyección I	21,93	23,47	21,93	20,16	25	112,49	22 498	28,47
	21,93	28,06	20,16	25	23,47	118,62	23 724	30,02
	20,16	20,16	20,16	28,06	20,16	108,7	21,74	27,51
Blísters I Inyección II	10,06	15,12	21,93	20,16	23,47	90,74	18 148	22,96
	15,12	21,97	25	23,47	15,12	100,68	20 136	25,48
	10,08	23,47	21,93	20,16	23,47	99,11	19 822	25,08

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Observando los datos obtenidos las áreas críticas en blíster I cumplen con los CMM por la normativa, manteniendo los recambios necesarios para generar los diferenciales de presión adecuado entre las áreas y evitar cualquier tipo de contaminación entre áreas.

2.2.2. Blíster II

En el área de blíster II también se realiza el empaque primario de tableas, grageas o capsulas. Para iniciar con el proceso se llevan los mismos lineamientos que blíster I. En esta área se blístean productos de mayor volumen que blíster I, siendo productos de 200 000 hasta 250 000 unidades. La principal diferencia entre estas áreas radica en el volumen de productos que son capaces de procesar, sin embargo, si se presenta la necesidad de usar la máquina del área de blíster I se puede realizar sin ningún inconveniente ya que ambas están dotadas con las mismas herramientas y equipo.

- Diagnóstico de la situación actual de Blíster II

Blíster II se comporta muy similar a blíster I por lo que la merma generada es por ajustes o inconvenientes del equipo, únicamente por tener procesos más largos se tiene una mayor cantidad de la misma y actualmente no se tiene un formato actualizado donde se anota la merma cuanto de ser genero de Aluminio y PVC, tableta dañada o blíster vacíos o ciclos de la máquina. Para este diagnóstico se utiliza el siguiente formato:

Figura 27. **Formato para diagnóstico inicial en Blíster II**

Cuantificación De Merma Blíster	
Nombre Responsable: Supervisor de área	Fecha: 09/10/2020
Blíster:	II
Cod. De Producto:	C-125-20
Producto:	Gragea
Fecha:	09/10/2020
No. De lote:	70
Vence:	10/23
Peso De Granel:	89 Kg.
No. De Blíster Vacios:	37
Orilla de blíster:	0.460 Kg.
Desperdicio de PVC	0.583 Kg
Desperdicio de aluminio	0.369 Kg
Desperdicio de tableta o capsula	0.236 Kg
Cantidad producida	248,687 U.
Observaciones:	El proceso de blistado se realizo con la configuración de la Blisteadora acorde al producto, durante su proceso no necesito ajustes da la misma por lo que le proceso fue continuo.

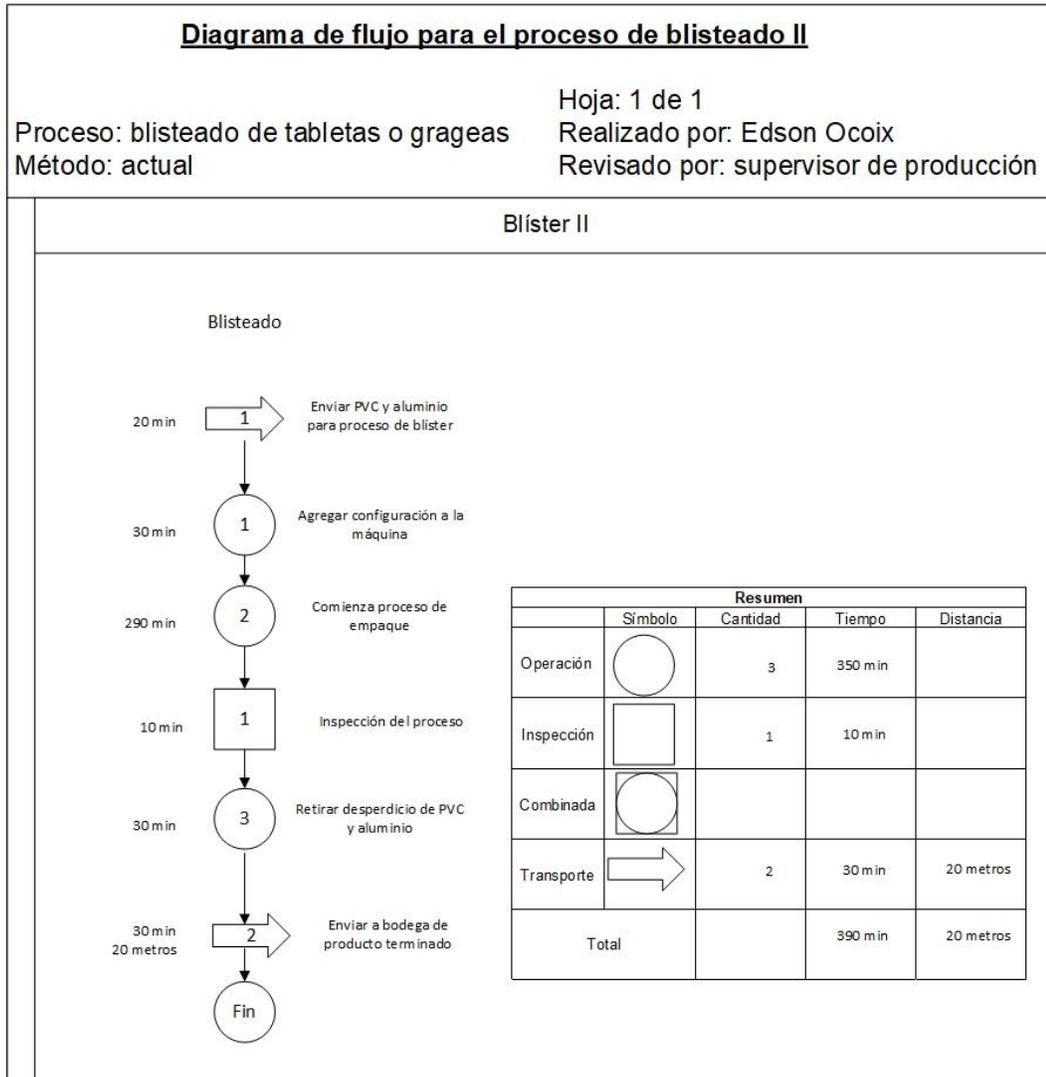
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

El proceso del área se comporta de forma similar a Blíster I. Este proceso necesita de PVC y aluminio para realizarse, este producto se obtiene de la bodega de materia prima. La máquina es configurada cada 30 minutos. Control de calidad realiza un conteo de la cantidad de desperdicio en material y blísters vacíos que fueron realizados. No se cuenta con un formato para identificar la cantidad de merma de aluminio, PVC, tableta dañada, blísters vacíos o ciclos de la máquina.

2.2.2.1. Diagrama de flujo sobre el proceso general de blíster II

A continuación, se muestra el diagrama de flujo sobre el proceso de blíster II donde se representan de forma gráfica las actividades del proceso y el tiempo para realizar cada una.

Figura 28. Diagrama de flujo sobre el proceso de Blíster II



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

El proceso en esta área se realiza de forma similar a Blíster I ya que cuenta con 3 operaciones, 1 inspección y 2 transportes para un tiempo total de 390 minutos y 20 metros de recorrido en el área. La toma de rendimiento se

realiza para la cantidad de PVC y aluminio utilizado en la corrida de producción y es cuantificado por lote trabajado.

2.2.2.2. Toma de rendimiento, desperdicio

La definición del cálculo que se realiza para la obtención del porcentaje de rendimiento se describe a detalle en el inciso 2.7 sobre la evaluación a los métodos de cálculo de rendimiento de los procesos. El rendimiento al igual que el área de blíster I es tomado respecto a la cantidad de PVC y aluminio que desecha la máquina que realiza el empaque primario.

Tabla XX. **Rendimiento de Blíster II**

PVC		Aluminio		
Kg	%	Kg	%	Rendimiento
3,83	8,5	0,13	1,5	99,89 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

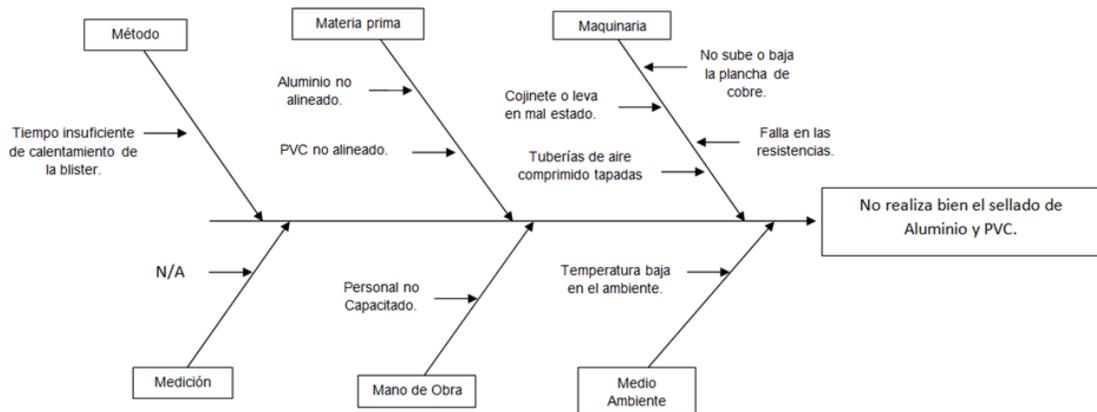
Actualmente, no se tiene un formato actualizado donde se anota la merma que se generó de Aluminio y PVC, tableta dañada o blíster vacíos o ciclos de la máquina.

2.2.2.3. Diagrama de Ishikawa sobre las variaciones de merma en Blíster II

En el siguiente diagrama se muestra la posible causa que la blísteadora no realice bien el sellado de aluminio y PVC. Aplicando la técnica de las 6M, analizando de diferentes perspectivas, las cuales son: maquinaria, método, materia prima, medición, mano de otra y medio ambiente. Para analizar las

causas que generan estas variaciones involucrando los ambientes de los cuales se desenvuelven los procesos de fabricación.

Figura 29. Diagrama de Ishikawa Blíster II



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

Tabla XXI. Causas de variación en las cantidades de merma de los procesos de producción en Blíster II

MAQUINA	MÉTODO	MATERIA PRIMA
- No sube o baja la plancha de cobre. - Falla en las resistencias. -Cojinete o leva en mal estado. -Tuberías de aire comprimido tapadas	- Tiempo insuficiente de calentamiento de la blister.	- Aluminio no alineado. -PVC no alineado.
MEDICIÓN	MANO DE OBRA	MEDIO AMBIENTE
- N/A	-Personal no Capacitado.	-Temperatura baja en el ambiente.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

2.2.2.4. Recambios de aire para Blíster II

A continuación, se muestra los recambios de las áreas críticas de blíster II esta área es clasificación D debe tener un mínimo de 10 CMM por hora ya sea en inyección o extracción.

Tabla XXII. Mediciones para recambios de aire en Blíster II

Área	Mediciones					Suma	Promedio	Recambios CMM
	1	2	3	4	5			
Blíster II Inyección I	23,47	10,08	15,12	26,53	21,93	97,13	19,42	37,31
	20,16	15,12	15,12	29,59	23,57	103,46	20,69	39,74
	23,47	29,59	10,08	28,06	25	166,2	23,24	44,63
					0			
Blíster II Inyección II	20,16	21,93	26,83	26,53	20,16	115,61	23 062	44,29
	28,06	21,93	20,16	20,16	15,12	105,43	21,08	40,49
	21,93	23,47	21,93	23,47	20,16	110,96	22,19	42,62

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Observando los datos obtenidos las áreas críticas en blíster II cumplen con los CMM por la normativa, manteniendo los recambios necesarios para generar los diferenciales de presión adecuado entre las áreas y evitar cualquier tipo de contaminación entre áreas.

2.3. Propuesta de mejora en las áreas de producción del laboratorio

Luego de realizado el diagnóstico de cada uno de los módulos de fabricación y áreas de blíster del laboratorio, se genera una propuesta de mejora tomando como base las necesidades específicas de cada uno. Estas propuestas considerar adiciones en equipo o cambios en la documentación actual.

2.3.1. Propuesta de mejora para el Módulo I

Luego de realizado el diagnóstico sobre el Módulo I, se observa la necesidad de controlar la humedad del ambiente para reducir su impacto en las materias primas y que afectan directamente los tiempos de producción.

En el Módulo I se realiza la fabricación de productos para encapsular, por lo que el producto a granel obtenido de esto es granulado y se ve afectado por la cantidad de humedad en el ambiente al aumentar los tiempos de secado. Para esto se propone el uso de un deshumificador para el control de humedad, este de contar con las siguientes características:

- Capacidad de 20 litros.
- Flujo de aire de 315 m³/hr.
- Tanque de agua de 5,5 litros.
- Motor de 110 V.
- Consumo de energía estándar.

Figura 30. **Deshumificador para el Módulo I**



Fuente: CENTO. S. A. *Deshumificador de 20 litros*. <https://www.cento.com.gt/producto/304>.

Consulta: 17 de agosto de 2021.

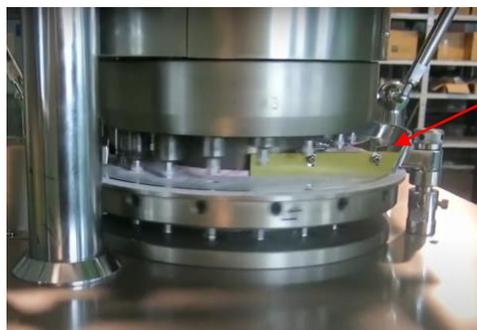
Con este deshumificador se reducirá la cantidad de humedad presente en el ambiente del Módulo I, beneficiando el proceso al reducir el tiempo de secado de la materia prima en el horno ya que este se encuentra en funcionamiento durante toda la jornada.

2.3.2. Propuesta de mejora para el Módulo II

Se observa en el módulo II que durante la granulación se expulsa polvo por el movimiento del equipo y al agregar las bandejas con el granulo seco hacia la tolva del molino oscilador, hacerlo cuidadosamente para evitar que la M.P. se disperse la menor cantidad posible de polvo para reducir merma y que el área se ensucie menos ayudando el proceso de limpieza para un siguiente producto.

En el área de tableteado la pieza que está sujeta al distribuidor de polvo, sufre un desgaste considerable debido al uso ya que los procesos pueden durar de 6 a 8 horas de uso continuo, y genera que un poco de polvo sea expulsado por los costados de la pieza. Dicha pieza se identifica en la siguiente figura:

Figura 31. **Pieza de acero inoxidable en distribuidor de polvo**



Pieza de acero
inoxidable o teflón

Fuente: Encapsulando. *Tableteadora rotativa automática ZP-D Series*.
<https://www.youtube.com/watch?v=0ncfkZloqWc>. Consulta: 17 de agosto de 2021.

El cambio de la pieza que se muestra en la figura anterior se recomienda realizarlo con base en la cantidad de horas trabajadas, en este caso un periodo de cada 3 meses debido al desgaste que sufre la pieza por las jornadas de trabajo diario. Debido al desgaste que sufre la pieza por las jornadas de trabajo diario esto ayudara en reducir los siguientes problemas:

- La cantidad de polvo que escapa por los costados sea menor.
- Que se retenga la mayor cantidad de polvo en el distribuidor de la tableteadora.
- La cantidad de llenado de granulo en los punzones se más uniforme durante el proceso.

2.3.3. Propuesta de mejora para el Módulo III

En este módulo se realiza el proceso de recubrimiento a grageas que provienen del módulo II, estas son procesadas durante 14 a 18 horas según la cantidad de aplicaciones de jarabes necesarias especificadas en las Instrucciones de Fabricación y Registro de Proceso. Las grageas que ingresan a los bombos de grageado dañadas, generan fisuras a las demás grageas ya que están en continuo rodamiento.

Este módulo no fabrica ningún producto, únicamente continua con el proceso de grageado según lo observado. Cuando se genera una merma fuera de lo normal es debido a gragea quebrada que proviene del proceso anterior.

Se propone realizar una inspección visual antes de iniciar el proceso de aplicación de jarabes para reducir la merma que pudiera existir en cada bombo ya que al sustraer este tipo de grageas dañadas se beneficia el proceso agilizando los tiempos de aplicación y evitando paros inesperados por residuos de grageas dañadas, además de reducir el porcentaje de desperdicio que es el principal objetivo.

2.3.4. Propuesta de mejora para el Módulo IV

En el módulo IV se observa que hay piezas en la tableteadora que sufren un desgaste por uso, al no ser cambiadas tienden a generar un excedente de merma fuera de lo usual, en este caso la pieza de acero inoxidable que realiza la distribución del polvo para tabletear genera los siguientes problemas:

- No se distribuye uniformemente el granulo en las matrices de la tableteadora provocando variación de peso.

Cuando se presenta este problema se realizan los cambios necesarios para crear una distribución uniforme, uno de estos cambios es elevar el distribuidor de la torreta o subir el peso unitario por tableta. Se hace la recomendación de realizar el cambio cada 4 meses de la pieza que se muestra en la figura siguiente:

Figura 32. **Distribuidor de tableteadora**



Fuente: Farmatec. *Mantenimiento farmacéutico*. http://farmatec.mex.tl/455660_Productos.html.
Consulta: 17 de agosto de 2021.

Recubrir la pieza llamada distribuidor de la tableteadora como se ve en la figura anterior con una capa de teflón para minimizar su desgaste y mantener la distribución del granel uniforme en las matrices de la misma y así reducir las variaciones de peso a largo plazo y la merma generada.

2.3.5. Propuesta de mejora para el Módulo V

Durante el periodo de los procesos realizados en el módulo V se observa que la llenadora de sobres es el equipo más utilizado en el área, dicho equipo se utiliza en un promedio de 8 veces al mes produciendo 120 000 sobres, provocando que este sujeto a fatiga de sus piezas móviles, siendo estas las cuchillas y mordazas las cuales se mantienen en constante movimiento y a una temperatura de entre 150 °C a 170 °C.

La selladora cuenta con cuchillas las cuales tienen la función de cortar los sobres a medida, posteriormente, la pieza que sujeta las cuchillas es también la encargada de realizar el sello horizontal del sobre, las cuales debido al desgaste pierden su filo con cierta cantidad de lotes producidos. Utilizando las mismas cuchillas por más de 6 meses o 720 000 sobres, dejan de realizar su función provocando que los sobres se obtengan continuos sin cortar y que el sello realizado con temperatura no se marque uniformemente en el sobre, al tener este inconveniente de sellado, los ajustes que se deben realizar son:

- Si el sello no es uniforme en el sobre se aumenta o disminuye la temperatura.
- Aumentar la presión que se tiene en las mordazas, para aumentar el tiempo de contacto de las mordazas con el sobre y asegurar el sellado.
- Cuando las cuchillas no se encuentren calibradas en su base, provocan que el corte no se realice o haciendo un tipo de choque entre las cuchillas y el tope de estas.

Durante la observación en el módulo V se sugiere que el cambio de cuchillas se realice cada 32 lotes o 480 000 sobres, esto con el fin de mantener un sello uniforme y reducir la fatiga de los componentes de la máquina, además de realizar los ajustes mencionados lo que permitirá reducir la cantidad de merma obtenida de este módulo.

2.3.6. Propuesta de mejora para las áreas de Blíster

En estas áreas son las blísteadoras las encargadas de colocar el empaque primario (Aluminio y PVC) a los productos generados por el laboratorio, recordando que las diferencias entre ellas es únicamente la capacidad en el tamaño de lote que se blistean. En promedio el tiempo de este proceso es de 5 a 7 horas y las máquinas se utilizan alrededor de 3 veces por semana.

El proceso de colocar el empaque primario se realiza por medio de la aplicación de calor donde una plancha de cobre se calienta a 120 °C generando contacto entre el Aluminio y el PVC, esta pieza sube y baja cada vez para obtener 6 blíster de la máquina haciendo 3 800 ciclos continuos, por lo que la leva y el cojinete sufren desgaste ya que son las encargadas de hacer dicho movimiento.

Un mecanismo similar realiza la función de colocar la fecha y número de lote en el blíster por medio de calor. Cuando se presenta desgaste en las piezas provoca los siguientes problemas:

- En cada ciclo la máquina hace demasiado ruido.
- No realiza bien el sellado entre el Aluminio y PVC
- No realiza la forma de la burbuja correctamente (forma y tamaño de la tableta o capsula a blistear).

Según lo observado de los módulos de blíster se sugiere el cambio de la leva y cojinete en un periodo de 6 a 8 meses o 68 400 a 91 200 ciclos, esto sujeto a mantenimiento preventivo del equipo y evitando desajustes por desgaste de las piezas mencionadas, además, evitará retraso por ajustes haciendo que la merma se reduzca considerablemente.

2.4. Diagnóstico del método de límites de aceptabilidad de los productos

Actualmente, el Laboratorio Mediproducts cuenta con procesos definidos sobre los métodos de aceptabilidad de sus productos. En varios de ellos es necesario evaluar parámetros por medio del laboratorio de Microbiología y Fisicoquímico, para cumplir con criterios de aceptación que permitan garantizar la eficiencia de los medicamentos elaborados.

Los métodos de aceptabilidad que se utilizan en el laboratorio están definidos actualmente por la fórmula maestra de cada producto farmacéutico, así como las regulaciones impuestas por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social y cumpliendo con el Informe 32.

Adicionalmente, se tiene límites de rendimientos de los productos como límites de aceptabilidad, que tiene una variación de un promedio de tabletas que se generan de los procesos la cual pueden ser de 1 % más tabletas de lo esperado o 1 % menos del total del lote. Los límites de trabajo cuentan con mayor holgura debido a que cumplen el mismo papel de los límites de aceptabilidad, ya que tienen un parámetro más grande definido en 3 %. Cuando se trabaja bajo estos límites es debido a que existe una variante al proceso normal ya sea, condiciones ambientales que afecten los procesos o equipo funcionando irregularmente.

Con los formatos creados en las distintas áreas de sólidos y blíster se pretende tener un mayor control en cuanto a la generación de merma en cada fase de la fabricación del producto y formar una base de datos con indicadores más actualizados.

2.5. Diagnóstico de la cuantificación de mermas en los módulos de fabricación

Para realizar el diagnóstico de la cuantificación de la merma, se ingresó a cada módulo durante un periodo de tiempo para visualizar todo el proceso de fabricación, para obtener una perspectiva del método que se utiliza y como es anotado en las Instrucciones de Fabricación y Registro de Proceso. Al finalizar cada paso de la fabricación se llena la información de tiempos de mezcla, peso de granel obtenido y controles que se tiene por parte de Control de Calidad, al igual que la merma. Se realiza un vale con el fin de que el supervisor del área vea la cantidad y proceda a reportarla para su destrucción. Al finalizar el proceso completo de fabricación la merma es cuantificada y anotada en la documentación mencionada, este proceso se lleva a cabo en los módulos de fabricación.

En cada módulo se generan distintos procesos en los cuales se tienen parámetros ya establecidos, si un proceso genera una cantidad de merma mayor a la normal, se investiga el motivo por la cual se generó, existen ocasiones en las que gracias a la recopilación de datos de merma se observaron variaciones mayores a lo usual. Esto ocurría por motivos de condiciones ambientales que provocaron que el producto tardará más tiempo en secado. Cuando se encapsulaba o tableteaba el producto no fluía en las tolvas, haciendo que el proceso tomara más tiempo y la merma fuera mayor.

Actualmente se tabulan los datos a un kardex digital y se comparan con lotes anteriores, para verificar variaciones y cuantificar la cantidad tanto en peso en cada proceso de fabricación como rendimiento final del producto.

2.5.1. Cuantificación de cantidad de merma por módulo de fabricación

Se realiza la cuantificación de mermas por cada módulo de fabricación por medio del formato mostrado en cada área, y así tabular los datos obtenidos en el kardex y mostrar la cantidad de merma que genera cada producto de los que se tomaron como referencia así poder observar el comportamiento de los productos en cuanto su generación de desperdicios.

El laboratorio utiliza la siguiente fórmula para el cálculo del rendimiento:

$$\text{Rendimiento} = 1 - \frac{\text{Cantidad de desperdicio}}{\text{Cantidad Producida}}$$

Con esta información se calcula el porcentaje de rendimiento para el proceso en general y mostrar los resultados obtenidos durante un periodo de 6 meses.

- Módulo I

Para el módulo I se obtiene merma del proceso de Preparado y encapsulado, durante el tiempo de toma de datos de 3 productos con mayor frecuencia de fabricación del área de módulo I.

Tabla XXIII. Merma de Módulo I

No. De Lote	Producto	Modulo	Forma	Desperdicio		Rendimiento
				Kg	%	%
1	A	I	Cápsula	0,180	0,25	98,99
2	A	I	Cápsula	0,281	0,30	99,31
3	A	I	Cápsula	0,115	0,16	99,93
4	A	I	Cápsula	0,151	0,21	100,08
5	A	I	Cápsula	0,058	0,68	98,73
6	A	I	Cápsula	0,222	0,26	100,82
7	A	I	Cápsula	0,149	0,21	97,81
8	A	I	Cápsula	0,252	0,34	98,64
9	A	I	Cápsula	0,181	0,25	98,88
10	A	I	Cápsula	0,145	0,21	98,72
11	A	I	Cápsula	0,133	0,16	98,83
12	A	I	Cápsula	0,256	0,33	99,90
13	A	I	Cápsula	0,161	0,20	100,01
14	A	I	Cápsula	0,134	0,18	100,15
15	A	I	Cápsula	0,160	0,22	99,81
16	A	I	Cápsula	0,170	0,23	99,78
17	A	I	Cápsula	0,100	0,13	99,81
1	B	I	Cápsula	0,097	0,22	99,73
2	B	I	Cápsula	0,086	0,20	99,89
3	B	I	Cápsula	0,07	0,38	99,34
4	B	I	Cápsula	0,169	0,39	100,31
5	B	I	Cápsula	0,128	0,28	99,96
6	B	I	Cápsula	0,152	0,31	100,15
7	B	I	Cápsula	0,020	0,47	98,79
8	B	I	Cápsula	0,130	0,27	97,85
1	C	I	Cápsula	0,199	0,200	99,48
2	C	I	Cápsula	0,137	0,166	99,02
3	C	I	Cápsula	0,131	0,150	99,79
4	C	I	Cápsula	0,187	0,240	99,06
5	C	I	Cápsula	0,119	0,142	98,66

Fuente: Laboratorio Mediproducts, S. A.

- Módulo II

En el módulo II se obtiene merma del proceso de grageado, tanto en el área de Tableteado como de Recubrimiento Film.

Tabla XXIV. Merma de Módulo II

No. De lote	Producto	Modulo	Forma	Desperdicio Kg.		Rendimiento
				Tableteado	Recubrimiento	%
1	D	II	Gragea	0,123		98,39
2	D	II	Gragea	0,132		100,48
3	D	II	Gragea	0,049	0,107	100,34
4	D	II	Gragea	0,086	0,176	100,49
5	D	II	Gragea	0,087	0,148	100,42
6	D	II	Gragea	0,072		100,04
7	D	II	Gragea	0,047		99,77
8	D	II	Gragea	0,149		99,32
9	D	II	Gragea		0,307	99,62
10	D	II	Gragea	0,059		99,59
11	D	II	Gragea	0,073		99,49
12	D	II	Gragea	0,057		99,26
13	D	II	Gragea	0,032	0,075	99,91
14	D	II	Gragea	0,076		99,51
15	D	II	Gragea	0,160	0,200	98,63
16	D	II	Gragea	0,131		99,69
17	D	II	Gragea	0,049		99,32
18	D	II	Gragea	0,043		100,14
19	D	II	Gragea	0,056	0,100	98,95
21	D	II	Gragea	0,052		98,78
22	D	II	Gragea	0,069		97,00
23	D	II	Gragea	0,046		99,14
24	D	II	Gragea	0,119		98,98
26	D	II	Gragea			98,47
27	D	II	Gragea			99,80
1	E	II	Gragea	0,070	0,225	99,94
2	E	II	Gragea	0,130		99,67
3	E	II	Gragea	0,065		99,55
4	E	II	Gragea			99,02
5	E	II	Gragea	0,104		99,04
6	E	II	Gragea			99,27
7	E	II	Gragea	0,077		99,08
8	E	II	Gragea			99,12
9	E	II	Gragea	0,015		98,76
1	F	II	Gragea	0,163		99,84
2	F	II	Gragea	0,164	0,051	99,34
3	F	II	Gragea	0,117		99,46
4	F	II	Gragea	0,223		100,85
5	F	II	Gragea	0,125		99,40
6	F	II	Gragea			99,24
7	F	II	Gragea	0,065		98,23
8	F	II	Gragea			96,96
9	F	II	Gragea	0,062		98,85
10	F	II	Gragea	0,165		100,06

Fuente: Laboratorio Mediproducts, S. A.

- Módulo III

El módulo III se recubren grageas para las cuales se obtiene el rendimiento por medio de la cuantificación del desperdicio del área de grageado.

Tabla XXV. **Merma de Módulo III**

No. De lote	Producto	Módulo	Forma	Desperdicio	Rendimiento
				Kg/Grageado	%
1	G	III	Gragea	0,279	98,39
2	G	III	Gragea	0,300	100,48
6	G	III	Gragea	0,120	99,77
7	G	III	Gragea	0,11	99,32
8	G	III	Gragea	0,356	99,62
10	G	III	Gragea	0,177	99,49
11	G	III	Gragea	0,230	99,26
12	G	III	Gragea	0,335	99,91
14	G	III	Gragea	0,177	98,63
16	G	III	Gragea	0,200	99,32
17	G	III	Gragea	0,100	100,14
18	G	III	Gragea	0,100	98,95
21	G	III	Gragea	3,08	97,00
22	G	III	Gragea	0,231	99,14
23	G	III	Gragea	0,241	98,98
26	G	III	Gragea	0,079	99,80
2	H	III	Gragea	0,035	99,67
4	H	III	Gragea	0,123	99,02
5	H	III	Gragea	0,300	99,04
6	H	III	Gragea	0,096	99,27
7	H	III	Gragea	0,087	99,08
8	H	III	Gragea	0,200	99,12
3	J	III	Gragea	0,060	99,46
4	J	III	Gragea	0,125	100,85
6	J	III	Gragea	0,123	99,24
7	J	III	Gragea	0,300	98,23
8	J	III	Gragea	3,200	96,96
9	J	III	Gragea	0,105	98,85
10	J	III	Gragea	0,075	100,06

Fuente: Laboratorio Mediproducts, S. A.

- Módulo IV

Dentro del módulo IV se realizan tabletas redondas y oblongas, se genera merma en Preparado, Tableteado y Recubrimiento Film, se obtuvo el rendimiento por medio de la cantidad de desperdicio obtenido de este módulo.

Tabla XXVI. Merma de Módulo IV

No. De Lote	Producto	Modulo	Forma	Desperdicio		Rendimiento
				Kg	%	%
2	K	IV	Tableta	0,155	0,173	98,45
3	K	IV	Tableta	0,186	0,212	100,64
4	K	IV	Tableta	0,162	0,181	99,49
5	K	IV	Tableta	0,101	0,11	100,81
6	K	IV	Tableta	0,146	0,166	99,21
1	M	IV	Tableta	0,252	0,044	98,87
2	M	IV	Tableta	0,186	0,323	99,65
3	M	IV	Tableta	0,110	0,192	99,03
4	M	IV	Tableta	0,222	0,386	98,76
5	M	IV	Tableta	0,070	0,012	99,17
6	M	IV	Tableta	0,106	0,018	99,93
7	M	IV	Tableta	0,042	0,073	99,44
8	M	IV	Tableta	0,144	0,025	99,27
9	M	IV	Tableta	0,072	0,125	99,37
10	M	IV	Tableta	0,131	0,022	100,06
11	M	IV	Tableta	0,065	0,113	99,96
12	M	IV	Tableta	0,015	0,025	98,80
13	M	IV	Tableta	0,062	0,107	98,23
14	M	IV	Tableta	0,211	0,036	97,79
15	M	IV	Tableta	0,131	0,022	98,91
1	N	IV	Oblonga	1,81	1,6	98,61
2	N	IV	Oblonga	0,402	0,37	96,81
3	N	IV	Oblonga	0,208	0,193	98,28
4	N	IV	Oblonga	0,114	0,105	89,14

Fuente: Laboratorio Mediproducts, S. A.

- Módulo V

En el módulo V se empaqueta el producto en sobre, frasco o suspensión de la cual se obtiene desperdicio para la toma de rendimiento.

Tabla XXVII. **Merma de Módulo V**

No. De Lote	Producto	Módulo	Forma	Desperdicio		Rendimiento
				Kg	%	%
1	O	V	Sobre	0,049	0,08	97,76
2	O	V	Sobre	0,087	0,14	98,09
3	O	V	Sobre	0,018	0,28	97,87
4	O	V	Sobre	0,095	0,15	97,88
5	O	V	Sobre	0,042	0,65	97,76
6	O	V	Sobre	0,058	0,09	97,46
7	O	V	Sobre	0,174	0,27	96,48
8	O	V	Sobre	0,069	0,11	98,19
9	O	V	Sobre	0,097	0,15	97,68
10	O	V	Sobre	0,031	0,05	98,65
11	O	V	Sobre	0,073	0,11	98,09
12	O	V	Sobre	0,047	0,07	98,95
13	O	V	Sobre	0,027	0,04	98,48
14	O	V	Sobre	0,08	0,12	97,59
15	O	V	Sobre	0,03	0,05	98,03
16	O	V	Sobre	0,105	0,17	98,48
17	O	V	Sobre	0,069	0,11	98,16
18	O	V	Sobre	0,071	0,110	98,28
19	O	V	Sobre	0,062	0,1	99,08
20	O	V	Sobre	0,100	0,16	99,05
21	O	V	Sobre	0,065	0,1	97,58
22	O	V	Sobre	0,038	0,050	98,95
23	O	V	Sobre	0,081	0,13	98,87
				No. Grageas		
1	P	V	Frasco	109	N/A	99,67
2	P	V	Frasco	113	N/A	99,55
3	P	V	Frasco	109	N/A	99,04
4	P	V	Frasco	270	N/A	99,27
5	P	V	Frasco	290	N/A	99,32
6	P	V	Frasco	194	N/A	98,75
1	Q	V	Suspensión	0,208	0,04	99,16
2	Q	V	Suspensión	0,020	0,050	99,03
3	Q	V	Suspensión	0,017	0,04	99,01

Fuente: Laboratorio Mediproducts, S. A.

- Blíster I y II

En el área de Blíster I y II se realiza el proceso de empaque primario por medio de blisters, para dicho proceso es necesario utilizar PVC y aluminio el cual debe medirse para determinar el rendimiento del proceso.

Tabla XXVIII. Merma de Blíster I

Lote	Producto	Presentacion	Merma				Rendimiento
			PVC		Aluminio		
			Kg	%	Kg	%	
1	R	Capsula	1,89	6,1	0,47	7,6	99,86%
2	R	Capsula	3,96	13,9	0,52	9,1	99,84%
3	R	Capsula	1,52	9,5	0,47	5,4	100,19%
4	R	Capsula	0,14	1,0	0,07	2,7	100,12%
5	R	Capsula	0,30	1,1	0,10	1,7	99,91%
6	R	Capsula	0,26	3,3	0,14	8,9	99,94%
7	R	Capsula	0,33	1,0	0,15	2,4	100,00%
8	R	Capsula	3,47	11,1	0,25	4,1	99,90%
9	R	Capsula	1,44	4,7	0,36	5,9	99,83%
1	S	Tabletas	0,54	2,2	0,37	7,5	99,83%
2	S	Tabletas	1,51	4,1	0,24	9,3	99,91%
3	S	Tabletas	1,51	5,1	0,38	6,5	99,98%
4	S	Tabletas	1,10	4,5	0,03	0,7	99,76%
5	S	Tabletas	2,09	3,1	0,04	3,3	100,04%
6	S	Tabletas	2,65	8,9	0,54	9,1	99,85%
7	S	Tabletas	3,11	10,4	0,41	6,8	99,93%
1	T	Tabletas	0,39	1,58	0,05	1,0	99,76%
2	T	Tabletas	2,17	8,72	0,43	8,7	99,90%
3	T	Tabletas	0,36	0,73	0,11	1,1	99,81%

Fuente: Laboratorio Mediproducts, S. A.

Tabla XXIX. Merma de Blíster II

Lote	Producto	Presentacion	Merma				Rendimiento
			PVC		Aluminio		
			Kg	%	Kg	%	
1	U	Gragea	3,83	8,5	0,13	1,5	99,89%
2	U	Gragea	4,87	10,8	0,72	7,9	99,85%
3	U	Gragea	1,56	4,1	0,63	8,4	99,94%
4	U	Gragea	0,86	6,8	0,19	7,5	100,01%
5	U	Gragea	4,15	9,2	1,03	11,4	99,89%
6	U	Gragea	3,77	8,4	0,47	5,3	99,65%
7	U	Gragea	3,65	8,1	0,67	7,5	99,92%
8	U	Gragea	1,59	4,3	0,23	3,0	99,94%
9	U	Gragea	2,88	2,0	0,20	8,0	99,58%
10	U	Gragea	3,04	6,8	0,26	2,9	99,94%
11	U	Gragea	1,51	3,4	0,56	6,2	99,96%
12	U	Gragea	0,36	0,9	0,34	4,2	99,99%
13	U	Gragea	0,19	2,5	0,12	7,7	99,64%
14	U	Gragea	0,05	0,1	0,32	3,6	99,87%
15	U	Gragea	0,95	2,1	0,23	2,6	99,29%
16	U	Gragea	5,09	11,4	0,85	9,5	99,94%
17	U	Gragea	3,29	7,4	0,37	4,1	99,88%
18	U	Gragea	4,12	9,2	0,24	2,6	99,91%
19	U	Gragea	3,57	8,0	0,54	6,0	99,96%
20	U	Gragea	2,88	6,4	0,70	7,7	99,82%
21	U	Gragea	0,72	1,6	0,30	3,4	99,95%
22	U	Gragea	0,36	0,8	0,46	5,1	99,87%
23	U	Gragea	5,07	11,4	0,08	1,0	99,93%
24	U	Gragea	1,19	2,7	0,22	2,5	99,83%

Fuente: Laboratorio Mediproducts, S. A.

Luego de tabulados los datos sobre los diferentes productos realizados en cada módulo de producción del laboratorio, se observa que existen variaciones en el rendimiento entre lotes de producción del mismo producto. Es necesario evaluar los métodos de aceptabilidad del laboratorio para identificar problemas con el rendimiento y variaciones de merma de cada lote. Para eso se analiza y propone un análisis de cartas de control X en el inciso 2.8.2.

2.5.2. Análisis de indicadores por módulo de fabricación

Para los diferentes módulos se calcula el porcentaje de rendimiento para cada lote de producción, este porcentaje deberá estar dentro de los límites de aceptabilidad del proceso definidos por el laboratorio. En términos generales se acepta hasta un 95 % de rendimiento por cada lote de producción. fuera del porcentaje de se determina el motivo ya sea en las áreas de sólidos o blíster.

Para el análisis de los indicadores se utilizaron los formatos de las áreas de sólidos en donde fueron creados con fin de documentar la información que se necesita y con el apoyo del kardex existente, evidenciando la necesidad de actualizar este.

Observando que un producto que se fabrica 2 o más veces por semana, las condiciones de variación o velocidad no eran idénticas al anterior por motivos como puntos de granulación o condiciones de ambientales entre otras y debido a esto la merma varía en cada proceso como se muestran en las tablas siguientes.

Tabla XXX. Indicadores de mermas por módulo de fabricación

Producto	Módulo	Forma	Dureza	Desperdicio		Rendimiento
			Kg/F	Kg	%	%
E	I	Cápsula	N/A	0,202	0,79	104,77
E	I	Cápsula	N/A	0,09	0,041	99,27
E	I	Cápsula	N/A	0,247	0,95	99,11
E	I	Cápsula	N/A	0,114	0,005	98,48
G	I	Capsulas	N/A	0,097	0,22	99,73
G	I	Capsulas	N/A	0,086	0,2	99,89
G	I	Capsulas	N/A	0,07	0,38	99,34
G	I	Capsulas	N/A	0,169	0,39	100,31
G	I	Capsulas	N/A	0,128	0,28	99,96
G	I	Capsulas	N/A	0,152	0,31	100,15
G	I	Capsulas	N/A	0,02	0,47	98,79
G	I	Capsulas	N/A	0,13	0,27	97,85
G	I	Capsulas	N/A	0,078	0,018	99,39
G	I	Capsulas	N/A	0,038	0,089	98,82
F	II	Gragea	1,27	0,259	0,83	98,39
F	II	Gragea	0,54	0,419	0,25	100,48
F	II	Gragea	1,04	0,457	0,32	100,34
F	II	Gragea	0,56	0,172	0,60	100,49
F	II	Gragea	1,05	0,274	0,18	100,42
F	II	Gragea	0,99	0,255	0,24	100,04
F	II	Gragea	2,13	0,211	0,20	99,77
F	II	Gragea	2,52	0,165	0,15	99,32
F	II	Gragea	1,93	0,515	0,49	99,62
F	II	Gragea	1,97	0,337	0,46	99,59
F	II	Gragea	2,93	0,397	0,54	99,49
F	II	Gragea	1,45	0,316	0,30	99,26
F	II	Gragea	2,33	0,404	0,38	99,91
F	II	Gragea	2,45	0,122	0,083	99,51
F	II	Gragea	2,18	0,266	0,173	98,63
F	II	Gragea	1,73	0,34	0,23	99,69
F	II	Gragea	2,39	0,403	0,236	99,32
F	II	Gragea	1,52	0,159	0,107	100,14
F	II	Gragea	2,29	0,163	0,111	98,95
F	II	Gragea	6,06	0,231	0,132	98,85
F	II	Gragea	2,89	0,163	0,120	98,78
F	II	Gragea	1,8	3,159	0,301	97

Continuación de la tabla XXX.

F	II	Gragea	2,55	0,335	0.031	99,14
F	II	Gragea	3,07	0,287	0.027	98,98
F	II	Gragea	2,35	0,62	0.592	98,63
A	IV	Tableta	12,71	0,273	0,3	99,15
A	IV	Tableta	14,4	0,155	0,173	98,45
A	IV	Tableta	13,21	0,186	0,212	100,64
A	IV	Tableta	11,06	0,162	0,181	99,49
A	IV	Tableta	10,77	0,101	0,11	100,81
A	IV	Tableta	12,72	0,146	0,166	99,21
A	IV	Tableta	13,16	0,214	0,24	99,65
B	IV	Tableta	7,66	0,252	0,044	98,87
B	IV	Tableta	6,92	0,186	0,323	99,65
B	IV	Tableta	9,39	0,11	0,192	99,03
B	IV	Tableta	12,26	0,222	0,386	98,76
B	IV	Tableta	18,63	0,07	0,012	99,17
B	IV	Tableta	12,71	0,106	0,018	99,93
B	IV	Tableta	8,12	0,042	0,073	99,44
B	IV	Tableta	16,43	0,144	0,025	99,27
B	IV	Tableta	15,62	0,072	0,125	99,37
B	IV	Tableta	6,67	0,131	0,022	100,06
B	IV	Tableta	10,91	0,065	0,113	99,96
B	IV	Tableta	12,21	0,015	0,025	98,8
B	IV	Tableta	5,19	0,062	0,107	98,23
B	IV	Tableta	12,79	0,211	0,036	97,79
B	IV	Tableta	16,03	0,131	0,022	98,91
B	IV	Tableta	10,5	0,08	0,14	99,25
C	IV	Tableta	8,62	0,351	1,04	98,9
C	IV	Tableta	6,17	0,13	0,386	98,48
C	IV	Tableta	6,65	0,047	0,139	98,92
C	IV	Tableta	4,21	0,179	0,53	99,18
C	IV	Tableta	5	0,12	0,357	99,37
C	IV	Tableta	7,18	0,047	0,139	100,41
C	IV	Tableta	8,17	0,175	0,052	99,13
C	IV	Tableta	5,9	0,101	0,03	97,45
C	IV	Tableta	10,57	0,098	0,291	98,59
D	IV	Oblonga	15,76	0,203	0,246	99,88

Continuación de la tabla XXX.

D	IV	Oblonga	13,69	0,145	0,186	99,16
D	IV	Oblonga	13,56	0,187	0,241	101,9
D	IV	Oblonga	20,84	0,074	0,094	98,97
D	IV	Oblonga	18,69	0,1	0,128	100,98
F	IV	Oblonga	6,6	1,81	1,6	98,61
F	IV	Oblonga	5,44	0,402	0,37	96,81
F	IV	Oblonga	9,16	0,208	0,193	98,28
F	IV	Oblonga	6,2	0,114	0,105	89,14
F	IV	Oblonga	13,59	0,42	0,386	94,16
F	IV	Oblonga	8,92	0,301	0,28	99,23
F	IV	Oblonga	9,97	0,668	0,617	98,77
O	V	Sobre	N/A	0,087	0,14	98,09
O	V	Sobre	N/A	0,018	0,28	97,87
O	V	Sobre	N/A	0,095	0,15	97,88
O	V	Sobre	N/A	0,042	0,65	97,76
O	V	Sobre	N/A	0,058	0,09	97,46
O	V	Sobre	N/A	0,174	0,27	96,48
O	V	Sobre	N/A	0,069	0,11	98,19
O	V	Sobre	N/A	0,097	0,15	97,68
O	V	Sobre	N/A	0,031	0,05	98,65
O	V	Sobre	N/A	0,073	0,11	98,09
O	V	Sobre	N/A	0,047	0,073	98,95
O	V	Sobre	N/A	0,027	0,042	98,48
O	V	Sobre	N/A	0,08	0,124	97,59
O	V	Sobre	N/A	0,03	0,047	98,03
O	V	Sobre	N/A	0,105	0,165	98,48
O	V	Sobre	N/A	0,069	0,108	98,16
O	V	Sobre	N/A	0,071	0,110	98,28
O	V	Sobre	N/A	0,062	0,097	99,08
O	V	Sobre	N/A	0,100	0,156	99,05
O	V	Sobre	N/A	0,065	0,101	97,58
O	V	Sobre	N/A	0,038	0,050	98,95
O	V	Sobre	N/A	0,081	0,129	98,87
P	V	Suspensión	N/A	0,208	0,044	99,16
P	V	Suspensión	N/A	0,020	0,050	99,03

Continuación de la tabla XXX.

Blíster I							
			Desperdicio				
			PVC		Aluminio		
Lote	Producto	Presentación	Kg	%	Kg	%	Rendimiento
1	R	Capsula	1,89	6,1	0,47	7,6	99,86 %
2	R	Capsula	3,96	13,9	0,52	9,1	99,84 %
3	R	Capsula	1,52	9,5	0,47	5,4	100,19 %
4	R	Capsula	0,14	1,0	0,07	2,7	100,12 %
5	R	Capsula	0,30	1,1	0,10	1,7	99,91 %
6	R	Capsula	0,26	3,3	0,14	8,9	99,94 %
7	R	Capsula	0,33	1,0	0,15	2,4	100,00 %
8	R	Capsula	3,47	11,1	0,25	4,1	99,90 %
9	R	Capsula	1,44	4,7	0,36	5,9	99,83 %
1	S	Tabletas	0,54	2,2	0,37	7,5	99,83 %
2	S	Tabletas	1,51	4,1	0,24	9,3	99,91 %
3	S	Tabletas	1,51	5,1	0,38	6,5	99,98 %
4	S	Tabletas	1,10	4,5	0,03	0,7	99,76 %
5	S	Tabletas	2,09	3,1	0,04	3,3	100,04 %
6	S	Tabletas	2,65	8,9	0,54	9,1	99,85 %
7	S	Tabletas	3,11	10,4	0,41	6,8	99,93 %
1	T	Tabletas	0,39	1,58	0,05	1,0	99,76 %
2	T	Tabletas	2,17	8,72	0,43	8,7	99,90 %
3	T	Tabletas	0,36	0,73	0,11	1,1	99,81 %

Continuación de la tabla XXX.

Blíster II						
Producto	Presentación	Desperdicio				Rendimiento
		PVC		Aluminio		
		Kg	%	Kg	%	
U	Gragea	3,83	8,5	0,13	1,5	99,89 %
U	Gragea	4,87	10,8	0,72	7,9	99,85 %
U	Gragea	1,56	4,1	0,63	8,4	99,94 %
U	Gragea	0,86	6,8	0,19	7,5	100,01 %
U	Gragea	4,15	9,2	1,03	11,4	99,89 %
U	Gragea	3,77	8,4	0,47	5,3	99,65 %
U	Gragea	3,65	8,1	0,67	7,5	99,92 %
U	Gragea	1,59	4,3	0,23	3,0	99,94 %
U	Gragea	2,88	2,0	0,20	8,0	99,58 %
U	Gragea	3,04	6,8	0,26	2,9	99,94 %
U	Gragea	1,51	3,4	0,56	6,2	99,96 %
U	Gragea	0,36	0,9	0,34	4,2	99,99 %
U	Gragea	0,19	2,5	0,12	7,7	99,64 %
U	Gragea	0,05	0,1	0,32	3,6	99,87 %
U	Gragea	0,95	2,1	0,23	2,6	99,29 %
U	Gragea	5,09	11,4	0,85	9,5	99,94 %
U	Gragea	3,29	7,4	0,37	4,1	99,88 %
U	Gragea	4,12	9,2	0,24	2,6	99,91 %
U	Gragea	3,57	8,0	0,54	6,0	99,96 %
U	Gragea	2,88	6,4	0,70	7,7	99,82 %
U	Gragea	0,72	1,6	0,30	3,4	99,95 %
U	Gragea	0,36	0,8	0,46	5,1	99,87 %
U	Gragea	5,07	11,4	0,08	1,0	99,93 %
U	Gragea	1,19	2,7	0,22	2,5	99,83 %
V	Tableta	2,99	8,9	4,00	7,5	99,06 %
V	Tableta	0,94	4,7	0,18	4,6	99,95 %
V	Tableta	3,60	8,2	0,44	11,2	99,88 %
V	Tableta	1,11	5,6	0,06	1,4	99,86 %
V	Tableta	1,57	7,9	0,14	3,5	99,90 %
V	Tableta	0,29	1,5	0,02	0,4	99,67 %
V	Tableta	0,10	0,5	0,12	3,1	99,97 %
V	Tableta	1,84	9,2	0,37	9,3	99,95 %
V	Tableta	2,50	6,0	1,93	8,8	99,77 %
V	Tableta	1,22	6,1	0,30	7,5	99,94 %
V	Tableta	2,36	11,8	0,30	7,4	99,97 %
V	Tableta	0,32	1,6	0,15	3,8	99,97 %
V	Tableta	1,46	7,4	0,27	6,9	99,98 %
V	Tableta	0,74	3,8	0,25	6,4	99,64 %

Continuación de la tabla XXX.

X	Tableta	0,20	1,3	0,12	3,8	100,08 %
X	Tableta	0,21	8,3	0,20	4,5	98,49 %
X	Tableta	3,28	6,4	0,72	8,8	99,44 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

En las tablas anteriores se observa la variabilidad de los rendimientos de mismos productos realizados en diferentes días. Esta variación es debido a puntos de granulación o condiciones ambientales que generan reprocesos o retraso en algunas operaciones de fabricación en los diferentes módulos.

2.5.3. Kardex digital con datos de los módulos de fabricación

El laboratorio para el control actual de la merma en los módulos de fabricación y áreas de blíster hace uso de un formato en el cual se identifica el lote de producción, la cantidad producida, peso, desperdicio y por último se calcula el rendimiento de cada lote, esto lo realiza por medio del siguiente formato de kardex digital:

Tabla XXXI. **Kardex digital**

KARDEX DIGITAL

Fecha: _____

Forma: _____

Encargado: _____

Módulo: _____

Código de producto: _____

Lote	Cantidad producida	Peso (Kg)	Desperdicio (Kg)	Rendimiento

Firma encargado

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

En este kardex se observa la información que actualmente es levantada para cada módulo de fabricación, esta no es específica para cada módulo dejando de lado factores importantes a considerar en las actividades de cada uno de ellos, además, carece de información relevante para la cuantificación de merma como las condiciones ambientales o el tipo de desperdicio que se está midiendo.

2.6. Diagnóstico de problemas

Luego de realizado el diagnóstico de la documentación de mermas para cada módulo de producción, se procede a identificar los problemas relacionados con los desperdicios por cada proceso de producción.

2.6.1. Informe de las posibles causas detectadas de las áreas de sólidos y blíster

Actualmente en el laboratorio se cuenta con un proceso para la identificación de problemas o errores en la producción, este tiene el objetivo de determinar las causas que generen variaciones, problemas o retrasos en la fabricación de productos.

El formato utilizado actualmente por el laboratorio se presenta a continuación:

Figura 33. **Formato de identificación de causa de problemas actuales**

Laboratorio Mediproducts, S. A.		
IDENTIFICACIÓN DE CAUSAS DE PROBLEMAS		
Encargado de producción: _____	Fecha: _____	
Supervisor: _____	Hora: _____	
Turno: _____		
No. de operarios: _____		
	Si	No
Operarios con uniforme		
Uniforme limpio por parte de todos		
Siguen el procedimiento		
Observaciones:		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Con este formato se realiza la identificación de las causas del problema donde se evalúa inicialmente el cumplimiento de los operarios con respecto al uniforme, la limpieza de este y si se cumple a cabalidad el procedimiento definidos en las instrucciones de fabricación aprobados por el laboratorio. Por último, existe un apartado de observaciones donde el encargado de producción puede explicar de forma clara las causas del problema que se está analizando.

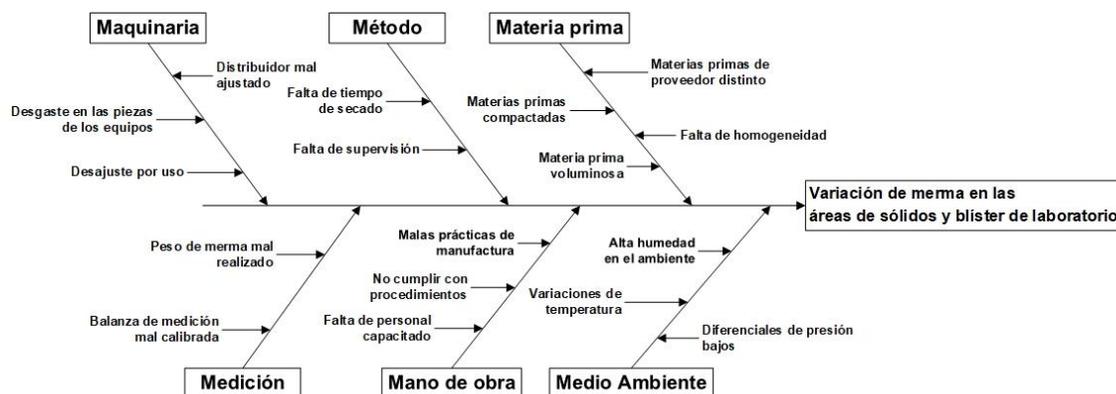
2.6.2. Diagrama de Ishikawa sobre las variaciones de merma en los módulos de producción

Como parte del diagnóstico de la documentación de mermas, se analizará por medio de un diagrama causa y efecto las posibles variantes cuando un proceso genera un excedente de merma más de lo usual, aplicando la técnica de las 6M. Esta técnica involucra los ambientes en los cuales se desenvuelven los procesos de fabricación.

Se detecta el problema principal en los módulos de fabricación para el cual se realiza el análisis, siendo este la variación en la cantidad de merma generada en los módulos para cada lote de producción. Esta variación causa a su vez gran variabilidad en los porcentajes de rendimiento de cada proceso de fabricación por lo cual es necesario identificar y analizar las causas de este.

Las causas de este problema se analizan desde 6 diferentes perspectivas, las cuales son: maquinaria, método, materia prima, medición, mano de obra y medio ambiente. Para analizar las causas que generan estas variaciones se presenta el diagrama de Ishikawa.

Figura 34. Diagrama de Ishikawa en los módulos de producción



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

Tabla XXXII. Causas de variación en las cantidades de merma de los procesos de producción en el laboratorio

MÁQUINA	MÉTODO	MATERIA PRIMA
-Distribuidor mal ajustado de tableteadora. -Desgaste de las piezas de los equipos -Desajuste por uso	-Falta de tiempo de secado -Falta de supervisión	-Materias primas de proveedor distinto -Materias Primas compactadas -Materias Primas voluminosas -Falta de homogeneidad
MEDICIÓN	MANO DE OBRA	MEDIO AMBIENTE
-Peso de merma mal realizado. -Balanzas no calibradas	-Malas Prácticas de manufactura. -No cumple con procedimientos -Falta de personal capacitado	-Alta humedad en el ambiente. -Variación de temperaturas. -Diferenciales de presión bajos

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

Estos factores se determinaron durante el ingreso a las áreas y los meses de duración del informe, con la ayuda del diagrama anterior se plantearon las

causas posibles que son recurrentes en los procesos de fabricación. Para luego identificar las principales causas que provocan la variación en la cantidad de mermas obtenidas entre los lotes de producción de laboratorio.

Luego de realizado el análisis de causa y efecto, se determina que una de las causas principales que generan la variación en la merma para cada módulo de fabricación, es debido a las condiciones ambientales, estas aumentan la humedad y generan cambios en los tiempos de secado provocando que el granel pierda cierta cantidad de humedad, dando como resultado un rendimiento menor. En algunos casos, el granel retiene humedad y al momento de realizar el proceso de tabletear no se obtiene el resultado esperado debido a que no fluye constantemente el polvo en los punzones de la tableteadora, provocando que se sea necesario realizar el secado nuevamente, incrementando así los tiempos de fabricación.

Se identifica también que el desgaste de las piezas de los equipos es un factor que genera merma en el proceso. Para esto se observa que las piezas que controlan la distribución de polvo en la tableteadora, al sufrir desgaste, provoca que una pequeña porción de materia prima se escape alrededor de la torreta del equipo, por lo que al momento de iniciar el tableteado es necesario realizar más pruebas al equipo para controlar el peso promedio de la tableta. Este proceso genera un desgaste entre las tabletas que afecta el sellado y se genera la merma.

2.7. Documentación del manejo de mermas en el área de producción

La documentación sobre el manejo de mermas se realiza por medio del levantamiento de los datos al finalizar de fabricar el lote de producción. Cada módulo realiza el pesaje del producto obtenido y es comparado respecto a la cantidad de materias primas utilizadas.

Al tener las Instrucciones de fabricación y registros de proceso con los datos llenos y vales de merma revisado por el supervisor de cada área, los datos pasan por una segunda revisión por parte de Control de Calidad para dar el visto bueno lo cual permite continuar con el siguiente proceso.

Cuando pasa el granel al área de blíster, el supervisor del área recibe el granel con la documentación completa y vale de la cantidad que se está entregando para continuar con el proceso de empaque. Si el área de blíster no cuenta con la papelería antes de iniciar el proceso, Control de Calidad no autorizara su inicio, al finalizar se verifica la papelería por el supervisor y Control de calidad para su siguiente proceso,

La propuesta de documentar la merma en los procesos seleccionados es para fundamentar los datos obtenidos, por medio de un Kardex digital propuesto en el inciso 2.6.1, con indicadores que se han evaluado para obtener un control y de proponer medidas para contrarrestar los desperdicios del área de sólidos y blíster cuando los indicadores presentan variaciones. Por otro lado, se propone un formato para la toma de mermas en cada módulo de producción:

Figura 35. Formato para la toma de datos de mermas

Cuantificación De Merma Solidos			
Encargado: _____		Fecha: _____	
Modulo: _____			
Nombre Del Producto: _____			
PREPARADO			
Lote: _____	Vence: _____		
Fecha Inicio: _____	Fecha Final: _____		
Peso Total Neto: _____	Kg		
Desperdicio De Producto: _____	Kg		%
<u>TABLETEADO O ENCAPSULADO</u>			
Desperdicio polvo: _____	Kg		%
Desperdicio de cap. vacia _____	Kg		%
Fecha Inicio: _____	Fecha Final: _____		
<u>RECUBRIMIENTO</u>			
Peso de granel laqueado o recubrimiento :			_____g
Desperdicio: _____	Kg	_____	U
Fecha Inicio: _____	Fecha Final: _____		
<u>GRAGEADO</u>			
Peso de granel: _____	Kg		
Desperdicio de grageas: _____	Kg		
Fecha Inicio: _____	Fecha Final: _____		
Observaciones:			

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Con esta propuesta de formato se espera que el control de la merma si fue fuera de lo normal durante el primer proceso se pueda tomar acciones en el siguiente proceso para evitar la menor cantidad de desperdicio, así en los siguientes procesos si los tuviera el producto.

2.7.1. Propuesta de Kardex digital

Se realizó la propuesta de un Kardex digital por medio del cual se pretende tabular y obtener la información sobre cada número de lote, forma a producir, cantidad de desperdicio, rendimiento, cantidad producida, fecha de producción.

Tabla XXXIII. Kardex digital propuesto

**KARDEX DIGITAL PROPUESTO
LABORATORIO MEDIPRODUCTS S.A.**

Indicadores Solidos 2020												
Codigo	No. De Lote	Producto	Módulo	Forma	Dureza		Desperdicio		Rendimiento	Cantidad	Fecha De Fab.	Firma
					Kg/F	Kg	%	%				
040	010	E	I	Cápsula	N/A	0,202	0,79		104,77	50 289	16/01/2020	
040	020	E	I	Cápsula	N/A	0,090	0,041		99,27	44 673	28/02/2020	
040	030	E	I	Cápsula	N/A	0,247	0,95		99,11	47 572	23/04/2020	
040	040	E	I	Cápsula	N/A	0,114	0,005		98,48	47 270	7/07/2020	
086	010	G	I	Capsulas	N/A	0,097	0,22		99,73	99 732	07/01/2020	
086	020	G	I	Capsulas	N/A	0,086	0,20		99,89	99 885	27/01/2020	
086	030	G	I	Capsulas	N/A	0,07	0,38		99,34	42 715	18/02/2020	
086	040	G	I	Capsulas	N/A	0,169	0,39		100,31	100 308	6/03/2020	
086	050	G	I	Capsulas	N/A	0,128	0,28		99,96	99 962	19/03/2020	
086	060	G	I	Capsulas	N/A	0,152	0,31		100,15	100 153	31/03/2020	
086	070	G	I	Capsulas	N/A	0,020	0,47		98,79	98 788	28/05/2020	
086	080	G	I	Capsulas	N/A	0,130	0,27		97,85	98 849	25/06/2020	
086	090	G	I	Capsulas	N/A	0,078	0,018		99,39	99,39	13/07/2020	
086	100	G	I	Capsulas	N/A	0,038	0,089		98,82	98 824	31/07/2020	
045	339	F	II	Gragea	1,27	0,259	0,83		98,39	29 517	5/12/2020	
045	010	F	II	Gragea	0,54	0,419	0,25		100,48	180 854	7/01/2020	
045	020	F	II	Gragea	1,04	0,457	0,32		100,34	180 607	8/01/2020	
045	030	F	II	Gragea	0,56	0,172	0,60		100,49	180 886	10/01/2020	
045	040	F	II	Gragea	1,05	0,274	0,18		100,42	180 761	13/01/2020	
045	050	F	II	Gragea	0,99	0,255	0,24		100,04	180 075	4/02/2020	
045	060	F	II	Gragea	2,13	0,211	0,20		99,77	179 588	5/02/2020	
045	070	F	II	Gragea	2,52	0,165	0,15		99,32	178 775	6/02/2020	
045	080	F	II	Gragea	1,93	0,515	0,49		99,62	179 308	10/02/2020	
045	090	F	II	Gragea	1,97	0,337	0,46		99,59	179 067	27/02/2020	
045	100	F	II	Gragea	2,93	0,397	0,54		99,49	179 082	28/02/2020	
045	110	F	II	Gragea	1,45	0,316	0,30		99,26	178 673	3/03/2020	
045	120	F	II	Gragea	2,33	0,404	0,38		99,91	179 830	4/03/2020	
045	130	F	II	Gragea	2,45	0,122	0,083		99,51	179 115	25/03/2020	
045	140	F	II	Gragea	2,18	0,266	0,173		98,63	177 538	26/03/2020	
045	150	F	II	Gragea	1,73	0,340	0,23		99,69	179 438	30/03/2020	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Con este Kardex Actualizado se logrará obtener información importante sobre cada lote de producción y observar el comportamiento de los productos y así tener una base de datos de los productos. Por otro lado, se identifica la fecha de producción para comparar el rendimiento con mismos productos y observar las variantes que puedan tener, ya que en algunos casos el porcentaje de desperdicio aumenta lo cual puede deberse a la humedad en el ambiente, problemas de maquinaria o error humano.

2.8. Evaluación de método de cálculo de rendimientos de procesos en las áreas I, II, III, IV, V y Blíster

El método actual sobre el cálculo de rendimiento de las distintas áreas en el laboratorio es realizan con un promedio, esto se hace en las fases de:

- Preparado
- Tableteado
- Recubrimiento Film
- Grageado
- Merma

Se toma como base la cantidad recibida de materia prima que se suministra al proceso de fabricación, al finalizar dicho proceso se realiza una medición al granel y se divide entre la cantidad de materia prima recibida inicialmente.

$$\text{Rendimiento Preparado} = \frac{\text{Peso De Materia Prima}}{\text{Peso De Granel Seco}}$$

El peso de granel seco, debido a las condiciones ambientales y al tipo de proceso que se realiza dentro del laboratorio, gana peso debido a la absorción de humedad. En el proceso de tableteado se determina el rendimiento comparando la cantidad de tabletas obtenidas con la cantidad de lote estándar.

$$\text{Rendimiento Tableteado} = \frac{\text{Cantidad De Tabletas Obtenidas}}{\text{Cantidad De Lote Estadar}}$$

Al finalizar cada uno de los procesos en el laboratorio, se realiza el cálculo de rendimiento y se anota en las Instrucciones De Fabricación Y Registro De Procesos, sin embargo, si durante el proceso de fabricación se detecta un

rendimiento bajo, se inicia la investigación del motivo. Esta investigación está a cargo del área de control de calidad. El cálculo para el porcentaje de merma en cada proceso se realiza de la siguiente manera:

$$\% \text{ De Merma Solidos} = \frac{\text{Cantidad de Merma en (Kg)}}{\text{Cantidad De Granel Seco (Kg)}}$$

La persona a cargo del proceso de fabricación es la responsable de anotar la merma y realizar el vale de desperdicio. Al finalizar cada proceso se documenta, en las Instrucciones De fabricación Y Registro De Procesos como se describe a continuación.

Peso De granel de tabletas: _____
Cantidad de tabletas obtenidas: _____
% Rendimiento: _____
Peso del Merma: _____
% de Desperdicio _____

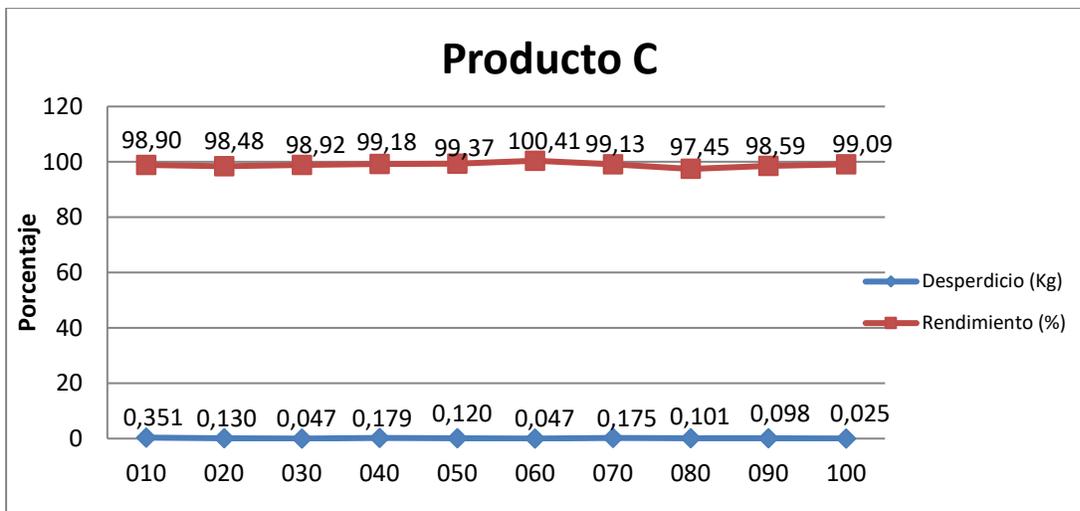
En el área de blíster, al finalizar el proceso de empaque primario, se cuantifica la cantidad de merma de Aluminio y PVC, luego se compra la cantidad de desperdicio cuantificado y la cantidad de materia prima suministrada al proceso:

$$\% \text{ De Merma Blister} = \frac{\text{Cantidad de Merma PVC y Aluminio (Kg)}}{\text{Cantidad de Aluminio y PVC Utilizado (Kg)}}$$

En las distintas áreas de fabricación, el cálculo de rendimiento tiene el objetivo de brindar un dato aproximado o lo más real al proceso. Los datos recopilados de la merma en cada proceso se tabulan en el kardex digital y se obtiene la tendencia de la merma.

Si la merma aumenta en algún paso de la fabricación de un producto, el kardex proporciona información para detectar este aumento y se procede con la investigación para determinar la causa de esto. Un ejemplo sobre la relación entre el desperdicio y el rendimiento se muestra en la siguiente imagen:

Figura 36. **Relación entre el desperdicio y el rendimiento del producto C**



Fuente: Laboratorio Mediproducts S. A.

En la figura anterior se presenta la relación del desperdicio en kilogramos y el porcentaje del rendimiento para cada lote producido del producto C. En este se observa que existe relación entre la cantidad de desperdicio y el rendimiento obtenido, a más desperdicio se obtiene un menor rendimiento. Por lo que los métodos de cálculo para este se encuentran correctamente planteados ya que reflejan la realizan del lote producido.

2.8.1. Propuesta para disminuir los desperdicios área de sólidos y blíster

Para disminuir los desperdicios del área de sólidos se analizan las condiciones de fabricación (Maquinaria, Mano de obra, Materia Prima) al momento de realizar los procesos en el área de sólidos. Para ello se propone un análisis visual durante su fabricación de Preparado, Tableteado, y Recubrimiento Film y así poder detectar mejoras o acciones que ayuden a evitar que la merma se incremente. Al finalizar este proceso de fabricación se pesan las cantidades obtenidas de tabletas, grageas o capsulas y se calcula el rendimiento e identifica que tanto afecto la merma en el rendimiento final.

Se observó que el comportamiento en el módulo II y IV, son áreas esenciales para el monitoreo de mermas ya que las tabletas estas pueden variar su proceso de peso promedio, afectando el rendimiento final, para llevar un mayor control de la generación de desperdicios en los módulos de fabricación se propone el siguiente formato.

Figura 37. **Formato para el control de mermas**

CONTROL DE MERMAS				
Fecha: _____		Forma: _____		
Encargado: _____		Módulo: _____		
Código de producto: _____				
MAQUINARIA				
Limpieza	Excelente	Buena	Regular	Mala
Estado	Excelente	Buena	Regular	Malo
MANO DE OBRA				
	Si	No		
Operarios con equipo de protección				
Ingreso de operarios en horario adecuado				
Hora de inicio de actividades:				
MATERIA PRIMA				
	Si	No		
Recepción de MP en horario indicado				
MP en buen estado				
Cantidad adecuada de MP				
CONTROL DE MERMAS				
Cantidad de merma generada:	_____	Kg		
Cantidad producida	_____	Kg		
Eficiencia del proceso	_____	%		
Observaciones:				

Firma encargado

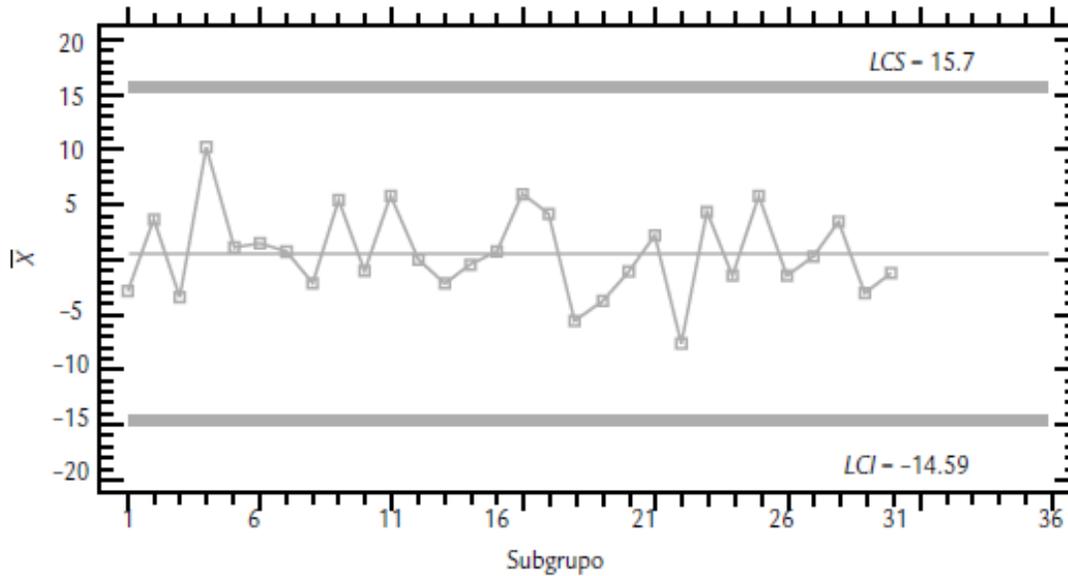
Fuente: elaboración propia Microsoft Excel 2019.

El control de mermas al finalizar el proceso es importante no solo quede registrado en el kardex digital sino tener un respaldo de la documentación del lote producido lo que se propone este formato para realizarlo.

2.8.2. Propuesta de herramientas que aplican a la reducción de desperdicios de sólidos I, II, III, IV, V y Blíster

Como parte del control y documentar los desperdicios del laboratorio aplica cartas de control, en específico cartas X para el monitoreo de los desperdicios y rendimiento de los procesos. La carta de control X se muestra en la siguiente figura:

Figura 38. Carta de control X



Fuente: GUTIÉRREZ, Humberto. *Calidad total y productividad*.

<https://clea.edu.mx/biblioteca/files/original/56cf64337c2fcc05d6a9120694e36d82.pdf>. Consulta:
4 de abril de 2021.

El rendimiento de los módulos de fabricación se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento} = 1 - \frac{\text{Cantidad de desperdicio}}{\text{Cantidad Producida}}$$

A continuación, se muestra un ejemplo del cálculo para el módulo I:

$$\text{Rendimiento} = 1 - \frac{0,202 \text{ kg}}{19,28 \text{ kg}} = 0,9895$$

Es decir, el rendimiento para la corrida del módulo I es del 98,95 %.

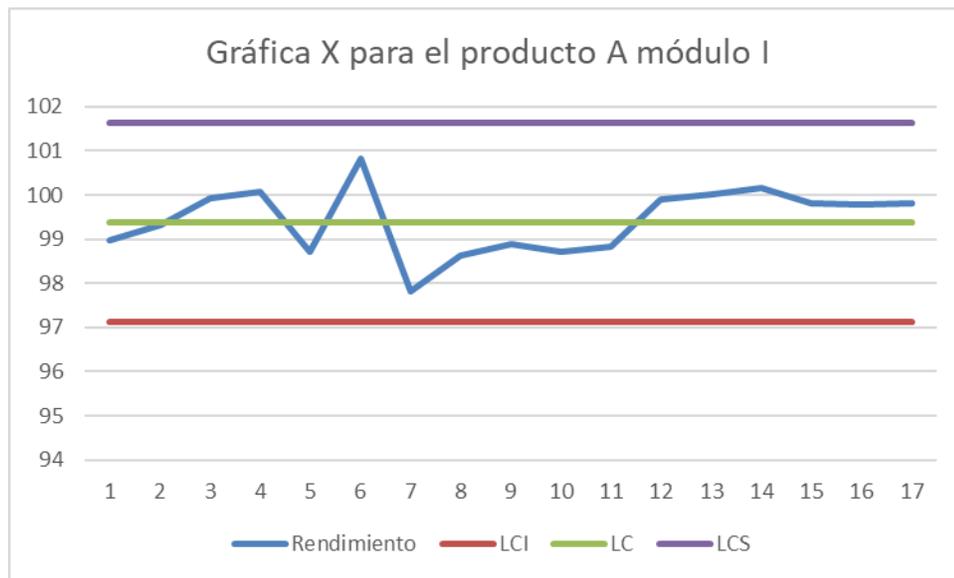
Con la aplicación de una carta de control X para el rendimiento de cada corrida de producción, el laboratorio logra analizar e identificar de manera gráfica variaciones en el proceso y con esto tomar decisiones específicas para el control de merma para cada área. Al usar una carta de control, se obtienen los límites de control superior e inferior por lo que facilita la identificación de puntos fuera de control a lo largo del proceso. Por medio de estas cartas el laboratorio genera informes sobre el comportamiento del rendimiento, a continuación, se realizan la carta X para cada producto en los diferentes módulos.

Tabla XXXIV. Rendimiento del módulo I

No. De Lote	Producto	Modulo	Forma	Desperdicio		Rendimiento
				Kg	%	%
1	A	I	Cápsula	0,180	0,25	98,99
2	A	I	Cápsula	0,281	0,30	99,31
3	A	I	Cápsula	0,115	0,16	99,93
4	A	I	Cápsula	0,151	0,21	100,08
5	A	I	Cápsula	0,058	0,68	98,73
6	A	I	Cápsula	0,222	0,26	100,82
7	A	I	Cápsula	0,149	0,21	97,81
8	A	I	Cápsula	0,252	0,34	98,64
9	A	I	Cápsula	0,181	0,25	98,88
10	A	I	Cápsula	0,145	0,21	98,72
11	A	I	Cápsula	0,133	0,16	98,83
12	A	I	Cápsula	0,256	0,33	99,90
13	A	I	Cápsula	0,161	0,20	100,01
14	A	I	Cápsula	0,134	0,18	100,15
15	A	I	Cápsula	0,160	0,22	99,81
16	A	I	Cápsula	0,170	0,23	99,78
17	A	I	Cápsula	0,100	0,13	99,81
1	B	I	Cápsula	0,097	0,22	99,73
2	B	I	Cápsula	0,086	0,20	99,89
3	B	I	Cápsula	0,07	0,38	99,34
4	B	I	Cápsula	0,169	0,39	100,31
5	B	I	Cápsula	0,128	0,28	99,96
6	B	I	Cápsula	0,152	0,31	100,15
7	B	I	Cápsula	0,020	0,47	98,79
8	B	I	Cápsula	0,130	0,27	97,85
1	C	I	Cápsula	0,199	0,200	99,48
2	C	I	Cápsula	0,137	0,166	99,02
3	C	I	Cápsula	0,131	0,150	99,79
4	C	I	Cápsula	0,187	0,240	99,06
5	C	I	Cápsula	0,119	0,142	98,66

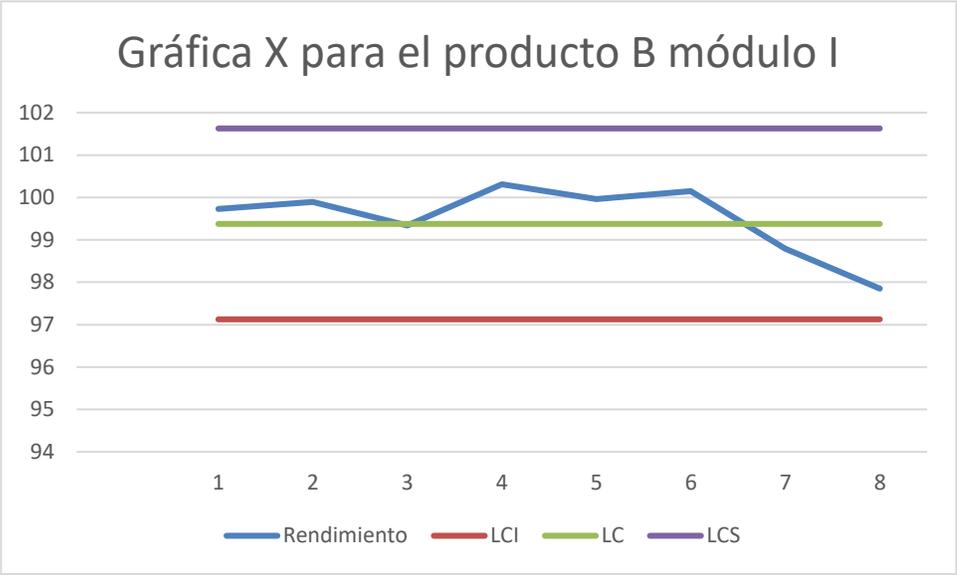
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Figura 39. **Cartas de control sobre el rendimiento del producto A en el Módulo I**



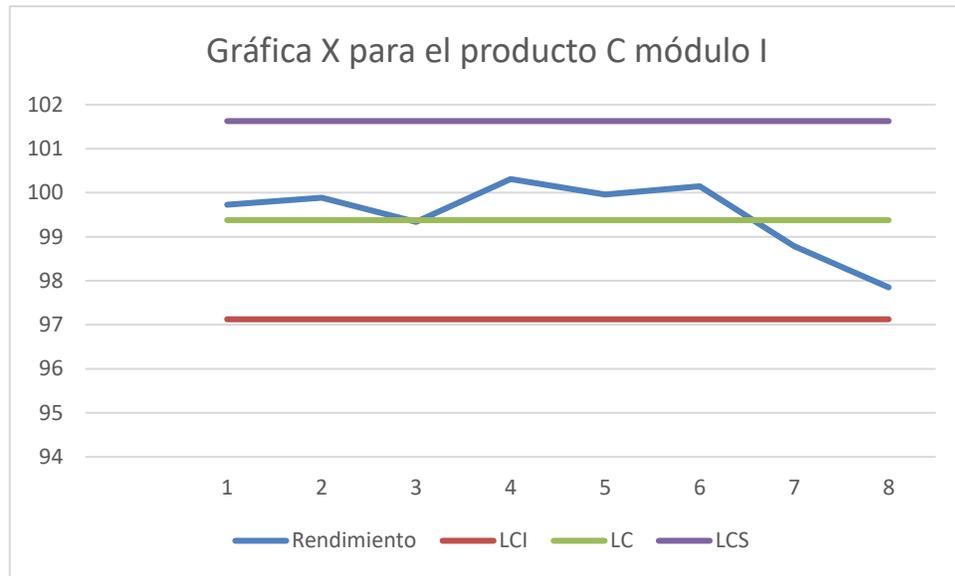
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Figura 40. **Cartas de control sobre el rendimiento del producto B en el Módulo I**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Figura 41. **Cartas de control sobre el rendimiento del producto C en el Módulo I**



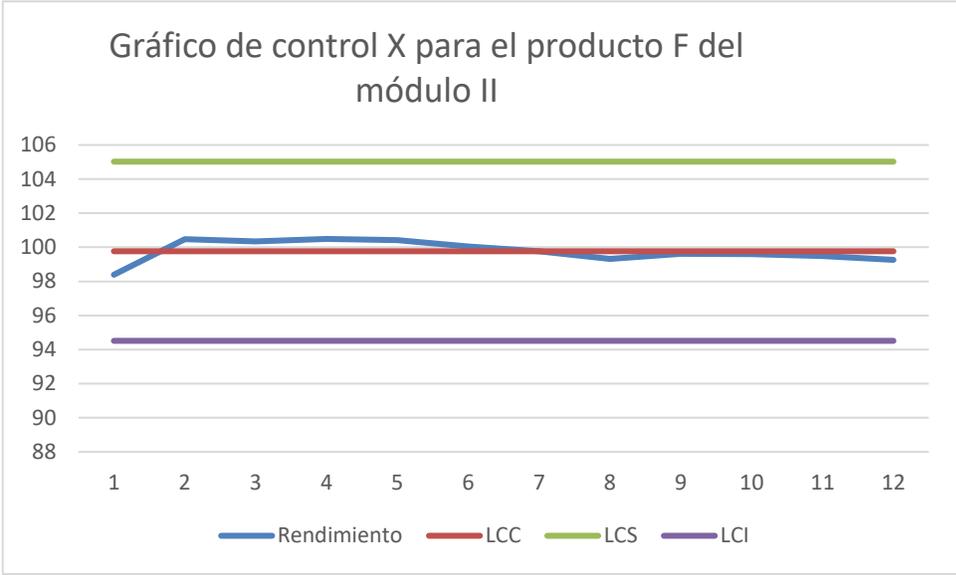
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Tabla XXXV. Rendimiento del módulo II

No. De Lote	Producto	Modulo	Forma	Desperdicio		Rendimiento
				Kg	%	%
339	F	II	Gragea	0,259	0,830	98,390
10	F	II	Gragea	0,419	0,250	100,480
20	F	II	Gragea	0,457	0,320	100,340
30	F	II	Gragea	0,172	0,600	100,490
40	F	II	Gragea	0,274	0,180	100,420
50	F	II	Gragea	0,255	0,240	100,040
60	F	II	Gragea	0,211	0,200	99,770
70	F	II	Gragea	0,165	0,150	99,320
80	F	II	Gragea	0,515	0,490	99,620
90	F	II	Gragea	0,337	0,460	99,590
100	F	II	Gragea	0,397	0,540	99,490
110	F	II	Gragea	0,316	0,300	99,260
120	G	II	Gragea	0,404	0,380	99,910
130	G	II	Gragea	0,122	0,083	99,510
140	G	II	Gragea	0,266	0,173	98,630
150	G	II	Gragea	0,340	0,230	99,690
160	G	II	Gragea	0,403	0,236	99,320
170	G	II	Gragea	0,159	0,107	100,140
180	G	II	Gragea	0,163	0,111	98,950
190	G	II	Gragea	0,231	0,132	98,850
200	G	II	Gragea	0,163	0,120	98,780
210	G	II	Gragea	3,159	0,301	97,000
220	G	II	Gragea	0,335	0,031	99,140
230	G	II	Gragea	0,287	0,027	98,980
240	G	II	Gragea	0,620	0,592	98,630

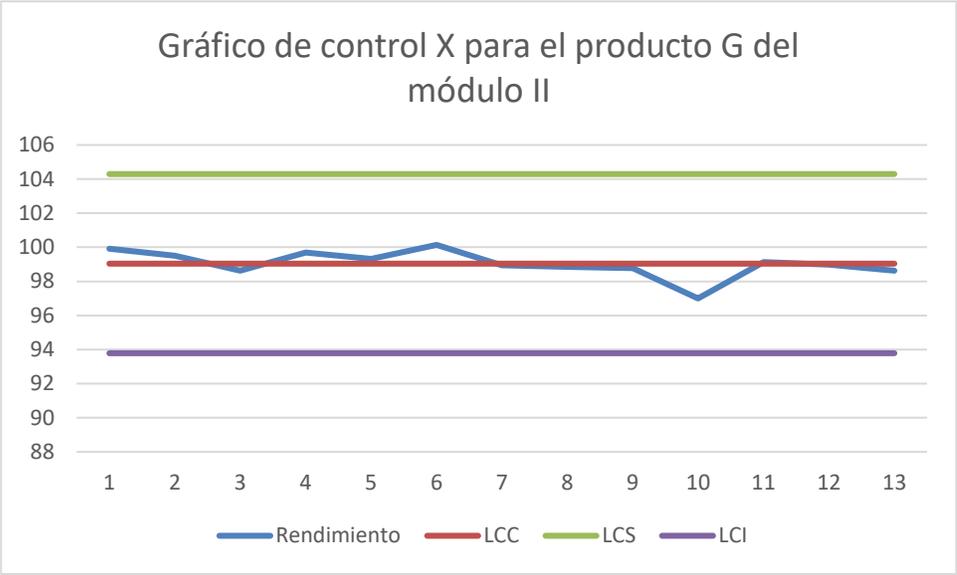
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Figura 42. **Cartas de control sobre el rendimiento del producto F en el Módulo II**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Figura 43. **Cartas de control sobre el rendimiento del producto G en el Módulo II**



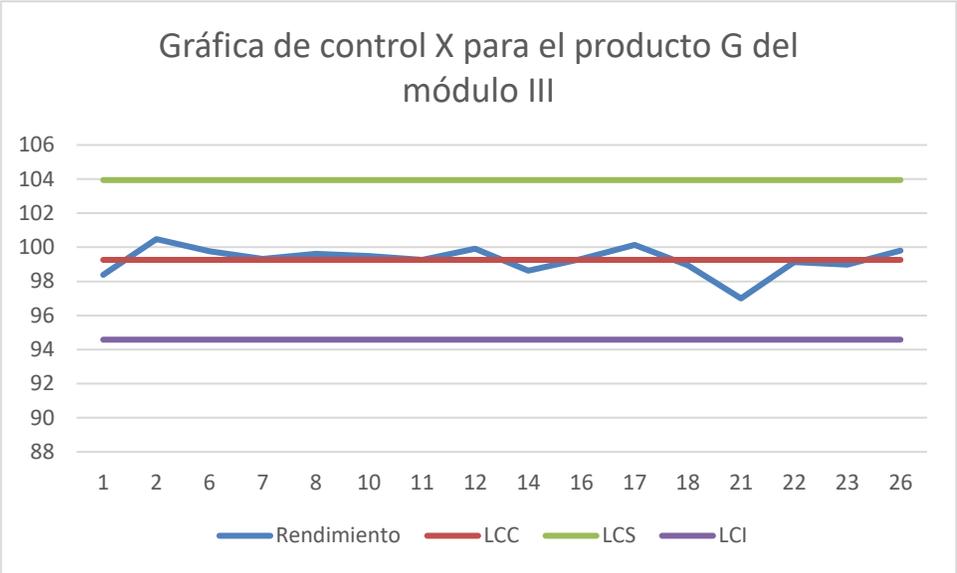
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Tabla XXXVI. Rendimiento del módulo III

No. De lote	Producto	Módulo	Forma	Desperdicio	Rendimiento
				Kg/Grageado	%
1	G	III	Gragea	0,279	98,39
2	G	III	Gragea	0,300	100,48
6	G	III	Gragea	0,120	99,77
7	G	III	Gragea	0,11	99,32
8	G	III	Gragea	0,356	99,62
10	G	III	Gragea	0,177	99,49
11	G	III	Gragea	0,230	99,26
12	G	III	Gragea	0,335	99,91
14	G	III	Gragea	0,177	98,63
16	G	III	Gragea	0,200	99,32
17	G	III	Gragea	0,100	100,14
18	G	III	Gragea	0,100	98,95
21	G	III	Gragea	3,08	97,00
22	G	III	Gragea	0,231	99,14
23	G	III	Gragea	0,241	98,98
26	G	III	Gragea	0,079	99,80
2	H	III	Gragea	0,035	99,67
4	H	III	Gragea	0,123	99,02
5	H	III	Gragea	0,300	99,04
6	H	III	Gragea	0,096	99,27
7	H	III	Gragea	0,087	99,08
8	H	III	Gragea	0,200	99,12

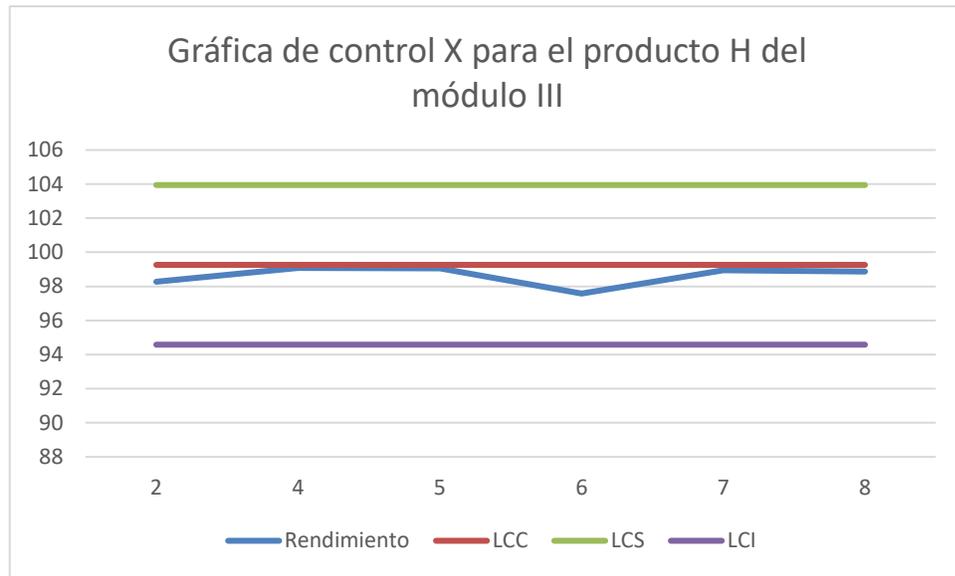
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Figura 44. **Cartas de control sobre el rendimiento del producto G en el Módulo III**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Figura 45. **Cartas de control sobre el rendimiento del producto H en el Módulo III**



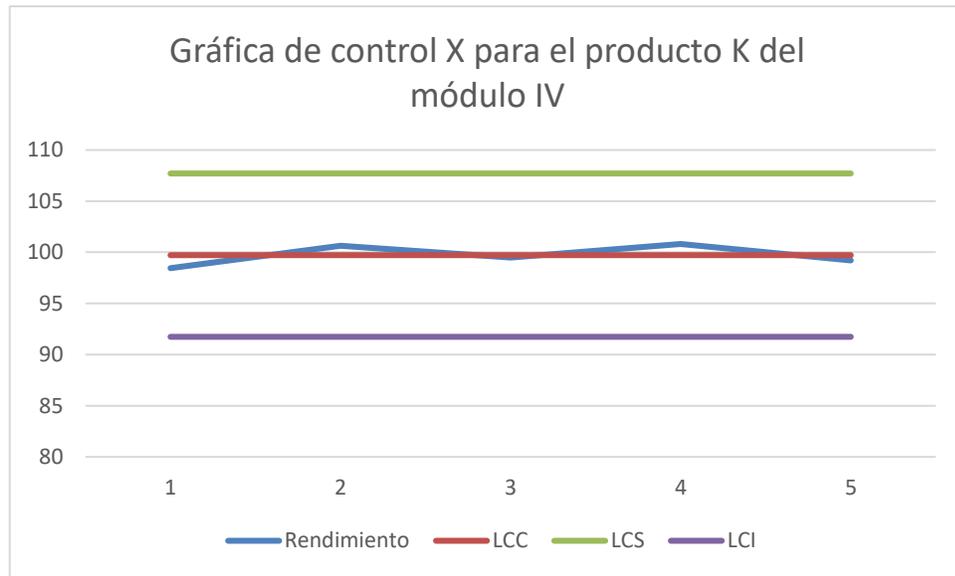
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Tabla XXXVII. Rendimiento del módulo IV

No. De Lote	Producto	Modulo	Forma	Desperdicio		Rendimiento
				Kg	%	%
1	K	IV	Tableta	0,155	0,173	98,45
2	K	IV	Tableta	0,186	0,212	100,64
3	K	IV	Tableta	0,162	0,181	99,49
4	K	IV	Tableta	0,101	0,11	100,81
5	K	IV	Tableta	0,146	0,166	99,21
1	M	IV	Tableta	0,252	0,044	98,87
2	M	IV	Tableta	0,186	0,323	99,65
3	M	IV	Tableta	0,110	0,192	99,03
4	M	IV	Tableta	0,222	0,386	98,76
5	M	IV	Tableta	0,070	0,012	99,17
6	M	IV	Tableta	0,106	0,018	99,93
7	M	IV	Tableta	0,042	0,073	99,44
8	M	IV	Tableta	0,144	0,025	99,27
9	M	IV	Tableta	0,072	0,125	99,37
10	M	IV	Tableta	0,131	0,022	100,06
11	M	IV	Tableta	0,065	0,113	99,96
12	M	IV	Tableta	0,015	0,025	98,80
13	M	IV	Tableta	0,062	0,107	98,23
14	M	IV	Tableta	0,211	0,036	97,79
15	M	IV	Tableta	0,131	0,022	98,91
1	N	IV	Oblonga	1,81	1,6	98,61
2	N	IV	Oblonga	0,402	0,37	96,81
3	N	IV	Oblonga	0,208	0,193	98,28
4	N	IV	Oblonga	0,114	0,105	89,14

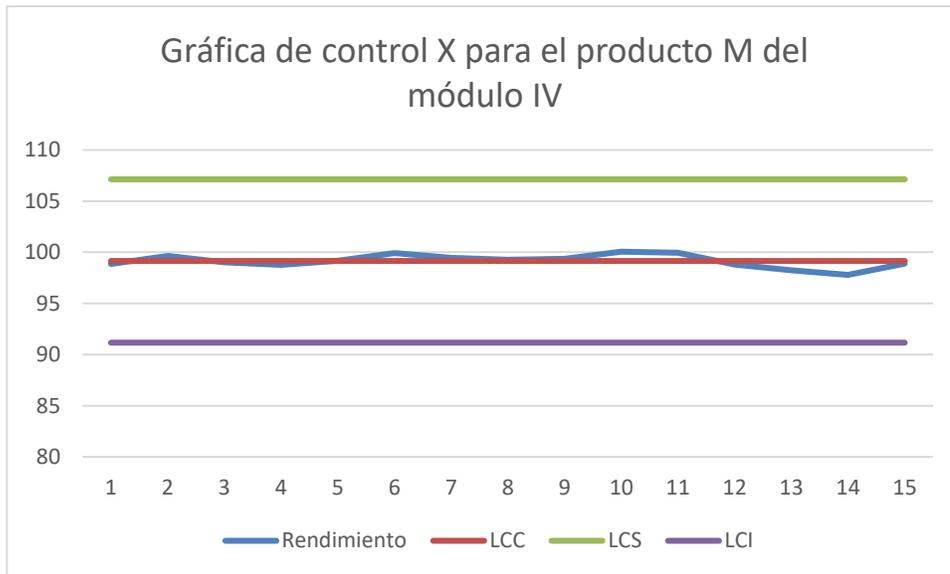
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Figura 46. **Cartas de control sobre el rendimiento del producto K en el Módulo IV**



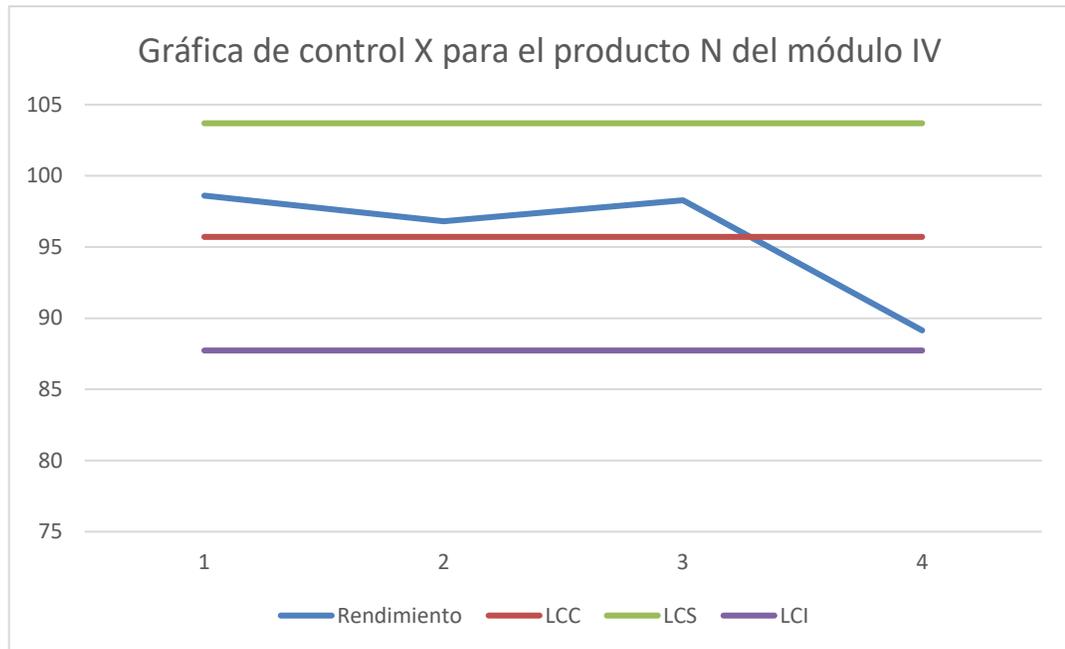
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Figura 47. **Cartas de control sobre el rendimiento del producto M en el Módulo IV**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Figura 48. **Cartas de control sobre el rendimiento del producto N en el Módulo IV**



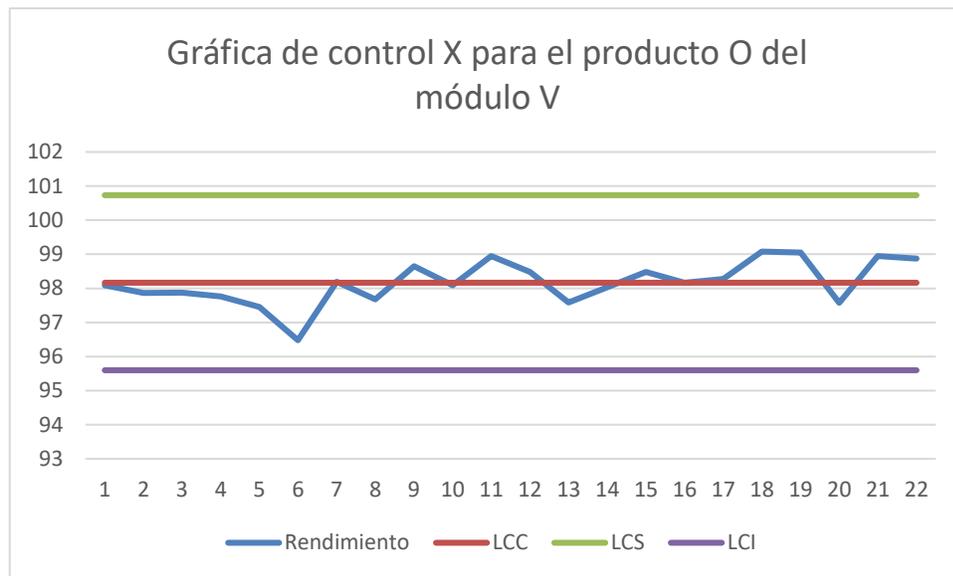
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Tabla XXXVIII. Rendimiento del módulo V

No. De Lote	Producto	Modulo	Forma	Desperdicio		Rendimiento
				Kg	%	%
2	O	V	Sobre	0,087	0,14	98,09
3	O	V	Sobre	0,018	0,28	97,87
4	O	V	Sobre	0,095	0,15	97,88
5	O	V	Sobre	0,042	0,65	97,76
6	O	V	Sobre	0,058	0,09	97,46
7	O	V	Sobre	0,174	0,27	96,48
8	O	V	Sobre	0,069	0,11	98,19
9	O	V	Sobre	0,097	0,15	97,68
10	O	V	Sobre	0,031	0,05	98,65
11	O	V	Sobre	0,073	0,11	98,09
12	O	V	Sobre	0,047	0,073	98,95
13	O	V	Sobre	0,027	0,042	98,48
14	O	V	Sobre	0,08	0,124	97,59
15	O	V	Sobre	0,03	0,047	98,03
16	O	V	Sobre	0,105	0,165	98,48
17	O	V	Sobre	0,069	0,108	98,16
18	O	V	Sobre	0,071	0,110	98,28
19	O	V	Sobre	0,062	0,097	99,08
20	O	V	Sobre	0,100	0,156	99,05
21	O	V	Sobre	0,065	0,101	97,58
22	O	V	Sobre	0,038	0,050	98,95
23	O	V	Sobre	0,081	0,129	98,87
1	P	V	Suspensión	0,208	0,044	99,16
2	P	V	Suspensión	0,020	0,050	99,03

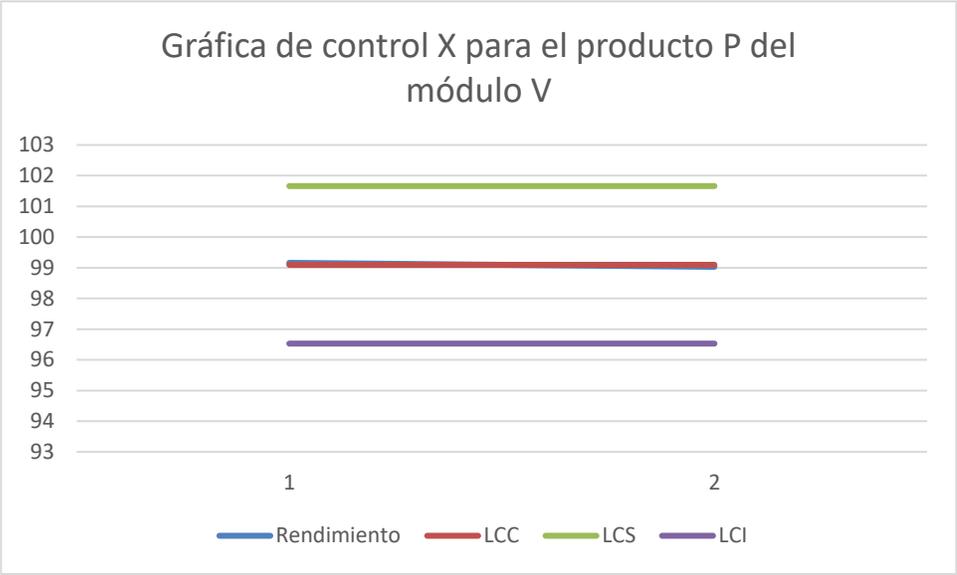
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Figura 49. **Cartas de control sobre el rendimiento del producto O en el Módulo V**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Figura 50. **Cartas de control sobre el rendimiento del producto P en el Módulo V**



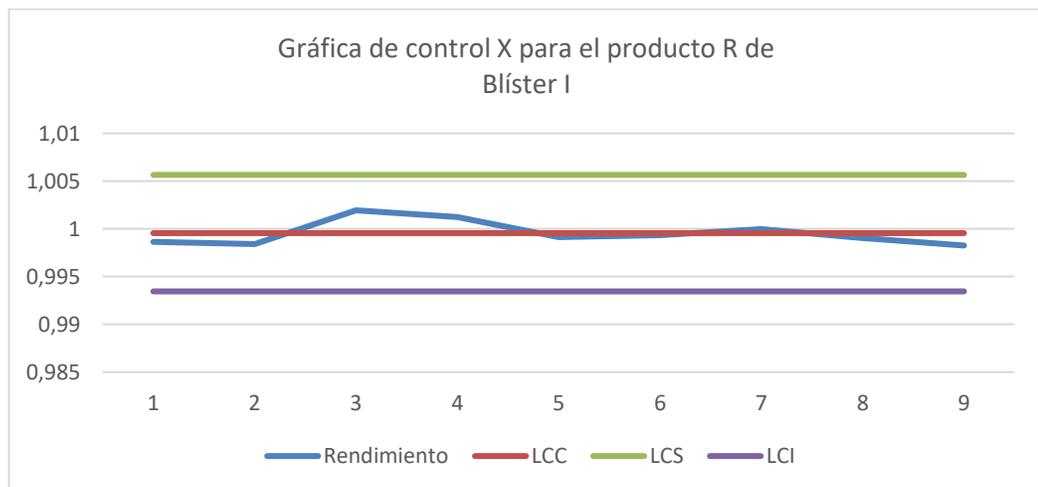
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Tabla XXXIX. Rendimiento de Blíster I

Lote	Producto	Presentacion	Merma				Rendimiento
			PVC		Aluminio		
			Kg	%	Kg	%	
1	R	Capsula	1,89	6,1	0,47	7,6	99,86%
2	R	Capsula	3,96	13,9	0,52	9,1	99,84%
3	R	Capsula	1,52	9,5	0,47	5,4	100,19%
4	R	Capsula	0,14	1,0	0,07	2,7	100,12%
5	R	Capsula	0,30	1,1	0,10	1,7	99,91%
6	R	Capsula	0,26	3,3	0,14	8,9	99,94%
7	R	Capsula	0,33	1,0	0,15	2,4	100,00%
8	R	Capsula	3,47	11,1	0,25	4,1	99,90%
9	R	Capsula	1,44	4,7	0,36	5,9	99,83%
1	S	Tabletas	0,54	2,2	0,37	7,5	99,83%
2	S	Tabletas	1,51	4,1	0,24	9,3	99,91%
3	S	Tabletas	1,51	5,1	0,38	6,5	99,98%
4	S	Tabletas	1,10	4,5	0,03	0,7	99,76%
5	S	Tabletas	2,09	3,1	0,04	3,3	100,04%
6	S	Tabletas	2,65	8,9	0,54	9,1	99,85%
7	S	Tabletas	3,11	10,4	0,41	6,8	99,93%

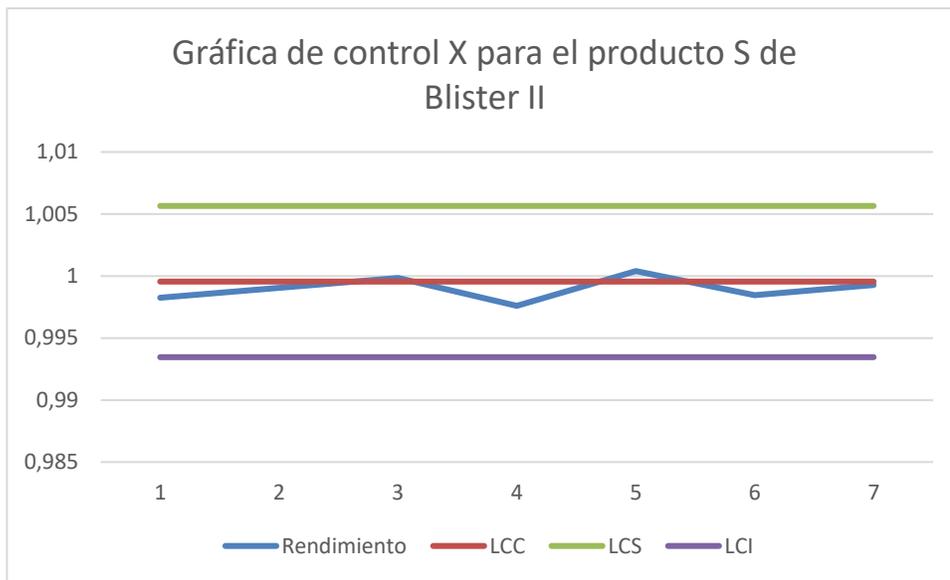
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Figura 51. Cartas de control sobre el rendimiento del producto R en Blíster I



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Figura 52. **Cartas de control sobre el rendimiento del producto S en Blíster I**



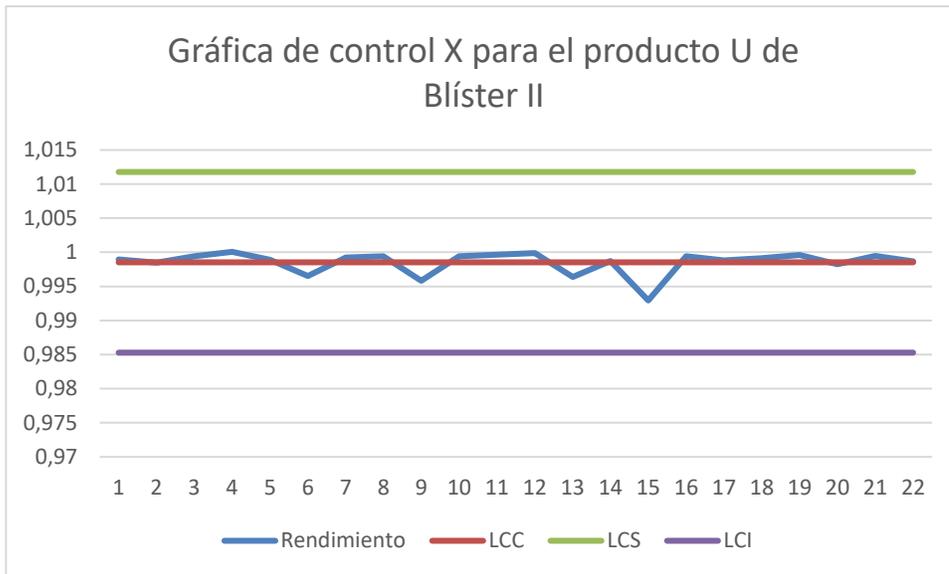
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Tabla XL. Rendimiento de Blíster II

Lote	Producto	Presentacion	Merma				Rendimiento
			PVC		Aluminio		
			Kg	%	Kg	%	
1	U	Gragea	3,83	8,5	0,13	1,5	99,89%
2	U	Gragea	4,87	10,8	0,72	7,9	99,85%
3	U	Gragea	1,56	4,1	0,63	8,4	99,94%
4	U	Gragea	0,86	6,8	0,19	7,5	100,01%
5	U	Gragea	4,15	9,2	1,03	11,4	99,89%
6	U	Gragea	3,77	8,4	0,47	5,3	99,65%
7	U	Gragea	3,65	8,1	0,67	7,5	99,92%
8	U	Gragea	1,59	4,3	0,23	3,0	99,94%
9	U	Gragea	2,88	2,0	0,20	8,0	99,58%
10	U	Gragea	3,04	6,8	0,26	2,9	99,94%
11	U	Gragea	1,51	3,4	0,56	6,2	99,96%
12	U	Gragea	0,36	0,9	0,34	4,2	99,99%
13	U	Gragea	0,19	2,5	0,12	7,7	99,64%
14	U	Gragea	0,05	0,1	0,32	3,6	99,87%
15	U	Gragea	0,95	2,1	0,23	2,6	99,29%
16	U	Gragea	5,09	11,4	0,85	9,5	99,94%
17	U	Gragea	3,29	7,4	0,37	4,1	99,88%
18	U	Gragea	4,12	9,2	0,24	2,6	99,91%
19	U	Gragea	3,57	8,0	0,54	6,0	99,96%
20	U	Gragea	2,88	6,4	0,70	7,7	99,82%
21	U	Gragea	0,72	1,6	0,30	3,4	99,95%
22	U	Gragea	0,36	0,8	0,46	5,1	99,87%
23	U	Gragea	5,07	11,4	0,08	1,0	99,93%
24	U	Gragea	1,19	2,7	0,22	2,5	99,83%

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Figura 53. **Cartas de control sobre el rendimiento del producto U en Blíster II**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Con la realización de la carta X para cada módulo de producción y áreas de blíster del laboratorio se observa gráficamente el comportamiento del rendimiento de cada lote y como interactúa este con los límites de control establecidos. Estos límites son de gran utilidad para evaluar el comportamiento del rendimiento de cada lote e identificar variaciones en el momento que se presenten para aplicar acciones correctivas por parte de Control de Calidad y evitar producir lotes de medicamentos con un rendimiento bajo, es decir, mantener el proceso bajo control.

2.8.3. Seguimiento de tiempos de documentación por producto seleccionado

En el laboratorio luego de la toma de rendimiento con los datos que se presentan el inciso 2.8.3, se genera documentación de todos los productos que se fabrican de las áreas de sólidos, semisólidos, líquidos e inyectables, por lote producido en las diferentes áreas.

Como parte de la propuesta se propone un formato de supervisión, para control de los tiempos de documentación de mermas por producto en los módulos. Este formato se presenta a continuación:

Tabla XLI. **Tiempo para documentar en módulo I**

CONTROL DE TIEMPOS DE DOCUMENTACIÓN
--

Fecha: 16/01/2020 Forma: Cápsula

Encargado: _____ Módulo: I

Código de producto: E

Lote	Tiempo de producción en módulo	Cantidad producida	Peso (Kg)	Tiempo para toma de desperdicio	Desperdicio (Kg)
10	1 835 min	50 289	19,28	5	0,202
20	1 835 min	44 673	9,07	5	0,09
30	1 835 min	47 572	24,92	5	0,247
40	1 835 min	47 270	11,58	5	0,114

Firma encargado

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Tabla XLII. **Tiempo para documentar en módulo II**

CONTROL DE TIEMPOS DE DOCUMENTACIÓN
--

Fecha: _____ Forma: Gragea

Encargado: _____ Módulo: II

Código de producto: F

Lote	Tiempo de producción en módulo	Cantidad producida	Peso (Kg)	Tiempo para toma de desperdicio	Desperdicio (Kg)
10	2 065 min	180 854	41,70	6	0,419
20	2 065 min	180 607	45,55	6	0,457
30	2 065 min	180 886	17,12	6	0,172
40	2 065 min	180 761	27,29	6	0,274
50	2 065 min	180 075	25,49	6	0,255
60	2 065 min	179 588	21,15	6	0,211
70	2 065 min	178 775	16,61	6	0,165
80	2 065 min	179 308	51,70	6	0,515
90	2 065 min	179 067	33,84	6	0,337

Firma encargado

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Tabla XLIII. **Tiempo para documentar en módulo III**

CONTROL DE TIEMPOS DE DOCUMENTACIÓN
--

Fecha: _____ Forma: Gragea

Encargado: _____ Módulo: III

Código de producto: G

Lote	Tiempo de producción en módulo	Cantidad producida	Peso (Kg)	Tiempo para toma de desperdicio	Desperdicio (Kg)
1	2 015 min	180 854	28,36	5	0,279
2	2 015 min	180 607	29,86	5	0,3
6	2 015 min	180 360	12,03	5	0,12
7	2 015 min	180 113	11,08	5	0,11
8	2 015 min	179 866	35,74	5	0,356
10	2 015 min	179 619	17,79	5	0,177
11	2 015 min	179 372	23,17	5	0,23
12	2 015 min	179 125	33,53	5	0,335
14	2 015 min	178 878	17,95	5	0,177

Firma encargado

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Tabla XLIV. **Tiempo para documentar en módulo IV**

CONTROL DE TIEMPOS DE DOCUMENTACIÓN
--

Fecha: _____ Forma: Tableta

Encargado: _____ Módulo: IV

Código de producto: A

Lote	Tiempo de producción en módulo	Cantidad producida	Peso (Kg)	Tiempo para toma de desperdicio	Desperdicio (Kg)
1	1 595 min	179 866	27,53	8	0,273
2	1 595 min	179 619	15,74	8	0,155
6	1 595 min	179 372	18,48	8	0,186
7	1 595 min	179 125	16,28	8	0,162
8	1 595 min	178 878	10,02	8	0,101
10	1 595 min	178 631	14,72	8	0,146
11	1 595 min	178 384	21,48	8	0,214

Firma encargado

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Tabla XLV. **Tiempo para documentar en módulo V**

CONTROL DE TIEMPOS DE DOCUMENTACIÓN
--

Fecha: _____ Forma: Sobre

Encargado: _____ Módulo: V

Código de producto: O

Lote	Tiempo de producción en módulo	Cantidad producida	Peso (Kg)	Tiempo para toma de desperdicio	Desperdicio (Kg)
1	365 min	189 866	5,01	6	0,049
2	365 min	179 619	8,87	6	0,087
3	365 min	179 372	1,84	6	0,018
4	365 min	172 458	9,71	6	0,095
5	365 min	167 211	4,30	6	0,042
6	365 min	161 964	5,95	6	0,058
7	365 min	156 717	18,03	6	0,174
8	365 min	151 470	7,03	6	0,069
9	365 min	146 223	9,93	6	0,097

Firma encargado

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Tabla XLVI. **Tiempo para documentar en Blister I**

CONTROL DE TIEMPOS DE DOCUMENTACIÓN
--

Fecha: _____ Forma: Cápsula

Encargado: _____ Módulo: Blister I

Código de producto: R

Lote	Tiempo de producción en módulo	Cantidad producida	Peso (Kg)	Tiempo para toma de desperdicio	Desperdicio (Kg)
1	420 min	189 866	18 963,35	20	1,89375
2	420 min	179 619	39 701,17	20	3,96375
3	420 min	179 372	15 183,01	20	1,52125
4	420 min	172 458	1 348,32	20	0,13500
5	420 min	167 211	2 965,06	20	0,29625
6	420 min	161 964	2 576,67	20	0,25750
7	420 min	156 717	3 275,06	20	0,32750
8	420 min	151 470	34 708,61	20	3,46750
9	420 min	146 223	14 400,07	20	1,43750

Firma encargado

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Tabla XLVII. **Tiempo para documentar en Blíster II**

CONTROL DE TIEMPOS DE DOCUMENTACIÓN
--

Fecha: _____ Forma: Gragea

Encargado: _____ Módulo: Blíster II

Código de producto: U

Lote	Tiempo de producción en módulo	Cantidad producida	Peso (Kg)	Tiempo para toma de desperdicio	Desperdicio (Kg)
1	390 min	189 866	38 291,07	20	3,83
2	390 min	179 619	48 799,84	20	4,87
3	390 min	179 372	15 559,39	20	1,56
4	390 min	172 458	8 574,43	20	0,86
5	390 min	167 211	41 546,42	20	4,15
6	390 min	161 964	37 856,39	20	3,77
7	390 min	156 717	36 553,08	20	3,65
8	390 min	151 470	15 884,08	20	1,59
9	390 min	146 223	28 895,83	20	2,88

Firma encargado

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

El tiempo total para la toma de mermas en los módulos de fabricación se muestran en la siguiente tabla:

Tabla XLVIII. **Tiempos para la toma de mermas**

Módulo de fabricación	Tiempo en minutos
Módulo I	5
Módulo II	6
Módulo III	5
Módulo IV	8
Módulo V	6
Área de Blíster I	20
Área de Blíster II	20
Total	70

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

El controlar los tiempos de la toma de desperdicios permitirá al laboratorio conocer errores en las cantidades de mermas. Por lo general, esta toma de mermas no está estandarizada en tiempos ni métodos, siendo un punto de mejora importante para el proceso en general.

2.8.4. Mejoras en los tiempos de análisis de merma en los procesos

Al finalizar cada proceso la papelería esté completamente revisada y aprobada tanto como supervisor de área y jefe se determinó una ampliación de los tiempos de análisis de los mismos. Uno de los principales puntos de mejora para los procesos de documentación de mermas es el tiempo de análisis de merma. Esto permite un diagnóstico más general y determina tendencias o peculiaridades en la cuantificación de mermas.

La ampliación de los tiempos se da como una propuesta por módulo de fabricación y áreas de blíster se presentan en la siguiente tabla, basado en el

tiempo actual presentado en la tabla XLVIII, del inciso anterior sobre todos los módulos de fabricación y áreas de blíster:

Tabla XLIX. **Ampliación de tiempos de análisis de merma en minutos**

Módulo	Tiempo Actual	Tiempo propuesto
Módulo I	5	8
Módulo II	6	10
Módulo III	5	8
Módulo IV	8	10
Módulo V	6	10
Área de Blíster I	20	25
Área de Blíster II	20	25
Total	70	96

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

La ampliación de estos tiempos permite a control de calidad cuantificar las mermas en cada área del laboratorio de forma eficiente y evitando errores en la tabulación de datos. Por otra parte, estos tiempos deben ser respetados por los supervisores de producción ya que son una parte esencial en el proceso de fabricación.

2.9. Formatos propuestos para el diseño de la mejora

Para dar seguimiento a la mejora se propone el uso de un formato para el seguimiento de tiempos de documentación ya que mediante el análisis se determinó

3. FASE DE INVESTIGACIÓN PLAN DE AHORRO DE ENERGÍA EN EL LABORATORIO MEDIPRODUCTS, S.A.

3.1. Situación actual de la empresa

En las distintas áreas de producción se tiene como principal actividad la fabricación de productos farmacéuticos, fabricación, encapsulado, tableteado y revisión de pesos promedios de tabletas y capsulas. Durante estos procesos el operario toma una muestra cada 20 min para pesarla en la balanza que está ubicada en el área de tableteado o encapsulado y verificar si el peso está acorde a los límites de peso permitido por tableta o capsula. En el proceso de recubrimiento, el operario toma una muestra del recubrimiento cada cierto tiempo, para determinar si se está realizando el sellado correcto y el color es uniforme o tiene alguna variante para realizar cambios de flujo de esprayado o velocidad de giro del bombo, al igual que verifica los equipos que realizan el recubrimiento.

El laboratorio para mejorar los ambientes ha iniciado el cambio de lámparas incandescentes a led en los últimos 6 meses. Actualmente el laboratorio cuenta con las paredes y techo de color blanco y con iluminación artificial, 75 % de led y 25 % incandescente. Aunque el área de producción actualmente cuenta con únicamente iluminación incandescente.

En los módulos de fabricación se encuentra la maquinaria que realizan los procesos de fabricación, donde el factor de consumo de energía por parte de los equipos es variable, esto debido al tiempo de uso en la fabricación que puede variar entre 1 a 2 horas. Los procesos de secado al ser los más largos, puede variar entre 10 a 20 horas en el horno generan un alto consumo de energía eléctrica. Este consumo depende del producto que se fabrique. El módulo de grageado donde los bombos mantienen procesos de 8 horas diarias toda la semana también es de los que realizan un mayor consumo de energía.

Para realizar un análisis sobre el consumo de energía se realiza un análisis de datos históricos. Con este se obtiene información sobre la cantidad de energía utilizada en los últimos 12 meses en el laboratorio. Esta información se presenta a continuación:

Tabla LI. **Historial de consumo de energía en el laboratorio**

Mes	Consumo KWH	Costo
ene-18	232	Q 313,20
feb-18	235	Q 317,25
mar-18	233	Q 314,55
abr-18	230	Q 310,50
may-18	240	Q 324,00
jun-18	240	Q 324,00
jul-18	233	Q 314,55
ago-18	235	Q 317,25
sep-18	238	Q 321,30
oct-18	239	Q 322,65
nov-18	237	Q 319,95
dic-18	240	Q 324,00

Fuente: Laboratorio Mediproducts S. A.

Como se observa en el análisis histórico el consumo de energía eléctrica por el laboratorio se ha mantenido constante en el último año. Identificando con esto una oportunidad de mejora ya que al proponer acciones para disminuir el consumo los beneficios se obtendrán a lo largo del tiempo.

3.1.1. Diagnóstico sobre el consumo de las lámparas y equipo de fabricación en las áreas de producción

Se realizan esquemas de las áreas críticas por módulo para obtener los equipos utilizados y luminarias, se inicia verificando los niveles lumínicos necesarios para determinar si son los ideales para desarrollar los procesos asignado a dicha área, sin sufrir agotamiento físico-visual, debido a una iluminación insuficiente. Esta medición se realiza por medio de un Luxómetro. Se tabulan los datos obtenidos y se realizan los cálculos necesarios conocer si los luxes son los correctos en las distintas áreas. Con la ayuda del siguiente equipo:

Figura 55. **Multímetro digital Termómetro Higrómetro, sonómetro, luxómetro**



- Modelo: CRT8229
- Cantidad: 1
- Color: Verde
- Material: ABS
- Pantalla LCD: 2,5 "
- Funciones especiales: Temp + Humedad + dB + Lux pruebas
- Max.Pantalla: 3999
- DC Voltaje: 0,4 / 4/40/400/1000 V + / -0,7%
- AC Voltaje: 0,4 / 4/40 / 400V + / -0.8%; 750V + / -1,0%
- DC actual: 400U / 4000U / 40 m / 400mA + / -1,2%, 4A / 10A + / -2,0%
- AC actual: 400U / 4000U / 40 m / 400mA + / -1,5%, 4A / 10A + / -3.0%
- Resistencia: 400 / 4k / 40k / 400k / 4Mohm + / -1,0%, 40Mohm + / -2,0%
- Capacidad: 40 N / 400N / 4u / 40U / 100uF + / -3.0%
- Frecuencia: 10/100 / 1k / 10k / 100 kHz + / -2,0%
- Fuente de alimentación: 3 x AAA (incluidas)
- Ciclo de trabajo: 0.1% ~ 99.9% + / -3.0%

Fuente: Coreterm. *Multímetro digital Termómetro Higrómetro sonómetro luxómetro.*

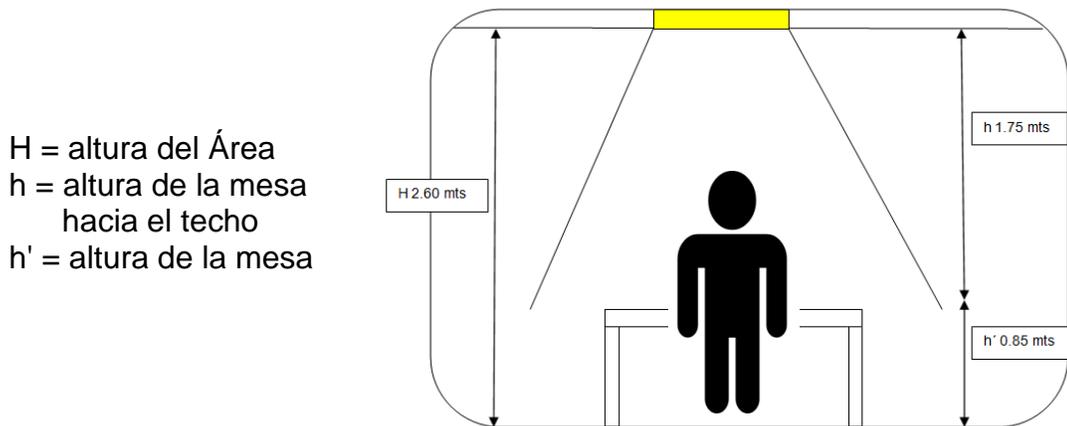
<http://www.coreterm.es/en/node/1996>. Consulta: 17 de agosto de 2021.

Luego se toma un producto por módulo y se miden todos los equipos involucrados para determinar un consumo lo más real posible, para cuantificar así la energía que se consume en la fabricación y cuál es el costo en quetzales. Así mismo, se realiza la medición de intensidad de luminosidad en las áreas críticas (fabricación, tableado, encapsulado recubrimientos y grageado entre otros.). Se tabulan los datos obtenidos y colocando la información en tablas para realizar los cálculos necesarios y sugerir punto de mejoras si las hay.

La medición de luminarias se realiza con el luxómetro en las distintas áreas y se tomara de la altura donde se utilizan los equipos y se realizan los procesos

de verificación, en la figura siguiente se muestran las medidas que tiene el área en promedio tomado como referencia la medición de todos los módulos y blíster.

Figura 56. **Esquema de la altura del área**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2019.

El reglamento de salud y seguridad de Guatemala brinda una tabla de referencia con el número de luxes que deberían tener las áreas según sea el rubro de trabajo en la tabla LII se ve que cantidad ideal para las áreas donde se realizaran las actividades. Cabe aclarar que son una referencia y un buen parámetro, para saber si la cantidad de luxes obtenida satisfacen las necesidades requeridas.

Tabla LII. Referencias de las cantidades de luxes según zona de trabajo

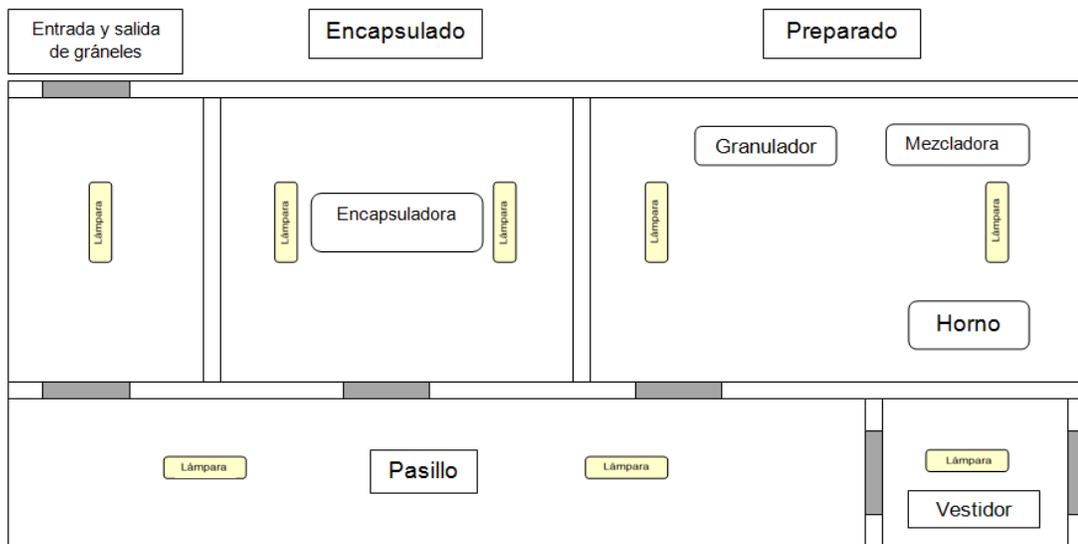
Zona de Trabajo	Exigencia visual	Nivel mínimo de Luxes en las áreas de trabajo
FÁBRICAS		
Áreas de tránsito y Pasillos	Baja	100-150
Tanques y Bombas	Baja	100-150
Baños	Baja	100-150
Escaleras y Pasamanos	Media	150-200
Sala de Calderas y Cuartos de Control	Media	150-200
Bandas transportadoras	Media	150-200
Bodegas de Almacenaje y Centros de distribución	Alta	200-500
Bancos de trabajo y Líneas de Producción	Alta	200-500
Empaque de Productos	Alta	200-500
Áreas de Carga	Alta	200-500
Control de Calidad	Alta	500-1000
Laboratorios	Alta	500-1000
OFICINAS		
Escaleras y Pasillos	Baja	100-150
Baños	Baja	100-150
Recepción y Sala de Reuniones	Media	200-500
Bodegas de Materiales	Media	200-500
Trabajo de Oficinas	Alta	500-1000
Redacción	Alta	1,500-2,000
Archivo	Alta	1,500-2,000
BODEGAS Y TALLERES		
Baños	Baja	100-150
Bodegas de Almacenaje y Centros de distribución	Alta	200-500
Trabajo, Inspección y selección de producto	Alta	1,500-2,000
Trabajo mecánico o manual	Alta	1,500-2,000
COMERCIOS		
Pasillos	Baja	100-150
Recepción	Baja	100-150
Baños	Baja	100-150
Elevadores y gradas eléctricas	Media	200-500
Restaurantes y Cocinas	Alta	1,500-2,000
Vitrinas	Alta	1,500-2,000
HOSPITALES		
Baños	Baja	100-150
Sala de Espera y Corredores	Media	200-500
Laboratorios	Alta	500-1000
Cuarto de Examinación	Alta	1,500-2,000
Quirófano y Sala de Operaciones	Alta	1,000-3,000

Fuente: Ministerio de Trabajo y Prevención Social de Guatemala. *Reglamento de salud y seguridad ocupacional*. https://tuempleo.mintrabajo.gob.gt/index.php/welcome/doc/Acdo_Gub_Reglamento_de_Salud_y_Seguridad_Ocupacional_229-2014. Consulta: 17 de agosto de 2021.

- Módulo I

La figura 57 del módulo I muestra cómo están distribuido los equipos, lámparas y áreas críticas, en la tabla LIII se muestran los datos recopilados con el luxómetro para la obtención de los datos de luz con lámparas incandescentes. Se ingresó a las áreas con los equipos mencionados anteriormente y que el módulo tuviera procesos de fabricación, para realizar la medición de la intensidad lumínica (Lux).

Figura 57. Esquema del módulo I



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

Tabla LIII. **Cantidad de lux con lámparas incandescentes Módulo I**

Módulo I				
Intensidad Lumínica lámparas incandescentes				
Área	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio
Preparado	361	338	364	354
Mezcladora 1	234	270	218	241
Horno	230	283	307	273
Mezcladora 2	162	148	176	162
Oscilador	154	182	134	157
Encapsulado	254	315	346	305
Encapsuladora	258	159	251	223

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Para la obtención del consumo de KW/h se realizaron las mediciones con el voltímetro y se consultó las fichas técnicas de cada equipo, además se agregó el tiempo promedio de uso de los equipos de las áreas críticas. En la fabricación de los productos seleccionados este módulo donde solo se fabrican capsulas son necesarios 4 equipos críticos como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla LIV. **Especificaciones de equipos para el Producto A**

Módulo I								
No.	Equipo	Modelo	Cantidad	Potencia	Voltaje	Corriente	Frecuencia	Tiempo de uso
1	Mezcladora	387	1	2,2KW	220 V		60 Hz	1 hrs
2	Horno De Secado	S005	1	13,1KW	220 V	10.6 A	60 Hz	21 hrs
3	Encapsuladora	4107	1	2,12KW	220 V		60 Hz	3,6 hrs
4	Granulador	1401	1	3 KW	220 V		60 Hz	2 hrs
5	Lámparas		12	25 W	110 V		60 Hz	8 hrs

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

- Cálculo del consumo energético del módulo I

Para realizar este cálculo se hace uso de la siguiente fórmula:

$$Potencia\ consumida = cantidad * potencia(W) * horas\ de\ uso\ al\ mes$$

Tabla LV. **Cálculo del consumo energético del módulo I**

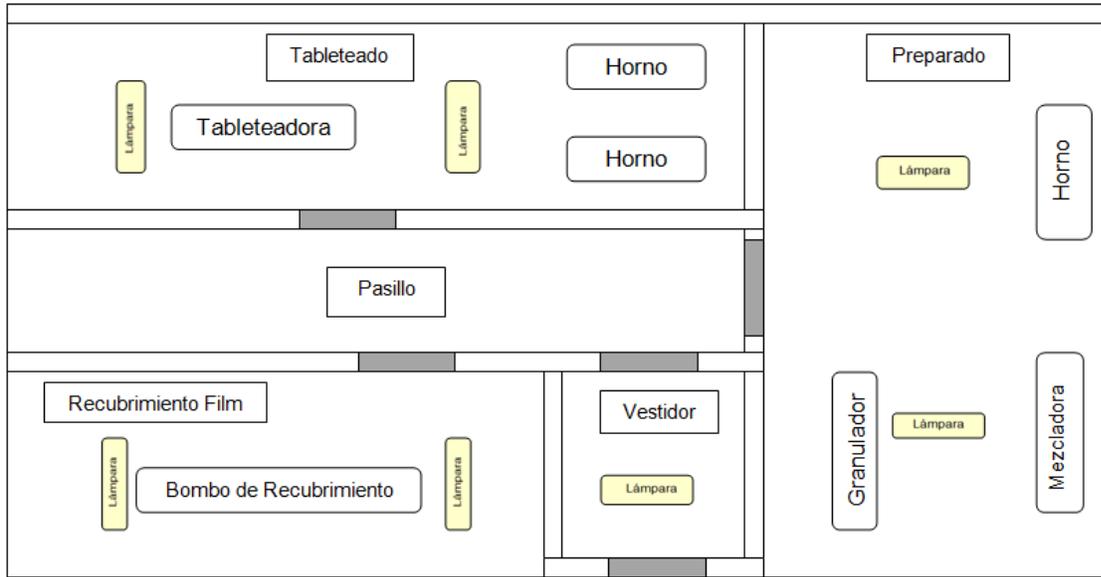
No.	Equipo	Cantidad	Potencia	Tiempo de uso	Tiempo mensual	Potencia consumida
1	Mezcladora TSF	1	2,2KW	1 hrs	20 hrs	44KWH
2	Horno De Secado	1	13,1 KW	21 hrs	420 hrs	5 502KWH
3	Encapsuladora	1	2,12 KW	3,6 hrs	72 hrs	152,64KWH
4	Granulador	1	3 KW	2 hrs	40 hrs	120KWH
5	Lámparas	12	25W	8 hrs	160 hrs	48KWH
Total						5 866,64KWH

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

- Módulo II

En la figura 58 se muestra el esquema del módulo II, en este se ilustra cómo están distribuidos los equipos, lámparas y áreas críticas, en la siguiente tabla LVI se muestran los datos recopilados con el luxómetro para la obtención de los datos de luz con lámparas incandescentes. Este módulo por tener más subáreas, la cantidad de luminarias crece al igual que la cantidad de equipos.

Figura 58. Esquema del módulo II



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

Tabla LVI. **Cantidad de Lux con lámparas incandescentes Módulo II**

Módulo II				
Intensidad Lumínica lámparas incandescentes				
Área	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio
Preparado	223	226	249	232
Mezcladora	298	129	298	242
Horno 1	249	239	275	254
Oscilador	245	276	290	304
Tableteado	309	302	381	331
Horno 2	131	176	147	151
Horno 3	133	162	135	143
Tableteadora	336	206	241	261
Detector de metales	235	216	248	233
Recubrimiento	328	345	337	336
Bombo	326	345	337	336

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Para la obtención del consumo de Kwh de los equipos se realiza la medición con los equipos mencionados anteriormente. Este módulo por tener procesos de fabricación, tableteado y recubrimiento es uno de los módulos que mantiene un flujo de trabajo constante en este módulo existen 8 equipos críticos como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla LVII. **Especificaciones de equipos para el producto E**

Módulo II									
No.	Equipo	Modelo	RPM	Potencia	Voltaje	Corriente	Frecuencia	Cantidad	Tiempo de uso
1	Mezcladora	S003		2.5 KW	220 V		60 Hz	1	1 hr
2	Horno De Secado 1	H170	1745 RPM	1/2 HP	220 V	2.9 A	60 Hz	1	2 hrs
3	Horno De Secado 2	H170	1745 RPM	1/2 HP	220 V	2.9 A	60 Hz	1	2 hrs
4	Bombo de recubrimiento	B420		1.1 KW	220 V		60 Hz	1	6 hrs
5	Tableteadora	1109		2.2 KW	220 V		60 Hz	1	4.45 hrs
6	Horno De Secado 3	H054		1 HP	220 V		60 Hz	1	24 hrs
7	Detector de metales	D065		1 KW	220 V		60 Hz	1	4.45 hrs
8	Granulador Oscilante	G074		3 KW	220 V	10.9 A	60 Hz	1	2 hrs
9	Lámparas			25 W	110 V			14	8 hrs

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

- Cálculo del consumo energético del módulo II

Para realizar este cálculo se hace uso de la siguiente fórmula:

$$Potencia\ consumida = cantidad * potencia(W) * horas\ de\ uso\ al\ mes$$

Tabla LVIII. Cálculo del consumo energético del módulo II

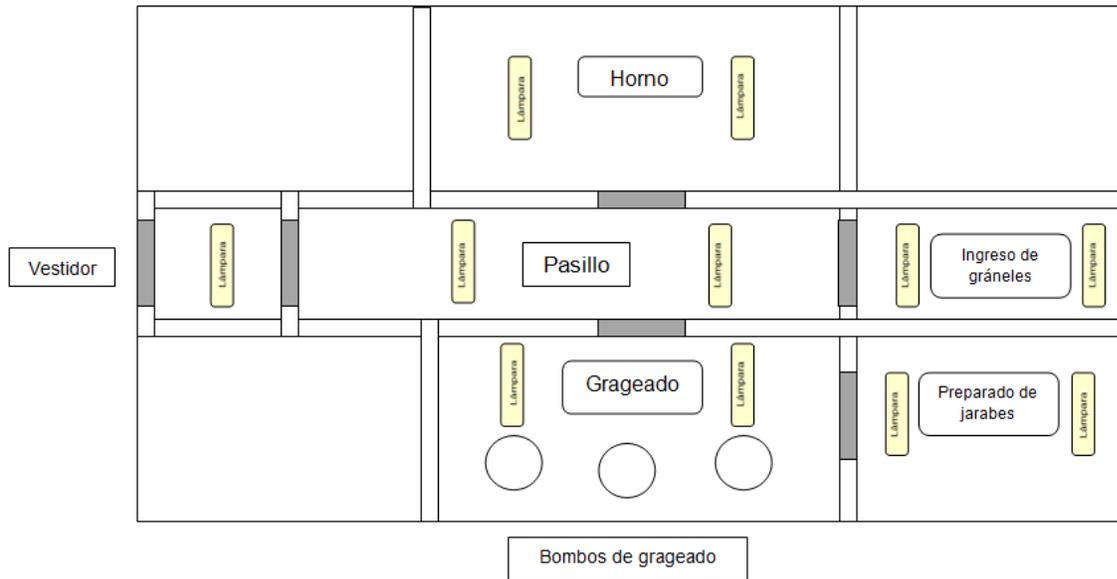
No.	Equipo	Potencia	Cantidad	Tiempo de uso	Tiempo de uso por mes	Consumo mensual
1	Mezcladora TSF	2.5 KW	1	1 hr	20 hrs	50KW
2	Horno De Secado 1	373 KW	1	2 hrs	40 hrs	14 920KW
3	Horno De Secado 2	373 KW	1	2 hrs	40 hrs	14 920KW
4	Bombo de recubrimiento	1.1 KW	1	6 hrs	60 hrs	66KW
5	Tableteadora	2.2 KW	1	4.45 hrs	89 hrs	195,80KW
6	Horno De Secado 3	556 KW	1	24 hrs	192 hrs	106 752KW
7	Detector de metales	1 KW	1	4.45 hrs	89 hrs	89KW
8	Granulador Oscilante	3 KW	1	2 hrs	40 hrs	120KW
9	Lámparas	25 W	14	8 hrs	160 hrs	56KW
Total						137 168,80KW

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

- **Módulo III**

En la figura 59 se muestra el esquema del módulo III, en este se observa cómo están distribuidos los equipos, lámparas y áreas críticas, en la siguiente tablas LIX se muestran los datos recopilados para la tabulación de la cantidad de luminarias con lámparas incandescentes, se ingresó a las áreas con los equipos mencionados anteriormente y que el módulo tuviera procesos de fabricación, para la medición de los tiempos de fabricación, este módulo por no tener procesos de fabricación contiene pocos equipos.

Figura 59. Esquema del módulo III



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

Tabla LIX. Cantidad de Lux con lámparas incandescentes Módulo III

Módulo III				
Intensidad Lumínica lámparas incandescentes				
Área	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio
Preparado de jarabes	238	217	233	230
Tanque Enchaquetado	207	202	162	190
Grageado	329	378	360	356
Bombo 1	329	378	360	356
Bombo 2				
Bombo 3				
Secado	265	254	277	265
Horno	262	249	261	257

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Para la obtención del consumo de Kwh de los equipos se realiza la medición con los equipos mencionados anteriormente y se compara con los datos de fichas técnicas de cada equipo. Esta área como se indicó no tiene área de fabricación de productos únicamente de jarabes, es el módulo con menos equipos contiene. Cuenta con 5 equipos que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla LX. **Especificaciones de equipos para el producto H**

Módulo III									
No.	Equipo	Modelo	RPM	Potencia	Voltaje	Corriente	Frecuencia	Cantidad	Tiempo de uso
1	Horno De Secado	54H1		746W	220 V		60 Hz	1	12 hrs
2	Bombo de grageado 1	S009	38	3KW	220 V	8-10 A	60 Hz	1	19:30 hrs
3	Bombo de grageado 2	S010	38	3KW	220 V	8-10 A	60 Hz	1	19:30 hrs
4	Bombo de grageado 3	S011	35	3KW	220 V	8-10 A	60 Hz	1	19:30 hrs
5	Tanque Enchaquetado	1264p		3KW	220 V		60 Hz	1	2 hrs
6	Lámparas			25 W	110 W		60 Hz	13	8 hrs

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

- Cálculo del consumo energético del módulo III

Para realizar este cálculo se hace uso de la siguiente fórmula:

$$Potencia\ consumida = cantidad * potencia(W) * horas\ de\ uso\ al\ mes$$

Tabla LXI. Cálculo del consumo energético en el módulo III

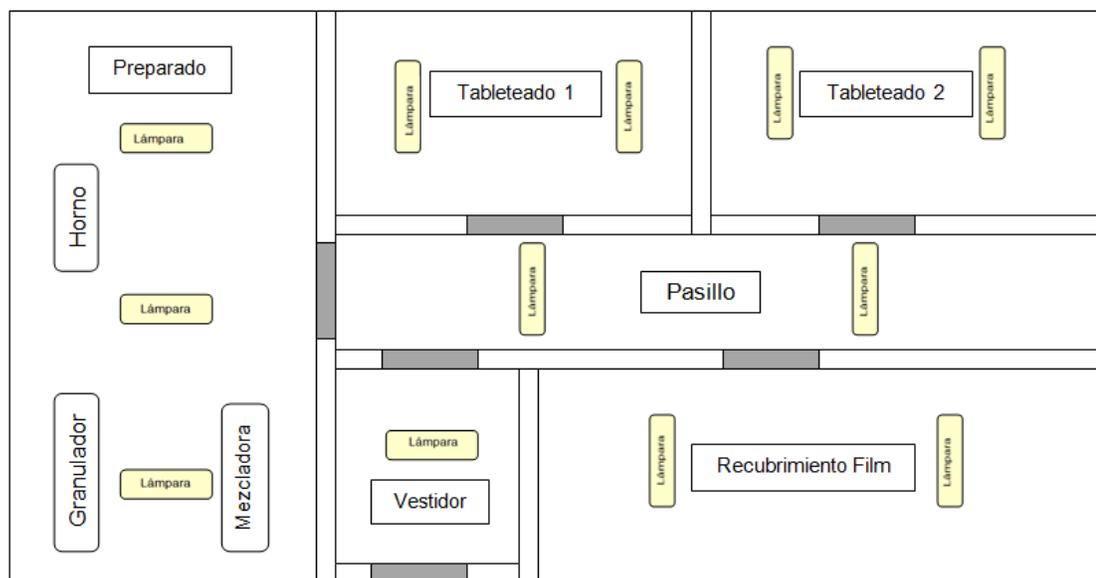
No.	Equipo	Potencia	Cantidad	Tiempo de uso	Tiempo de uso mensual	Consumo
1	Horno De Secado	746W	1	12 hrs	240 hrs	180KWH
2	Bombo de grageado 1	3KW	1	19:30 hrs	390 hrs	1 170KWH
3	Bombo de grageado 2	3KW	1	19:30 hrs	390 hrs	1 170KWH
4	Bombo de grageado 3	3KW	1	19:30 hrs	390 hrs	1 170KWH
5	Tanque Enchaquetado	3KW	1	2 hrs	40 hrs	120KWH
6	Lámparas	25 W	13	8 hrs	160 hrs	52KWH
Total						3 862KWH

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

- **Módulo IV**

En la figura 60 se muestra como están distribuidos los equipos, lámparas y áreas críticas, en la tabla LXII y se muestran los datos recopilados para determinar el consumo de estas. No todas las áreas son críticas, hay áreas de lavado y equipo limpio y exclusas (ingreso y salida de granel y MP), que no se muestran en el esquema, pero si se tomaron en cuenta para el consumo de luz en el módulo.

Figura 60. Esquema del módulo IV



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

Tabla LXII. Cantidad de Lux con lámparas incandescentes Módulo IV

Módulo IV				
Intensidad Lumínica lámparas incandescentes				
Área	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio
Preparado	286	291	317	298
Mezcladora	261	246	252	253
Horno	260	242	148	217
Oscilador	200	208	206	204
Tableteado 1	236	187	209	210
Tableteadora1	141	237	209	195
Tableteado 2	303	287	292	294
Tableteadora 2	275	210	262	249
Recubrimiento	215	245	205	221
Bombo	234	202	244	226

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Para la obtención del consumo de Kwh de los equipos se realiza la medición con los equipos mencionados anteriormente y se compara con los datos de fichas técnicas de cada equipo. Este módulo es uno de los más grades del área de sólidos ya que también tiene procesos de fabricación, tableteado I y tableteados II y recubrimiento, también contiene subáreas y 6 equipos críticos como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla LXIII. Especificaciones de equipos para el producto H

Módulo IV								
No.	Equipo	Modelo	Potencia	Voltaje	Corriente	Frecuencia	Cantidad	Tiempo de uso
1	Mezcladora TSF	R841	4 KW	220 V		60 Hz	1	45 min
2	Horno De Secado	S042	1 HP	220 V		60 Hz	1	13 hrs
3	Tableteadora 1	40120	1 HP	220 V		60 Hz	1	4:25 hrs
4	Bomba de Inyección	S001	0.075 KW	120 V	2.3 A	60 Hz	1	5:25 hrs
5	Granulador Oscilante	S043	2 KW	220 V		60 Hz	1	45 min
6	Lámparas		25 W	110 W			13	8 hrs

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

- Cálculo del consumo energético del módulo IV

Para realizar este cálculo se hace uso de la siguiente fórmula:

$$Potencia\ consumida = cantidad * potencia(W) * horas\ de\ uso\ al\ mes$$

Tabla LXIV. Cálculo del consumo energético en el módulo IV

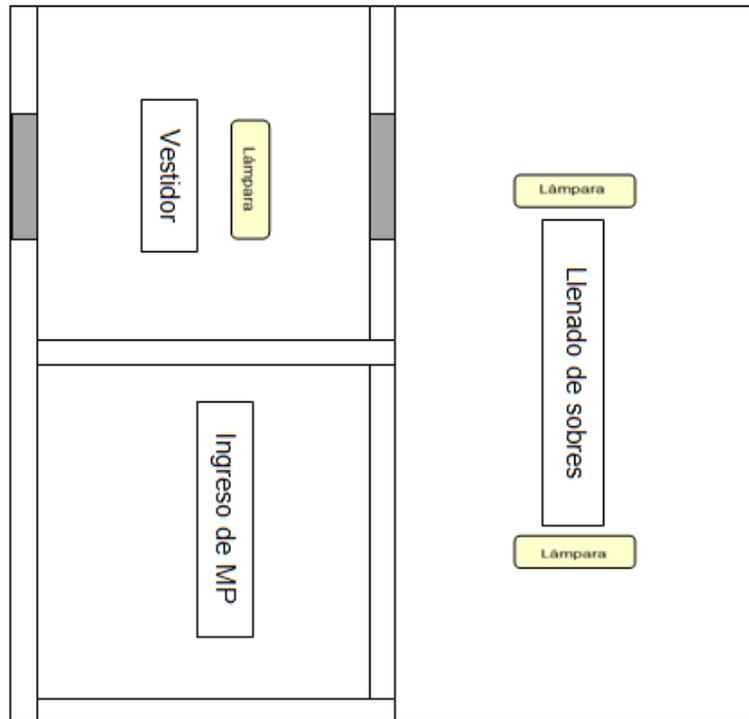
No.	Equipo	Potencia	Cantidad	Tiempo de uso	Tiempo de uso mensual	Consumo mensual
1	Mezcladora TSF	4 KW	1	45 min	15 hrs	60 KWH
2	Horno De Secado	746W	1	13 hrs	260 hrs	193,96 KWH
3	Tableteadora 1	746W	1	4:25 hrs	88,33 hrs	65,90 KWH
4	Bomba de Inyección	0.075 KW	1	5:25 hrs	108,33 hrs	8,12 KWH
5	Granulador Oscilante	2 KW	1	45 min	15 hrs	30 KWH
6	Lámparas	25 W	13	8 hrs	160 hrs	52 KWH
Total						409,98 KWH

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

- **Módulo V**

En la figura 61 se muestra como está distribuido este módulo, las lámparas y el área, en la tabla LXV se muestran los datos recopilados con el luxómetro de lámparas incandescentes. Este módulo solo cuenta con área de llenado de sobres o llenado de grageas por lo que solamente un equipo se mantiene en funcionamiento.

Figura 61. **Esquema del módulo V**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

Tabla LXV. **Cantidad de Lux con lámparas incandescentes Módulo V**

Módulo V				
Intensidad Lumínica lámparas incandescentes				
Área	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio
Llenado	202	238	216	218

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Para la obtención del consumo de Kwh de los equipos se realiza la medición con los equipos mencionados anteriormente y se compara con los datos de fichas técnicas de cada equipo. Además, se agregarán la cantidad de luminarias que se

encuentra en el módulo. Por ser solo de llenado se cuenta con un solo equipo como se observa en la tabla siguiente.

Tabla LXVI. **Especificaciones de equipos para el producto P**

Módulo V								
No.	Equipo	Modelo	PRM	Potencia	Voltaje	Frecuencia	Cantidad	Tiempo de uso
1	Llenadora de sobres	G-1256	1400 rpm	1.3 Kw	220 V	60 Hz	1	4: 30 hrs
2	Lámparas			25 W	110 W		3	8 hrs

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

- Cálculo del consumo energético del módulo V

Para realizar este cálculo se hace uso de la siguiente fórmula:

$$\text{Potencia consumida} = \text{cantidad} * \text{potencia}(W) * \text{horas de uso al mes}$$

Tabla LXVII. **Cálculo del consumo energético en el módulo V**

No.	Equipo	Potencia	Cantidad	Tiempo de uso	Tiempo de uso mensual	Consumo energético
1	Llenadora de sobres	1.3 Kw	1	4: 30 hrs	90 hrs	117 KWH
2	Lámparas	25 W	3	8 hrs	160 hrs	12 KWH
Total						129 KWH

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

- Blíster I y II

En la figura 62 se muestra como está distribuido los equipos, lámparas y áreas críticas, en la tabla LXVIII se muestran los datos recopilados con el luxómetro. Para la obtención de los datos, se ingresó con los equipos mencionados anteriormente, en estas áreas se realiza los empaques primarios que son el blíster que contiene las cápsulas o tabletas.

Figura 62. **Esquema de las áreas Blíster I y II**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

Tabla LXVIII. Cantidad de Lux con lámparas incandescentes áreas Blíster I y II

Blíster I y II				
Intensidad Lumínica lámparas incandescentes				
Área	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio
Blíster I	211	198	219	209
Blisteadora 1	210	118	83	137
Blíster II	272	326	150	249
Blisteadora 2	207	242	251	266

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Para la obtención del consumo de Kwh de los equipos se realiza la medición con los equipos mencionados anteriormente en los módulos de blíster se considera que mantiene un flujo constante de empaclado. Este módulo mantiene un solo equipo, es uno de los equipos más grandes y su consumo depende del tiempo que tarde en blistear el producto o realización de pruebas para ajuste del formato a utilizar, el consumo de energía se muestra en la tabla siguiente.

Tabla LXIX. Especificaciones de equipos para el producto S y U

Blíster I y II								
No.	Equipo	Modelo	Potencia	Voltaje	Corriente	Frecuencia	Cantidad	Tiempo de uso
1	Blíster I	BA-250	1.5 Kw	220 V	1.15 A	60 Hz	1	4:50 hrs
2	Blíster II	BA-250	1.5 Kw	220 V	1.15 A	60 Hz	1	5 hrs
3	Lámparas Blíster I		25 W	110 W		60 Hz	6	8 hrs
4	Lámparas Blíster II		25 W	110 W		60 Hz	5	8 hrs

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

- Cálculo del consumo energético de Blíster I y II

Para realizar este cálculo se hace uso de la siguiente fórmula:

$$\text{Potencia consumida} = \text{cantidad} * \text{potencia}(W) * \text{horas de uso al mes}$$

Tabla LXX. **Cálculo del consumo energético en las áreas Blíster I y II**

No.	Equipo	Potencia	Cantidad	Tiempo de uso	Tiempo de uso mensual	Consumo energético
1	Blíster I	1.5 Kw	1	4:50 hrs	96,67 hrs	145 KWH
2	Blíster II	1.5 Kw	1	5 hrs	100 hrs	150 KWH
3	Lámparas Blíster I	25 W	6	8 hrs	160 hrs	24 KWH
4	Lámparas Blíster II	25 W	5	8 hrs	160 hrs	20 KWH
Total						339 KWH

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

3.1.2. Representación de costo del consumo por módulo de fabricación

Para representar de mejor manera el costo debido al consumo de energía eléctrica se toman los valores de consumo energético considerando maquinaria e iluminación para los diferentes módulos de producción y áreas de blíster. Los datos se presentan a continuación:

Tabla LXXI. Costo por consumo energético total por módulo

Módulo	Consumo total KWH	Costo Q/KWH	Costo total
I	5866,64	1,35	Q 7 919,96
II	137 168,8	1,35	Q 185177,88
III	3862,00	1,35	Q 5 213,70
IV	409,98	1,35	Q 553,47
V	129,00	1,35	Q 174,15
Blíster I y II	339,00	1,35	Q 457,65
Total			Q 200 050,51

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

- Consumo por lámparas en cada módulo de producción

A continuación, se presenta el consumo de energía únicamente de las lámparas en los módulos de producción, considerando el uso de 8 horas diarias de lunes a viernes.

Tabla LXXII. Cantidad de lámparas por módulo de producción

Módulo 1		Módulo 2		Módulo 3		Módulo 4		Módulo 5	
Ambiente	Cantidad								
A	1	A	1	A	1	A	1	A	1
B	3	B	3	B	2	B	2	B	2
C	3	C	3	C	2	C	2		
D	2	D	2	D	2	D	2		
E	1	E	1	E	2	E	1		
F	1	F	2	F	2	F	1		
G	1	G	2	G	2	G	2		
						H	2		
Total	12	Total	14	Total	13	Total	13	Total	3

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Tabla LXXIII. **Cantidad de lámparas en áreas de blíster**

Blíster I		Blíster II	
Ambiente	Cantidad	Ambiente	Cantidad
A	4	A	3
B	1	B	1
C	1	C	1
Total	6		5

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

En la siguiente tabla se presenta el costo por energía luminaria consumida en los módulos de fabricación del laboratorio.

Tabla LXXIV. **Costo por consumo energético total por módulo**

Módulo	Consumo total luminario KWH	Costo Q/KWH	Costo total
I	48,00	1,35	Q 64,80
II	56,00	1,35	Q 75,60
III	52,00	1,35	Q 70,20
IV	52,00	1,35	Q 70,20
V	12,00	1,35	Q 16,20
Blíster I y II	44,00	1,35	Q 59,40
Total			Q 356,40

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

3.1.3. Indicadores

Como parte del control del consumo de energía eléctrica dentro del Laboratorio Mediproducts, S. A. se considera un indicador sobre la potencia consumida mensual por los módulos de producción y áreas de blíster. Para ello se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Potencia consumida} = \# \text{luminarias} * \text{potencia}(W) * \text{horas de uso al mes}$$

Este indicador debe monitorearse con regularidad para identificar aumentos o disminuciones de energía debido a iluminación dentro del proceso productivo. La potencia consumida actual por el laboratorio en iluminación es de:

$$\text{Potencia consumida} = 66 \text{ lámparas} * 25 \text{ w} * 180 \frac{\text{horas}}{\text{mes}} = 297 \text{ KWH}$$

3.2. Plan de ahorro propuesto

Se propone un plan para el ahorro en el consumo de energía eléctrica generado por iluminación dentro del laboratorio en el área de producción. Dicho plan se detalla a continuación.

Tabla LXXV. **Plan de ahorro propuesto**

PLAN DE AHORRO PROPUESTO	
Objetivos:	Disminuir la cantidad de energía eléctrica consumida por el laboratorio.
	Reducir la cantidad de consumo eléctrico sin disminuir los niveles de iluminación actuales en las áreas del laboratorio.
Acciones:	Sustituir las luminarias incandescentes por luminarias con tecnología LED que no disminuyan la cantidad de iluminación dentro de las áreas de trabajo.
	Reducir el tiempo de uso de las luminarias en las áreas de laboratorio.
Tiempos:	La sustitución de las luminarias se lleva a cabo durante 3 semanas del ejercicio profesional.
	La reducción del tiempo de uso de luminarias se realiza en 1 semana del ejercicio profesional.
Responsables:	El responsable de la sustitución de las luminarias y la coordinación de la reducción del tiempo de uso es el estudiante epesista.
Recursos:	66 luminarias tipo LED de 18 W.
Indicadores:	Potencia consumida
	Ahorro total

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Para llevar a cabo el plan de mejoras se realiza por medio del siguiente cronograma de actividades.

Figura 63. **Cronograma para plan de ahorro**

Actividades	Semanas				
	1	2	3	4	5
Planificación de las actividades					
Diagnóstico de luminarias instaladas					
Sustitución de luminarias					
Capacitación para la reducción del uso de luminairas					

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Para ello se proponen las áreas de mejoramiento en las cuales es factible la aplicación de técnicas o medidas para la reducción de consumo. Por último, se estima el ahorro total que se verá reflejado como beneficio para la empresa.

3.2.1. **Áreas de mejoramiento**

Como parte de la propuesta se propone la sustitución de las lámparas incandescentes de 25 watts por iluminación led, la cual cuenta con un consumo de 18 watts con lo cual se puede reducir considerablemente el costo por energía eléctrica.

Para realizar dicha sustitución se analizan los módulos de producción y las áreas de blíster para determinar el número de luminarias que serán cambiadas a iluminación led ya que esta produce luz nítida y brillante. Este cambio reducirá el número lámparas de 25 W como se observa en la siguiente tabla:

Tabla LXXVI. **Cambio de número de luminarias en el laboratorio**

Área	Led 18 w
Módulo 1	10
Módulo 2	12
Módulo 3	12
Módulo 4	11
Módulo 5	2
Blíster I	6
Blíster II	5
Total	58

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Este cambio de luminarias debe realizarse de forma tal que genere la cantidad de lux necesarios en cada área de trabajo y que dicho cambio no disminuya la calidad de iluminación para realizar las actividades dentro de los módulos. En las siguientes tablas se presentan las mediciones de intensidad lumínica para cada módulo y área de blíster.

Tabla LXXVII. **Cantidad de lux con lámparas led Módulo I**

Módulo I				
Intensidad Lumínica lámparas LED (>200 Lux)				
Área	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio
Preparado	385	396	374	385
Mezcladora 1	301	295	299	331
Horno	295	305	315	305
Mezcladora 2	190	208	215	204
Oscilador	205	203	208	205
Encapsulado	203	332	362	299
Encapsuladora	250	233	273	252

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Tabla LXXVIII. **Cantidad de Lux con lámparas led Módulo II**

Módulo II				
Intensidad Lumínica lámparas LED (>200 Lux)				
Área	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio
Preparado	309	302	381	331
Mezcladora	345	198	352	298
Horno 1	294	311	381	328
Oscilador	398	308	317	341
Tableteado	523	326	349	399
Horno 2	289	245	258	264
Horno 3	204	225	201	210
Tableteadora	352	274	298	308
Detector de metales	281	298	301	293
Recubrimiento	628	645	737	670
Bombo	628	645	737	670

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Tabla LXXIX. **Cantidad de Lux con lámparas led Módulo III**

Módulo III				
Intensidad Lumínica lámparas LED (>200 Lux)				
Área	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio
Preparado de jarabes	368	337	353	352
Tanque Enchaquetado	256	275	215	248
Grageado	529	567	574	556
Bombo 1	529	567	574	556
Bombo 2				
Bombo 3				
Secado	345	368	326	346
Horno	362	349	461	391

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Tabla LXXX. **Cantidad de Lux con lámparas led Módulo IV**

Módulo IV				
Intensidad Lumínica lámparas LED (>200 Lux)				
Área	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio
Preparado	373	358	381	337
Mezcladora	316	307	354	292
Horno 1	356	378	281	338
Oscilador	319	331	317	322
Tableteado 1	357	374	361	364
Tableteadora1	327	347	321	331
Tableteado 2	380	375	365	373
Tableteadora 2	362	352	345	353
Recubrimiento	298	289	291	292
Bombo	291	289	299	293

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Tabla LXXXI. **Cantidad de Lux con lámparas led Módulo V**

Módulo V				
Intensidad Lumínica lámparas LED (>200 Lux)				
Área	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio
Llenado	298	310	318	308

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Tabla LXXXII. **Cantidad de Lux con lámparas led en Blíster I y II**

Blíster I y II				
Intensidad Lumínica lámparas LED (>200 Lux)				
Área	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio
Blíster I	352	368	371	363
Blisteadora 1	309	288	231	276
Blíster II	365	353	367	361
Blisteadora 2	296	288	307	297

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Con estas mediciones se realiza una comparación respecto a la iluminación incandescente para determinar la viabilidad del cambio. Esta comparativa se observan en las siguientes tablas:

Tabla LXXXIII. **Variación de iluminación utilizando lámparas led en el Módulo I**

Área	Valor con iluminación incandescente	Valor con iluminación LED	% de variación
Preparado	354	385	8,76 %
Mezcladora 1	241	331	37,34 %
Horno	273	305	11,72 %
Mezcladora 2	162	204	25,93 %
Oscilador	157	205	30,57 %
Encapsulado	305	299	-1,97 %
Encapsuladora	223	252	13,00 %
Promedio de variación			17,91 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Tabla LXXXIV. **Variación de iluminación utilizando lámparas led en el Módulo II**

Área	Valor con iluminación incandescente	Valor con iluminación LED	% de variación
Preparado	232	331	42,67 %
Mezcladora	242	298	23,14 %
Horno 1	254	328	29,13 %
Oscilador	304	341	12,17 %
Tableteado	331	399	20,54 %
Horno 2	151	264	74,83 %
Horno 3	143	210	46,85 %
Tableteadora	261	308	18,01 %
Detector de metales	233	293	25,75 %
Recubrimiento	336	670	99,40 %
Bombo	336	670	99,40 %
Promedio de variación			44,72 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Tabla LXXXV. **Variación de iluminación utilizando lámparas led en el Módulo III**

Área	Valor con iluminación incandescente	Valor con iluminación LED	% de variación
Preparado de jarabes	230	352	53,04 %
Tanque Enchaquetado	190	248	30,53 %
Grageado	356	556	56,18 %
Bombo 1	356	556	56,18 %
Bombo 2	356	556	56,18 %
Bombo 3	356	556	56,18 %
Secado	265	346	30,57 %
Horno	257	391	52,14 %
Promedio de variación			48,87 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Tabla LXXXVI. **Variación de iluminación utilizando lámparas led en el Módulo IV**

Área	Valor con iluminación incandescente	Valor con iluminación LED	% de variación
Preparado	298	337	13,09 %
Mezcladora	253	292	15,42 %
Horno 1	217	338	55,76 %
Oscilador	204	322	57,84 %
Tableteado 1	210	364	73,33 %
Tableteadora1	195	331	69,74 %
Tableteado 2	294	373	26,87 %
Tableteadora 2	249	353	41,77 %
Recubrimiento	221	292	32,13 %
Bombo	226	293	29,65%
Promedio de variación			41,56 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Tabla LXXXVII. **Variación de iluminación utilizando lámparas led en el Módulo V**

Módulo V			
Área	Valor con iluminación incandescente	Valor con iluminación LED	% de variación
Llenado	218	308	41,28 %
Promedio de variación			41,28 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Tabla LXXXVIII. **Variación de iluminación utilizando lámparas led en las áreas de Blíster I y II**

Blíster I y II			
Área	Valor con iluminación incandescente	Valor con iluminación LED	% de variación
Blíster I	209	363	73,68 %
Blisteadora 1	137	276	101,46 %
Blíster II	249	361	44,98 %
Blisteadora 2	266	297	11,65 %
Promedio de variación			57,94 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Como se observa en las tablas anteriormente descritas, la variación respecto a la iluminación incandescente es positiva, en el módulo I de mejorando en 17,91 %, en el módulo II mejorando en 44,72 %, en el módulo III mejorando en 48,87 %, en el módulo IV mejorando en 41,56 %, en el módulo V mejorando en 41,28 % y en las áreas de blíster I y II mejorando la iluminación en 57,94 %.

Por lo que el cambio a lámparas led es justificable desde el punto de vista técnico, ofreciendo una mejora significativa en cada área respecto a las lámparas incandescentes y teniendo un consumo menor.

3.2.2. Medidas para la reducción de consumo

Para reducir el consumo de energía eléctrica en el laboratorio se propone la sustitución de las lámparas incandescentes actuales a lámparas led, las cuales cuentan con una mejor intensidad lumínica y el consumo se reduce

significativamente. Una lámpara incandescente consume 25 W mientras que una lámpara led únicamente necesita 18 W, esta variación en el consumo representa un ahorro significativo en el costo de energía para el laboratorio. A continuación, se describe la distribución de la cantidad de luminarias led que se deben implementar en cada módulo de producción y áreas de blíster.

Tabla LXXXIX. Número de luminarias led en los módulos de producción

Módulo 1		Módulo 2		Módulo 3		Módulo 4		Módulo 5	
Ambiente	Cantidad								
A	1	A	1	A	1	A	1	A	1
B	2	B	2	B	1	B	1	B	1
C	3	C	2	C	2	C	2		
D	2	D	2	D	2	D	2		
E	0	E	1	E	2	E	1		
F	1	F	2	F	2	F	1		
G	1	G	2	G	2	G	1		
						H	2		
Total	10	Total	12	Total	12	Total	11	Total	2

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Tabla XC. Número de luminarias led en las áreas de blíster

Blíster I		Blíster II	
Ambiente	Cantidad	Ambiente	Cantidad
A	4	A	3
B	1	B	1
C	1	C	1
Total	6		5

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Se realiza la sustitución de las 66 luminarias incandescentes a led de 18 w, lo que beneficiará en la reducción de consumo, además se propone que durante los horarios de almuerzo las luminarias queden apagadas en su totalidad, reduciendo el tiempo de uso diario a 7 horas, por lo que el uso mensual de iluminación es de 140 horas, con esto el indicador de potencia consumida será de:

$$Potencia\ consumida = \left(66 * 18w * 140 \frac{horas}{mes} \right)$$

$$Potencia\ consumida = 166\ 320\ KWH$$

3.2.3. Ahorro total estimado

Con este cambio se pretende reducir el consumo general de energía eléctrica en el laboratorio, considerando también la reducción de 1 hora diaria de uso, en el ahorro en el consumo general por iluminación se evidencia en las siguientes tablas.

Tabla XCI. **Consumo de energía con luminarias incandescentes de 25 W y 8 horas de uso diario**

Módulo	Horas mensuales de uso	Consumo de lámparas led W	Cantidad de luminarias led	Consumo mensual en KWH	Costo Total
I	160	25	10	40,00	Q 54,00
II	160	25	12	48,00	Q 64,80
III	160	25	12	48,00	Q 64,80
IV	160	25	11	44,00	Q 59,40
V	160	25	2	8,00	Q 10,80
Blíster I y II	160	25	11	44,00	Q 59,40
Total					Q 313,20

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Tabla XCII. **Consumo de energía con luminarias led de 18 W y 7 horas de uso diario**

Módulo	Horas mensuales de uso	Consumo de lámparas led W	Cantidad de luminarias led	Consumo mensual en KWH	Costo Total
I	140	18	10	25,20	Q 34,02
II	140	18	12	30,24	Q 40,82
III	140	18	12	30,24	Q 40,82
IV	140	18	11	27,72	Q 37,42
V	140	18	2	5,04	Q 6,80
Blíster I y II	140	18	11	27,72	Q 37,42
Total					Q 197,32

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Por lo tanto, la empresa obtiene un beneficio respecto al consumo de energía eléctrica en iluminación de Q 115,88 por mes al realizar el cambio de lámparas incandescentes a lámparas tipo led y apagar la iluminación en los módulos de fabricación como en áreas de blíster en horario de almuerzo a lo largo de la semana.

4. FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN EN EL LABORATORIO MEDIPRODUCTS, S. A.

4.1. Diagnóstico de necesidades de capacitación

Para proponer un plan de capacitación es necesario recopilar información sobre la situación actual de los empleados en cuanto a habilidades y áreas de mejora. Esta información será recopilada por medio de un diagnóstico de necesidades de capacitación, por medio del cual se obtiene información de las capacidades y aptitudes de los colaboradores además de identificar áreas de mejora. Para la recolección de información de las necesidades de capacitación se hará uso de una entrevista a los trabajadores, por medio de preguntas de selección múltiple con las que se pretende identificar las principales áreas de mejora.

El modelo de entrevista utilizado se muestra a continuación:

Figura 64. **Modelo de entrevista**

Laboratorio Mediproducts, S. A.
DIAGNÓSTICO PARA LA DETECCIÓN DE NECESIDADES DE CAPACITACIÓN

Fecha: _____

Instrucciones:
Lea detenidamente cada una de las preguntas planteadas a continuación y responda en el espacio en blanco. Esta información será manejada de forma confidencial y únicamente para usos de capacitación y desarrollo de personal.

Mencione las 4 actividades de mayor importancia que realiza en su puesto de trabajo.

1	3
2	4

Mencione las últimas 4 actividades de capacitación a las que asistió

1	3
2	4

Selecciones con una (X) cuales de los cursos mencionados a continuación son de su interés.

() BPM	() Ahorro energético
() RTCA	() Cuantificación de mermas
() Manejo y solución de conflictos	() Limpieza de equipos
() Inteligencia emocional	() Limpieza de ambientes de trabajo
() Trabajo en equipo	() Cultura organizacional

Mencione otros cursos que a su criterio son importantes para el desarrollo de sus funciones y actividades de su puesto de trabajo y que no estén contemplados en la lista anterior.

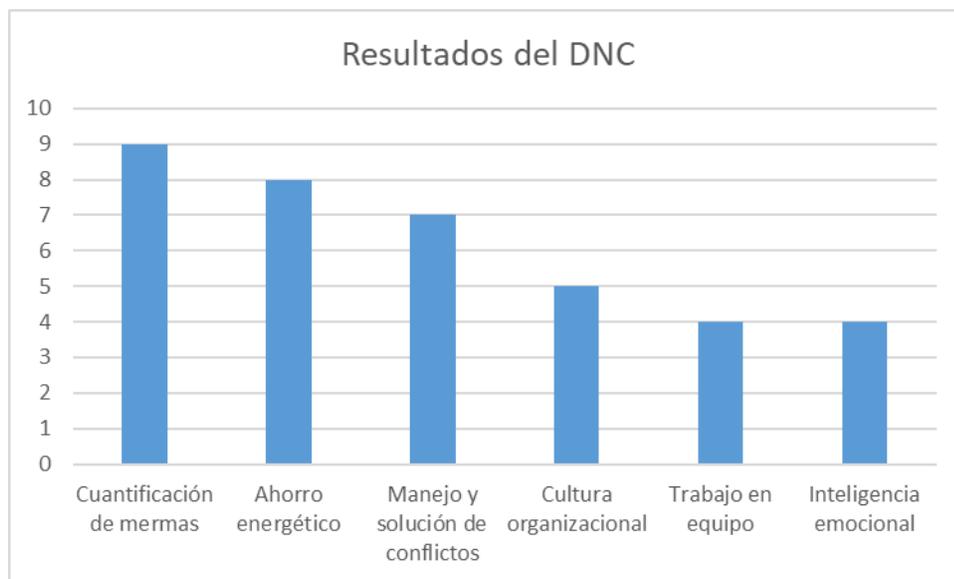
1	3
2	4

Escriba en el espacio a continuación, recomendaciones o sugerencias que considere necesarias para implementar en las actividades de capacitación en general.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

El diagnóstico de necesidades de capacitación fue realizado para las 16 personas que trabajan en los diferentes módulos y las áreas de Blíster I y II. El resultado de este diagnóstico muestra un fuerte interés por parte de los colaboradores por las capacitaciones sobre la cuantificación de mermas y ahorro en energía eléctrica. Estas capacitaciones serán brindadas a los colaboradores como parte del ejercicio profesional y para ello se propone un plan de capacitación.

Figura 65. **Resultados del DNC**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

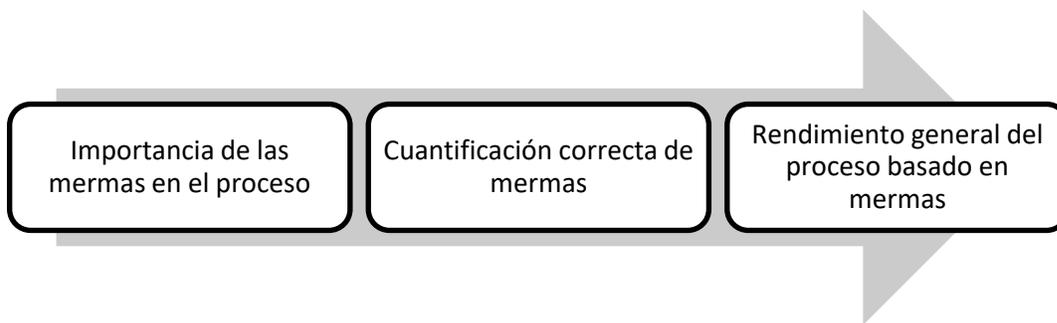
4.2. Propuesta del plan de capacitación

Las capacitaciones tienen como principal objetivo entregar información mediante la cual las personas logran adquirir conocimientos, desarrollar destrezas, habilidad y criterios. El plan de capacitación a llevar a cabo en el

Laboratorio Mediproducts, S. A. contempla la participación de todo el personal de los diferentes módulos y áreas de blíster.

El plan de capacitación para abordar la cuantificación de mermas en las áreas de producción contempla tres temas importantes los cuales se impartirán en la siguiente secuencia.

Figura 66. **Secuencia de actividades para la capacitación sobre cuantificación de mermas**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2019.

El plan de capacitación para el ahorro de energía eléctrica contempla la siguiente secuencia de actividades:

Figura 67. **Secuencia de actividades para la capacitación de ahorro de energía**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2019.

A continuación, se describe el plan de capacitación para ambos temas.

Figura 68. Plan de capacitación para la reducción de mermas

PLAN DE CAPACITACIÓN LABORATORIO MEDIPRODUCTS S. A. CUANTIFICACIÓN DE MERMAS		
Encargado:	Supervisor de producción	
Recursos:	Plataformas de capacitación, cursos online, elearning, aulas virtuales y cursos presenciales.	
Tiempo de desarrollo:	3 meses	
No.	Actividad de capacitación	Descripción
1	Importancia de las mermas en el proceso de producción	Explicación de una merma de proceso, manejo de las mermas.
2	Mermas en procesos farmacéuticos.	Fórmula maestra y medición de materias primas, importancia del principio activo.
3	Métodos de cuantificación	Métodos de cuantificación por medio de pesaje y calibración de equipos.
4	Métodos de análisis de mermas	Porcentaje de merma respecto a materia prima utilizada.
5	Rendimiento basado en mermas	Cálculo de rendimiento basado en mermas, efectos de la cuantificación de mermas en el rendimiento.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Figura 69. **Plan de capacitación para la disminución de consumo de energía eléctrica**

PLAN DE CAPACITACIÓN LABORATORIO MEDIPRODUCTS S. A. AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL LABORATORIO		
Encargado:	Supervisor de producción	
Recursos:	Plataformas de capacitación, cursos online, elearning, aulas virtuales y cursos presenciales.	
Tiempo de desarrollo:	3 meses	
No.	Actividad de capacitación	Descripción
1	Energía eléctrica y el medio ambiente.	Efectos del consumo de energía eléctrica respecto al medio ambiente.
2	Consumo de energía de cada equipo de laboratorio	Cuantificación de energía por equipo de trabajo.
3	Consumo de energía eléctrica por iluminación.	Cantidad de luminarias, tipo de luminarias, consumo individual en Kwh
4	Acciones para la reducción de consumo basada en equipos de producción.	Reducción del tiempo total de uso de los equipos.
5	Reducción de consumo basado en iluminación de módulos.	Control iluminación en tiempos muertos de producción.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

Con estos planes se pretende concientizar al personal sobre la correcta forma de cuantificar mermas y la disminución de energía eléctrica utilizada en el área de producción.

4.3. Cronograma de la capacitación

Para realizar la planificación de capacitación se realiza un cronograma de actividades donde se describe las semanas donde se lleva a cabo cada actividad de capacitación.

Figura 70. **Cronograma de capacitación**

Actividades	Semanas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Importancia de las mermas en el proceso de producción	■									
Mermas en procesos farmacéuticos.		■								
Métodos de cuantificación			■							
Métodos de análisis de mermas				■						
Rendimiento basado en mermas					■					
Energía eléctrica y el medio ambiente.						■				
Consumo de energía de cada equipo de laboratorio							■			
Consumo de energía eléctrica por eliminación.								■		
Acciones para la reducción de consumo basada en equipos de producción.									■	
Reducción de consumo basado en iluminación de módulos.										■

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

4.4. Costos de la propuesta

Los encargados de realizar las mejoras propuestas en los módulos de fabricación del laboratorio son el jefe de área, el supervisor y los operarios ya que ellos son los principales involucrados en la cuantificación de mermas y quienes tienen la facultad para reducir el consumo de energía eléctrica. Para realizar el proceso de capacitación dentro del laboratorio se consideran los siguientes costos directos que serán necesarios para la implementación de las mejoras. tanto en recursos humanos como en materiales: Jefe supervisor y operario.

Tabla XCIII. **Costos de implementación**

TIPO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Humano	Jefe	1	Q 0,00	Q 0,00
	Supervisor	1	Q 0,00	Q 0,00
	Revisor	1	Q 0,00	Q 0,00
Subtotal				Q 0,00
Materiales/Físico	Material de Apoyo	18	Q 10,00	Q 180,00
	Resma de papel	1	Q 30,00	Q 30,00
	Impresiones	100	Q 0,15	Q 15,00
	Bolígrafos (capacitación)	18	Q 2,50	Q 45,00
	Salón para capacitaciones	1	Q 0,00	Q 0,00
	Sillas	20	Q 0,00	Q 0,00
Subtotal				Q 270,00
Total estimación de recursos				Q 270,00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2019.

- Recursos Humanos

Entre los recursos humanos se consideran a las siguientes personas:

- Encargado de gerencia de producción.
- Asesoría por parte de gerencia y departamentos de validación.
- Personal del departamento de producción
- Asesoría por parte de la Unidad de EPS.
- Investigador responsable de la práctica de EPS.

- Recursos Materiales y Técnicos

Los recursos materiales y técnicos que serán utilizados para las capacitaciones son los siguientes:

- Computadora.
- Software para la elaboración y documentación del programa.
- Impresora.
- Cañonera para capacitaciones.
- Salón para capacitaciones.
- Papelería y útiles en general.

CONCLUSIONES

1. Por medio del diagnóstico inicial realizado a los distintos módulos de producción se determinaron que las actividades que se realizan en el laboratorio, el método de fabricación y manejo de las mermas en cada proceso de sólidos y blíster donde se realiza el empaque primario de dichos productos cumplen con las funciones de documentar la merma producida en las fases de los procesos.
2. Se realizó el análisis de los indicadores de merma que utiliza el laboratorio y se determinaron formatos propuestos en las distintas áreas que ayudaron a obtener los datos mostrados de los productos de todos los módulos durante 6 meses por medio de un Kardex digital.
3. Luego de analizado el proceso de producción se determina que las principales causas que generan merma en los módulos de sólidos es debido a condiciones ambientales como la variación en la temperatura o alta humedad en el módulo, también se propone el cambio más frecuente de piezas que sufren desgaste en los equipos evitando así el escape de partículas de producto a granel con lo que se reduce la merma del proceso.
4. Se propone la actualización del Kardex digital para monitorear los indicadores más importantes de los productos que se realizan en el laboratorio, este incluye información como; número de lote, nombre del producto, módulo de fabricación, fecha y forma con el cual se logró implementar un control más preciso sobre la cuantificación para el laboratorio.

5. Dentro del laboratorio se utilizan indicadores de rendimiento con la información obtenida de los módulos de producción, sin embargo, la recolección de esta información en cada lote es realizada por medio de un kardex que no contempla todos los aspectos necesarios para el correcto cálculo de rendimiento, además, los tiempos para tomar las medidas de la cantidad de desperdicios no se encontraban estandarizados por lo que dificulta tomar una medida exacta, es por ello que se aumentó el tiempo general para la cuantificación de merma.
6. Para determinar el consumo actual de energía eléctrica por parte de los equipos de las áreas del laboratorio se cuantificó la cantidad de KWH utilizados en el último año y el costo, contabilizando la cantidad de luminarias y equipos que se utilizan en cada módulo, con lo que se determina que la reducción en el consumo reflejará un beneficio a largo plazo para el laboratorio.
7. Dentro del plan de capacitación sobre el ahorro de energía se consideran exponer a los colaboradores la importancia de la energía eléctrica en el ámbito ambiental, consumo de energía en los módulos de producción y acciones para la reducción del consumo de energía en el área de producción.
8. Se propone un plan de capacitación sobre la documentación de mermas que contempla actividades donde se explica la importancia de las mermas en el proceso, la correcta cuantificación de mermas y el rendimiento general del proceso basado en mermas.

9. Como parte de la propuesta para la reducción en el consumo de energía eléctrica en el departamento de producción, área de sólidos y blíster se considera la sustitución de lámparas incandescentes de 25 watts por luces led con un consumo de 18 watts, dicho cambio se propone para las 66 luminarias que se encuentran actualmente en las áreas, así como la disminución del uso de una hora diaria de energía eléctrica para el tiempo de almuerzo donde el área de producción no necesita estar iluminada, generando así un ahorro de Q 115,88 al mes para el laboratorio por concepto de energía eléctrica.

10. Se realiza un plan para la capacitación de los colaboradores respecto a las mejoras propuestas para el ahorro en el consumo de energía eléctrica, este contempla acciones que reducen el consumo y la concientización sobre el impacto ambiental que se reduce gracias al ahorro de energía eléctrica.

RECOMENDACIONES

1. Supervisar el cumplimiento de las actividades acorde a las Instrucciones de Fabricación y Registro de Proceso para garantizar la producción de fármacos de calidad y que cumplan con todos los requisitos de ley permitirá asegurar la calidad de los productos y aumentar el rendimiento de los procesos por medio de la reducción de mermas.
2. Documentar las mermas es importante y por lo tanto debe recopilarse en datos de cada lote fabricado de las áreas de producción, así como tabularse los datos para analizar variaciones cíclicas en el rendimiento de producción que se presenten a lo largo del tiempo.
3. Revisar el Kardex digital propuesto monitorea las mermas y los porcentajes de rendimiento, a esto se puede agregar información como el supervisor de cada lote de producción y el código de empleado de las personas encargadas de realizar dicho lote como medida de seguimiento para la trazabilidad del producto.
4. Utilizar las gráficas de control para identificar gráficamente variaciones en los procesos, el uso en la documentación de mermas es importante y debe ser realizado por periodos largos de tiempo para verificar el cumplimiento del proceso o tendencias en los valores de rendimiento en cada módulo de fabricación o área de blíster.

5. Realizar la documentación justo después de producido el lote, para ello se debe contar con formatos actualizado y el tiempo suficiente contemplado dentro del proceso en las áreas de producción para el monitoreo de estas.
6. Realizar el cambio de luminarias incandescentes a luces led no solo en las áreas de producción sino a todo el laboratorio generará un impacto mayor en el ahorro respecto a la energía eléctrica.
7. Realizar capacitaciones contantes respecto a temas de interés común entre los colaboradores aumentará los conocimientos del recurso humano y fomentará la mejora continua.
8. Incentivar la cultura de ahorro de energía eléctrica en todos los aspectos de la vida personal de los colaboradores, por medio de las capacitaciones se lograría concientizar a los colaboradores a aplicar medidas simples pero efectivas en sus hogares.

BIBLIOGRAFÍA

1. GARCÍA, Roberto. *Estudio del trabajo: ingeniería de métodos y medición del trabajo*. 2a ed. México: McGraw-Hill, 1998. 256 p.
2. GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. *Calidad total y productividad*. 2a ed. México: Editorial McGraw Hill. 1997. 403 p.
3. HITOSHI, Kume. *Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad*. 3 ed. Colombia: Editorial Norma. 243 p.
4. ISO Tools. *¿En qué consiste el ciclo PHVA de mejora continua?* [en línea]. <<https://www.isotools.org/2015/02/20/en-que-consiste-el-ciclo-phva-de-mejora-continua/>>. [Consulta: 20 de septiembre de 2019].
5. Ministerio de Economía. *RTCA 11.03.42:07 Productos farmacéuticos medicamentos de uso humano buenas prácticas de manufactura para la industria farmacéutica*. Guatemala, Guatemala: 2007. 71 p.
6. NIEBEL, Benjamín. *Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos*. 9ª edición. Colombia: Editorial Alfaomega, 2000. 880 p.
7. Norma Internacional ISO 9001:2015. *Sistema de Gestión de la Calidad - SGC*. Suiza: 2015. 45 p.

