



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

**ANALIZAR EL RENDIMIENTO Y OPTIMIZAR LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN
DE UNA POMADA PARA BEBÉ PARA MEJORAR LA EFICIENCIA Y
PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA FARMACÉUTICA**

Juan Manuel Rivas Fuentes

Asesorado por el Ing. José Luis Duque Franco

Guatemala, febrero de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANALIZAR EL RENDIMIENTO Y OPTIMIZAR LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN
DE UNA POMADA PARA BEBÉ PARA MEJORAR LA EFICIENCIA Y
PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA FARMACÉUTICA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JUAN MANUEL RIVAS FUENTES

ASESORADO POR EL ING. JOSÉ LUIS DUQUE FRANCO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
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. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Luis Pedro Ortiz de León
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

ANALIZAR EL RENDIMIENTO Y OPTIMIZAR LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA POMADA PARA BEBÉ PARA MEJORAR LA EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA FARMACÉUTICA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha septiembre 2017.



Juan Manuel Rivas Fuentes

Guatemala, 27 de julio de 2018

Ingeniero

Juan José Peralta Dardón

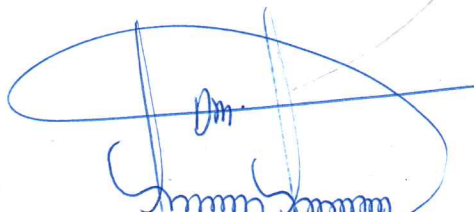
Director de escuela

Ingeniería mecánica Industrial

Presente

Por este medio me dirijo a usted, para informarle que se procedió a la asesoría y revisión del trabajo de graduación desarrollado por el estudiante Juan Manuel Rivas Fuentes que se identifica con carné universitario 201123086, de la carrera de ingeniería industrial, facultad de ingeniería en la escuela a su digno cargo, titulado: "ANALIZAR EL RENDIMIENTO Y OPTIMIZAR LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA POMADA PARA BEBÉ, PARA MEJORAR LA EFICIENCIA Y LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA FARMACÉUTICA", informándole que encuentro satisfactorio el trabajo realizado, para proceder al trámite correspondiente.

Atentamente,



José Luis Duque Franco
Ingeniero Industrial
Colegiado No. 5459

Ing. JOSÉ LUIS DUQUE FRANCO; M.Sc.
Ingeniero Industrial
Colegiado No. 5459



REF.REV.EMI.157.018

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ANALIZAR EL RENDIMIENTO Y OPTIMIZAR LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA POMADA PARA BEBÉ PARA MEJORAR LA EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA FARMACÉUTICA**, presentado por el estudiante universitario **Juan Manuel Rivas Fuentes**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Danilo González Trejo
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO ACTIVO 6182

Ing. Erwin Danilo González Trejo
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, octubre de 2018.

/mgp



REF.DIR.EMI.027.019

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 Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ANALIZAR EL RENDIMIENTO Y OPTIMIZAR LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA POMADA PARA BEBÉ PARA MEJORAR LA EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA FARMACÉUTICA**, presentado por el estudiante universitario **Juan Manuel Rivas Fuentes**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rodas
DIRECTOR a.i.
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, febrero de 2019.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial del trabajo de graduación titulado: **“ANALIZAR EL RENDIMIENTO Y OPTIMIZAR LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA POMADA PARA BEBÉ PARA MEJORAR LA EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA FARMACÉUTICA”** presentado por el estudiante universitario: **Juan Manuel Rivas Fuentes** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, Febrero de 2019

/echm

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme la vida, su amor, la fortaleza, sabiduría y perseverancia para alcanzar con éxito cada etapa de mi vida.
- Mis padres** Cándido Rivas Gómez y Ana Leticia Fuentes. Quienes son mi fuente de inspiración, por su apoyo incondicional, su amor y motivarme a seguir y cumplir mis sueños sin importar lo difícil que parezcan.
- Mi abuelo** Tranquilino Fuentes, por sus consejos y apoyo que día con día me brinda para dar lo mejor de mí.
- Mis hermanos** Víctor Manuel, Edwin Leonel y Darwin Leonel Rivas Fuentes, por su apoyo y los grandes momentos vividos.
- Mi familia** Tíos y primos, por estar siempre a mi lado motivándome a lo largo de mi carrera. Por sus consejos y enseñanzas.
- .

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por darme la oportunidad de pertenecer a ella, dándome formación profesional y superación personal.

Facultad de Ingeniería

Por los conocimientos adquiridos en el paso de sus aulas.

**Mis amigos de la
Facultad**

Por cada uno de los momentos que pasamos juntos, por brindarme su amistad y apoyarnos a lo largo de la carrera para cumplir nuestras metas.

Mi asesor

Ing. José Luis Duque Franco por su amistad, el tiempo brindado, su apoyo y sus consejos en la realización del presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XI
LISTA DE SÍMBOLOS	XV
GLOSARIO	XVII
RESUMEN.....	XXI
OBJETIVOS.....	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXV
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. La empresa.....	1
1.1.1. Historia	1
1.1.2. Información general	2
1.1.2.1. Ubicación.....	2
1.1.2.2. Misión	2
1.1.2.3. Visión.....	3
1.1.2.4. Valores	4
1.1.3. Tipo de organización	4
1.1.3.1. Organigrama.....	5
1.1.3.2. Descripción de puestos	7
1.2. Proceso	14
1.2.1. Definición	14
1.2.2. Características.....	14
1.2.3. Tipos de procesos	15
1.2.3.1. Por lote	15
1.2.3.2. Continuo	15
1.2.3.3. Cadena	16

	1.2.3.4.	Tipo de proyecto.....	16
1.3.		Diagramas de procesos	17
	1.3.1.	Diagrama de flujo de proceso.....	18
	1.3.2.	Diagrama de operaciones del proceso.....	20
	1.3.3.	Diagrama de recorrido.....	21
1.4.		Diagrama hombre – máquina.....	22
1.5.		Estudio de tiempo	23
	1.5.1.	Requerimientos del estudio de tiempos	23
	1.5.2.	Elementos del estudio de tiempos.....	24
	1.5.3.	Estudio de tiempo con cronómetro.....	25
	1.5.3.1.	Calificación, nivelación y normalización	26
	1.5.4.	Método de regreso a cero	28
	1.5.5.	Estudio de tiempo de ciclo largo.....	29
	1.5.6.	Tolerancias.....	29
	1.5.6.1.	Métodos de aplicar las tolerancias	32
	1.5.7.	Suplementos	35
	1.5.8.	Tiempo normal	36
	1.5.9.	Tiempo estándar	37
1.6.		Productividad	37
	1.6.1.	Importancia de la productividad.....	37
	1.6.2.	Factores que influyen en la productividad	38
	1.6.3.	Expresiones de la productividad.....	39
	1.6.4.	Indicadores de productividad.....	41
	1.6.5.	Eficiencia y eficacia	43
1.7.		Efectividad global de equipos (OEE).....	43
	1.7.1.	Propósito del OEE	44
	1.7.2.	Cálculo del OEE	45
	1.7.2.1.	Rendimiento	46

	1.7.2.2.	Disponibilidad	47
	1.7.2.3.	Calidad	48
	1.7.3.	Seis grandes pérdidas OEE.....	48
1.8.		Mantenimiento	49
	1.8.1.	Definición	49
	1.8.2.	Características.....	49
	1.8.3.	Tipos de mantenimiento	50
	1.8.3.1.	Correctivo	50
	1.8.3.2.	Preventivo.....	50
	1.8.3.3.	Predictivo	51
	1.8.3.4.	Cero horas (<i>overhaul</i>).....	51
	1.8.3.5.	En uso	51
2.		SITUACIÓN ACTUAL.....	53
	2.1.	Departamento de producción	53
	2.1.1.	Estructura del departamento de producción	53
	2.2.	Descripción del producto	54
	2.3.	Materia prima.....	54
	2.4.	Descripción del equipo	56
	2.4.1.	Maquinaria actual del proceso	56
	2.4.1.1.	Balanza Radwag.....	56
	2.4.1.2.	Marmita enchaquetada	57
	2.4.1.3.	Mezclador industrial.....	58
	2.4.1.4.	Llenadora volumétrica	59
	2.4.1.5.	Codificador inkjet	60
	2.4.1.6.	Túnel para termoencogido	61
	2.4.2.	Instrumentos actuales del proceso	62
	2.5.	Diagramas de operaciones actuales	66
	2.5.1.	Diagrama de flujo de proceso	67

2.5.2.	Diagrama de operaciones del proceso.....	70
2.5.3.	Diagrama de recorrido.....	72
2.6.	Descripción del proceso.....	73
2.6.1.	Área de dispensado.....	73
2.6.1.1.	Toma de MP de bodega.....	73
2.6.1.2.	Pesaje de MP.....	74
2.6.1.3.	Identificación por lote.....	74
2.6.2.	Área de mezcla.....	74
2.6.2.1.	Colocación de componentes en marmita enchaquetada.....	75
2.6.2.2.	Mezclar los componentes.....	75
2.6.3.	Área de llenado.....	75
2.6.3.1.	Colocación de la mezcla en recipientes.....	76
2.6.4.	Área de empaque.....	76
2.6.4.1.	Área de empaque primario.....	76
2.6.4.2.	Área de empaque secundario.....	77
2.7.	Diagrama hombre – máquina actual.....	78
2.8.	Estudio de tiempos actual.....	79
3.	PROPUESTA PARA REALIZAR EL ANÁLISIS DE RENDIMIENTO.....	81
3.1.	Análisis del rendimiento productivo.....	81
3.2.	Estudio de tiempo.....	81
3.2.1.	Descripción de las operaciones de cada proceso ...	82
3.2.1.1.	Observación de tiempos.....	87
3.2.1.2.	Ciclos por estudiar.....	87
3.2.1.3.	Condición de trabajo.....	87
3.2.1.4.	Tolerancias.....	90
3.2.1.5.	Factor de calificación.....	91

3.2.2.	Tiempo cronometrado.....	91
3.2.3.	Tiempo normal.....	92
3.2.4.	Tiempo estándar de línea	93
3.3.	Maquinaria.....	99
3.3.1.	Paros de producción.....	100
3.3.1.1.	Paros programados	100
3.3.1.2.	Paros no programados	101
3.3.1.3.	Interpretación de paros de producción	101
3.3.2.	Microparadas	102
3.3.3.	Reducción de velocidad.....	104
3.3.4.	Determinar el tiempo de ciclo por maquinaria.....	106
3.3.5.	Medir el tiempo de cada elemento	106
3.4.	Productividad.....	107
3.4.1.	Capacidad de producción	107
3.4.2.	Ritmo de producción por máquina	108
3.5.	Indicadores de productividad	109
3.5.1.	Eficiencia	109
3.5.1.1.	Cálculo de eficiencia	110
3.5.1.2.	Estimación de la eficiencia.....	110
3.5.2.	Rendimiento.....	113
3.5.2.1.	Cálculo de rendimiento	113
3.5.2.2.	Evaluación del rendimiento.....	113
3.5.3.	Aprovechamiento	114
3.5.3.1.	Cálculo de aprovechamiento	114
3.5.3.2.	Grado de aprovechamiento	115
3.5.4.	Productividad técnica.....	117
3.5.4.1.	Cálculo de productividad técnica	117
3.5.4.2.	Nivel de productividad técnica	117

3.6.	Eficiencia total de planta	118
3.6.1.	Cálculo de la eficiencia total de planta	118
3.6.2.	Evaluación de eficiencia de planta	119
3.7.	Eficiencia global de equipos (OEE).....	120
3.7.1.	Indicadores del OEE	120
3.7.1.1.	Disponibilidad	120
3.7.1.1.1.	Cálculo de disponibilidad	121
3.7.1.1.2.	Estimación de disponibilidad	122
3.7.1.2.	Eficiencia de rendimiento	123
3.7.1.2.1.	Cálculo de eficiencia de rendimiento	123
3.7.1.2.2.	Evaluación de rendimiento	124
3.7.1.3.	Calidad	125
3.7.1.3.1.	Pérdidas por calidad ...	125
3.7.1.3.2.	Producto inconforme en proceso	125
3.7.1.3.3.	Producto reprocesado.	126
3.7.1.3.4.	Producto final rechazado	126
3.7.1.3.5.	Cálculo de calidad.....	127
3.7.1.3.6.	Nivel de calidad.....	127
3.8.	Mantenimiento.....	128
3.8.1.	Diagnóstico de la maquinaria	129
3.8.2.	Registro del mantenimiento.....	129
3.8.3.	Mantenimiento autónomo	129
3.8.4.	Mantenimiento planificado.....	130

3.9.	Costos	130
3.9.1.	Costo por desperdicio	130
3.9.2.	Costo por reproceso	131
3.9.3.	Costo por calidad del producto	132
3.9.4.	Costo por mano de obra	132
3.9.5.	Costo de materia prima	133
4.	IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTA	135
4.1.	Análisis de los tiempos obtenidos.....	135
4.1.1.	Comparación de tiempos medidos con registro de tiempos	135
4.1.2.	Análisis gráfico de tiempos	136
4.2.	Análisis estadístico de productividad	137
4.2.1.	Interpretación del rendimiento	138
4.2.2.	Interpretación del aprovechamiento.....	140
4.2.3.	Interpretación de eficiencia	144
4.3.	Interpretación estadístico del OEE	151
4.3.1.	Disponibilidad OEE	152
4.3.2.	Eficiencia de rendimiento OEE	154
4.3.3.	Calidad OEE	155
4.4.	Diagramas de operaciones mejorados	157
4.4.1.	Diagrama de flujo de procesos	158
4.4.2.	Diagrama de operaciones del proceso	161
4.4.3.	Diagrama de recorrido	163
4.5.	Diagrama hombre – máquina mejorado	164
4.6.	Incremento de la productividad de la maquinaria	166
4.7.	Incremento de la productividad de MO	167
4.8.	Mantenimiento	172
4.8.1.	Capacitación	173

4.8.2.	Mantenimiento autónomo	173
4.8.2.1.	Calidad mejorada	173
4.8.2.2.	Costo reducido	174
4.8.2.3.	Tiempo reducido.....	174
4.8.2.4.	Reportes de arreglo por etiqueta.....	175
4.8.3.	Mantenimiento establecido.....	176
4.8.3.1.	Diagnóstico de falla	177
4.8.3.2.	Reporte de falla por etiqueta	177
5.	MEJORA CONTINUA	179
5.1.	Resultados esperados de la mejora	179
5.2.	Capacitación	179
5.2.1.	Mejora de habilidades	179
5.2.2.	Participación del trabajador	180
5.2.3.	Mantenimiento de maquinaria	181
5.3.	Resistencia al cambio	181
5.4.	Técnicas para mejorar la productividad de MO.....	182
5.5.	Estrategias para reducir los paros de producción	182
5.6.	Control del OEE	183
5.6.1.	Medición periódica	184
5.6.1.1.	Recolección de datos	184
5.6.1.2.	Resultados estadísticos.....	184
5.6.1.2.1.	Comparación con registro anterior	184
5.7.	Estrategias para mejorar el OEE.....	185
5.8.	Formatos de recolección de datos	185
5.8.1.	Paros de producción	186
5.8.2.	Medición de eficiencia	187
5.8.3.	Rendimiento de la línea.....	188

5.8.4.	Calidad de producción	189
5.9.	Auditoría	190
5.9.1.	Interna	190
5.9.2.	Externa	191
CONCLUSIONES		193
RECOMENDACIONES		195
BIBLIOGRAFÍA		197
ANEXO		199

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Estructura organizacional de la empresa	6
2.	Simbología de diagramas de procesos	17
3.	Ejemplo de diagrama de flujo de proceso	19
4.	Ejemplo de diagrama de operaciones de proceso	20
5.	Ejemplo del diagrama de recorrido	21
6.	Ejemplo de diagrama hombre-máquina	22
7.	Ejemplo método 3 de aplicación de tolerancias	33
8.	Ejemplo método 4 de aplicación de tolerancias	34
9.	Diagrama de resumen del cálculo del OEE	46
10.	Estructura del departamento de producción	53
11.	Balanza Radwag	57
12.	Marmita enchaquetada	58
13.	Mezclador industrial	59
14.	Llenadora volumétrica.....	60
15.	Codificadora máxima EZ +	61
16.	Túnel termoencogido	62
17.	Paleta acero inoxidable.....	63
18.	Beaker.....	63
19.	Olla acero inoxidable.....	64
20.	Alcohol	64
21.	Caja plástica.....	65
22.	Guantes	65
23.	Estufa propano.....	66

24.	Diagrama flujo del proceso actual.....	67
25.	Diagrama de operaciones actual	70
26.	Diagrama de recorrido actual.....	72
27.	Diagrama hombre-máquina actual tamizado	78
28.	Grafica de tiempos del proceso (minutos)	136
29.	Rendimiento llenado de tubo	138
30.	Rendimiento llenado de tarro.....	139
31.	Aprovechamiento en llenado de tubo	140
32.	Aprovechamiento en llenado de tarro	141
33.	Aprovechamiento de empaque secundario tubo.....	142
34.	Aprovechamiento de empaque secundario tarro	143
35.	Eficiencia codificado de tarro	144
36.	Eficiencia codificado de tubo	145
37.	Eficiencia sanitización de tarro	146
38.	Eficiencia sanitización tapa.....	147
39.	Eficiencia etiquetado de tarro	148
40.	Eficiencia colocación banda de seguridad.....	149
41.	Eficiencia formación paquete de 6 unidades	150
42.	Actividades obligatorias (minutos)	152
43.	Disponibilidad del área de llenado	153
44.	Rendimiento del proceso de llenado.....	154
45.	Calidad del producto fabricado	155
46.	Eficiencia global del equipo	156
47.	Diagrama de flujo mejorado.....	158
48.	Diagrama de operaciones mejorado.....	161
49.	Diagrama de recorrido mejorado	163
50.	Diagrama hombre – máquina mejorado tamizado	164
51.	Etiqueta mantenimiento autónomo parte frontal	175
52.	Etiqueta mantenimiento autónomo parte trasera	176









53.	Etiqueta por falla de máquina.....	177
54.	Recolección de paros de producción	186
55.	Recolección de eficiencia de línea	187
56.	Recolección rendimiento de línea	188
57.	Recolección calidad de línea.....	189
58.	Auditoría interna.....	191
59.	Auditoría externa.....	192

TABLAS

I.	Descripción de puestos de la empresa.....	7
II.	Calificación de trabajador	91
III.	Estudio de tiempos de línea (minutos).....	94
IV.	Paro por presentación (minutos)	102
V.	Paro por día (minutos).....	102
VI.	Microparadas llenado 60 g	103
VII.	Microparadas llenado 120 g	103
VIII.	Microparadas llenado tarro	103
IX.	Microparadas por día.....	104
X.	Velocidad llenado de tubo	105
XI.	Velocidades utilizadas en llenado tarro 300 g	105
XII.	Velocidades utilizadas en llenado tarro 500 g	105
XIII.	Productividad.....	107
XIV.	Capacidad de producción	108
XV.	Ritmo de producción	109
XVI.	Eficiencia codificado tubo	110
XVII.	Eficiencia codificado de tarro	111
XVIII.	Eficiencia sanitización de tarro.....	111
XIX.	Eficiencia sanitización de tapas	111

XX.	Eficiencia etiquetado.....	112
XXI.	Eficiencia colocación banda de seguridad	112
XXII.	Eficiencia formación de paquete de 6 unidades	112
XXIII.	Rendimiento llenado tubo	114
XXIV.	Rendimiento llenado tarro	114
XXV.	Aprovechamiento de materia prima tubo	115
XXVI.	Aprovechamiento de materia prima tarro	116
XXVII.	Aprovechamiento material de empaque secundario por tubo....	116
XXVIII.	Aprovechamiento material de empaque secundario por tarro ...	116
XXIX.	Resultados de nivel de productividad técnica	118
XXX.	Resultados de eficiencia total de planta.....	119
XXXI.	Actividades obligatorias del proceso (minutos)	121
XXXII.	Paros programados y no programados (minutos).....	122
XXXIII.	Tiempo total por día (minutos).....	122
XXXIV.	Resultado de disponibilidad por día	123
XXXV.	Producción teórica y real.....	124
XXXVI.	Resultado de rendimiento por día	125
XXXVII.	Nivel de calidad por día.....	127
XXXVIII.	Resultados del OEE	128
XXXIX.	Horas extra por área y número de operarios.....	133
XL.	Clasificación porcentual de eficiencia global de equipos.....	151
XLI.	Tiempo de actividades tamizado	167
XLII.	Tiempo de actividades sanitización de envases.....	167
XLIII.	Tiempo de actividades fabricación	168
XLIV.	Tiempo de actividades llenado.....	168
XLV.	Tiempo de actividades empaque primario	168
XLVI.	Tiempo de actividades codificado	169
XLVII.	Tiempo de actividades empaque secundario.....	169

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
	Combinada (operación e inspección)
	Demora
	División
	Inspección
	Multiplicación
	Operación
	Porcentaje
	Transporte

GLOSARIO

Área limpia	Son instalaciones construidas y usadas para reducir la generación y propagación de contaminación dentro del área. Cuenta con un control para el medio ambiente.
Batch	También conocido como lote, es la cantidad determinada de producto cuya característica es su homogeneidad y está identificado por un mismo código de producción.
BPM	Buenas prácticas de manufactura.
Calibración	Es la comparación del desempeño de los valores obtenido por un instrumento según los parámetros de referencia estándar.
Contaminación cruzada	Contaminación que presenta un producto o material al tener contacto con otro producto, material o sustancia ajena al proceso de producción.
Cuarentena	Área destinada al aislamiento de todo tipo de material y producto, esperando su aprobación o rechazo por el departamento de calidad al realizar el análisis correspondiente.

Eficiencia	Capacidad de cumplir el fin propuesto de un medicamento, utilizando mínimos recursos para su elaboración.
Esclusa	Lugar delimitado por dos puertas, para separar dos áreas que requieren de una limpieza diferente.
Fabricación	Combinación de diferentes componentes para elaborar un producto, por medio de un conjunto de operaciones debidamente relacionadas que pueden ser manuales o mecánicas.
Fórmula maestra	Documento en el cual especifica los materiales necesarios para un producto, la cantidad requerida de cada uno de ellos y descripción de los procesos a realizar en la producción.
Inocuidad	Control que se tiene en todo aspecto de la producción para garantizar que no exista peligro al momento de consumir los medicamentos.
Mejora	Todo cambio a realizar en los procesos luego de un respectivo análisis, para lograr una estabilidad en los procesos y aumento de la producción.
Metodología	Procedimientos establecidos para un determinado proceso el cual debe ser aplicado para lograr los objetivos deseados.

Muestra	Porción de un material, producto semielaborado o terminado, sometido a un análisis para verificar su calidad.
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
Procedimiento	Conjunto de operaciones o tareas debidamente relacionadas que deben ser aplicadas en las mismas circunstancias que facilita la realización de un trabajo de forma exitosa.
Rendimiento	Comparación del producto fabricado o materiales utilizados según la cantidad teórica establecida.
RTCA	Reglamento Técnico Centroamericano
Sanitización	Limpieza para controlar la generación de microorganismos patógenos en el medio ambiente o superficies, con métodos físicos y químicos.

RESUMEN

Para optimizar la línea de pomada para bebé, se realizó un análisis del proceso productivo determinando el tipo de materia prima que utilizan, los instrumentos y maquinaria que son indispensables para cada tarea y los diferentes procesos involucrados para su elaboración, para conocer las condiciones de trabajo y las variables involucradas en cada proceso. Al tener presente cada uno de los aspectos descritos se procedió a establecer los elementos para evaluar el estudio de tiempo, así como los diferentes indicadores para el análisis del rendimiento y el OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), el cual mide la eficiencia productiva de la maquinaria y evalúa tres puntos importantes: disponibilidad, rendimiento de máquina y calidad.

En el estudio de tiempos los elementos fueron determinados con apoyo de los master de producción de cada proceso; luego se realizó diferentes observaciones para recopilar la información necesaria y plasmarla en el formato de estudio de tiempos establecido. Fueron analizados para determinar las causas que incrementan el tiempo de producción en cada uno de los procesos y las actividades ejecutadas innecesarias, para establecer así el tiempo estándar de cada actividad, mejorando la eficiencia de los operarios.

Luego se procedió a recopilar la información precisa para evaluar los diferentes indicadores establecidos y la eficiencia productiva de la máquina, para lo cual, mediante la herramienta de Excel, los resultados obtenidos se analizaron de forma más detallada y precisa, para observar la diferencia entre cada batch de producción. Se analizaron las diferentes causas de los paros de producción que afectaron al cumplimiento de la planificación diaria.

De esa manera se procedió a discutir los resultados obtenidos para determinar las mejoras pertinentes y favorecer al incremento de la eficiencia y productividad en la línea.

Por último se establecieron las mejoras necesarias para la reducción del tiempo de producción, reducción de tiempo de paros, aumento de la eficiencia de los operarios y mejora de los resultados de los indicadores. Dichas mejoras pueden ser implementadas dado que la normativa que rige las condiciones de las instalaciones, los métodos de trabajo, permiten realizarlos. Esto se logra aplicando las estrategias y técnicas planteadas, usando de los formatos propuestos para la recolección de información y mejorando la capacidad de los operarios al incrementar sus habilidades.

OBJETIVOS

General

Analizar el rendimiento y optimizar la línea de producción de pomada para bebé para mejorar la eficiencia y productividad en una empresa farmacéutica.

Específicos

1. Realizar un estudio de tiempos para optimizar la línea de producción de pomada para bebé.
2. Disminuir el tiempo improductivo y estandarizar el tiempo completo de producción.
3. Determinar el rendimiento de los equipos utilizados en cada área del proceso productivo mediante indicadores.
4. Elevar la productividad del proceso mediante el uso óptimo de los recursos que se cuentan.
5. Mejorar el método de trabajo en los procesos para que los operarios aumenten su desempeño.
6. Reducir los costos de producción en la línea de pomada para bebé optimizando los procesos.

7. Aplicar estrategias y técnicas que ayuden a mejorar el rendimiento de la maquinaria y de los operarios.

INTRODUCCIÓN

La empresa farmacéutica inicia en el año de 1954. Tiene 63 años de existencia en el mercado nacional e internacional. Es el principal proveedor de Centroamérica de especies vegetales; cuenta con tres líneas de producción: medicamentos, fito terapéuticos y cosméticos. Entre los productos cosméticos está la pomada para bebé, la cual combate la pañalitis. La demanda de pomada para bebé ha incrementado considerablemente y surgió la necesidad de optimizar los procesos para garantizar el cumplimiento de la demanda.

Llevar a cabo un análisis de rendimiento y optimización de línea es de suma importancia, para lo cual se debe conocer los procedimientos a realizar en la producción y cada aspecto que se involucre, para conocer si la empresa cumple con las expectativas del cliente y si utilizan de forma eficiente los recursos utilizados. Con este fin se realizará un estudio de tiempos de las operaciones de cada proceso, medición de la productividad y la eficiencia global del equipo.

Con los resultados del análisis del rendimiento se proporcionará estrategias, mejoras necesarias que permitan un aumento en la eficiencia y rendimiento en la línea de producción de pomada para bebé, para que la empresa obtenga mayor rentabilidad de sus productos.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. La empresa

Se dedica en la actualidad a la producción y distribución de productos medicinales, cosméticos y fitoterapéuticos esenciales para el cuidado de la salud.

1.1.1. Historia

Inicialmente fundada como Laboratorio ICA, por el licenciado Farmacéutico Químico Mauricio Behar Alcache, en 1954. La empresa se dedicó a la producción de medicamentos populares y desarrolló fórmulas novedosas dentro del mercado de Guatemala, tales como el citrato de magnesio, que aún hoy se sigue produciendo y distribuyendo, aunque no por la empresa.

Para el año de 1979, el Lic. Behar visualizó que en nuestro medio hacía falta un proveedor que cubriera la venta y distribución de materias primas para los medianos y pequeños fabricantes de las industrias alimenticia, cosmética, farmacéutica, agrícola y naturista, por lo que amplía el objetivo general de la empresa y la transforma en Droguería y Laboratorios ICA, S.A.

Ante la cambiante situación que se produce en la industria farmacéutica al comenzar la década de los 80, y con el fin de atender de mejor manera a sus numerosos clientes, el Lic. Behar toma la decisión de independizar el laboratorio de la droguería. Le cambia nuevamente el nombre a la segunda, y se convierte en Droguería, S.A.

El laboratorio continuó funcionando con el mismo nombre de Laboratorios ICA, y posteriormente se desligó definitivamente de la sociedad original. En 1992, se inicia una nueva época para esta empresa; se le da un giro a su organización y se convierte en Droguería y Laboratorio, S.A. Agrega a la empresa de distribución, un laboratorio con 3 líneas de producción: medicamentos, fitoterapéuticos y cosméticos.

1.1.2. Información general

Se presenta a continuación información que describe la ubicación, misión, visión y valores característicos de la empresa.

1.1.2.1. Ubicación

La empresa farmacéutica se encuentra ubicada en la 13 calle 1-65 zona 2, Finca El Zapote, ciudad de Guatemala.

1.1.2.2. Misión

Es el propósito o razón de ser de una organización. Debe ser establecida enfocada en el presente y establecer la necesidad a satisfacer. Varía dependiendo del tipo de negocio que se realice.

Sirve para tomar las decisiones adecuadas para llevar a cabo la misión y debe ser entendible y concreta.

Existen dos tipos de misión que se pueden aplicar: la primera es misión amplia, que al ser demasiado grande, tiende a ser flexible en las acciones a realizar por parte de la empresa y puede ocasionar confusión, dado que no se

tiene claro lo que se quiere realizar. El segundo es misión estrecha; favorece que la organización vaya en una sola dirección y evita confusión con las acciones tomadas para lograrla.

A continuación se presenta la misión de la empresa:

Somos una empresa guatemalteca dedicada a cuidar la salud y el bienestar de la sociedad y de nuestros colaboradores, a través del comercio de materias primas vegetales, medicina natural y cosmética natural.

1.1.2.3. Visión

Es cómo se visualiza una organización a largo plazo mediante el cumplimiento de la misión, apoyándose con los valores y políticas que se plasman. Orienta positivamente las decisiones estratégicas, para alcanzar una expectativa de lo que se espera ocurra.

A continuación se presenta la visión de la empresa:

En enero de 2020, seremos la empresa número uno en el comercio de materias primas vegetales, extractos y aceites esenciales de la región centroamericana. Seremos el ejemplo de nuestros competidores por nuestra fuerte presencia en el servicio de maquila de productos naturales y cosméticos.

Tendremos alianzas de comercialización en Guatemala y con toda Centroamérica, esperando un creciente dominio del mercado con presencia de nuestros productos terminados en toda la región.

1.1.2.4. Valores

Son elementos que definen la cultura organizacional de una empresa y describen la forma de ser de la misma. Son principios éticos que no deben faltar y ser aplicados día a día. Son establecidos por la competitividad que se desea, el rendimiento que se requiere y un beneficio económico.

La empresa farmacéutica ha establecido valores que se aplican día a día para cumplir con sus objetivos y tener un ambiente laboral más agradable, los cuales se describen a continuación:

- Respeto hacia nuestros clientes externos e internos.
- Honestidad en todas nuestras actividades.
- Cordialidad en nuestras relaciones interpersonales.
- Calidad en todos los puntos personales y laborales.
- Fidelidad a la empresa.

1.1.3. Tipo de organización

La empresa se define como organización formal dado que está definida su estructura administrativa. Cuenta con normas, reglamentos, procedimientos, así como las obligaciones que deben cumplir en todo momento. Por otra parte, establece cómo debe ser la relación entre los diferentes cargos, todo ello con la finalidad de alcanzar los objetivos establecidos por la empresa.

1.1.3.1. Organigrama

Es la representación gráfica de los diferentes puestos que conforman la estructura organizacional de una empresa, en la cual especifica las funciones de cada puesto y las personas idóneas que ejerzan cada uno de ellos. Cada uno de los cargos está representado por figuras, normalmente por rectángulos, y van unidos por flechas que enlazan cada uno de los niveles que lo conforman y que permiten observar la jerarquía de los puestos que lo conforman.

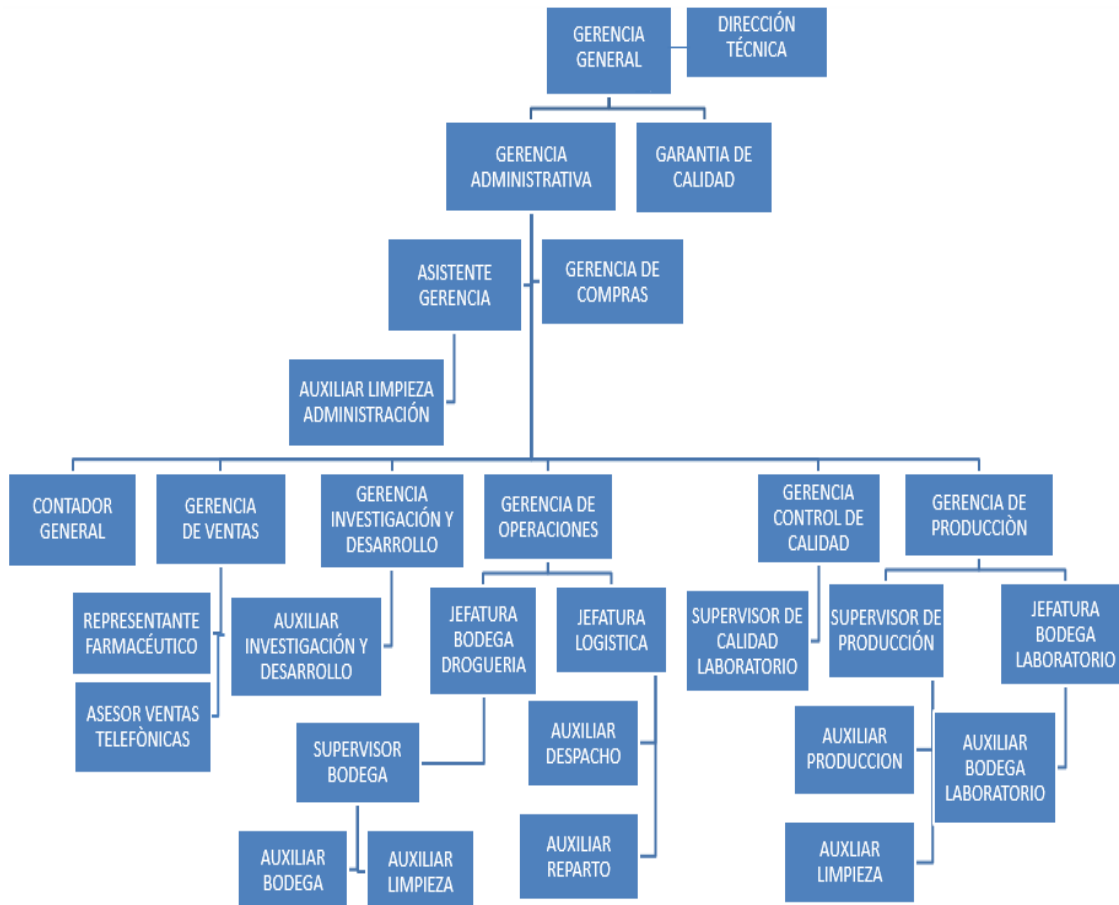
Existen tres tipos importantes de organigramas que se puede utilizar. Todo depende de las necesidades y el tipo de organización. Entre ellos se tiene:

Jerárquico: es el más utilizado dado que, como su nombre lo indica, jerárquicamente se coloca al inicio al personal con mayor poder dentro de una organización y posteriormente los que tienen un menor poder. De esa forma se comunican entre los diferentes niveles y se construye de forma piramidal.

Matricial: este tipo es utilizado en empresas en las cuales no se tiene una sola cabeza sino que cuenta con más de una persona a cargo de una organización.

Horizontal: presenta solo dos niveles en su organización los directores o dueños y los empleados que tienen mayor responsabilidad y son tomados en cuenta en la toma de decisiones.

Figura 1. Estructura organizacional de la empresa



Fuente: empresa en estudio.

1.1.3.2. Descripción de puestos

Se describe a continuación los puestos de mayor jerarquía dentro de la empresa.

Tabla I. Descripción de puestos de la empresa

DEPARTAMENTO	Investigación y desarrollo
PUESTO DESCRITO	Jefe de investigación y desarrollo
SUPERIOR INMEDIATO	Gerencia administrativa y financiera
DESCRIPCIÓN GENERAL	
Encargado de formulación de productos nuevos, realización de lotes piloto, y documentación relacionada con los mismos: especificaciones, y composición, cuali-cuantitativa, máster de producción.	
FUNCIONES ESPECIFICAS	
<ul style="list-style-type: none"> • Realización de requisiciones de materias primas para desarrollo de productos • Realizar pruebas de productos en desarrollo • Enviar muestras de productos en desarrollo a clientes para aprobación • Realizar muestras de productos a ingresar en el Ministerio de Salud • Apoyar con información sobre la mercadería a clientes internos y externos • Atención a clientes de maquila 	
REQUISITOS DEL PUESTO	
SEXO	Indiferente
EDAD	Indiferente
FORMACIÓN ACADÉMICA	Químico Farmacéutico
OTROS REQUERIMIENTOS	Capacidad de análisis Buenas relaciones interpersonales Conocimiento en productos naturales Conocimiento en formulación y desarrollo de productos, Fito terapéuticos y cosméticos
AUTORIDAD Y TOMA DE DECISIONES	
En la formulación de productos nuevos. Autoridad sobre el personal de producción en la realización de lotes piloto.	
CONDICIONES DE TRABAJO	
Disponibilidad completa de horario	
RELACIONES INTERNAS	
Con todo el personal de la empresa	
FIRMA DEL TITULAR:	
FECHA:	

Continuación tabla I

DEPARTAMENTO	Administración
PUESTO DESCRITO	Gerencia General
SUPERIOR INMEDIATO	Junta Directiva
DESCRIPCIÓN GENERAL	
<ul style="list-style-type: none"> • Dirigir las actividades de la empresa, asegurando el desempeño de los departamentos que la conforman. • Velar por la rentabilidad de los productos, y la solidez de la empresa en el mercado 	
FUNCIONES ESPECIFICAS	
<ul style="list-style-type: none"> • Dirección y control del personal • Contacto con proveedores • Manejo de inversiones en infraestructura, equipo y herramienta • Distribución de mercadería de exportación • Logística de importaciones • Contacto con bancos, transferencias y flujos de efectivo. • Comunicación con junta directiva • Monitoreo de prorrates • Compras de importación • Contacto con nuevas empresas • Contacto con cámaras nacionales e internacionales • Desarrollo de nuevos proyectos 	
REQUISITOS DEL PUESTO	
SEXO	Indiferente
EDAD	Entre 30 y 65 años, después de jubilación según capacidad
FORMACIÓN ACADÉMICA	Licenciatura en administración de empresas Ingeniería industrial Licenciatura en comercio internacional o carrera afín.
OTROS REQUERIMIENTOS	Experiencia mínima de 2 años en puestos similares. Capacidad de análisis
AUTORIDAD Y TOMA DE DECISIONES	
Autoridad total en toda la empresa	
CONDICIONES DE TRABAJO	
Disponibilidad completa de horario	
RELACIONES INTERNAS	
Con todo el personal de la empresa.	
FIRMA DEL TITULAR:	
FECHA:	

Continuación tabla I

DEPARTAMENTO	Administración
PUESTO DESCRITO	Gerencia Financiera y Administrativa
SUPERIOR INMEDIATO	Gerencia General
DESCRIPCIÓN GENERAL	
Administración de todo el personal de la Droguería y Laboratorio. Evaluación de compras de importación, precios de ventas, estrategias de marketing, costeo de productos maquilados. Entablar relaciones comerciales con otras empresas.	
FUNCIONES ESPECIFICAS	
<ul style="list-style-type: none"> • Relaciones comerciales con clientes y empresas • Análisis de créditos otorgados • Diseño de material de empaque utilizado en productos de la Droguería y maquilados • Costeo de productos maquilados en el Laboratorio • Monitoreo de las actividades diarias del personal • Chequear el seguimiento dado a los clientes por los vendedores • Supervisión de compras sugeridas por Gerente de Operaciones • Monitoreo de productos sin movimiento • Desarrollo y monitoreo de planes de mercadeo • Análisis de costo de venta del mes • Análisis financiero de la empresa • Visita a clientes en el extranjero • Conferencias y charlas • Capacitaciones 	
REQUISITOS DEL PUESTO	
SEXO	Indiferente
EDAD	Entre 20 y 65 años, después de jubilación según capacidad
FORMACIÓN ACADÉMICA	Licenciatura en administración de empresas Ingeniería industrial Licenciatura en comercio internacional o carrera afín.
OTROS REQUERIMIENTOS	Experiencia mínima de 2 años en puestos similares. Capacidad de análisis.
AUTORIDAD Y TOMA DE DECISIONES	
Autoridad total en toda la empresa	
CONDICIONES DE TRABAJO	
Disponibilidad completa de horario	
RELACIONES INTERNAS	
Con todo el personal de la empresa.	
FIRMA DEL TITULAR:	
FECHA:	

Continuación tabla I

DEPARTAMENTO	Ventas
PUESTO DESCRITO	Gerente de Ventas
SUPERIOR INMEDIATO	Gerencia General y Gerencia Financiera y Administrativa
DESCRIPCIÓN GENERAL	
Coordinar todas las actividades de ventas y mercadeo de la Droguería	
FUNCIONES ESPECIFICAS	
<ul style="list-style-type: none"> • Dirección general del equipo de ventas • Planificación de rutas de visitadores médicos • Administración de cartera de clientes • Planificación de estrategia de ventas por línea de productos • Establecer y monitoreo de metas por vendedor • Planificar agenda de llamadas para vendedor mostradores • Contacto con agentes publicitarios • Manejo del marketing de la Droguería • Reporte de ventas y progresos de las proyecciones del mes • Ventas a clientes mayoristas • Conferencias de los productos • Actividades publicitarias 	
REQUISITOS DEL PUESTO	
SEXO	Indiferente
EDAD	Entre 25 y 65 años, después de jubilación según capacidad
FORMACIÓN ACADÉMICA	Licenciatura en administración de empresas Licenciatura en mercadeo Ingeniería industrial
OTROS REQUERIMIENTOS	Capacidad de análisis, habilidad numérica Eficiencia de trabajo y proceso Toma de decisiones Estrategia de ventas
AUTORIDAD Y TOMA DE DECISIONES	
<ul style="list-style-type: none"> • Todo el departamento de ventas • Sobre la contratación y despido del personal en su departamento • Política de precios en base a lo establecido con Gerencia en función del costo 	
CONDICIONES DE TRABAJO	
Disponibilidad completa de horario	
RELACIONES INTERNAS	
Con todo el personal de la empresa.	
FIRMA DEL TITULAR:	
FECHA:	

Continuación tabla I

DEPARTAMENTO	Administración
PUESTO DESCRITO	Jefe de Operaciones
SUPERIOR INMEDIATO	Gerencia General y Gerencia Financiera y Administrativa
DESCRIPCIÓN GENERAL	
Gestionar todas las actividades relacionadas con las operaciones de Droguería, englobando los departamentos de: Bodega, Mantenimiento, logística y exportaciones; cuidando el cumplimiento de Buenas Prácticas de Manufactura, Buenas Prácticas de Almacenamiento, Eficiencia y Seguridad Industrial.	
FUNCIONES ESPECÍFICAS	
<ul style="list-style-type: none"> • Supervisar matutinemente el cumplimiento de BPM, BPA y SSO de todas las actividades a realizarse por el personal de Droguería • Asignar al departamento de Mantenimiento las actividades que deben realizarse en el día, así como la supervisión del cumplimiento y estado de las actividades asignadas previamente • Supervisar la programación de Producción, buscando mejorar constantemente la productividad en las actividades, así como la correcta asignación de personal y KanBan de cada actividad • Costeo de todos los desarrollos de productos nuevos, • Coordinar exportaciones en cuanto a facturación, preparación del pedido, trámite de licencias, transporte, costeo en destino para Sucursales • Costeo y operación de ingreso de mercadería de Nuevo ingreso, así como su posterior análisis de estructura de precios • Análisis y solicitud de compras de materia prima, capsula vacía y producto terminado • Análisis y solicitud de producción de mercadería faltante por Laboratorio • Búsqueda, selección y contratación de personal para la bodega • Capacitación al personal 	
REQUISITOS DEL PUESTO	
SEXO	Indiferente
EDAD	Entre 25 y 65 años, después de jubilación según capacidad
FORMACIÓN ACADÉMICA	Licenciatura en administración de empresas Ingeniería industrial o carrera afín
OTROS REQUERIMIENTOS	Capacidad de análisis, Habilidad numérica Eficiencia de trabajo y proceso Toma de decisiones, Manejo de inglés
AUTORIDAD Y TOMA DE DECISIONES	
<ul style="list-style-type: none"> • Todo el departamento de bodega, mantenimiento, despacho y reparto • El puesto tiene autoridad sobre volúmenes mínimos de compra y producción • Sobre las actividades realizadas en horas extras por el personal • Sobre la contratación y despido del personal en sus departamentos 	
CONDICIONES DE TRABAJO	
Horario de oficina	
RELACIONES INTERNAS	
Con todo el personal de la empresa.	
FIRMA DEL TITULAR:	
FECHA:	

Continuación tabla I

DEPARTAMENTO	Control de Calidad
PUESTO DESCRITO	Jefe de Control de Calidad
SUPERIOR INMEDIATO	Gerencia Administrativa
DESCRIPCIÓN GENERAL	
Velar por el cumplimiento, de todos los aspectos que directa o indirectamente se relacionen con la calidad de los procesos, y productos.	
FUNCIONES ESPECIFICAS	
<ul style="list-style-type: none"> • Aprobar o rechazar, según procede, las materias primas, materiales de acondicionamiento, producto intermedio, a granel y terminado. • Revisar que toda la documentación de un lote de producto que se ha finalizado, esté completa • Aprobar las instrucciones de muestreo, métodos de análisis y otros procedimientos de control de calidad. • Aprobar y controlar los análisis llevados a cabo por terceros. • Vigilar el mantenimiento del departamento, las instalaciones y los equipos. • Asegurar que se lleve a cabo la capacitación inicial y continua del personal de control de calidad. • Conservar la documentación del departamento de control de calidad. • Supervisar despejes de líneas y controles en proceso, vigilar y controlar las áreas de producción. • Autoriza los procedimientos escritos y otros documentos, incluyendo sus modificaciones. • Vigila la higiene de las instalaciones de las áreas productivas. • Capacita al personal a su cargo sobre las Buenas Prácticas de Manufactura. • Establece y controla las condiciones de almacenamiento de materiales y productos. • Conserva la documentación., vigila el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura. • Inspecciona, investiga y muestrea con el fin de controlar los factores que puedan afectar a la calidad. • Maneja quejas y reclamos, maneja desviaciones. • Revisa órdenes de producción y empaque y corrige desviaciones 	
REQUISITOS DEL PUESTO	
SEXO	Indiferente
EDAD	Entre 18 y 65 años, después de jubilación según capacidad
FORMACIÓN ACADÉMICA	Químico Farmacéutico
OTROS REQUERIMIENTOS	Mínimo de 2 años de experiencia en puestos similares, Capacidad de análisis Cultura de Calidad, Conocimiento en medicina natural
AUTORIDAD Y TOMA DE DECISIONES	
El puesto tiene autoridad sobre el personal de su departamento	
CONDICIONES DE TRABAJO	
Disponibilidad completa de horario	
RELACIONES INTERNAS	
Con todos los departamentos	
FIRMA DEL TITULAR:	
FECHA:	

Continuación tabla I

DEPARTAMENTO	Producción
PUESTO DESCRITO	Gerente de producción
SUPERIOR INMEDIATO	Director Técnico
DESCRIPCIÓN GENERAL	
FUNCIONES ESPECIFICAS	
<ul style="list-style-type: none"> • Asegurar que los productos se fabriquen y almacenen en concordancia con la documentación aprobada. • Vigilar el mantenimiento del departamento en general, instalaciones y equipo. • Garantizar que los procesos de producción, se realizan bajo los parámetros definidos. • Asegurar que se lleve a cabo la capacitación inicial y continua del personal de producción. • Resolver problemas relacionados con la producción y con el personal de producción • Vigilar los ingresos de materia prima y material de empaque solicitados, según programa de producción. • Aprobar los documentos maestros relacionados con las operaciones de producción y asegurar su estricto cumplimiento. • Emitir requisiciones de compra de materias primas, material de empaque e insumos para la producción • Emitir requisiciones de despacho de materias primas o material de empaque a bodega • Manejo del informe de insumos faltantes para la producción en bodega de laboratorio • Elaborar el informe de horas extra del personal de producción • Informar a I&D, sobre la fecha de manufactura de producto nuevo, dentro del mes programado • Emitir los programas anuales de control relacionados con la producción • Coordinar el programa de capacitación continua del personal de producción, asistir a capacitación, según programa. • Emitir requisiciones de compra de equipo o insumos para personal de producción, repuestos, etc. • Autorizar los procedimientos escritos y otros documentos, incluyendo sus modificaciones. • Establecer y controlar las condiciones de almacenamiento de materiales y productos, conservar la documentación. • Vigilar por el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura. • Inspeccionar, investigar y muestrear con el fin de controlar los factores que puedan afectar a la calidad. 	
REQUISITOS DEL PUESTO	
SEXO	Indiferente
EDAD	Entre 25 y 65 años, después de jubilación según capacidad
FORMACIÓN ACADÉMICA	Químico farmacéutico, ingeniero químico, ingeniero industrial
OTROS REQUERIMIENTOS	Experiencia mínima de 2 años en puestos similares. Capacidad de análisis Buena capacidad para manejar personal
AUTORIDAD Y TOMA DE DECISIONES	
Sobre lo concerniente a la producción	
CONDICIONES DE TRABAJO	
Disponibilidad completa de horario	
RELACIONES INTERNAS	
Con todo el personal de la empresa	
FIRMA DEL TITULAR:	
FECHA:	

Fuente: empresa en estudio.

1.2. Proceso

A continuación se describe su definición, sus características y los diferentes procesos que existen.

1.2.1. Definición

“Un proceso es un conjunto de actividades coordinadas que combinan e implementan recursos y capacidades para producir un resultado, el cual crea valor, directa o indirectamente, a un cliente externo o a un patrocinador. Los procesos proveen la transformación con vista a un objetivo y utilizan la realimentación para auto reforzar y autocorregir las acciones funcionando como un sistema circular cerrado. Es importante considerar el proceso entero o como un proceso dentro de otro.”¹

1.2.2. Características

- **“Medible:** Debemos ser capaces de medir el proceso en forma relevante. Los gestores quieren medir el costo, la calidad y otras variables mientras los profesionales están preocupados por la duración y la productividad.
- **Resultados específicos:** la razón de ser de un proceso es dar un resultado específico. Este resultado debe ser individualmente identificable y cuantificable.
- **Entregable a los clientes:** cada proceso entrega sus resultados principales a un cliente o patrocinador, podrían ser internos o externos a la organización pero el proceso debe satisfacer sus expectativas.

^{1.} *Definición y características de un proceso.*
<https://arevalomaria.wordpress.com/2010/02/07/organizacion-gestion-servicios-ti-definicion-y-caracteristicas-de-un-proceso/>. Consulta: 10 de mayo de 2017.

- **Corresponde a un evento específico:** un proceso podría estar en curso o ser iterativo, pero debe ser atribuible a un desencadenante concreto.”²

1.2.3. Tipos de procesos

A continuación se describe cuatro procesos de producción: por lote, proceso continuo, en cadena y tipo proyecto.

1.2.3.1. Por lote

“Este modo es muy conocido ya que se emplea en grandes empresas productoras. Generalmente la organización se divide en plantas, cada una se especializa en una parte del producto final. El producto llega en cierto estado inicial y va recorriendo cada planta hasta verse completado. Para completar cada área se requiere de operadores de la maquinaria, esta se distribuye a manera de que la producción siga un curso. Los lotes se van armando según el costo que genera la disposición de las máquinas y el tamaño de las series de producto. La industria que ejemplifica y mejor desarrolla este modelo es alguna pequeña fábrica textil.”³

1.2.3.2. Continuo

“En este caso se trata de procesos en donde una red de depósitos forma una serie que la materia prima debe recorrer para transformarse en el producto final.

^{2.} *Definición y características de un proceso.* <https://arevalomaria.wordpress.com/2010/02/07/organizacion-gestion-servicios-ti-definicion-y-caracteristicas-de-un-proceso/>. Consulta: 10 de mayo de 2017.

^{3.} *Tipos de procesos de la producción.* <https://www.quiminet.com/empresas/tipos-de-procesos-de-la-produccion-2746373.htm>. Consulta; 20 de mayo de 2017.

Aquí no es tan imprescindible la intervención de personal en cada área, sino que se requiere de pocas personas que supervisen y realicen actividades discretas, es decir, el proceso es meramente automatizado. Las refinerías u otras procesadoras se desenvuelven en este tipo de procesos.”⁴

1.2.3.3. Cadena

“Muchas personas realizan actividades dentro de la fábrica con ritmos precisos dependientes de los avances de los avances previos. Se arma una cadena que transporta el producto según su proceso, el cual depende de las actividades de quienes operan la maquinaria que a la vez completan procesos que las máquinas no pueden efectuar.

El trabajo en línea se identifica por las divisiones internas de áreas de labores, algunas más precisas que otras; cada etapa está cuidadosamente cronometrada para equilibrar la producción en cada zona. Una industria ensambladora produce sus productos mediante este proceso.”⁵

1.2.3.4. Tipo de proyecto

“Aquí la producción se desarrolla en un sitio específico que cumple con las condiciones adecuadas para el trabajo o que es el área a ser aprovechada. Este método requiere planificación y programación antes de comenzar la ejecución. Se concibe que los laboratorios o pozos petroleros siguen este tipo de proceso para su producción.”⁶

⁴. *Tipos de procesos de la producción*. <https://www.quiminet.com/empresas/tipos-de-procesos-de-la-produccion-2746373.htm>. Consulta; 20 de mayo de 2017.

⁵. Ibid






⁶. Ibid

1.3. Diagramas de procesos

“Esta herramienta de análisis es una representación gráfica de los pasos que se siguen en una secuencia de actividades que constituyen un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza: además, incluye toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido.

Con fines analíticos y como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en cinco categorías, conocidas bajo los términos de operaciones, transportes, inspecciones, retraso o demora y almacenaje.”⁷

Figura 2. **Simbología de diagramas de procesos**

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	INDICA	SIGNIFICA
	Círculo	Operación	Ejecución de un trabajo en una parte de un producto
	Cuadrado	Inspección	Utilizado para trabajar de control de calidad
	Flecha	Transporte	Utilizado al mover material
	Triángulo	Almacenaje	Utilizado para almacenamiento a largo plazo
	D grande	Retraso	Utilizado cuando lo almacenado es inferior a un contenedor

Fuente: MEYERS, Fred. E. *Estudio de tiempos y movimientos*. p. 58.

⁷ GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo*. p. 42.

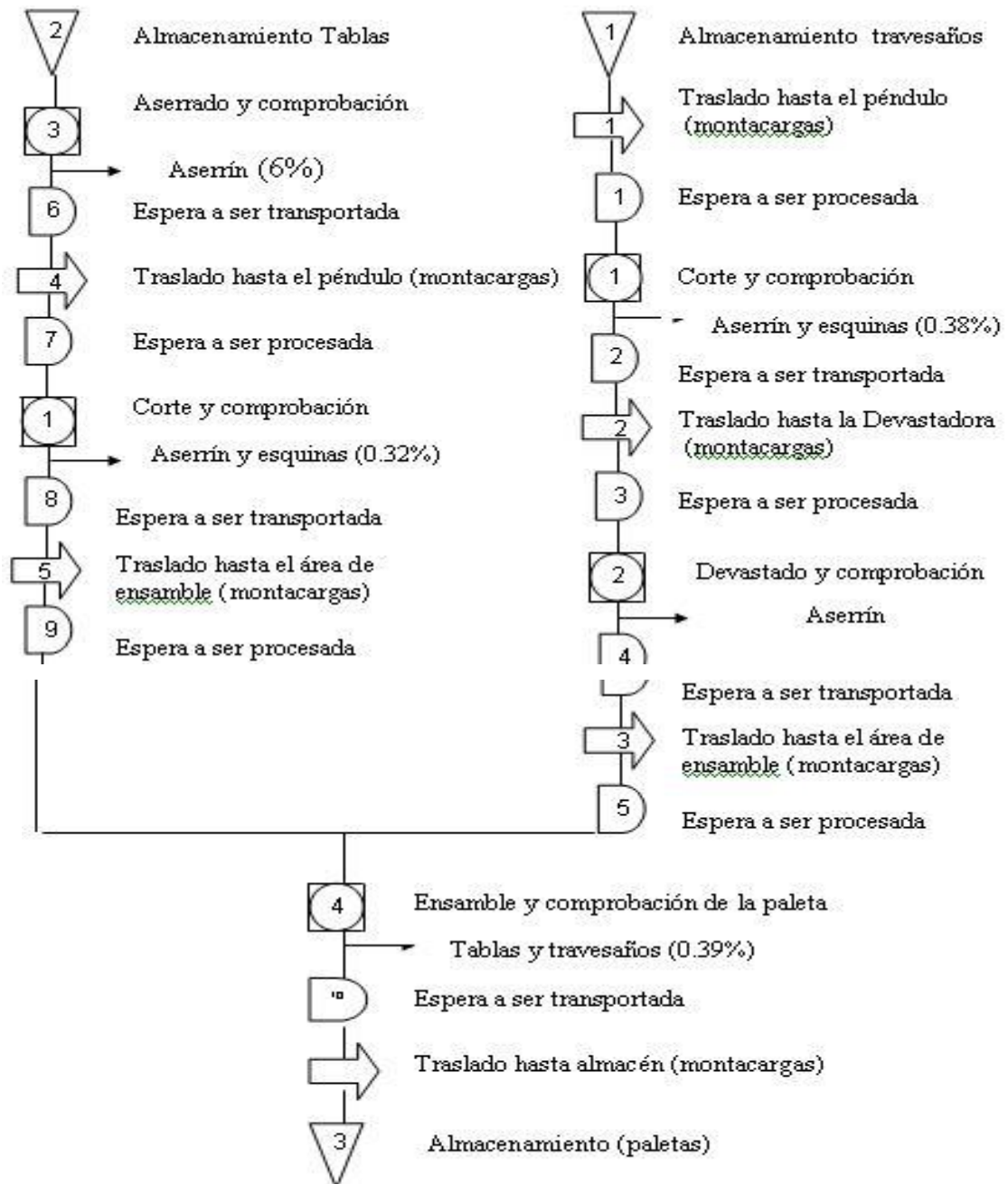
1.3.1. Diagrama de flujo de proceso

“Es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, transportes, inspecciones, esperas y almacenamientos que ocurren durante un proceso. Incluye, además, la información que se considera deseable para el análisis; como el tiempo necesario y la distancia recorrida. Sirve para representar las secuencias de un producto, un operario, una pieza, etc.

El propósito principal de los diagramas de flujo es proporcionar una imagen de toda secuencia de acontecimientos del proceso y mejorar la distribución de los locales y el manejo de los materiales. También sirve para disminuir las esperas, estudiar las operaciones y otras actividades interrelacionadas. Igualmente, ayuda a comparar métodos, eliminar el tiempo improductivo y escoger operaciones para su estudio detallado.”⁸

⁸. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo*. p. 53.

Figura 3. Ejemplo de diagrama de flujo de proceso

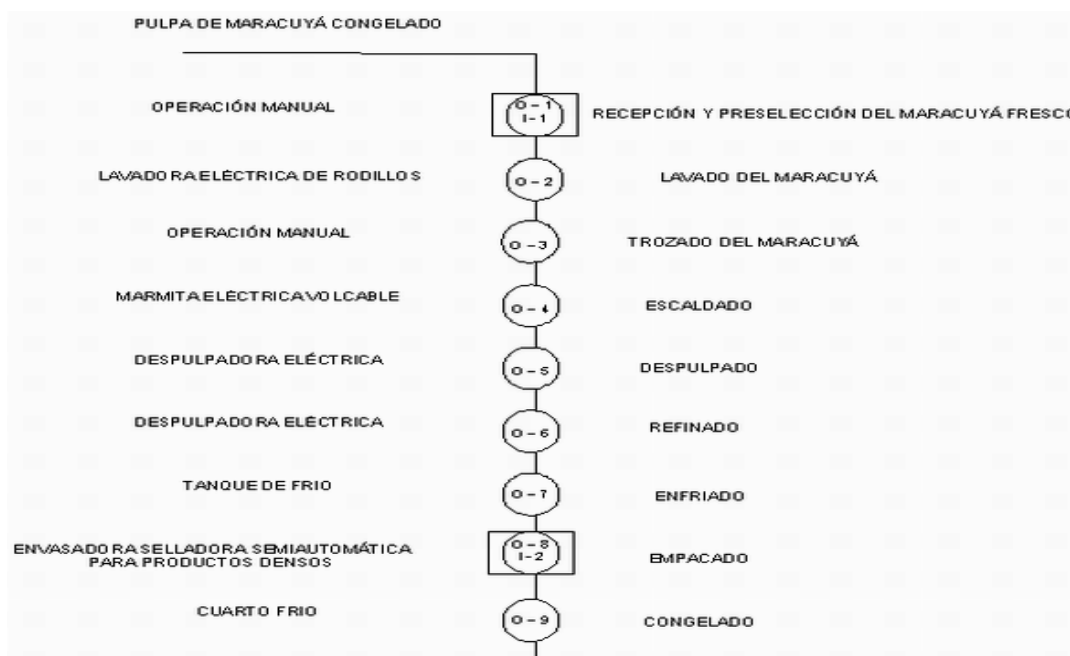


Fuente: *Estudio de métodos*. <http://www.monografias.com/trabajos27/estudio-metodos/estudio-metodos.shtml>. Consulta: 21 de mayo de 2017.

1.3.2. Diagrama de operaciones del proceso

“Es la representación gráfica de los puntos en los que se introducen materiales en el proceso y del orden de las inspecciones y de todas las operaciones. Los objetivos de este diagrama son proporcionar una imagen clara de toda la secuencia de los acontecimientos del proceso. Por lo tanto, permite estudiar las fases del proceso en forma sistemática o mejorar la distancia de los locales y el manejo de los materiales con el fin de disminuir las demoras, comparar dos métodos y estudiar las operaciones para eliminar el tiempo improductivo.”⁹

Figura 4. Ejemplo de diagrama de operaciones de proceso



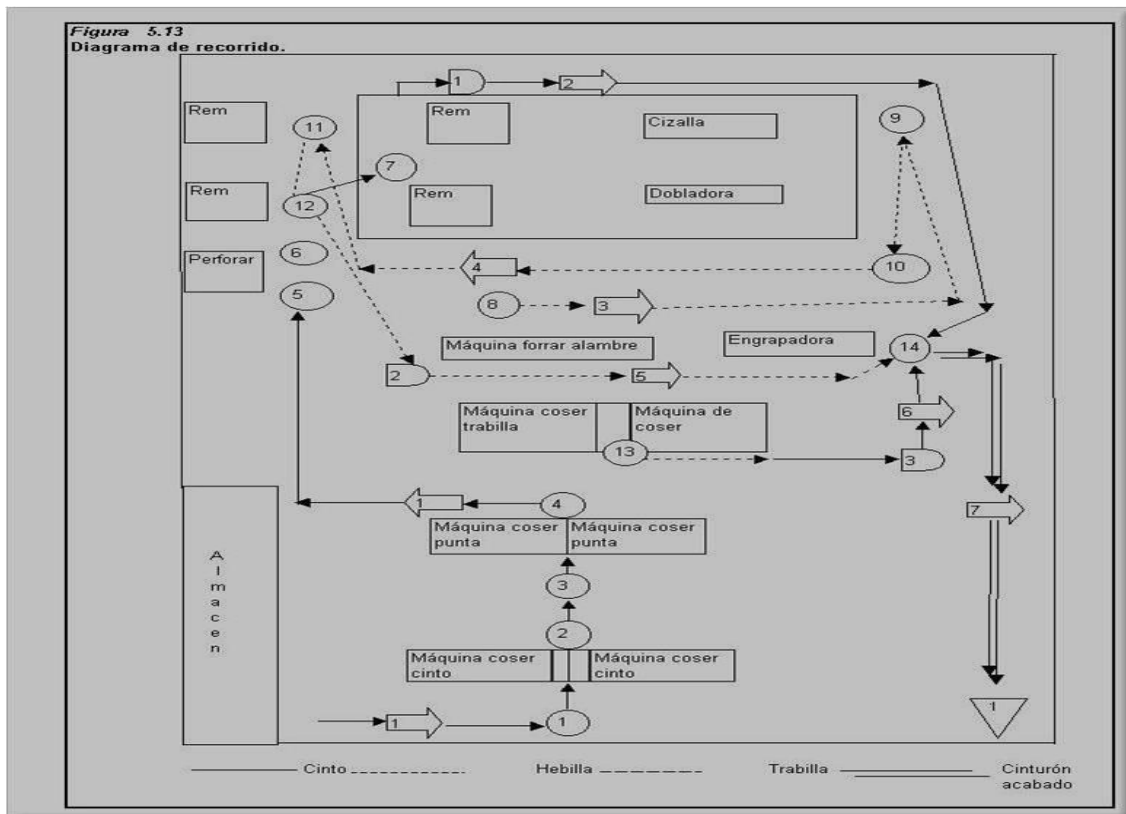
Fuente: *Diagramación de procesos industriales*. <http://procesosbio.wikispaces.com/DIAGRAMACION+DE+PROCESOS+INDUSTRIALES>. Consulta: 21 de mayo de 2017.

⁹. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo*. p. 53.

1.3.3. Diagrama de recorrido

“Es una modalidad del diagrama de circulación que se utiliza para complementar el análisis del proceso. Se elabora con base en un plano a escala de la fábrica, en donde se indica las máquinas y demás instalaciones fijas; sobre este plano se dibuja la circulación del proceso, utilizando los mismos símbolos empleados en el diagrama de flujo de proceso.”¹⁰

Figura 5. Ejemplo del diagrama de recorrido



Fuente: *Diagrama de recorrido*. <http://pputt2012.blogspot.com/2012/11/diagrama-de-recorrido.html>. Consulta: 21 de mayo de 2017.

¹⁰ GARCÍA CRIOLLO, Roberto. Estudio del trabajo. p. 57.

1.4. Diagrama hombre – máquina

“Es la representación gráfica de la secuencia de elementos que componen las operaciones en que intervienen hombres y máquinas, permite conocer el tiempo empleado por cada uno; es decir, saber el tiempo invertido por los hombres y el utilizado por las máquinas. Con base en este conocimiento se puede determinar la eficiencia de los hombres y de las máquinas con el fin de aprovechar ambos factores al máximo.”¹¹

Figura 6. Ejemplo de diagrama hombre-máquina

Operador	T/min		Maquina 1	T/min		Maquina 2	T/min		Maquina 3	T/min				
Descargar	2	Moldear	Descarga	2	20			20			20			
Cargar	4		Carga	4										
Inspeccionar	3													
Camina M2	1													
Descarga M2	2						Descarga M2		2					
Carga M2	4						Carga M2		4					
Inspección	3													
Pza M2														
Camina M3	1													
Descarga M3	2						Moldear		20			Descargar M3	2	
Carga M3	4											Cargar M3	4	
Inspección.	3													
Camina M1	1			Tiempo		4						moldear	20	

Fuente: *Diagrama hombre-máquina.*

<https://sites.google.com/site/estudio1godoyvannea/diagrama-hombre--maquina>. Consulta: 21 de mayo de 2017.

¹¹ GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo*. p. 69.

1.5. Estudio de tiempo

“El estudio de tiempos a menudo se define como un método para determinar un día de trabajo justo. Es un paso en el proceso sistemático de desarrollar un centro de trabajo eficiente es establecer los tiempos estándar. Tres elementos ayudaran a determinarlos tales como: las estimaciones, los registros históricos y los procedimientos de medición del trabajo.

Las técnicas de medición del trabajo, estudio de tiempos con cronómetro, datos de movimientos fundamentales, datos estándar, fórmulas de tiempos ó estudio de muestreo del trabajo representan mejores caminos para establecer estándares de producción justos. Todas establecen estándares de tiempo permitido para realizar una tarea dada, con los suplementos por fatiga, por retrasos personales y retrasos inevitables.”¹²

1.5.1. Requerimientos del estudio de tiempos

“Deben cumplirse ciertos requerimientos fundamentales antes de tomar un estudio de tiempos. Si se requiere un estándar de una nueva tarea, o de una tarea anterior en la que el método o parte de él se ha alterado, el operario debe estar familiarizado por completo con la nueva técnica antes de estudiar la operación. Además el método debe estandarizarse en todos los puntos en que se use antes de iniciar el estudio. A menos que todos los detalles del método y las condiciones de trabajo se hayan estandarizado.”¹³

¹². NIEVEL, Benjamín W. *Ingeniera industrial*. p. 374.

¹³. *Ibid.* p. 375.

1.5.2. Elementos del estudio de tiempos

“Para asegurar el éxito, el analista debe poder inspirar confianza, aplicar su juicio y desarrollar un enfoque de acercamiento personal con quienes tenga contacto. Además, sus antecedentes y capacitación deben prepararlo para entender a fondo y realizar las distintas funciones relacionadas con el estudio. Estos elementos incluyen: seleccionar al operario, analizar el trabajo y desglosarlo en sus elementos, registrar los valores elementales de tiempos transcurridos, calcular la calificación del operario, asignar los suplementos adecuados; en resumen, llevar a cabo el estudio.”¹⁴

- Elección del operario

“El primer paso para iniciar un estudio de tiempos se realiza a través del supervisor de línea o del departamento. Una vez revisado el trabajo en la operación, debe acordar con el supervisor que todo está listo para estudiar el trabajo. Si más de un operario realiza el trabajo para el que se quiere establecer un estándar, debe tomar en cuenta varias cosas al elegir el operario que va a observar.”¹⁵

- Registro de información significativa

“El registro debe contener máquinas, herramientas manuales, dispositivos, condiciones de trabajo, materiales, operaciones, nombre y número del operario, departamento, fecha de estudio y nombre del observador. El espacio para esos detalles es el de observaciones en la forma de observación de estudio de tiempos. Mientras más información pertinente se registre, más útil será el estudio de tiempos a través de los años.”¹⁶

¹⁴. NIEVEL, Benjamín, W. *Ingeniería industrial*. p. 383.

¹⁵. *Ibid.* p. 383.

¹⁶. *Ibid.* p. 384.

- Posición del observador

“El observador debe estar de pie, no sentado, unos cuantos pies hacia atrás del operario para no distraerlo o interferir con su trabajo. Los observadores de pie se pueden mover con mayor facilidad y seguir los movimientos de las manos del operario mientras este realiza el ciclo de la tarea. Durante el estudio, el observador debe evitar cualquier tipo de conversación con el operario.”¹⁷

- División de la operación en elementos

“Para facilitar la medición, se divide la operación en grupos de movimientos conocidos como elementos. Para dividirla en sus elementos individuales, el analista observa al operario durante varios ciclos.

Si el tiempo de ciclo es mayor que 30 minutos, puede escribir la descripción de los elementos mientras realiza el estudio. Es mejor determinar los elementos de la operación antes de iniciar el estudio.”¹⁸

1.5.3. Estudio de tiempo con cronómetro

“El estudio de tiempos con cronómetro es la técnica más común para establecer los estándares de tiempo en el área de manufactura. El estándar de tiempo es el elemento más importante de información de manufactura y a menudo el estudio de tiempos por cronómetro es el único método aceptable tanto para la gerencia como para los trabajadores. Los más de 100 años de estudio de tiempos con cronómetro lo han arraigado profundamente como la técnica convencional para el establecimiento de estándares de tiempo.”¹⁹

17. NIEVEL, Benjamín, W. *Ingeniería industrial*. p. 385.

18. *Ibid.* p. 385.

19. MEYERS, Fred E. *Estudio de tiempos y movimientos*. p. 134

1.5.3.1. Calificación, nivelación y normalización

“La calificación o evaluación es el proceso de ajustar el tiempo que tarda un operador, al que le correspondería a un operador normal. El especialista industrial debe comprender los estándares industriales de lo que es normal. La calificación del operador comprende cuatro factores:”²⁰

- Destreza
- Consistencia
- Condiciones de trabajo
- Esfuerzo (el más importante)

- Destreza

“El efecto de la destreza queda minimizado al cronometrar solamente personas hábiles. Los operadores deben estar totalmente capacitados en su calificación de trabajo antes que se les haga un estudio de tiempo. Los hábitos de los patrones de movimiento deben estar bien asimilados para que el operador no tenga que pensar en que sigue y donde está localizado todo.”²¹

²⁰. MEYERS, Fred E. *Estudio de tiempos y movimientos*. p. 160.

²¹. *Ibid.* p. 161.

- Consistencia

“La consistencia es la indicación más importante de la destreza. Un operador es consistente cuando ejecuta los elementos del trabajo en un mismo tiempo ciclo tras ciclo. El técnico de estudio de tiempos empieza a anticipar cuál es el punto final mientras ve el cronómetro y escucha el punto de terminación. Un operador consistente solamente necesita ejecutar algunos componentes para que se conozca el tiempo de ciclo con precisión.”²²

- Condición de trabajo

“La condición de trabajo puede afectar el desempeño de un operador. Ahora bien si a los empleados se les pide que trabajen en entornos calientes, fríos, polvorientos o ruidosos, su desempeño menguará. Estas malas condiciones de trabajo se pueden eliminar si se demuestra cuál es el costo verdadero. Hoy en día, la forma de tomar en consideración las malas condiciones de trabajo es incrementar las tolerancias.”²³

- Esfuerzo

“El esfuerzo es el factor de mayor importancia en la calificación. El esfuerzo es la velocidad del operador, es decir su ritmo, y se mide según el operador normal, trabajando al 100 %. Se define una calificación de desempeño de 100 %.

Se aprecia el esfuerzo al caminar a velocidades inferiores al 100 % es incómodo para la mayoría; desplazarse al 120 % requiere un sentido de urgencia que indica un mayor esfuerzo.”²⁴

²². MEYERS, Fred E. *Estudio de tiempos y movimientos*. p. 161.

²³. *Ibid.* p. 161.

²⁴. *Ibid.* p. 161.

1.5.4. Método de regreso a cero

“Este método consiste en oprimir y soltar inmediatamente la corona de un reloj de “un golpe” cuando termina cada elemento, con lo que la aguja regresa a cero e inicia de inmediato su marcha. La lectura se hace en el mismo momento en que se oprime la corona.

“Ventajas

- Proporciona en forma directa el tiempo de duración de cada elemento, disminuyendo notablemente el trabajo de gabinete.
- Es muy flexible, ya que cada lectura comienza siempre en cero.
- Se emplea un solo reloj del tipo menos costoso.

Desventajas

- Es menos exacto, ya que se pierde tiempo durante cada uno de los retrocesos.
- Genera suspicacias entre los trabajadores y puede crear conflictos de trabajo ya que el sindicato o los empleados pueden alegar que el tomador de tiempo detenía y ponía en marcha el reloj según su propia conveniencia, sin que este pueda demostrar lo contrario.
- Como cada una de las lecturas se inicia en cero el error que se cometa no tiende a componerse.
- La lectura se hace con la manecilla en movimiento.”²⁵

²⁵. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo*. p. 196.

1.5.5. Estudio de tiempo de ciclo largo

“La hoja de trabajo de estudios de tiempos de ciclo largo sirve para lo siguiente:

- Tiempo de ciclo largo: 15 min o más
- Secuencia no uniforme de los elementos
- Estudios de desempeño de ocho horas

En los trabajos de ciclos largos, muchos elementos extraños tienden a formar parte del estudio y la secuencia no es siempre la misma. Estos problemas pueden dar malos resultados si se usa un formulario para estudios de continuo y de restablecimiento rápido.”²⁶

1.5.6. Tolerancias

“Las tolerancias son tiempo añadido al tiempo normal para hacer que el estándar sea práctico y alcanzable. Ningún gerente o supervisor espera que sus empleados trabajen todos los minutos de cada hora.”²⁷

Las tolerancias se clasifican en tres categorías:

- Personales
- Por fatiga
- Retraso

²⁶. MEYERS, Fred E. *Estudio de tiempos y movimientos*. p. 178.

²⁷. *Ibid.* p. 169.

- Tolerancia personal

“La tolerancia personal es aquel tiempo que se concede a un empleado para cuestiones personales como:

- Platicar con sus compañeros sobre temas que no conciernen al trabajo.
- Ir a los sanitarios
- Beber
- Cualquier otra razón controlada por el operador para no trabajar.

Los empleados necesitan tiempo personal y ningún gerente debe irritarse por los lapsos razonables dedicados a esta actividad. El tiempo personal apropiado se ha definido como aproximadamente un 5 % del día de trabajo, es decir, 24 minutos al día.”²⁸

- Tolerancia por fatiga

“La tolerancia por fatiga es el tiempo que se concede a un empleado para que se recupere del cansancio. Se da a los empleados en forma de detenciones en el trabajo conocidos como descansos. Los descansos ocurren a diversos intervalos y son de diversas duraciones, pero todas tienen por objeto permitir que los empleados se recuperen de la fatiga laboral. En la actualidad, la mayoría de los empleados hacen trabajos de poca carga física, pero la fatiga mental también es intensa.”²⁹

²⁸. MEYERS, Fred E. *Estudio de tiempos y movimientos*. p. 171.

²⁹. *Ibid.* p. 171.

- Tolerancias por retraso

“Las tolerancias por retraso se consideran inevitables porque están fuera del control del operador. Algo ocurre que impide que el operador trabaje. La razón debe conocerse y hay que registrar el costo para justificarlo.

Entre los ejemplos de retraso inevitables se encuentran:

- Esperar instrucciones o tareas
- Esperar material o equipo de manejo de materiales
- Ruptura o mantenimiento de máquinas
- Instrucción a otros (capacitación de nuevos empleados)
- Asistencia a juntas, en caso de estar autorizado
- Esperar la puesta en marcha. Debe alentarse a los operadores para que pongan en marcha sus propias máquinas. Una puesta en marcha está completa cuando control de calidad lo aprueba.
- Lesiones o asistencia con primeros auxilios
- Trabajo sindical
- Repetición de trabajos por problemas de calidad (no por culpa del operador).
- Trabajo que no es estándar (máquina equivocada y otros problemas)
- Afilar herramientas
- Nuevos trabajos cuyo tiempo aún no ha sido estudiado.”³⁰

³⁰. MEYERS, Fred E. *Estudio de tiempos y movimientos*. p. 173.

1.5.6.1. Métodos de aplicar las tolerancias

“Las tolerancias se suman de cuatro maneras. Cada empresa tiene su propio formulario y procedimientos de estudio de tiempos. El formulario indica cuál es el método que se emplea para aplicar las tolerancias.

Los cuatro métodos se presentan a continuación:

- Método 1: 18,5 horas por 1000

Este método es el más sencillo de todos y reduce las operaciones matemáticas. También se basa en una tolerancia constante; en este caso, del 10 %. Si un trabajador requiere 1000 min de tiempo normal, ¿cuántas piezas por hora se pueden producir? A la tasa de una por minuto, serán 60 por hora, pero se necesita ser prácticos y por ello se agrega una tolerancia del 10 %. El diez por ciento de 60 es seis, por lo que un estándar de tiempo apropiado sería de 54 piezas por hora. Ahora si se necesita producir 1000 unidades a la tasa de 54 piezas por hora entonces al dividir 1000 entre 54 es igual a 18,5 horas por 1000.”

³¹

- Método 2: Tolerancia constante agregada al tiempo normal total

“Es la técnica más común de la industria. Cada departamento o planta tiene una única tasa de tolerancia. La tolerancia promedio esta entre 10 % y 15 %. Debe incluirse una explicación de lo que conforma la tolerancia, como la que se explica a continuación:” ³²

³¹: MEYERS, Fred E. Estudio de tiempos y movimientos. Segunda edición p. 174.

³²: Ibid. p. 175.

Tiempo personal	= 24 min
Dos descansos de 10 min.	= 20 min
Tiempo de limpieza	= <u>4 min</u>
Tolerancias totales	=48 min

$$\frac{48 \text{ minutos}}{480 - 48 \text{ minutos}} = 11\%$$

- Método 3: técnicas de tolerancias elementales

“La teoría que funda esta técnica es que cada elemento de un trabajo puede tener diferentes tolerancias, como se muestra en el siguiente ejemplo:

Figura 7. **Ejemplo método 3 de aplicación de tolerancias**

DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	TIEMPO NORMAL DE LA UNIDAD	TOLERANCIA	TIEMPO ESTÁNDAR
Cargar la máquina	250	15 %	288
Tiempo de máquina	400	5 %	420
Descargar la máquina	175	10 %	193

Fuente: MEYERS, Fred E. *Estudio de tiempos y movimientos*. p. 175.

Se observa que la tolerancia de cada elemento es diferente. El elemento 1 está controlado por el operador y tiene que ver con una pieza pesada, por lo que se incluye más tolerancia. El elemento 2 es de máquina y el operador simplemente está a un lado: no se añadió fatiga. El elemento 3 tiene una fatiga normal del 5 %, más un 5 % de tolerancia personal.

La ventaja evidente de este método es que se obtiene mejores estándares de tiempo elementales. La desventaja es que hay que hacer más operaciones matemáticas. Habría que diseñar de nuevo el formulario de estudio de tiempos para aceptar este método; así, como en el caso de todas las tolerancias, indicaría que técnica a utilizar.”³³

- Método 4: Técnica de tolerancias elementales PF&D

“Como en el método 3, la tolerancia se aplica a cada uno de los elementos. Este método muestra la forma exacta en que se estableció la tolerancia. Esta técnica es la más completa.

Figura 8. **Ejemplo método 4 de aplicación de tolerancias**

DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	TIEMPO NORMAL DE LA UNIDAD	TOLERANCIAS %			TOTAL	TIEMPO ESTÁNDAR
		P	F	D		
Cargar la máquina	250	5	10	0	15	288
Operar la máquina	400	0	0	5	5	420
Descargar la máquina	175	5	5	0	10	193

Fuente: MEYERS, Fred E. *Estudio de tiempos y movimientos*. p. 176.

Esta técnica de tolerancia exige mucho tiempo y esfuerzo. Es muy descriptiva, pero demasiado costosa para la mayor parte de las empresas. Tolerancias bien establecidas ayudaran en la mejora continua de la calidad de la vida laboral.”³⁴

³³. MEYERS, Fred E. *Estudio de tiempos y movimientos*. p. 175.

³⁴. *Ibid.* p. 176.

1.5.7. Suplementos

“En la fase del estudio de tiempos se obtiene el tiempo base del trabajo objeto de estudio. Con el dato se calcula la cantidad de producción que se puede obtener durante un periodo dado, en la observación continua de los resultados encontrados que difícilmente alcanzarán esta norma de producción.”³⁵

- Suplementos que pueden concederse:

“Tres son los suplementos que pueden concederse en un estudio de tiempos:

- Suplementos por retrasos personales
- Suplementos por retraso por fatiga
- Suplementos por retraso especiales. Incluye:
 - Demoras debido a elementos contingentes poco frecuente.
 - Demoras en la actividad del trabajador provocado por supervisión.
 - Demoras causadas por elementos extraños inevitables, concesión que puede ser temporal o definitivo.”³⁶

- Valor de los suplementos

“A continuación se presenta cómo determinar la tolerancia en cada uno de ellos. En ausencia de un estudio minucioso, a continuación se dan algunos lineamientos que pueden servir para su determinación:

³⁵. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo*. p. 224.

³⁶. *Ibid.* p. 225.

- En general, los suplementos personales son constantes para un mismo tipo de trabajo. Para personas normales fluctúan entre 4 % y 7 %.
- Los suplementos para compensar los retrasos especiales pueden variar entre amplios límites, aunque en trabajos bien estudiados no es raro encontrar que sean entre 1 % y 5%.
- Los suplementos para vencer la fatiga en trabajos relativamente ligeros, son en general del orden de 4 %.
- Los suplementos totales para trabajos ligeros bien estudiados fluctúan entre 8 % y 15 %.
- Los suplementos totales para trabajos medianos bien estudiados oscilan entre 12 % y 40 %.
- Los suplementos totales para trabajos pesados no son fáciles de estimar, pero en general son mayores de 20 %
- En general, cuando los suplementos totales suman más de 20 %, no es necesario añadir el suplemento por fatiga.”³⁷

1.5.8. Tiempo normal

“El tiempo normal se define como el tiempo que demora un operador normal trabajando a ritmo cómodo en producir una parte. El tiempo normal se calcula de la siguiente manera: multiplicando la calificación que se le otorga al trabajador por el tiempo promedio.”³⁸

³⁷. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo*. p. 224.

³⁸. MEYERS, Fred E. *Estudio de tiempos y movimientos*. p 152.

1.5.9. Tiempo estándar

“Es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, mediante el empleo de un método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida que desarrolla una velocidad normal que pueda mantener día tras día. Sin mostrar síntomas de fatiga.”³⁹

1.6. Productividad

“La productividad implica la mejora del proceso productivo. La mejora significa una comparación favorable entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de bienes y servicios producidos. Por ende, la productividad es un índice que relaciona lo producido por un sistema (salidas producto) y los recursos utilizados para generarlo (entradas o insumos).”⁴⁰

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Salidas}}{\text{Entradas}} = \frac{\text{Producción}}{\text{Insumos}}$$

1.6.1. Importancia de la productividad

“La única posibilidad para que una empresa o negocio crezca y aumente su rentabilidad es aumentar la productividad. El mejoramiento de la productividad se refiere al aumento de la producción por hora-trabajo o por tiempo gastado. Las técnicas fundamentales que dan como resultado incrementos en la productividad son: métodos, estándares de estudio de tiempos y diseño del trabajo.”⁴¹

³⁹. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo*. p. 179.

⁴⁰. CARRO PAZ, Roberto; GONZÁLES GÓMEZ, Daniel. *Productividad y competitividad*. P. 1.

⁴¹. NIEVEL, Benjamin W. *Ingeniería industrial*. p. 1.

1.6.2. Factores que influyen en la productividad

“Un incremento de la productividad no ocurre por sí solo, sino que son los directivos dedicados y competentes los que lo provocan y lo logran mediante la fijación de metas, remover los obstáculos que se oponen al cumplimiento de estas, el desarrollo de planes de acción para eliminarlos y la dirección eficaz de todos los recursos a su alcance para mejorar la productividad, puesto que varios son los factores que influyen en contra, en ocasiones generados por la propia empresa o por su personal.

A continuación se presentan los factores más comunes:

- Incapacidad de los dirigentes para fijar el ambiente y crear el clima apropiado para el mejoramiento de la productividad.
- Todos los dirigentes son responsables de desarrollar y mantener un ambiente laboral favorable para cumplir las metas organizacionales.
- Problema de los reglamentos gubernamentales: la reglamentación gubernamental cada vez mayor ha tenido efectos negativos en la productividad ya que reduce los recursos de las organizaciones.
- El tamaño y la obsolescencia de las organizaciones tienen un efecto negativo sobre el aumento de la productividad.
- Cuanto mayor tamaño adquiere una organización, mayores serán los obstáculos a los que se enfrentarán tanto las comunicaciones internas como las externas.
- Incapacidad para medir y evaluar la productividad de la fuerza de trabajo.
- Muchas organizaciones desconocen los procedimientos para evaluar y medir la productividad del trabajo, lo que genera inconformidad entre los empleados.

- Los recursos físicos, los métodos de trabajo y los factores tecnológicos que actúan tanto en forma individual y combinada para restringir la productividad.
- El área de producción, el diseño del producto, la maquinaria y el equipo, así como la calidad de las materias primas que se empleen y la continuidad de su abastecimiento tienen un importante efecto en la productividad.”⁴²

1.6.3. Expresiones de la productividad

Existen varias alternativas para expresar la productividad, a continuación se describe cada una de ellas.

- Productividad parcial y productividad total

“La productividad parcial es la que relaciona todo lo producido por un sistema (salida) con uno de los recursos utilizados (insumo o entrada).

$$\text{Productividad parcial} = \frac{\text{Salida total}}{\text{Una Entrada}}$$

La productividad total involucra, en cambio, a todos los recursos (entradas) utilizados por el sistema; es decir, el cociente entre la salida y el agregado del conjunto de entradas.”⁴³

$$\text{Productividad total} = \frac{\text{Salida total}}{\text{Entrada total}}$$

$$\text{Productividad total} = \frac{\text{Bienes y Servicios Producidos}}{\text{Mano de Obra + Capital + Materias Primas + Otros}}$$

⁴². GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo*. p. 10, 11.

⁴³. CARRO PAZ, Roberto; GONZÁLES GÓMEZ, Daniel. *Productividad y competitividad*. P. 3.

- Productividad física y productividad valorizada

“La productividad valorizada es exactamente igual a la anterior, pero la salida está valorizada en términos monetarios. La productividad física es más usada por los técnicos porque brinda información de mayor precisión. La productividad valorizada es utilizada por los economistas en comparaciones macroeconómicas o cuando deben considerarse con especial interés los cambios en los precios relativos.

- Productividad promedio y productividad marginal

La productividad promedio es el cociente entre la salida total del sistema y la cantidad de entradas empleadas para producir la salida mencionada. El concepto de productividad promedio es útil para realizar análisis comparativos de productividades entre distintos sistemas y detectar mejoras o deterioros del índice en el transcurso del tiempo.

La productividad marginal del trabajo es el incremento de producto logrado al emplear una unidad más de trabajo y al mantener constantes las cantidades de los demás factores, esa productividad se expresa en unidades físicas.”⁴⁴

- Productividad bruta y productividad neta.

“La productividad bruta es el cociente entre el valor bruto de la salida (que incluye el valor de todos los insumos) y la entrada (o un conjunto de entradas) que incluye también el valor de todos los insumos.

La productividad neta, en cambio, se define como el valor agregado a la salida, por una entrada en donde el valor de ciertos insumos ha sido excluido del numerador y denominador del índice. Esta productividad neta es a veces denominada índice de valor agregado.”⁴⁵

⁴⁴. CARRO PAZ, Roberto; GONZÁLES GÓMEZ, Daniel. *Productividad y competitividad*. P. 3.

⁴⁵. *Ibid.* P. 4.

1.6.4. Indicadores de productividad

- Eficiencia:

“Es una medida del grado de utilización de la mano de obra y puede expresarse como una relación de tiempos o de cantidades producidas.

$$\text{Productividad total} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción estandar}} = \frac{\text{Tiempo estandar}}{\text{Tiempo real}}$$

- Rendimiento

Es una medida del grado de utilización de un capital (una máquina, en edificio, etc.).

$$\text{Productividad total} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción estandar}} = \frac{\text{Tiempo estandar}}{\text{Tiempo real}}$$

- Aprovechamiento

Es una medida del grado de utilización de las materias primas y los materiales.”⁴⁶

$$\text{Productividad total} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción estandar}} = \frac{\text{Tiempo estandar}}{\text{Tiempo real}}$$

⁴⁶. CARRO PAZ, Roberto; GONZÁLES GÓMEZ, Daniel. Productividad y competitividad. P. 5.

- Productividad técnica

“Relaciona los niveles de producción obtenidos con la maquinaria y los equipos utilizados.

$$\text{Utilización de la capacidad instalada} = \frac{\text{Horas utilizadas a la semana}}{\text{Horas programadas a la semana}}$$

- Eficiencia técnica

Se llama así el resultado de comparar la producción efectiva diaria (lo realmente logrado) contra la capacidad técnica actual (lo que deberíamos haber logrado).

$$\text{Eficiencia técnica} = \frac{\text{Producción efectiva}}{\text{Capacidad técnica}}$$

$$\text{Rendimiento real por hora} = \frac{\text{Producción efectiva semanal}}{\text{Horas utilizadas semanales}}$$

- Eficiencia total de planta

Se agrupan todos los efectos derivados de un mayor o menor tiempo de utilización, como los derivados de los mayores rendimientos. Los tiempos de utilización apuntan más hacia los problemas de demanda y hacia la capacidad de ventas de la empresa, mientras que los mayores o menores rendimientos apuntan hacia la eficiencia del personal, la organización de la producción, el mantenimiento de los equipos, etc.”⁴⁷

⁴⁷. *Indicadores de eficacia y eficiencia en los procesos.*
<https://leanmanufac.wikispaces.com/file/view/indicadores+de+productividad+y+calidad.pdf>.
Consulta: 22 de mayo de 2017.

$$\text{Eficiencia total} = \frac{\text{Horas utilizadas x producción efectiva diaria}}{\text{Horas programadas x capacidad técnica actual}}$$

1.6.5. Eficiencia y eficacia

“La eficacia implica la obtención de los resultados deseados y puede ser un reflejo de cantidades, calidad percibida o ambos. La eficiencia se logra cuando se obtiene un resultado deseado con el mínimo de insumos: es decir, se genera cantidad y calidad y se incrementa la productividad. De ello se desprende que la eficacia es hacer lo correcto y la eficiencia es hacer las cosas correctamente con el mínimo de recursos.

La eficiencia es la capacidad disponible en horas-hombre y horas-máquina para lograr la productividad y se obtiene según los turnos que trabajaron en el tiempo correspondiente.”⁴⁸

1.7. Efectividad global de equipos (OEE)

“El OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) o eficiencia general de los equipos es una razón porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva de la maquinaria industrial. Es un indicador que se emplea para medir el rendimiento y productividad de las líneas de producción en las que la maquinaria tiene gran influencia.

La ventaja del OEE frente a otras razones es que mide, en un único indicador, todos los parámetros fundamentales en la producción industrial: la disponibilidad, el rendimiento y la calidad.

⁴⁸. GARCIA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo*. p. 19.

Tener un OEE de, por ejemplo el 40%, significa que de cada 100 piezas buenas que la máquina podría haber producido, sólo ha producido 40. Se dice que engloba todos los parámetros fundamentales, porque del análisis de las tres razones que forman el OEE, es posible saber si lo que falta hasta 100% se ha perdido por disponibilidad (la maquinaria estuvo cierto tiempo parada), rendimiento (la maquinaria estuvo funcionando a menos de su capacidad total) o calidad (se ha producido unidades defectuosas).”⁴⁹

1.7.1. Propósito del OEE

- “El OEE proporciona una medida de productividad real de la maquinaria y equipos, comparada a la productividad ideal, durante un período de tiempo específico.
- La diferencia entre el real e ideal, es inútil, y debe ser eliminada.
- Se debe clasificar las pérdidas (desperdicios) de tiempo disponible de la maquinaria y equipos.
- Analizar los datos de las pérdidas para dar la prioridad a acciones correctivas.
 - Comparar las pérdidas en la categoría de las seis grandes pérdidas.
 - Comparar las pérdidas con los códigos Individuales de perdida, dentro de una categoría o a través de todas las categorías.
 - Dar la prioridad al equipo para la puesta en práctica de TPM.
- Registrar las notas de Operadores para las acciones de seguimiento y para referencia futura.
- Seguir las tendencias de supervisar el impacto de acciones correctivas.
- Comparar los funcionamientos de máquinas de cada departamento.”⁵⁰

⁴⁹. MOHR BARRIA, Paulina A. *Propuesta de metodología para la medición de eficiencia general de los equipos en líneas de procesos de sección mantequilla en industria láctea*. Publicado en 2012 P. 31.

⁵⁰. *Efectividad de planta OEE*. <http://www.mantenimientoplanificado.com/j%20guadalupe%20articulos/Efectividad%20de%20planta%20OEE.doc>. Consulta: 22 de mayo de 2017.

1.7.2. Cálculo del OEE

“El OEE resulta de multiplicar otras tres razones porcentuales: la Disponibilidad, el Rendimiento y la Calidad las cuales son elementos asociados a un proceso de producción.

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$$

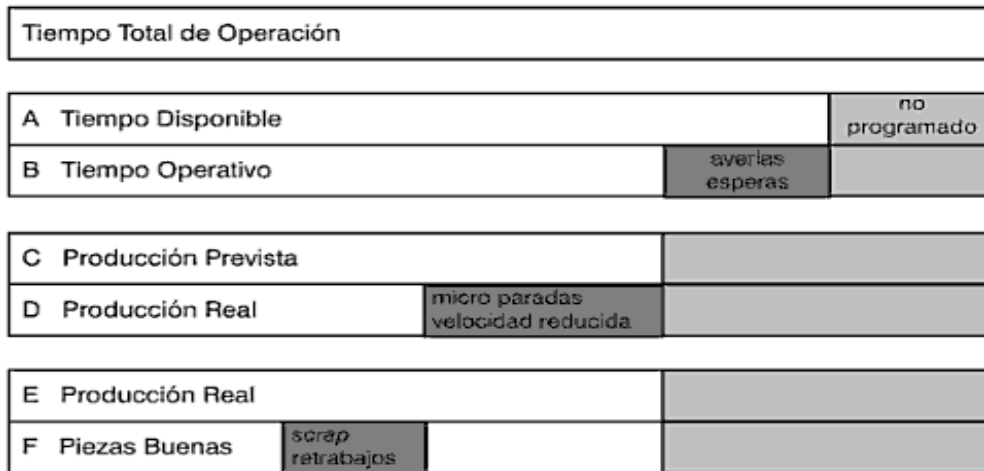
Donde:

- Disponibilidad: cuánto tiempo ha estado funcionando la máquina o equipo respecto del tiempo que se planificó que estuviera funcionando.
- Rendimiento: durante el tiempo que ha estado funcionando, cuánto ha fabricado (bueno y malo) respecto de lo que tenía que haber fabricado a tiempo de ciclo ideal.
- Calidad: es el indicador más conocido de todos. Cuánto he fabricado bueno a la primera respecto del Total de la Producción realizada (Bueno + Malo).”

41

⁵¹. MOHR BARRIA, Paulina A. *Propuesta de metodología para la medición de eficiencia general de los equipos en líneas de procesos de sección mantequilla en industria láctea*. Publicado en 2012 P. 32.

Figura 9. Diagrama de resumen del cálculo del OEE



Fuente: MOHR BARRIA, Paulina A. *Propuesta de metodología para la medición de eficiencia general de los equipos en líneas de procesos de sección mantequilla en industria láctea.*

Publicado en 2012 P. 35

1.7.2.1. Rendimiento

“Se define en términos matemáticos como la probabilidad de que un equipo o sistema sea operable satisfactoriamente en un periodo de tiempo establecido. La disponibilidad depende de la confiabilidad y la mantenibilidad. Tener como objetivo una alta disponibilidad significa minimizar el número de paradas para obtener una operación continua, económica y rentable. Dicho rendimiento se calcula con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo programado} - \text{paradas (programadas y no programadas)}}{\text{Tiempo programado}} * 100$$

Algunos factores que pueden hacer que el equipo se encuentre indisponible es el enfriamiento, reposo y acondicionamiento del ambiente; la detección de la falla y establecimiento de diagnóstico, reparación, tiempo de espera en repuestos, materiales y equipos, trámites administrativos, calentamiento y prueba y otros imprevistos.”⁵²

1.7.2.2. Disponibilidad

“El rendimiento refleja la producción de la máquina, comparado con lo que teóricamente podría haber producido (es decir, la producción que se debería obtener si la máquina funcionará a la velocidad máxima teórica durante el tiempo de funcionamiento actual). Un rendimiento menor que 100% indica que se tienen pérdidas de velocidad: micro paradas y velocidad reducida por “cuellos de botella” en proceso.”⁵³

El rendimiento se calcula de la siguiente manera:

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{Rendimiento nominal}}{\text{Rendimeinto real}} * 100$$

⁵². MONTERO, José; DÍAZ, Cesar; GUEVARA, Fabián; CEPEDA, Augusto; BARRERA, Juan. *Modelo para medición de eficiencia real de producción y administración integrada de información en planta de beneficio*. Publicado en 2013. p. 31.

⁵³. Ibid. p. 131.

1.7.2.3. Calidad

“El indicador de calidad refleja los productos buenos que se han obtenido, comparado con el total de productos que se han fabricado. Un indicador de calidad menor de 100 % indica que existen pérdidas de calidad de proceso: desechos (*scrap*) y re trabajos, como pérdidas en el arranque de los equipos.”⁵⁴

El porcentaje del indicador de calidad se calcula de la siguiente manera:

$$\% \text{ Calidad de proceso} = \frac{\text{Cantidad de unidades conformes}}{\text{Cantidad de unidades totales producidas}} * 100$$

1.7.3. Seis grandes pérdidas OEE

“OEE sigue seis categorías importantes de la pérdida:

- Pérdidas de tiempo del mantenimiento
- Pérdidas de tiempo de la disponibilidad
- Pérdidas de tiempo ocioso
- Pérdidas de reducción de la velocidad
- Pérdidas de tiempo de la calidad
- Pérdidas de tiempo de rendimiento.”⁵⁵

⁵⁴. MONTERO, José; DÍAZ, Cesar; GUEVARA, Fabián; CEPEDA, Augusto; BARRERA, Juan. *Modelo para medición de eficiencia real de producción y administración integrada de información en planta de beneficio*. Publicado en 2013. p. 31.

⁵⁵. MOHR BARRIA, Paulina A. *Propuesta de metodología para la medición de eficiencia general de los equipos en líneas de procesos de sección mantequilla en industria láctea*. Publicado en 2012 P. 36.

1.8. Mantenimiento

El mantenimiento es parte importante en la industria para elaborar productos idóneos. Por ello se describe su definición, características y los tipos de mantenimiento que existen.

1.8.1. Definición

“Se define como un conjunto de actividades desarrolladas con el fin de asegurar que cualquier activo continúe desempeñando las funciones deseadas o de diseño. El objetivo del mantenimiento y la confiabilidad es mantener la capacidad del sistema. Un buen mantenimiento elimina la variabilidad. Los sistemas deben diseñarse y mantenerse óptimos para lograr el desempeño y los estándares de calidad esperados. La confiabilidad es la probabilidad de que un producto, o las partes de una máquina, funcionen correctamente durante el tiempo especificado y en las condiciones establecidas.”⁵⁶

1.8.2. Características

“Se consideran las siguientes características:

- Nivel de incertidumbre
- Dependencia de las interfaces
- Importancia de la mano de obra
- Productividad del mantenimiento
- Volumen de información
- Relación con la calidad del ambiente
- Relación con la seguridad.”⁵⁷

⁵⁶. HEIZER, Jay; RENDER, Barry. *Principios de administración de operaciones*. p. 670.

⁵⁷. *Características de la actividad de mantenimiento*. <https://bsgrupo.com/bscampus/blog/Caractersticas-de-la-Actividad-de-Mantenimiento-72>. Consulta: 25 de mayo de 2017.

1.8.3. Tipos de mantenimiento

Se contemplan cinco tipos de mantenimiento, que se diferencian entre sí por las tareas que incluye. Para ello se describen a continuación cada uno:

1.8.3.1. Correctivo

“Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos.”⁵⁸

1.8.3.2. Preventivo

“Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema.”⁵⁹

^{58.} *Tipos de mantenimiento.* <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento>. Consulta: 25 de mayo de 2017.

^{59.} *Ibid.*

1.8.3.3. Predictivo

“Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento, es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo.”⁶⁰

1.8.3.4. Cero horas (*overhaul*)

“Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a Cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste.”⁶¹

1.8.3.5. En uso

“Es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios del mismo. Consiste en una serie de tareas elementales (tomas de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos) para las que no es necesario una gran formación, sino tal solo un entrenamiento breve. Este tipo de mantenimiento es la base del TPM (Mantenimiento Productivo Total).”⁶²

^{60.} *Tipos de mantenimiento.* <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento>. Consulta: 25 de mayo de 2017.

^{61.} Ibid

^{62.} Ibid

2. SITUACIÓN ACTUAL

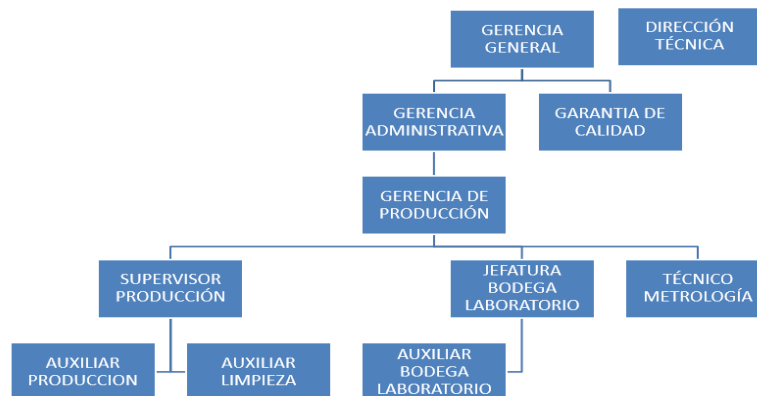
2.1. Departamento de producción

En la empresa el primer nivel de los dos que cuenta, es utilizado exclusivamente para la fabricación de los diversos productos. Cuenta con tres líneas de producción, las cuales se categorizan de la siguiente forma: medicamentos, fitoterapéuticos y cosméticos. Se encuentra distribuida en 21 áreas para la elaboración de los diferentes productos. Las áreas están diseñadas según las especificaciones que establece el RTCA 11.03.42:07 (Reglamento Técnico Centroamericano) Productos farmacéuticos. Medicamentos de uso humano. Buenas prácticas de manufactura para la industria farmacéutica. Elaborar productos de calidad cumpliendo los master de producción.

2.1.1. Estructura del departamento de producción

En la figura siguiente se presenta la estructura del departamento de producción.

Figura 10. Estructura del departamento de producción



Fuente: empresa en estudio.

2.2. Descripción del producto

Dentro de la línea de cosméticos se encuentra la pomada para bebé, la cual será punto de estudio. Dicho producto cuenta con apariencia a pasta espesa, color blanco o levemente amarillento, diseñado para aliviar el malestar, reducir rápidamente el enrojecimiento e inflamación asociado a la pañalitis. Además es recomendada para rozaduras, quemaduras leves (adultos y niños) y dermatitis perianal.

Cuenta con una composición única con mantequilla de shea, humectante 100 % natural para el alivio de las afecciones de la piel con vitamina A y D que la regenera. Fácil de aplicar y limpiar.

2.3. Materia prima

Las materias primas que serán utilizadas dentro de la producción de pomada para bebé se describen a continuación:

- Óxido de zinc

Se considera uno de los óxidos básicos, su fórmula es ZnO y se considera un polvo blanco. Contiene cierta proporción de manganeso y diversas impurezas. Al ser expuesto al calor tiende a cambiar de color a amarillo; dicho cambio se presenta debido a cierta pérdida de oxígeno al someterse al calor. Este tipo de mineral es muy utilizado en diversos productos cosméticos y de cuidado personal por sus diferentes beneficios como suavizante, calmante y protector cutáneo, indicado en pañalitis, quemaduras leves y raspones.

- Almidón de maíz

Es un polisacárido formado por la mezcla de dos sustancias, amilosa y amilopectina. La diferencia entre ellas es su estructura, por cómo se unen las moléculas de glucosa para formar las cadenas de amilopectina. Es lo que utilizan las plantas para almacenar su alimento en las raíces. El almidón puede encontrarse en el maíz, trigo, patata, legumbres. Es muy utilizado para soluciones dérmicas por los beneficios que presenta; es útil, en pañalitis, eccema, llagas, úlceras y raspones, y evita infecciones.

- Mantequilla de shea

La mantequilla de shea es un extracto graso de la semilla del árbol de shea o karité (*Butyrospermum parkii*), que crece en África. Es fuente de vitaminas, cicatrizante y humectante, útil en pieles sensibles o muy delicadas.

Posee un alto contenido de ácidos grasos (oleico, estárico, linoléico y palmítico), vitaminas A y E y fitoesteroles, que le proveen propiedades humectantes, emolientes, cicatrizantes, desinflamatorias, regeneradoras y protectoras.

- Vitamina E

Este tipo de vitamina fue descubierta por Evans y Bishop, quienes lo consideraban como un factor nutricional. Es una sustancia liposoluble que actúa como un antioxidante. Su fórmula química es $C_{29}H_{50}O_2$. Tiene dos características esenciales sobre la piel: regeneración celular y antioxidante. Para el cálculo de vitamina E que debe contener cada producto se debe tener presente cada compuesto que la integra.

- **Vitamina D**

Es de un tipo liposoluble. También se le llama antirraquítica, debido a que su carencia provoca raquitismo. En 2007 se descubre que la vitamina ayuda para el antienvjecimiento. Protege la piel contra agentes externos como viento, frio o calor, por lo que ayuda a evitar que la piel se deshidrate. Tiene capacidad de mediar la respuesta inmunológica de la piel; además, ayuda a mantener la integridad de la barrera epidérmica y modula la defensa contra infecciones cutáneas.

2.4. Descripción del equipo

Se dará la descripción de la maquinaria como de los instrumentos utilizados en la línea de pomada para bebé. Las figuras ilustrativas son extraídas de internet, debido a que la empresa no permite tomar fotos dentro de sus instalaciones para el resguardo de su integridad.

2.4.1. Maquinaria actual del proceso

Dentro del proceso a la fabricación de la pomada para bebé se contempla cierto equipo e instrumentación necesaria para su elaboración, la cual se detalla en los siguientes incisos:

2.4.1.1. Balanza Radwag

Se utiliza para pesar la materia prima en el área de metrología. La balanza es de 60 kg y cuenta con precisión para dar una buena lectura del resultado del pesaje. Posee una plataforma de acero inoxidable lo bastante grande que facilita la colocación de la materia prima.

Figura 11. **Balanza Radwag**



Fuente: *Balanza de Precisión Radwag WLC.*

<http://linealab.net/balanzas-de-plataforma/30-balanza-de-precision-radwag-wlc.html>

Consulta: 05 de junio de 2017.

2.4.1.2. Marmita enchaquetada

En el área de fabricación se cuenta con tres marmitas, 2 de 150 kg y una de 450 kg. Las de 150 kg son utilizadas para realizar la fundición de vaselina sólida; la de 450 kg se utiliza para colocar todos los ingredientes que forman parte de la fórmula del producto. Las marmitas están hechas de acero inoxidable, son muy utilizadas en la industria farmacéutica.

Figura 12. **Marmita enchaquetada**



Fuente: *Marmita de acero inoxidable lee industries.*
http://www.equipnet.com/es/marmita-de-acero-inoxidable-lee-industries-inc-500u13s_listid_521174/. Consulta: 05 de junio de 2017.

2.4.1.3. Mezclador industrial

El mezclado industrial es utilizado en la marmita de 450 kg, en la cual se colocan todos los ingredientes que serán mezclados. Los mezcladores industriales con que cuenta la empresa son 2 de 24-50 rpm. Tienen una paleta grande con hélice en el eje central. La función principal es mantener homogénea la mezcla mientras se realiza el llenado.

Figura 13. **Mezclador industrial**



Fuente: *Mezclado de líquidos con palas grandes y medianas.*

<http://www.iprocomsa.com/mezclado-de-liquidos-agitacion-lenta.html#mezcladode-liquidoscondobleespiralcontragiro>. Consulta: 05 de junio de 2017.

2.4.1.4. Llenadora volumétrica

Es utilizada en el proceso de llenado tanto de tubo como de tarro. Es muy precisa y fácil de usar, por lo que permite colocar la cantidad exacta en los recipientes. La llenadora está hecha de acero inoxidable; además, es ideal para la dosificación de pequeñas cantidades de producto por su alta precisión, con lo que se obtiene la cantidad deseada.

Figura 14. **Llenadora volumétrica**



Fuente: *Envasado y llenadoras semiautomáticas.*

<http://www.llenadorassemiautomaticas.com/llenadora-volumetrica/detalle>

Consulta: 05 de junio de 2017.

2.4.1.5. Codificador inkjet

Esta máquina cuenta con inyección de tinta continua. Es utilizada en la empresa para codificar información de número de lote y fecha de vencimiento al producto. Cuenta con un sensor que detecta el producto para realizar el codificado instantáneo. Este tipo de codificadora es muy utilizada en la industria dado su rápido marcaje, además de ser fácil de operar y poder imprimir en diversas superficies. El gabinete es de acero inoxidable, tiene una velocidad máxima de 1000 pies / minuto y su peso es de 12 kg.

Figura 15. **Codificadora máxima EZ +**



Fuente: Codificadores de chorro continuo de caracteres pequeños

<http://www.ledmark.com.mx/Folletos/MaximaSP%20TL.pdf>

Consulta: 05 de junio de 2017.

2.4.1.6. Túnel para termoencogido

Es una cámara en donde se genera aire caliente por medio de un motor de turbina diferentes reguladores, con los cuales se puede ajustar la velocidad de la banda transportadora. Esta se encuentra constituida por rodillos que están cubiertos con silicón resistente al calor. También se regula la temperatura que genera las paredes de la cámara como de la parte inferior. En ella pasa el producto en el que se realiza el termoencogido de las etiquetas y banda de seguridad de cada uno, como de la banda empaquetadora.

Figura 16. **Túnel termoencogido**



Fuente: *Túnel de termoencogible de calor grande.*

<http://quito-pi.all.biz/tunel-de-termoencogible-de-calor-grande-g12281#.WUoAxGiGPIU>

Consulta: 05 de junio de 2017.

2.4.2. Instrumentos actuales del proceso

Para la elaboración de pomada para bebé se necesita instrumentos, utensilios, herramientas los cuales se enuncian a continuación:

- Paleta acero inoxidable: es utilizada para verificar que la mezcla no tenga grumos al fondo de la marmita.

Figura 17. **Paleta acero inoxidable**



Fuente: *Paleta mezcladora de acero inoxidable.*

<https://www.inmeza.com/products/update-mps-48-paleta-pala-mezcladora-de-acero-inoxidable-48-122-94-cm>. Consulta: 06 de junio de 2017.

- Beaker: sirve para colocarlo debajo de la boquilla de la máquina llenadora para recoger la mezcla que gotea y regresarla a la marmita de 450 kg.

Figura 18. **Beaker**



Fuente: *Beaker plástico.* <https://es.aliexpress.com/item/50ML-Laboratory-Beaker-Lab-Plastic-Beakers-Measuring-Beaker-Plastic-Slide-Box-40PCS-LOT/32448760407.html>.

Consulta: 06 de junio de 2017.

- Olla acero inoxidable: es utilizada para colocar la cantidad requerida del compuesto C.

Figura 19. **Olla acero inoxidable**



Fuente: *Olla de acero inoxidable*. <https://www.inmeza.com/products/update-sdb-12-olla-de-acero-inoxidable-con-tapa-induccion-12-qt-11-35-lt>. Consulta: 06 de junio de 2017

- Alcohol: es utilizado para limpiar las instalaciones al iniciar y finalizar cualquier proceso durante el día.

Figura 20. **Alcohol**



Fuente: *Alcohol etílico al 70 %*. https://www.solostocks.com/venta-productos/alcohol-etilico_b:madrid. Consulta: 06 de junio de 2017

- Caja plástica: se utiliza para colocar todo producto intermedio o a granel para ser almacenado.

Figura 21. **Caja plástica**



Fuente: *Caja plástica multiuso*. https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-616744179-caja-plastica-organizadora-multiuso-55-litros-_JM Consulta: 06 de junio de 2017.

- Guantes: son estériles y deben ser utilizados por todo el personal que tenga contacto con el producto.

Figura 22. **Guantes**



Fuente: *Guante de caucho látex*. <http://www.hoyfarma.com/material-medico-quirurgico/guantes-de-caucho-latex-para-cirugia-long-life-detail.html>. Consulta: 06 de junio de 2017.

- Estufa propano: es utilizada para calentar la olla de acero inoxidable para fundir el compuesto C.

Figura 23. **Estufa propano**



Fuente: *Estufa de gas propano*. <https://spanish.alibaba.com/p-detail/port%C3%A1til-estufa-de-gas-propano-gama-de-camping-300003508979.html>. Consulta: 06 de junio de 2017.

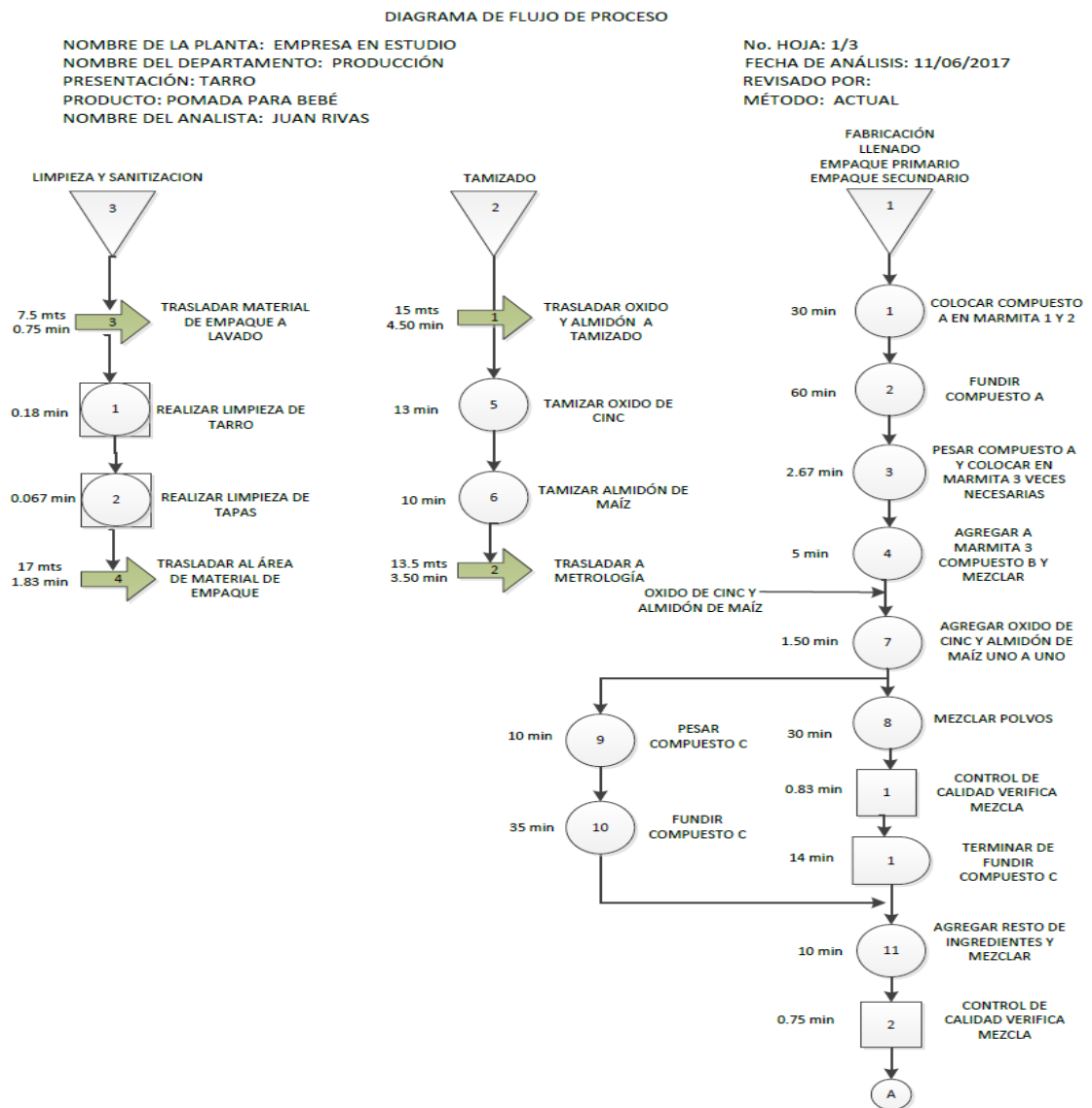
2.5. Diagramas de operaciones actuales

Debido que la empresa no cuenta con los diagramas establecidos se procedió a elaborar cada uno de ellos, con ayuda de los master de producción de cada proceso establecido involucrado en la elaboración de pomada para bebé. Ellos describen paso a paso cómo realizar cada proceso para cumplir con éxito la producción planificada. Se presenta a continuación los diferentes diagramas (flujo, proceso y recorrido) en donde se aprecia con detalle cómo se realiza actualmente la fabricación de la pomada y el tiempo que toma cada actividad.

2.5.1. Diagrama de flujo de proceso

En la siguiente figura se presenta el flujo del proceso de producción de pomada para bebé, donde se describe cada una de las actividades involucradas y el tiempo que conllevan realizarlas.

Figura 24. Diagrama flujo del proceso actual

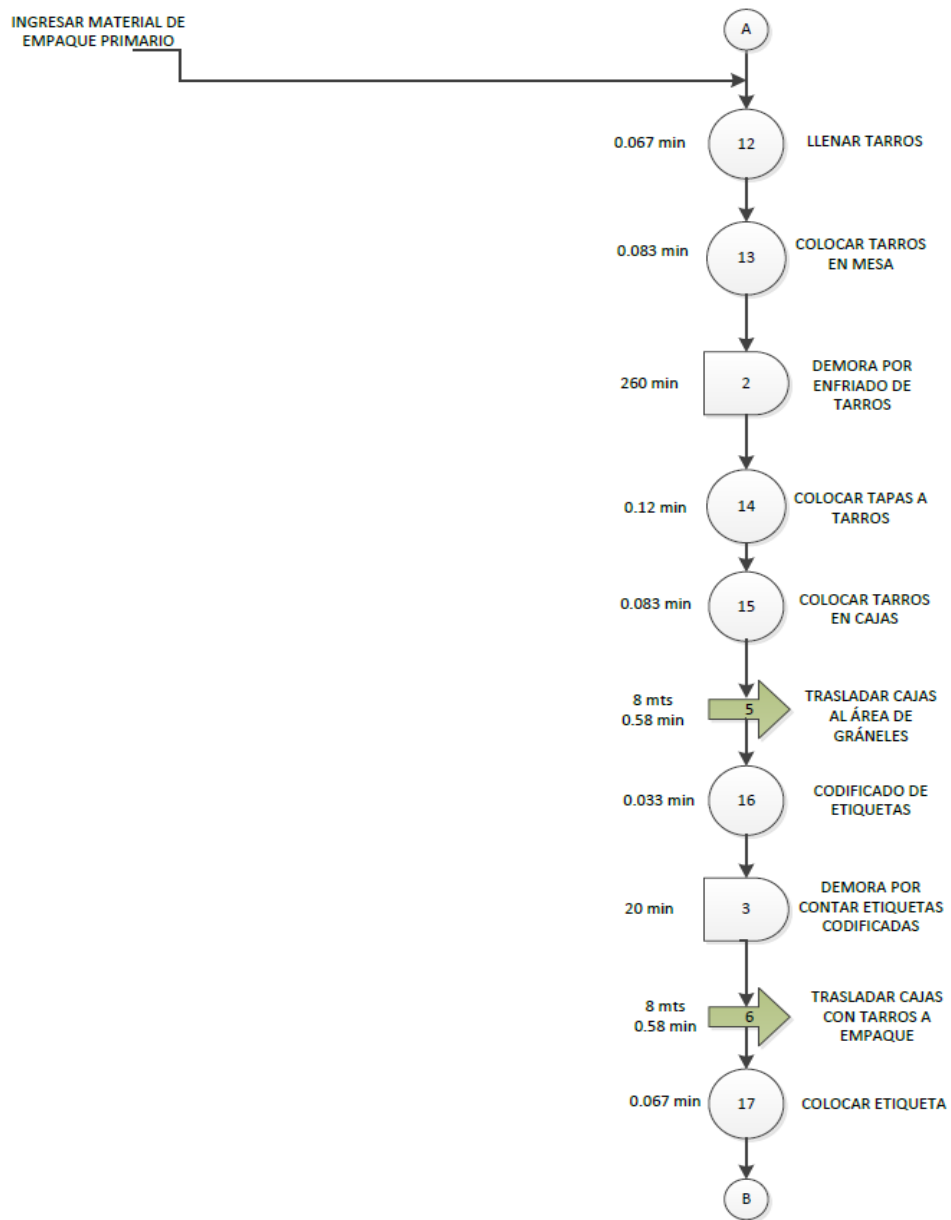


Continuación figura 24

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

NOMBRE DE LA PLANTA: EMPRESA EN ESTUDIO
 NOMBRE DEL DEPARTAMENTO: PRODUCCIÓN
 PRESENTACIÓN: TARRO
 PRODUCTO: POMADA PARA BEBÉ
 NOMBRE DEL ANALISTA: JUAN RIVAS

No. HOJA: 2/3
 FECHA DE ANÁLISIS: 11/06/2017
 REVISADO POR:
 MÉTODO: ACTUAL

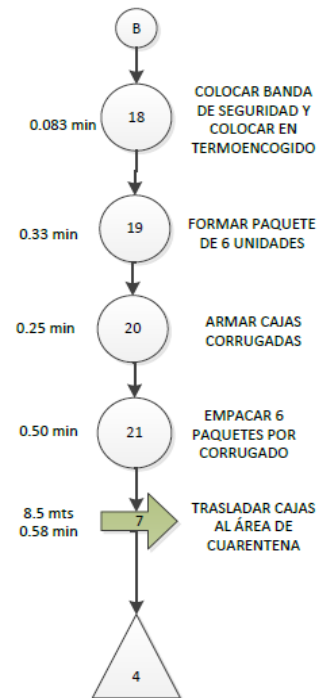


Continuación figura 24

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

NOMBRE DE LA PLANTA: EMPRESA EN ESTUDIO
 NOMBRE DEL DEPARTAMENTO: PRODUCCIÓN
 PRESENTACIÓN: TARRO
 PRODUCTO: POMADA PARA BEBÉ
 NOMBRE DEL ANALISTA: JUAN RIVAS

No. HOJA: 3/3
 FECHA DE ANÁLISIS: 11/06/2017
 REVISADO POR:
 MÉTODO: ACTUAL



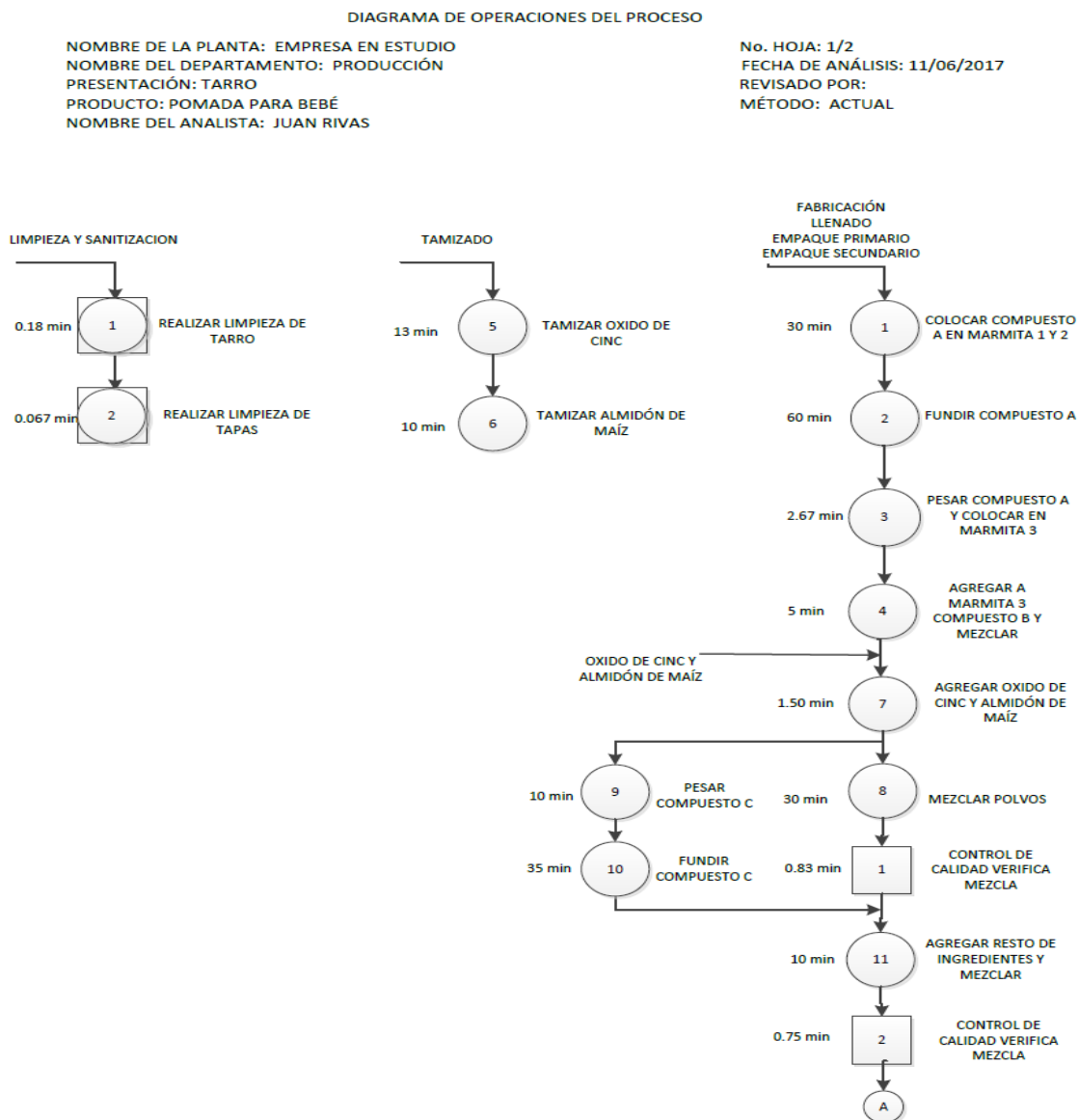
RESUMEN				
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)
OPERACIÓN	○	21	208.786	
DEMORA	◐	3	294	
COMBINADA	◑	2	0.247	
INSPECCIÓN	◒	2	1.58	
TRANSPORTE	➡	7	18.6	77.5
ALMACENAJE	△	4	0	
TOTAL		39	523.133	77.5

Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

2.5.2. Diagrama de operaciones del proceso

A continuación se presenta gráficamente las operaciones involucradas en el proceso de producción con su respectivo tiempo.

Figura 25. Diagrama de operaciones actual

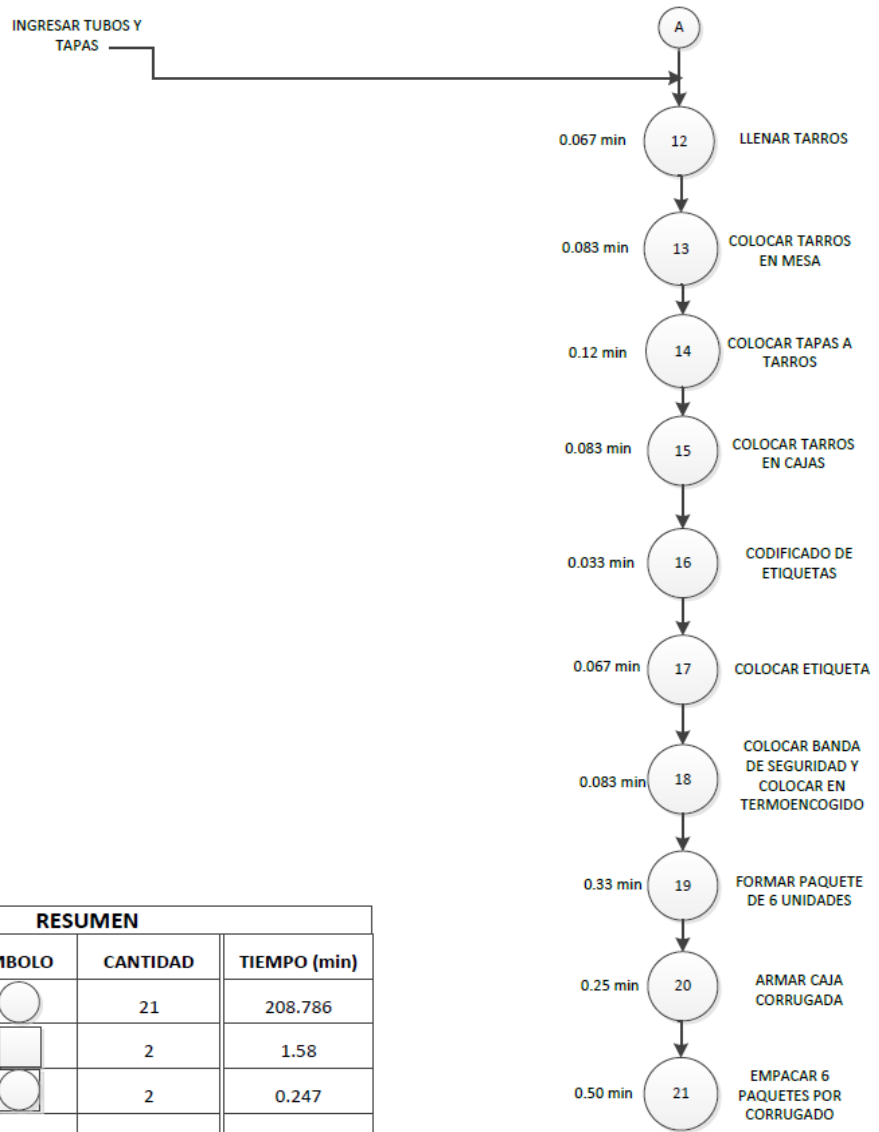


Continuación figura 25

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

NOMBRE DE LA PLANTA: EMPRESA EN ESTUDIO
 NOMBRE DEL DEPARTAMENTO: PRODUCCIÓN
 PRESENTACIÓN: TARRO
 PRODUCTO: POMADA PARA BEBÉ
 NOMBRE DEL ANALISTA: JUAN RIVAS

No. HOJA: 2/2
 FECHA DE ANÁLISIS: 11/06/2017
 REVISADO POR:
 MÉTODO: ACTUAL



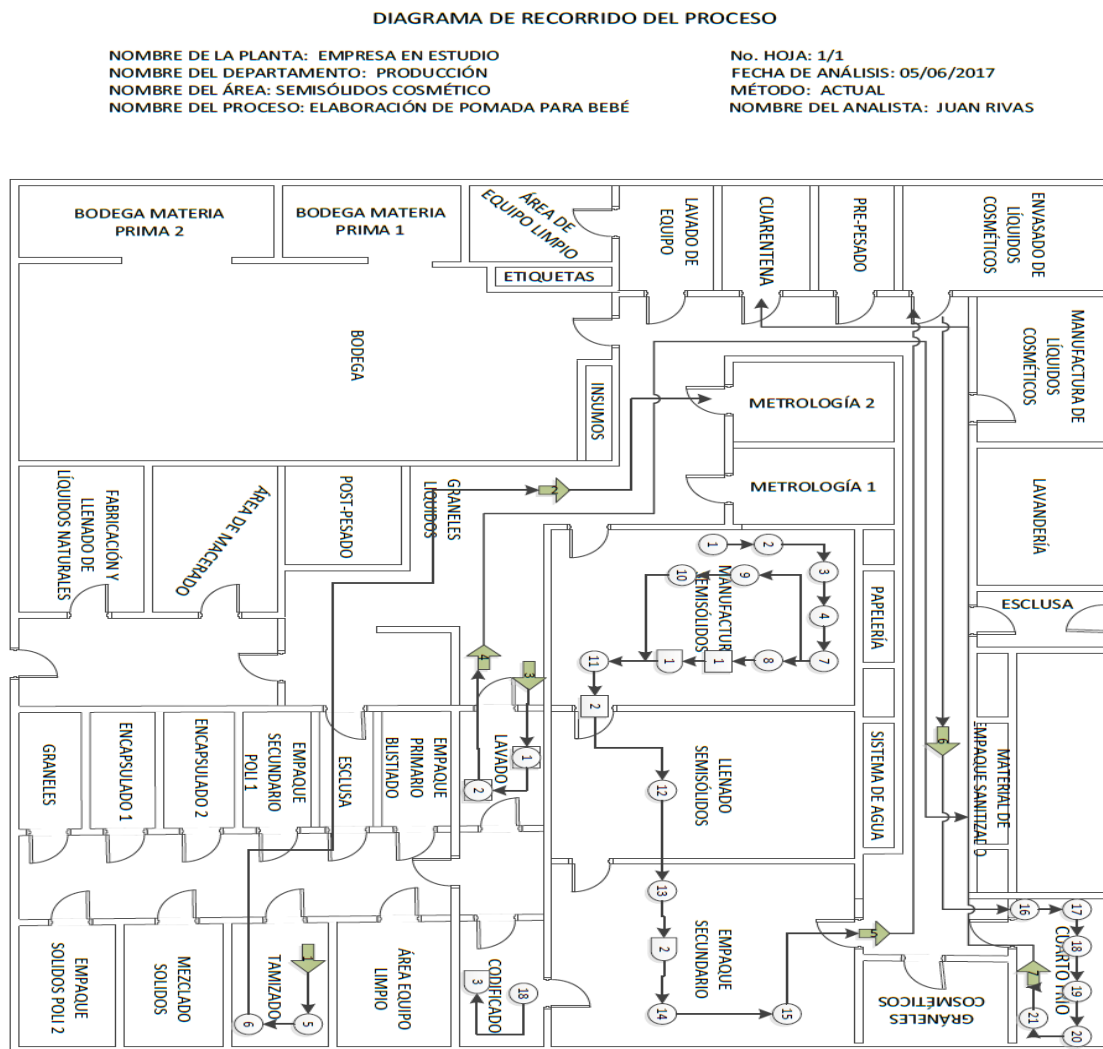
RESUMEN			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)
OPERACIÓN	○	21	208.786
INSPECCIÓN	□	2	1.58
COMBINADA	○ □	2	0.247
TOTAL		25	210.613

Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

2.5.3. Diagrama de recorrido

En la siguiente figura se presenta un plano a escala de la distribución del área de producción, en el cual se describe las actividades que conforman el diagrama de flujo de proceso.

Figura 26. Diagrama de recorrido actual



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

2.6. Descripción del proceso

En este apartado se describirá el proceso de fabricación de la pomada para bebé. No se mencionará qué tipo de materia prima ni cantidad que utiliza para evitar difundir la fórmula maestra del producto. A continuación se describe el proceso de elaboración de pomada para bebé.

2.6.1. Área de dispensado

En los siguientes incisos se describe la realización del pesado de la materia prima a utilizar.

2.6.1.1. Toma de MP de bodega

La selección se realiza según la fórmula maestra y la cantidad por producir. Al tener la orden de producción la persona de metrología se dirige a bodega, donde le extienden una hoja en la cual especifica, número de producción, número de batch, descripción de cada componente y la cantidad a utilizar de cada uno. Luego traslada el compuesto B, compuesto D y compuesto E a metrología para su respectivo pesaje.

Mientras se realiza dicha actividad, otra persona traslada la cantidad requerida por la orden de producción de óxido de zinc y almidón de maíz al área de tamizado para realizar la operación correspondiente y luego llevarlo al área de metrología para que se realice el pesaje, ya que forman parte de la materia prima por utilizar.

2.6.1.2. Pesaje de MP

Ya en el área de metrología la persona debe calibrar la balanza para realizar la operación de pesaje. Debe obtener la tara del recipiente para colocar la materia prima, para que el resultado del contenido sea el indicado. Luego se introduce poco a poco el compuesto dentro del recipiente hasta obtener la cantidad requerida. Dicho proceso lo realiza por cada componente.

2.6.1.3. Identificación por lote

Al finalizar el pesaje de cada componente se realiza la documentación de cada uno de ellos, para lo cual se utiliza etiqueta a granel. Estas llevan la información del peso bruto, peso neto, tara del recipiente, orden de producción y número de batch. Se colocan en cada recipiente que contiene la materia prima; el pesado se da en gramos (g), que es la unidad de medida utilizada. Además se llena la hoja entregada de bodega con la cantidad pesada respecto a la cantidad requerida, con ello se lleva un control riguroso de toda la materia prima pesada. Se traslada a bodega y permanece allí hasta el momento de ser requerida para la fabricación de la mezcla. De igual forma, el sobrante de cada compuesto se traslada a bodega para ser almacenado.

2.6.2. Área de mezcla

Se describe la forma de fabricación de la pomada, la secuencia en la que se debe colocar cada compuesto para su estado final.

2.6.2.1. Colocación de componentes en marmita enchaquetada

Dentro de esta área primero se coloca el compuesto A en la marmita de 150 kg, según la cantidad requerida, y se funde hasta quedar totalmente clara. Luego se coloca un filtro en la válvula de salida de la marmita para pesar la cantidad requerida del compuesto A fundido y colocarlo en la marmita de 450 kg. Luego se agrega lo requerido del compuesto B. A continuación se agrega la cantidad requerida de polvos de óxido de zinc y almidón de maíz. Se pesa lo requerido del compuesto C y se funde, cuando se encuentre líquido se agrega al igual que los demás ingredientes D y E a la marmita de 450 kg.

2.6.2.2. Mezclar los componentes

Se procede a mezclar el tiempo requerido el compuesto A y el compuesto B en la marmita de 450 kg. Al terminar de agregar el óxido de zinc y el almidón de maíz en la marmita de 450 kg se vuelve a mezclar hasta que no quede residuos alrededor y al fondo de la marmita, lo cual verifica el personal de calidad. Luego de agregar el compuesto C, compuesto D y compuesto E a la marmita se mezcla el tiempo requerido hasta obtener una sustancia homogénea. Por último, la persona encargada de calidad verifica la consistencia de la mezcla final con los parámetros por cumplir. Al autorizarla, la persona de fabricación vigila la temperatura de la marmita mientras se realiza el proceso de llenado.

2.6.3. Área de llenado

Se describe el proceso de llenado y la descripción de dos subprocesos importantes para el llenado.

2.6.3.1. Colocación de la mezcla en recipientes

Antes de iniciar con el proceso de llenado hablaremos de dos subprocesos importantes para la realización de lo descrito. Se realiza la sanitización, limpieza de los recipientes y tapas que serán utilizados, así como una observación minuciosa de cada uno de ellos para corroborar que están en buen estado. Luego se envían al área de empaque sanitizado, en el cual esperan al ser utilizados en llenado.

Previo al proceso de llenado se debe calentar las mangueras de la máquina volumétrica para que no se quede comprimida la pomada para bebé durante el proceso. Luego se conecta la manguera a la marmita de 450 kg para proceder al llenado de cada recipiente, cumpliendo los parámetros establecidos.

2.6.4. Área de empaque

Se describe en los siguientes incisos cómo se realiza el proceso de empaque primario y empaque secundario.

2.6.4.1. Área de empaque primario

En esta área se coloca el producto sobre mesas de acero inoxidable, para dejar reposar hasta que el producto se enfríe y se solidifique para colocar la tapa. Posteriormente se colocan en cajas negras o de cartón corrugado para ser trasladadas al área de graneles, donde permanecerá hasta iniciar con el empaque secundario.

2.6.4.2. Área de empaque secundario

En empaque secundario se realiza el proceso de codificado del producto, en el cual se imprime el número de lote y fecha de vencimiento a cada etiqueta, según la orden de producción. Luego se procede a colocar la etiqueta y banda de seguridad para realizar el termoencogido del producto. Luego se forman paquetes de 6 unidades y se realiza termoencogido de cada paquete. Luego se empacan 6 paquetes por cada caja de cartón corrugado y, al terminar, se procede a llevar el producto al área de cuarentena, donde se queda hasta obtener la aprobación por el departamento de control de calidad. Por último se trasladará a bodega de producto terminado.

2.7. Diagrama hombre – máquina actual

Se presenta el diagrama hombre-máquina del proceso de tamizado en el cual se observa la eficiencia del operario y de la máquina aplicando el método actual.

Figura 27. Diagrama hombre-máquina actual tamizado

DIAGRAMA HOMBRE-MÁQUINA											
Operación: <u>Tamizado</u>							Página: <u>1</u> de <u>1</u>				
Máquina: <u>Tamiz Vaiven</u>							Fecha: <u>29 de mayo de 2017</u>				
Área: <u>Tamizado</u>							Realizado por: <u>Juan Rivas</u>				
Método Actual: <u>x</u>		Propuesto: _____									
OPERADOR				TIEMPO				MÁQUINA			
Preparar maquina				0.5 min.				Ocio			
Ocio				1.0 min.							
Cargar maquina				1.5 min.							
Llenado en bolsa y cargar máquina				2.0 min.				Tamizado			
				2.5 min.							
				3.0 min.							
				3.5 min.							
				4.0 min.							
				4.5 min.							
				5.0 min.							
				5.5 min.							
				6.0 min.							
				6.5 min.							
				7.0 min.							
				7.5 min.							
				8.0 min.							
				8.5 min.							
				9.0 min.							
Descarga y preparación de máquina				9.5 min.				Ocio			
Ocio				10.0 min.							
Cargar maquina				10.5 min.							
Llenado en bolsa y cargar máquina				11.0 min.				Tamizado			
				11.5 min.							
				12.0 min.							
				12.5 min.							
				13.0 min.							
				13.5 min.							
				14.0 min.							
				14.5 min.							
				15.0 min.							
				15.5 min.							
				16.0 min.							
				16.5 min.							
				17.0 min.							
				17.5 min.							
				18.0 min.							
Descarga y preparación de máquina				18.5 min.				Ocio			
Ocio				19.0 min.							
Cargar maquina				19.5 min.							
Llenado en bolsa y cargar máquina				20.0 min.				Tamizado			
				20.5 min.							
				21.0 min.							
				21.5 min.							
				22.0 min.							
				22.5 min.							
				23.0 min.							
				23.5 min.							
				24.0 min.							
				24.5 min.							
				25.0 min.							
				25.5 min.							
				26.0 min.							
				26.5 min.							
				27.0 min.							
Descarga y preparación de máquina				27.5 min.				Ocio			
Ocio				28.0 min.							
				28.5 min.							
				29.0 min.							
				29.5 min.							
				30.0 min.							
				30.5 min.							
				31.0 min.							
				31.5 min.							
				32.0 min.							
				32.5 min.							
				33.0 min.							
				33.5 min.							
				34.0 min.							
				34.5 min.							
				35.0 min.							
				35.5 min.							
				36.0 min.							
				36.5 min.							
				37.0 min.							
				37.5 min.							
				38.0 min.							
				38.5 min.							
Resumen	Tiempo de ciclo (min)			Acción (min)			Ocio/Muerto (min)			Utilización	
	Actual	Propuesto	Ahorro	Actual	Propuesto	Ahorro	Actual	Propuesto	Ahorro	Actual	Propuesto
Operador	16.5			16			0.5			96.97%	
Máquina	16.5			12.5			4			75.76%	

Fuente: elaboración propia.

2.8. Estudio de tiempos actual

La empresa no cuenta con registros de estudio de tiempos en la línea de producción de pomada para bebé; esto quiere decir que no han realizado ningún estudio anteriormente. Con lo que cuenta es con máster de producción, que describe paso a paso la realización de cada proceso en la elaboración de pomada para bebé. En dichos documentos se anota la hora de inicio y finalización, como el tiempo aplicado en las actividades más importantes. Sirven para llenar el reporte de línea (por batch) que se presenta al jefe de producción. Dichos datos no serán usados para el estudio de tiempos por ser tiempos por batch y no por unidad, pero son utilizados para analizar el rendimiento de la línea.

3. PROPUESTA PARA REALIZAR EL ANÁLISIS DE RENDIMIENTO

3.1. Análisis del rendimiento productivo

El rendimiento es un factor importante que se logra determinar por medio de los resultados que se obtienen de la producción de pomada para bebé, considerando la efectividad en cada una de las actividades realizadas para conseguir dicho producto. El análisis del rendimiento dará una mayor visión de las áreas en donde haya deficiencias que afecten el proceso al reducir la productividad y aumentar el tiempo de permanencia en el área a partir de ello se podrá determinar los cambios idóneos para tener mayor eficiencia en los procesos e incrementar la productividad.

3.2. Estudio de tiempo

Para realizar el estudio se utiliza herramientas que son indispensables como tabla para estudio de tiempos, hoja de estudio, cronómetro, calculadora y lapicero.

En la producción de pomada se fabrica en tubo y tarro de diferente presentación; el único proceso diferente para los dos es el empaque secundario. El estudio de tiempos para este caso lo realizaremos solo para el que es elaborado en tarro, debido a la cantidad de actividades que conlleva su fabricación.

3.2.1. Descripción de las operaciones de cada proceso

Para la elaboración de pomada para bebé se realiza diversos procesos por lo cual se debe dividir cada uno de ellos en elementos. En este caso, no será necesario observar los procesos para determinar el inicio y final de cada elemento, dado que se utilizó el master de producción para establecer los elementos que son punto del estudio. A continuación se describe los elementos de cada proceso:

- Limpieza y sanitización de envases
 1. Traslado de material de empaque a lavado: en esta actividad se traslada el material de empaque (tarro, tapa) al área de lavado.
 2. Limpiar y sanitizar tarro: en este proceso se procede a la limpieza y sanitización de cada tarro con alcohol. Se colocan en bolsas plásticas.
 3. Limpiar y sanitizar tapas: se limpia y sanitiza cada tapa utilizando alcohol y se colocan en bolsas plásticas.
 4. Traslado a material de empaque sanitizado: las bolsas que contienen las tapas y tarros sanitizados se trasladan al área de material de empaque.

- Tamizado
 5. Traslado de materia prima: se lleva los sacos de óxido de zinc y almidón de maíz de bodega al área de tamizado por medio de un troquel.

6. Tamizado de óxido de zinc: se coloca una bolsa doble en donde sale el producto tamizado, se pone el polvo de óxido en la máquina encargada de tamizar y llenar en bolsa plástica.
7. Tamizado de almidón de maíz: de igual forma que en la actividad anterior, se coloca una bolsa doble en donde sale el producto tamizado; se coloca el almidón en la máquina encargada de tamizar y llenar en bolsa plástica.
8. Traslado a metrología: terminado el tamizado se procede a trasladar el producto a metrología para ser pesado.

- Fabricación

9. Colocado del compuesto A en marmita de 150 kg: actividad donde procedemos a colocar en marmita de 150 kg la cantidad permitida del compuesto A.
10. Fundición del compuesto A: actividad donde la marmita se programa a la temperatura establecida para su fundición y debe quedar totalmente líquida sin grumos.
11. Pesado del compuesto A y colocó en marmita de 450 kg: después de la fundición del compuesto A, se coloca un filtro de manta en la salida de cada marmita de 150 kg, se pesa la cantidad requerida y se coloca en marmita de 450 kg.

12. Agregado de compuesto B a marmita de 450 kg y mezclar: en esta actividad, luego de agregar el compuesto B a la marmita de 450 kg que contiene el compuesto A, se mezclan entre sí.
13. Agregado de óxido de zinc y almidón de maíz: al terminar la mezcla anterior se agrega el óxido de zinc y almidón de maíz tamizados a la marmita de 450 kg.
14. Mezclado de polvos: en este proceso se realiza el mezclado de los polvos (óxido de zinc y almidón de maíz), con los compuestos A y B en la marmita de 450 kg para obtener una mezcla homogénea.
15. Verificado de mezcla: el supervisor de calidad verifica que no exista adherido de polvos en los lados y fondo de la marmita; de lo contrario, desprender y volver a mezclar.
16. Pesado del compuesto C: durante el mezclado de polvos se coloca una olla de tamaño adecuado sobre una balanza eléctrica, se agrega poco a poco el compuesto C hasta llegar a la medida requerida por el master.
17. Fundición del compuesto C: en esta actividad se funde el compuesto C hasta quedar líquida y lista para la mezcla.
18. Agregado resto de ingredientes y mezclar: al concluir el tiempo de mezclado de polvos y terminar de fundir el compuesto C, se agrega a marmita de 450 kg también los compuestos D y E.

19. Verificado de mezcla final: después de finalizar el tiempo de mezclado de la actividad anterior, calidad verifica que cumpla con los parámetros establecidos para ser aprobada.

- Llenado y empaque primario

20. Llenado de tarros: al tener autorización de control de calidad se procede a llenar los tarros, los cuales están colocados en bandeja de plástico para mayor facilidad.

21. Colocado de tarros en mesa de acero inoxidable: se traslada la bandeja plástica a la mesa de acero inoxidable en empaque primario, en donde se colocan y se espera a que se enfríen y solidifiquen.

22. Colocado de tapas a tarro: enfriado y solidificado en los tarros, se procede a colocar la tapa aplicando vaselina a la rosca para mayor facilidad.

23. Colocado de tarros en cajas: se coloca los tarros en cajas e identificar cada una por medio de etiqueta a granel para tener un control de los mismos.

24. Traslado de cajas al área de graneles: se lleva las cajas a graneles, las cuales esperan a ser requeridas para realizar el empaque secundario.

- Empaque secundario

25. Codificado de etiquetas: se codifica cada etiqueta con la información de fecha de vencimiento, número de lote y se coloca en bolsa plástica.

26. Traslado de cajas a empaque secundario: se traslada las cajas que contienen los tarros del área de graneles al empaque secundario para iniciar el proceso.

27. Colocado de etiqueta a tarros: se realiza el etiquetado manual de los tarros.

28. Colocación de banda de seguridad: se coloca la banda de seguridad de cada tarro y colocarlo en máquina de termoencogido.

29. Empaquetado de 6 unidades: se forman paquetes de 6 unidades utilizando banda termoencogido.

30. Armado de caja corrugada: se arman las cajas que serán utilizadas para colocación de los paquetes de 6 unidades.

31. Embalaje de 6 paquetes por corrugado: se recibe los paquetes de la máquina de termoencogido para colocarlos en las cajas, las cuales deben llevar 6 paquetes cada una.

32. Traslado de producto al área de cuarentena: se trasladan al área de cuarentena, en donde esperan a ser aprobados por control de calidad.

3.2.1.1. Observación de tiempos

Se observa cada elemento de los procesos en la elaboración de pomada para bebé a una distancia considerable para no interrumpir al trabajador en sus labores y poder apreciar de buena manera cada acción realizada por el método establecido, con ello se podrá determinar el tiempo utilizado por cada elemento.

3.2.1.2. Ciclos por estudiar

El método recomendado para establecer cuantos ciclos se debe estudiar es por medio del método estadístico, ya que es el más exacto. Se debe tener una muestra de tiempos, pero la empresa no cuenta con un estudio y, por ende, no se puede utilizar dicho método.

Para determinar los ciclos por cronometrar, se considera que se analiza la producción de tarro. Entre las dos presentaciones (300 g y 500 g) se tiene 7 batch, para los cuales el proceso de fabricación de la pomada se realiza en 5 días. Por ende, se establece 5 tomas de tiempo para el presente estudio, para que cada proceso analizado tenga el mismo número de ciclos.

3.2.1.3. Condición de trabajo

Las instalaciones del laboratorio donde se fabrican los productos cuentan con adecuada señalización en sus áreas y con equipo de extintores en diferentes puntos para evitar un incendio en las instalaciones. Cada área es independiente

de las demás, por lo cual están separadas por paredes, puertas, techo y piso debidamente identificados. Es indispensable que no sean lugar de paso para el personal ya que pueden llegar a tener accidentes y haber contaminación cruzada.

Referente a la higiene, la limpieza de todas las áreas es indispensable para iniciar y finalizar todo proceso. Por ello, la persona encargada realiza la limpieza de pisos, puertas y ventanas en las áreas utilizando alcohol etílico isopropílico al 70% para que se encuentre sanitizadas. De igual forma el operario que estará en el área debe limpiar las paredes y techo. Se prohíbe el ingreso de comida a las instalaciones del laboratorio, ya que puede ser un foco de contaminación. Además se utiliza equipos, herramientas y utensilios de acero inoxidable debido a su durabilidad y fácil limpieza. Como parte de la higiene, los trabajadores deben lavarse las manos antes de entrar a cualquier área. Se cuenta con un rótulo que hace referencia a esta obligación.

La protección que los trabajadores deben utilizar al entrar a las áreas de producción es mascarilla, redecilla, guantes (cuando sea necesario), zapatos y uniforme, los cuales son proporcionados por la empresa. Con respecto a los uniformes, se cuenta con uno de color verde que se utiliza para productos cosméticos; el de color café se utiliza para productos naturales. Dado que la maquinaria no genera un nivel de ruido que sea dañino para los trabajadores, no se utiliza tapones para los oídos.

Con las condiciones ambientales se cuenta con un dispositivo en cada área, el cual informa la temperatura y humedad del lugar, ya que debe ser adecuada considerando las especificaciones del producto que se esté elaborando. Se cuenta con luz artificial, la cual tiene una intensidad adecuada en cada área para mayor visibilidad; además, están empotradas en el techo para evitar la acumulación de polvos. Se cuenta con extractores e inyectores de aire con su

respectiva rejilla en cada área para tener un flujo de aire y mantener un ambiente moderado. Además, se cuenta con aire acondicionado en el área de fabricación debido a que se utilizan marmitas y generan un aumento de calor y, si no se reduce, puede afectar el desempeño del trabajador y la calidad del producto. También hay cuarto frío para el enfriamiento del producto.

Considerando un ambiente cromático, las instalaciones cuentan con pintura epóxica que recubre cierta parte de la pared y pisos, ya que es de un material resistente a sustancias químicas y ello favorece a la limpieza y sanitización. Se utiliza colores claros, lo cual ayuda al reconocimiento de todo aquello que se encuentre en el área y favorece al estado de ánimo de la persona.

Lo descrito anteriormente se rige bajo el RTCA 11.03.42:07 (Reglamento Técnico Centroamericano) Productos farmacéuticos. Medicamentos de uso humano. Buenas prácticas de manufactura para la industria farmacéutica, donde especifica cómo deben ser las condiciones de las instalaciones, entre otros aspectos.

Los riesgos que se observaron son por cables en el piso que pasan de un área a otra debido a que donde se utiliza la máquina no se cuenta con conexión para el tipo de voltaje, y esto puede provocar accidentes en los trabajadores por tropiezo. Otro factor importante es que los trabajadores realizan sus labores en todo momento de pie y es un desgaste físico que afecta el desempeño en su trabajo.

3.2.1.4. Tolerancias

Son tiempos que se agrega al tiempo normal para que, de esa manera, el tiempo estándar sea lo más aceptable posible y los trabajadores puedan cumplirlo. Por medio de la observación directa se determinan las tolerancias que se deben aplicar, para lo cual se consideran tres categorías: tolerancias personales, tolerancias por fatiga y tolerancias por retraso.

- Tolerancias personales

En este tipo se encuentran las necesidades personales que tiene el trabajador, como el ir al baño, por lo que se asigna una tolerancia del 5 %.

- Tolerancias por fatiga

Para determinar la tolerancia por fatiga se toma en consideración suplementos por descanso (ver anexo 1), en los que se especifica el porcentaje asignado a cada elemento por descansos. Dado que el trabajo en todo momento se realiza de pie, se asigna un 2 %; además, se asigna 4 % por fatiga básica. Al momento de realizar el tamizado el trabajador necesita levantar un saco de 22,5 kg, por lo que se asigna un 11 %. Al momento de efectuar el llenado el trabajador debe estar concentrado y tener precisión, por lo que se asigna un 5 % de tensión mental; además, se asigna un 4 % de monotonía al limpiar envases, también en el área de codificado al realizar el proceso de las etiquetas.

- Tolerancia por retraso

Dentro de esta tolerancia están contemplados los tiempos que perjudican al operario al impedirle realizar su trabajo por armado de máquina tamizadora y llenadora, a las cuales se les asigna 3,7 % y 6 %, respectivamente.

3.2.1.5. Factor de calificación

La calificación de un operario se mide mediante factores importantes como la habilidad al momento de seguir el método de trabajo, el esfuerzo al realizar su labor, la concentración en las tareas específicas de su área, así como de su desempeño y agilidad.

El personal encargado de realizar el estudio debe determinar la calificación del operario al cual va a evaluar, aplicando su criterio, y ser objetivo en su decisión. Para establecer la calificación se debe partir del ritmo de trabajo ideal, el cual es considerado de 100 % para un trabajador normal.

Partiendo que el 100 % es la calificación normal, a continuación se describe la calificación asignada a cada operario:

Tabla II. **Calificación de trabajador**

Área	Calificación/Operario
Tamizado	100 %
Fabricación	100 %
Limpieza de envases	100 %
Llenado y E. primario	100 %
Empaque secundario	100 %

Fuente: elaboración propia

3.2.2. Tiempo cronometrado

Es el tiempo que se tarda una persona en realizar cada tarea en su lugar de trabajo para la elaboración de un producto. Se realizan diversas tomas para determinar el tiempo promedio (TP) que tarda en realizar cada tarea.

Para determinar el tiempo promedio que tarda el trabajador en cada tarea, se utiliza la siguiente formula:

$$\text{Tiempo promedio} = \frac{\sum \text{ tiempo de observaciones}}{\text{Número de observaciones}}$$

El tiempo promedio de cada elemento realizado en el proceso se presenta en la página 94, 95 y 96 (ver tabla III Estudio de tiempos de línea).

3.2.3. Tiempo normal

Se establece que es el tiempo que un trabajador calificado aplica al realizar una tarea determinada según el método de trabajo establecido. Dicho tiempo se calcula de la siguiente manera:

$$\text{TN} = \text{TP} * \text{FC} / 100$$

Donde:

TN = tiempo normal

TP = tiempo promedio

FC = factor de calificación

El tiempo normal en realizar cada operación se presenta en la página 94, 95 y 96 (ver tabla III Estudio de tiempos de línea).

3.2.4. Tiempo estándar de línea

Es el tiempo establecido en realizar cada tarea por parte del trabajador, para lo cual se toma en cuenta el tiempo normal y las tolerancias determinadas por la observación directa. La fórmula utilizada para calcular el tiempo estándar de la línea se describe a continuación:

$$TS = TN * (1 + \%TOL / 100)$$

Donde:

TS = tiempo estándar

TN = tiempo normal

TOL = tolerancias

El tiempo estándar de cada elemento se presenta en la página 94, 95 y 96 (ver tabla III Estudio de tiempos de línea).

Los procesos involucrados para la elaboración de pomada para bebé se presentan en un solo estudio de tiempo para identificar cada elemento de cada proceso. En el formato utilizado se toma el correlativo asignado, la división de cada proceso de los elementos presentado en el inciso 3.2.1 del presente capítulo. Los procesos se presentan en el orden descrito. El flujo de elaboración de pomada para bebé se realiza durante varios días para la culminación de un batch; por lo tanto, a pesar de llevarse varios días se considera una producción en cadena dado que no se puede pasar al siguiente proceso sin que culmine el anterior, aunque los dos procesos iniciales paralelos (tamizado y limpieza) se unen en algún punto del flujo del proceso.

Tabla III. Estudio de tiempos de línea (minutos)

Línea pomada para bebé

Producto: Pomada para bebé		Presentación: Tarro		Empresa en Estudio		ESTUDIO DE TIEMPOS																
Estudio No. 1		Analista: Juan Manuel Rivas		Metodo: X Actual		Mejorado																
Hoja No. 1 de 3		Fecha: Junio del 2017		No. operarios: 11		Area: Semisólidos Cosméticos																
ELEMENTO	limpieza de tarro		limpieza de tapas		Trasladar a material de empaque sanitizado		Trasladar almídon de maíz		Trasladar a metrología		Colocar compuesto A en marmita 1 y 2		Fundir compuesto A		Pesar compuesto A fundido y colocar en marmita 3		Agregar a marmita 3 compuesto B y mezclar		Agregar oxido de cinc y almídon de maíz		ELEMENTOS EXTRANOS	
	No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13								
1	0.50	0.11	0.06	1.45	3.50	13	8	2.55	30	70	1.50	5	1.40									
2	0.45	0.09	0.05	1.55	3.50	12	9	2.50	30	65	2.15	5	1.50									
3	1.00	0.10	0.07	1.45	4.10	15	10	2.45	30	60	2.00	5	1.35									
4	0.50	0.10	0.05	2.10	4.00	10	10	2.50	30	60	1.55	5	1.40									
5	0.55	0.11	0.06	1.55	3.50	13	12	2.35	30	75	2.20	5	1.35									
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						
11																						
12																						
13																						
14																						
15																						
Obs	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5									
TP	0.60	0.10	0.06	1.62	3.72	12.60	9.80	2.47	30.00	66.00	1.88	5.00	1.40									
FC	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%									
TN	0.60	0.10	0.06	1.62	3.72	12.60	9.80	2.47	30.00	66	1.88	5.00	1.4									
TOL	15%	15%	15%	15%	25.7%	25.7%	25.7%	25.7%	25.7%		11%											
TS	0.69	0.12	0.07	1.86	4.68	15.84	12.32	3.10	30.00	66.00	2.09	5.00	1.71									
Observaciones:																						

Continuación tabla III

Producto: Pomada para bebé		Empresa en estudio		Presentación: Tarro											
Estudio No. 1		Analista: Juan Manuel Rivas		Metodo: <input checked="" type="checkbox"/> Actual <input type="checkbox"/> Mejorado											
Hoja No. 2 de 3		Fecha: Junio del 2017		No. operarios: 11											
				Area: Semisolidos Cosméticos											
ELEMENTO	Control de calidad		Colocar tarros en		Colocar tarros en cajas		Trasladar cajas a		Codificado de		Trasladar cajas de		ELEMENTOS EXTRANOS		
	No.	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
	1	30	0.40	10.00	35.00	10.00	0.45	0.04	0.05	0.06	0.06	0.40	0.02	0.40	
	2	30	0.50	10.00	30.00	10.00	1.00	0.04	0.06	0.07	0.05	0.40	0.02	0.35	
	3	30	0.55	15.00	30.00	10.00	0.50	0.05	0.06	0.06	0.04	0.35	0.02	0.40	
	4	30	0.40	15.00	35.00	10.00	0.50	0.04	0.05	0.06	0.06	0.35	0.02	0.45	
	5	30	1.00	10.00	30.00	10.00	0.55	0.05	0.05	0.07	0.05	0.40	0.02	0.40	
	6														
	7														
	8														
	9														
	10														
	11														
	12														
	13														
	14														
	15														
Obs	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
TP	30.00	0.57	12.00	32.00	32.00	10.00	0.60	0.04	0.05	0.06	0.05	0.38	0.02	0.40	TP: tiempo promedio
FC	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	FC: factor de calificación
TN	30.00	0.57	12.00	32.00	32.00	10.00	0.60	0.04	0.05	0.06	0.05	0.38	0.02	0.40	TN: tiempo normal
TOL		11%	11%			11%	11%	22%	22%	22%	22%	22%	15%	11%	TOL: tolerancias
TS	30.00	0.63	13.32	32.00	32.00	11.10	0.67	0.05	0.07	0.08	0.06	0.46	0.02	0.44	TS: tiempo estandar

Observaciones:

Continuación tabla III

Producto: Pomada para bebé			Empresa en estudio					Presentación: Tarro					ESTUDIO DE TIEMPOS				
Estudio No. 1			Analista: Juan Manuel Rivas					Metodo: <input checked="" type="checkbox"/> Actual <input type="checkbox"/> Mejorado									
Hoja No. 3 de 3			Fecha: Junio del 2017					No. operarios: 11					Area: Semisolidos Cosméticos				
ELEMENTO	Colocar etiqueta a tarros		Colocar banda de seguridad y colocar en banda termocongelado		Formar paquete de 6 unidades		Amar caja corrugada		Empacar 6 paquetes por corrugado		Trasladar a cuarentena						
	No.	27	28	29	30	31	32	7	8	9	10	11	12	13	ELEMENTOS EXTRANOS		
1	0.04	0.05	0.24	0.15	0.15	0.15	0.35										
2	0.04	0.05	0.23	0.16	0.18	0.18	0.37										
3	0.04	0.05	0.22	0.15	0.18	0.18	0.34										
4	0.04	0.05	0.22	0.15	0.20	0.20	0.35										
5	0.04	0.05	0.24	0.17	0.18	0.18	0.45										
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
Obs	5	5	5	5	5	5	5										
TP	0.04	0.05	0.23	0.16	0.16	0.18	0.37										
FC	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%										
TN	0.04	0.05	0.23	0.16	0.16	0.18	0.37										
TOL	11%	11%	11%	11%	11%	11%	11%										
TS	0.04	0.06	0.26	0.17	0.20	0.20	0.41										
Observaciones																	

Fuente: elaboración propia.

- Actividades obligatorias y demoras

Existen actividades que se considera generan valor al producto, como las que no lo hacen y afectan financieramente a la empresa. Determinar las actividades que lo generan y reducirlas al máximo brindara una mayor competitividad y utilidades. El mayor costo oculto observado es el tiempo utilizado en la elaboración. Se describe a continuación las tareas que generan un despilfarro en la producción.

- Tamizado

En el área de tamizado se contempla el tiempo por arranque del proceso, en el cual se realiza la sanitización (pared, techo y máquina) por el operario, la limpieza (de piso, ventana y puerta) es por parte de la persona de limpieza. Por otro lado, se tiene el tiempo de demora para cubrir el suelo con bolsas plásticas de 35 lb, con lo que se pretende reducir la suciedad; además del tiempo de armado de la máquina tamizadora, la espera del supervisor de calidad que verifica el arranque y autoriza el proceso, y la demora por falta de material. También está la falta de aprovechamiento de la disponibilidad del área, dado que se tamiza presentación por día, y cada presentación varía el número de sacos (óxido de zinc y almidón de maíz) dependiendo la orden de producción. Por último se contempla el tiempo del despeje del área en el cual se realiza la limpieza del área y de la máquina.

- Limpieza y sanitización de envases

Para la sanitización de envases se contempla mínimos tiempos de inactividad como el arranque del proceso y despeje del mismo y la demora en la espera a que llegue el supervisor de calidad. El proceso no utiliza maquinaria para la operación, debido que las actividades son manuales.

- Fabricación

Se contempla tiempo por el arranque del proceso y despeje del mismo. En el proceso en sí, hay demora por el pesaje y fundición del compuesto C, por ayudar en el área de llenado y requerir la ayuda de una persona para colocar el compuesto C fundido en marmita de 450 kg como consecuencia de la alta temperatura. Por último, el tiempo por esperar a que llegue el supervisor de calidad para verificar el mezclado de polvos y mezcla final.

- Llenado

En este proceso se contempla el tiempo por el arranque y despeje del proceso, el tiempo para armar la máquina llenadora, como el tiempo para calentar las mangueras del sistema. Se considera el tiempo que demorará la fabricación de la pomada para bebé para iniciar el llenado, lo que demora el supervisor de calidad en llegar al área para autorizar el proceso. Se tiene tiempo de demora para iniciar el llenado del batch siguiente por poseer una marmita de 450 kg donde se fabrica la pomada para bebé.

- Empaque primario

Se tiene tiempo por arranque y despeje del proceso. Se considera el mismo tiempo de demora de llenado, ya que se realizan en conjunto; la demora por esperar a que se enfríen los tarros y a que llegue el supervisor de calidad para autorizar la colocación de tapa.

- Empaque secundario

En el área de codificado se contempla el tiempo por el arranque como del despeje del proceso, también por ajustar la máquina a los parámetros establecidos. Ahora bien, se considera tiempo de demora por la llegada de control de calidad a verificar el arranque, la autorización del codificado y por contar etiquetas codificadas. En el área de empaque se considera el tiempo de arranque y despeje del área.

En general no se tiene establecido el tiempo de las actividades obligatorias de cada área. No se contempla dichas actividades para la planificación de producción según el tiempo disponible. Los trabajadores se quedan horas extras para culminar el trabajo diario, esto quiere decir que trabajan por encima de la disponibilidad y capacidad de cada área. Además se observa rotación de personal interna entre las diferentes áreas cada día. Dicha rotación no es muy favorable ya que se ve reflejado en la productividad y eficiencia de los trabajadores por falta de capacitación para aplicar en las diferentes áreas.

3.3. Maquinaria

En el área de llenado es donde se analizó los paros de producción, microparadas y reducciones de velocidad, dado que los datos obtenidos serán utilizados también para evaluar el indicador de eficiencia global del equipo. Se estudia el proceso de tamizado para determinar el tiempo de ciclo y cada actividad, lo cual servirá para la optimización del proceso presentado en el diagrama hombre-máquina.

3.3.1. Paros de producción

En esta sección se presentan los motivos o causas por los cuales ocurren paros en la producción que afectan el rendimiento de la línea, los cuales se puede considerar como tiempo improductivo porque aumentan el tiempo establecido de utilización de la maquinaria.

Los paros de producción se analizaron en el proceso de llenado, debido que fueron utilizados para el cálculo de la eficiencia global de equipos en el inciso 3.6 de este capítulo.

3.3.1.1. Paros programados

Son aquellos que están planificados para que sucedan cada cierto tiempo. Los trabajadores están enterados de dichos paros, los cuales son indispensables. Ayudará a planificar de mejor manera la producción considerando el tiempo de los paros establecidos.

- Esperar fabricación: se refiere al tiempo de espera por parte de fabricación para terminar la mezcla de pomada.
- Autorización de llenado: control de calidad debe verificar que el llenado cumpla con los parámetros establecidos en el máster de producción para dar inicio, lo cual requiere un tiempo de prueba.
- Cambio de batch: se toma como el tiempo que transcurre al finalizar un batch hasta el momento que control de calidad inicia verificación de llenado.

3.3.1.2. Paros no programados

Este tipo de paros no están contemplados que sucedan; pueden ser por parte del operario cómo consecuencia de malas aplicaciones en su área de trabajo o por fallas mecánicas o eléctricas de la maquinaria. La producción se ve perjudicada por el tiempo que se tarda en realizar la reparación.

Observando la línea no se determinó que existan paros por fallas mecánicas o eléctricas por la maquinaria, ni paros por parte del operario:

- Paro general: se toma al tiempo que transcurre cuando el director técnico habla con todo el personal.

3.3.1.3. Interpretación de paros de producción

Para analizar los paros de producción en la línea se debe de recopilar la información necesaria por medio de un formato de recolección de paros de producción (ver figura 54).

Observando la línea se determinó que no hay paro por falla mecánica ni eléctrica. Esto se debe a que la producción se realiza en dos semanas; luego, se vuelve a producir 2 meses después, por lo que no se ve necesario realizar mantenimiento durante la elaboración de las diferentes presentaciones de pomada. La maquinaria no tiene un desgaste elevado por el tiempo mínimo de utilización. Además, la limpieza de la maquinaria al inicio y al finalizar el proceso ayuda a mantenerla en óptimas condiciones.

Se presentan los paros de producción de pomada para bebé:

Tabla IV. **Paro por presentación (minutos)**

Presentación Causa	Tubo 60 g	Tubo 120 g	Tarro 300 g	Tarro 500 g
Esperar fabricación	60	53	220	175
Paro general	---	35	---	---
Autorización llenado	45	55	55	50
Cambio de batch	5	60	215	130
Total	110	203	490	355

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Paro por día (minutos)**

Fecha Causa	16/05/2017	17/05/2017	18/05/2017	19/05/2017	22/05/2017	23/05/2017
Esperar fabricación	60	53	140	80	45	130
Paro general	---	35	---	---	---	---
Autorización llenado	45	55	25	30	30	20
Cambio de batch	5	60	105	110	130	0
Total	110	203	270	220	205	150

Fuente: elaboración propia.

3.3.2. **Microparadas**

En esta parte se presentan todas aquellas paradas cortas que surjan en la producción, considerando que los tiempos de paro son sumamente mínimos pero que, de cierta forma, afectan al proceso. Esto provoca que la máquina no trabaje a velocidad constante. Las microparadas se pueden considerar como pérdida de tiempo y son causados por pequeños problemas.

En el llenado de envases surgen este tipo de paros, los cuales, por ser muy repetitivos, toman un tiempo total considerablemente alto, lo cual afectada la

efectividad de la máquina en cuanto al aumento de tiempo de cada batch por realizar. A continuación se presentan las microparadas detectadas:

Tabla VI. **Microparadas llenado 60 g**

Causa	Tiempo (min)	Porcentaje (%)
Falta de tapas	8,12	2,7 %
Falta de tubos	6,27	2,1 %
Vaciado de mezcla en marmita 3	5,19	1,7 %
Calibración	2,23	0,7 %
Otros	2,89	1,0 %
Total	24,7	8,2 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Microparadas llenado 120 g**

Causa	Tiempo (min)	Porcentaje (%)
Falta de tapas	9,30	2,4 %
Falta de tubos	3,45	0,9 %
Vaciado de mezcla en marmita 3	5,22	1,4 %
Calibración	5,23	1,4 %
Otros	2,89	0,8 %
Total	26,09	6,9 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Microparadas llenado tarro**

Presentación	Causa	Tiempo (min)	Porcentaje (%)
Tarro 300 g	Calibración	38	10 %
Tarro 500 g	Calibración	25	7 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Microparadas por día**

Fecha	Tiempo (min)	Porcentaje (%)
16/05/2017	24,7	8,2 %
17/05/2017	26,09	6,9 %
18/05/2017	18	10,6 %
19/05/2017	20	9,5 %
22/05/2017	20	7,7 %
23/05/2017	5	4,3 %
Total	113,79	47,2 %

Fuente: elaboración propia.

3.3.3. Reducción de velocidad

A partir de la velocidad estándar o teórica con la que se realiza la producción se observará las diferentes velocidades que se utilizan en la máquina. Dichas variaciones de velocidad son utilizadas para mantener la calidad de los productos como evitar averías por forzar el quipo.

En el llenado de envases es donde se aprecia las variaciones de velocidades que se manejan. Como dato importante, la empresa no tiene establecida la velocidad estándar con que se realiza el llenado de cada presentación como punto de partida para observar las variaciones.

Observando la línea se logró determinar que el llenado de tubo utiliza la velocidad máxima (11), la cual está dada en revoluciones/minuto. Con el llenado de tarro se utiliza diferente máquina llenadora, la cual tiene mayor rango de velocidad y está dada en revoluciones/minuto. Se maneja diferentes velocidades, por ello, se estableció como velocidad teórica de 31,8.

A continuación se presentan las diferentes velocidades que se manejan según la presentación del producto.

Tabla X. **Velocidad llenado de tubo**

Presentación	Velocidad (revoluciones/minuto)	Tubo/min	Tubo/hora
Tubo de 60 g	11	18	1,080
Tubo de 120 g	11	17	1,020

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Velocidades utilizadas en llenado tarro 300 g**

Velocidad (revoluciones/minuto)	Tarro/min	Tarro/hora	Bandeja de 19 tarros
35.2	15	900	1 min 16 s
34.8	14	840	1 min 20 s
34.4	13	780	1 min 25 s
31.8	12	720	1 min 31 s
28.7	11	660	1 min 42 s
26.8	10	600	1 min 50 s

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Velocidades utilizadas en llenado tarro 500 g**

Velocidad (revoluciones/minuto)	Tarro/min	Tarro/hora	Bandeja de 20 tarros
38	7	420	2 min 35 s
37.7	7	420	2 min 40 s

Fuente: elaboración propia.

3.3.4. Determinar el tiempo de ciclo por maquinaria

El ciclo de la máquina se considera el tiempo que tarda el operario en realizar el proceso establecido. Se determina cuando el operario vuelve a realizar la operación con la que inicio el proceso.

Para determinar el tiempo de ciclo se debe observar varias veces al operario en su estación de trabajo al realizar el proceso. Se hace la medición correspondiente para establecer el tiempo que tarda en él, tras haber establecido el inicio y finalización del proceso.

En el proceso de tamizado donde se analizó la operación de la máquina se observó y se determinó que el tiempo de ciclo es de 16,5 minutos

3.3.5. Medir el tiempo de cada elemento

Al conocer el tiempo de ciclo se debe determinar cada elemento que interviene en el proceso, medir cada uno y, de esa manera, diseñar el diagrama hombre-máquina en donde se observe detalladamente cada elemento con su tiempo correspondiente. La suma del tiempo de cada uno debe ser exactamente el tiempo de ciclo.

Las actividades que se debe determinar son:

- Cargar máquina
- Operación
- Descargar máquina

Con respecto al tamizado, al observar varias veces el proceso se determinó que el tiempo para cargar la máquina es de 0,5 minutos; el tiempo de operación es de 12,5 minutos; descargar y preparación de la máquina es de 3,5 minutos.

3.4. Productividad

La productividad se considera la relación entre obtener el producto y los recursos empleados para su elaboración. Abarca diversos factores que influyen en ella, como por ejemplo, la maquinaria, operarios, métodos de trabajo, instalaciones, manejo adecuado de materiales, entre otros.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producto fabricado}}{\text{Recursos utilizados}}$$

Tabla XIII. **Productividad**

Presentación	envases / min
Tubo 60 g	18
Tubo 120 g	17
Tarro 300 g	12
Tarro 500 g	7

Fuente: elaboración propia.

3.4.1. Capacidad de producción

La capacidad de producción es la cantidad de producto que se puede fabricar por unidad de tiempo. También se puede definir como la capacidad máxima.

La capacidad puede aumentar al implementar nueva maquinaria, mejorar la capacidad instalada para su producción.

$$\text{Capacidad de producción} = \frac{\text{Envases llenos}}{\text{Hora}}$$

La línea de pomada llena diferentes presentaciones, por lo que cada una tiene su determinada capacidad instalada. Como se mencionó con anterioridad, en el inciso 3.3.3 (reducción de velocidad), no se tiene establecido la velocidad de la máquina (en el caso de llenado de tarro). Entonces, se realizó un promedio de las diferentes velocidades manejadas para establecer la velocidad estándar y determinar la capacidad de producción. Con respecto al llenado de tubo tampoco se tiene establecida la capacidad instalada; por ello, se observó el proceso y considerando que utilizan la velocidad máxima se logra establecer dicha capacidad.

En la siguiente tabla se describe la capacidad de producción de cada presentación.

Tabla XIV. **Capacidad de producción**

Presentación	Envases/hora
Tubo 60 g	1 080
Tubo 120 g	1 020
Tarro 300 g	720
Tarro 500 g	420

Fuente: elaboración propia.

3.4.2. Ritmo de producción por máquina

El ritmo de producción, al igual que la capacidad se determina en producto fabricado con respecto al tiempo. El ritmo se determina estableciendo el tiempo consumido (minutos o segundos) por la máquina al realizar el llenado de cada producto.

$$\text{Ritmo de producción} = \frac{\text{tiempo}}{\text{envase}}$$

Con la observación directa de la línea se logró determinar el ritmo de producción de cada presentación, los cuales se presentan a continuación en la siguiente tabla:

Tabla XV. **Ritmo de producción**

Presentación	Segundos / envase
Tubo 60 g	3,33
Tubo 120 g	3,53
Tarro 300 g	4,79
Tarro 500 g	7,88

Fuente: elaboración propia.

3.5. Indicadores de productividad

En toda empresa es importante que cada área trabaje de una forma eficiente. El personal debe coordinarse para que todas las actividades se cumplan a cabalidad, ya que el fin de todo es obtener una productividad óptima. Por ello es indispensable aplicar indicadores, los cuales midan la productividad obtenida y determinar si se cumple con lo establecido.

3.5.1. Eficiencia

Se considera el grado de utilización de la mano de obra en la producción lo cual se puede medir considerando el tiempo utilizado relacionado con el tiempo establecido. También se puede determinar en relación a la cantidad realizada con la cantidad establecida.

3.5.1.1. Cálculo de eficiencia

Para calcular la eficiencia de la mano de obra se debe aplicar la siguiente ecuación. El resultado muestra el porcentaje de utilización de la misma.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción estándar}} = \frac{\text{Tiempo estándar}}{\text{Tiempo real}}$$

3.5.1.2. Estimación de la eficiencia

En esta parte se plasma la estimación de la eficiencia de la mano de obra involucrada en la producción por medio de la ecuación descrita con anterioridad. En las siguientes tablas se presenta el grado de eficiencia de los operarios al realizar las actividades programadas en la línea.

Tabla XVI. **Eficiencia codificado tubo**

	Tubo 60 g			Tubo 120 g		
	Tubos / hora			Tubos / hora		
	Real	Estándar	Porcentaje	Real	Estándar	Porcentaje
Batch 1	682	1 380	49,42 %	833	1 800	46,28 %
Batch 2	732	1 380	53,04 %	882	1 800	49,00 %
Batch 3	---	---	---	682	1 800	37,89 %
Batch 4	---	---	---	577	1 800	32,06 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Eficiencia codificado de tarro**

	Tarro 300 g			Tarro 500 g		
	Etiquetas / hora			Etiquetas / hora		
	Real	Estándar	Porcentaje	Real	Estándar	Porcentaje
Batch 1	857	2 100	40,81 %	686	2 100	32,67 %
Batch 2	1 000	2 100	47,62 %	738	2 100	35,14 %
Batch 3	571	2 100	27,19 %	738	2 100	35,14 %
Batch 4	923	2 100	43,95 %	---	---	---

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Eficiencia sanitización de tarro**

	Tarro 300 g			Tarro 500 g		
	tarros / hora			tarros / hora		
	Real	Estándar	Porcentaje	Real	Estándar	Porcentaje
Batch 1	200	360	55,56 %	186	360	51,68 %
Batch 2	200	360	55,56 %	186	360	51,68 %
Batch 3	211	360	58,33 %	267	360	74,04 %
Batch 4	211	360	58,33 %	---	---	---

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Eficiencia sanitización de tapas**

	Tarro 300 g			Tarro 500 g		
	tapas / hora			tapas / hora		
	Real	Estándar	Porcentaje	Real	Estándar	Porcentaje
Batch 1	667	840	79,37 %	436	840	51,90 %
Batch 2	667	840	79,37 %	436	840	51,90 %
Batch 3	723	840	86,06 %	291	840	34,64 %
Batch 4	723	840	86,06 %	---	---	---

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Eficiencia etiquetado**

	Tarro 300 g			Tarro 500 g		
	Etiquetas / hora			Etiquetas / hora		
	Real	Estándar	Porcentaje	Real	Estándar	Porcentaje
Batch 1	480	900	53,33 %	320	600	53,33 %
Batch 2	571	900	63,44 %	384	600	64,00 %
Batch 3	480	900	53,33 %	417	600	69,50 %
Batch 4	500	900	55,56 %	---	---	---

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Eficiencia colocación banda de seguridad**

	Tarro 300 g			Tarro 500 g		
	Etiquetas / hora			Etiquetas / hora		
	Real	Estándar	Porcentaje	Real	Estándar	Porcentaje
Batch 1	480	720	66,67 %	320	720	44,44 %
Batch 2	571	720	79,31 %	384	720	53,33 %
Batch 3	480	720	66,67 %	417	720	57,92 %
Batch 4	500	720	69,44 %	---	---	---

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Eficiencia formación de paquete de 6 unidades**

	Tarro 300 g			Tarro 500 g		
	Etiquetas / hora			Etiquetas / hora		
	Real	Estándar	Porcentaje	Real	Estándar	Porcentaje
Batch 1	167	180	92,78 %	85	180	47,22 %
Batch 2	80	180	44,44 %	62	180	34,44 %
Batch 3	100	180	55,56 %	94	180	52,22 %
Batch 4	80	180	44,44 %	---	---	---

Fuente: elaboración propia.

3.5.2. Rendimiento

Tipo de indicador que establece el grado de utilización de un capital invertido en una empresa al obtener un resultado efectivo por cada unidad (personal, maquinaria, equipo) que realiza las diferentes actividades.

3.5.2.1. Cálculo de rendimiento

Para determinar el rendimiento logrado por parte de la maquinaria se aplica la siguiente ecuación:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción estándar}}$$

Dicha ecuación se utilizará para determinar el rendimiento de cada presentación y cada batch de pomada al realizar el llenado, donde se logra apreciar dicho rendimiento.

3.5.2.2. Evaluación del rendimiento

En esta sección se presentan los resultados de rendimientos obtenidos de cada presentación por cada batch fabricado, con lo que se podrá observar el grado de utilización de la maquinaria.

A continuación se presenta en las siguientes tablas los rendimientos calculados:

Tabla XXIII. Rendimiento llenado tubo

	Tubo 60 g			Tubo 120 g		
	Tubos / hora			Tubos / hora		
	Real	Estándar	Porcentaje	Real	Estándar	Porcentaje
Batch 1	1 000	1 080	92,59 %	500	1 020	49,02 %
Batch 2	961	1 080	88,98 %	682	1 020	64,76 %
Batch 3	---	---	---	937	1 020	91,86 %
Batch 4	---	---	---	882	1 020	86,47 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. Rendimiento llenado tarro

	Tarro 300 g			Tarro 500 g		
	Tarros / hora			Tarros / hora		
	Real	Estándar	Porcentaje	Real	Estándar	Porcentaje
Batch 1	795	720	110,42 %	346	420	82,38 %
Batch 2	631	720	87,64 %	365	420	86,90 %
Batch 3	500	720	69,44 %	417	420	99,29 %
Batch 4	666	720	92,50 %	---	---	---

Fuente: elaboración propia.

3.5.3. Aprovechamiento

El aprovechamiento es un indicador que permite determinar el uso óptimo de las materias primas y materiales que serán utilizadas para la elaboración de productos. El uso óptimo de los recursos favorece a que no haya aumento de los costos.

3.5.3.1. Cálculo de aprovechamiento

Para determinar el aprovechamiento se debe aplicar la siguiente ecuación:

$$\text{Aprovechamiento} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción teórica}} = \frac{\text{Material utilizado}}{\text{Material planificado}}$$

Con la cual se logra determinar si la cantidad de mezcla fabricada se utiliza óptimamente para llenar los envases establecidos de cada batch en la presentación de producto. También se calcula el grado de utilización de los materiales en el empaque secundario.

3.5.3.2. Grado de aprovechamiento

En este punto se presenta el grado de aprovechamiento de la materia prima para el llenado, así como de los materiales utilizados en empaque secundario, con lo cual se demuestra si existe un grado de desperdicio.

A continuación se presenta los resultados obtenidos por los cálculos realizados:

Tabla XXV. **Aprovechamiento de materia prima tubo**

	Tubo 60 g			Tubo 120 g		
	Producción total			Producción total		
	Real	Teórica	Porcentaje	Real	Teórica	Porcentaje
Batch 1	2 500	2 500	100 %	1 250	1 250	100 %
Batch 2	2 404	2 500	96,16 %	1 211	1 250	96,88 %
Batch 3	---	---	---	1 250	1 250	100 %
Batch 4	---	---	---	1 250	1 250	100 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Aprovechamiento de materia prima tarro**

	Tarro 300 g			Tarro 500 g		
	Producción total			Producción total		
	Real	Teórica	Porcentaje	Real	Teórica	Porcentaje
Batch 1	993	1 000	99,30 %	780	800	97,50 %
Batch 2	1 000	1 000	100 %	794	800	99,25 %
Batch 3	1 000	1 000	100 %	800	800	100 %
Batch 4	1 000	1 000	100 %	---	---	---

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Aprovechamiento material de empaque secundario por tubo**

Presentación	Cajas corrugadas		
	Real	Teórica	Porcentaje
60 g	274	278	98,56%
120 g	414	417	99,28%

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Aprovechamiento material de empaque secundario por tarro**

Material	Tarro 300 g			Tarro 500 g		
	Real	Teórico	Porcentaje	Real	Teórico	Porcentaje
Etiqueta	3 989	4 000	99,73%	2 396	2 400	99,83%
Banda Seguridad	3 983	4 000	99,58%	2 377	2 400	99,04%
Banda termoencogido	639	667	95,80%	393	400	98,25%
Caja Corrugado	112	112	100%	67	67	100%

Fuente: elaboración propia.

3.5.4. Productividad técnica

La productividad técnica establece el nivel de utilización (horas) de la maquinaria y equipos en relación con la producción obtenida, con el fin de conocer el grado de utilización de la capacidad instalada.

3.5.4.1. Cálculo de productividad técnica

Para conocer dicha productividad técnica se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Utilización de la capacidad instalada} = \frac{\text{Horas utilizadas a la semana}}{\text{Horas programadas a la semana}}$$

Se estableció anteriormente que la producción de pomada de las diferentes presentaciones se realiza en 2 semanas. Este indicador se aplica en tamizado, fabricación, llenado y codificado, donde se utiliza maquinaria para los procesos.

Debido a que los procesos no se aplican en las 2 semanas que está planificada la producción de las diferentes presentaciones, la productividad técnica se calcula por horas totales utilizadas de la maquinaria entre horas totales planificadas y no por horas semanales.

3.5.4.2. Nivel de productividad técnica

En esta sección se presentan los resultados obtenidos para conocer la utilización de la capacidad instalada. Como no están establecidas las horas programadas para utilizar la maquinaria, se considera para el presente estudio el horario de trabajo como planificado.

Tabla XXIX. **Resultados de nivel de productividad técnica**

Proceso	Horas utilizadas	Horas planificadas	Productividad
Tamizado	9,9	32	30,93 %
Fabricación	61,5	59	104,24 %
Llenado	24,6	54	45,52 %
Codificado	22,0	32	68,75 %

Fuente: elaboración propia.

3.6. Eficiencia total de planta

La eficiencia de planta determinó la capacidad de la planta en su totalidad; además, con el resultado se logra establecer el tiempo productivo y el tiempo improductivo. Todo ello se expresa por día laboral. Si se presenta mayor tiempo utilizado según la actividad programada, quiere decir que existen problemas para producir la demanda requerida; ahora, si la producción resulta menor sobre la capacidad técnica, existe una baja eficiencia del personal.

3.6.1. Cálculo de la eficiencia total de planta

Para el cálculo de la eficiencia total de la planta se aplica la siguiente ecuación:

$$\text{Eficiencia total} = \frac{\text{Horas utilizadas} * \text{producción efectiva diaria}}{\text{Horas programadas} * \text{capacidad técnica actual}}$$

Como se observa en la ecuación, según los datos que pide para dicho cálculo, el indicador aplica en el llenado de envases. Es ahí donde se logra apreciar dicha eficiencia; dado que el llenado se realiza en 6 días entre las dos

semanas que se tiene planificada la producción, solo se tendrán 6 datos. La ecuación no se aplicará como se presenta, dado que no se planifica la cantidad de horas para el llenado. Derivado de esto, se tomará las utilizadas como planificadas y la capacidad técnica será la producción realizada en ese tiempo; de esa forma, se tendrá el resultado apropiado acorde a como se realiza la producción. Esto se realiza ya que la planificación de producción diaria se debe culminar, dado que la mezcla no se puede dejar reposar para el día siguiente ya que afectará la consistencia, calidad y la manipulación de la misma.

3.6.2. Evaluación de eficiencia de planta

En este punto se presenta la eficiencia de planta calculada en los días que se realizó el llenado, denotando con esto la utilización de la capacidad del laboratorio de producción.

A continuación se presenta en la tabla el nivel de eficiencia logrado por día, del llenado de cada presentación:

Tabla XXX. Resultados de eficiencia total de planta

Fecha	Horas programadas	Capacidad técnica	Horas utilizadas	Producción diaria	Eficiencia de planta
16/05/2017	5	5 400	5	4 904	90,81 %
17/05/2017	6,33	6 460	6,33	4 961	76,80 %
18/05/2017	2,83	2 040	2.83	1 993	96,66 %
19/05/2017	3,5	2 520	3,5	2 000	79,37 %
22/05/2017	4,33	1 820	4,33	1 572	86,48 %
23/05/2017	1.92	805	1,92	800	99,38 %

Fuente: elaboración propia.

3.7. Eficiencia global de equipos (OEE)

Esta herramienta permite medir la eficiencia productiva de la maquinaria utilizada. Es un único indicador que evalúa diferentes aspectos que puedan afectar la producción, los tres puntos claves que analiza el OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) en la disponibilidad, rendimiento y calidad.

$$\text{OEE} = \% \text{ disponibilidad} \times \% \text{ rendimiento} \times \% \text{ calidad}$$

3.7.1. Indicadores del OEE

Para gestionar los tres parámetros importantes se debe considerar elementos sumamente importantes, los cuales servirán para el cálculo de cada uno.

Para determinar cada uno de los indicadores se realizará el proceso de llenado, donde se podrá calcular dichos aspectos que evalúan la efectividad de la máquina. Como el llenado se realizó en 6 días, el análisis de la eficiencia global de equipos se realizó del 16/05/2017 al 23/05/2017.

3.7.1.1. Disponibilidad

Este aspecto determina el tiempo que ha estado en funcionamiento la máquina con respecto al tiempo planificado. El objetivo principal es obtener un porcentaje de rendimiento alto, con lo que se tiene mínimas paradas que afecten el tiempo establecido para la producción.

3.7.1.1.1. Cálculo de disponibilidad

Para calcular la disponibilidad de la máquina para su funcionamiento se toma en cuenta los paros programados y no programados, los cuales se mencionaron con anterioridad en el inciso 3.2.1.3 de este capítulo, por lo que se realiza la siguiente fórmula para su cálculo:

$$\% \text{ Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo total} - \text{paros programados y no programados}}{\text{Tiempo total}} \times 100$$

Tiempo total: es el tiempo en que permanece la máquina en funcionamiento.

Paros programados y no programados: se considera el conjunto de tiempo en que la máquina deja de producir.

Como dato importante, la jornada de trabajo es de lunes a viernes de 8:00 a 17:00 horas.

En la línea se tiene contempladas actividades que son indispensables, por lo que para determinar la disponibilidad real se considera el tiempo de dichas actividades, las cuales se mencionan a continuación:

Tabla XXXI. **Actividades obligatorias del proceso (minutos)**

	16/05/2017	17/05/2017	18/05/2017	19/05/2017	22/05/2017	23/05/2017
Arranque del área	20	15	25	15	20	20
Armar maquina	25	20	32	25	35	30
Calentar sistema	10	12	10	10	10	10
Autorización C.C.	45	55	25	30	30	20
Despeje del área	60	30	70	40	60	60
Total	160	132	162	120	155	140

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. Paros programados y no programados (minutos)

	16/05/2017	17/05/2017	18/05/2017	19/05/2017	22/05/2017	23/05/2017
Esperar mezcla	55	53	138	80	45	130
Cambio de batch	5	60	95	110	130	0
Paro por reunión	---	35	---	---	---	---
Total	60	148	233	190	175	130

Fuente: elaboración propia.

Se presenta en la siguiente tabla el tiempo total de operación por cada día, que servirá para calcular el tiempo disponible en el área de llenado por cada día de producción.

Tabla XXXIII. Tiempo total por día (minutos)

Fecha	Tiempo Total
16/05/2017	525
17/05/2017	660
18/05/2017	580
19/05/2017	540
22/05/2017	590
23/05/2017	385

Fuente: elaboración propia.

3.7.1.1.2. Estimación de disponibilidad

En este inciso se hablará de los porcentajes obtenidos de la disponibilidad del área de llenado para la producción establecida, con lo cual ayudará a determinar qué aspectos es necesario mejorar para aumentar la disponibilidad del área.

Tabla XXXIV. **Resultado de disponibilidad por día**

Fecha	Disponibilidad
16/05/2017	57,14 %
17/05/2017	57,58 %
18/05/2017	29,31 %
19/05/2017	38,89 %
22/05/2017	44,07 %
23/05/2017	29,87 %

Fuente: elaboración propia.

3.7.1.2. Eficiencia de rendimiento

La eficiencia de rendimiento nos representa la producción obtenida de la máquina comparada con la producción nominal o teórica, la cual se puede obtener con la velocidad de diseño estipulada por el fabricante o por la establecida por la empresa mediante un estudio. Esto se debe establecer dependiendo el producto, presentación y formato.

3.7.1.2.1. Cálculo de eficiencia de rendimiento

Para el cálculo del rendimiento se debe establecer la capacidad nominal, la cual es indispensable saber para determinar la producción de la máquina, comparado con lo que teóricamente se debería haber producido en el tiempo de operación.

A continuación se presenta la fórmula a utilizar para el cálculo del rendimiento.

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción teórica}} \times 100$$

Producción real: es el total de unidades producidas en el tiempo real de operación.

Producción teórica: es la producción esperada en el tiempo de operación según la capacidad nominal.

Tabla XXXV. **Producción teórica y real**

Fecha	Tiempo operación (hora)	Producción teórica	Tiempo real (hora)	Producción real
16/05/2017	5	5 400	4,6	4 904
17/05/2017	6,33	6 460	5,90	4 961
18/05/2017	2,83	2 040	2,5	1 993
19/05/2017	3,5	2 520	3,16	2 000
22/05/2017	4,33	1 820	4	1 572
23/05/2017	1,92	805	1,83	800

Fuente: elaboración propia.

3.7.1.2.2. Evaluación de rendimiento

En esta parte se presentan los resultados del rendimiento de los días de estudio. Debido a microparadas y variaciones de velocidad, se observa diferentes porcentajes en cada día.

Tabla XXXVI. **Resultado de rendimiento por día**

Fecha	Rendimiento
16/05/2017	92,00 %
17/05/2017	93,21 %
18/05/2017	89,29 %
19/05/2017	90,29 %
22/05/2017	92,38 %
23/05/2017	95,31 %

Fuente: elaboración propia.

3.7.1.3. Calidad

El indicador de calidad establece el grado o la cantidad de producto aceptable que cumple con los requerimientos de calidad establecidos en relación con el total elaborado. El objetivo principal es evitar el reprocesos, rechazos de productos inconformes.

3.7.1.3.1. Pérdidas por calidad

Las pérdidas se pueden dar por diferentes factores, en los cuales el producto no se ajusta a los estándares establecidos. A continuación se presenta las pérdidas por calidad observadas en la producción.

3.7.1.3.2. Producto inconforme en proceso

Esta inconformidad del producto se presenta durante el tiempo de producción de cada batch, en el cual se revisa el producto para establecer que cumpla con la calidad deseada.

Los puntos por evaluar de cada unidad:

- Que envase tenga abolladuras
- Que llenado no se encuentre en el rango establecido
- Que encuentre manchado

3.7.1.3.3. Producto reprocesado

Se refiere a todo producto que, durante el proceso, se descarta por incumplimiento de requerimientos. Al finalizar la producción de cada batch se reprocesa para convertirlo en aceptable y pueda ser utilizado.

Este punto no es auditable dado que el reproceso se toma como falta al cumplimiento de calidad de los productos. Únicamente será aceptado realizar un reproceso en casos especiales, si este no afecta a la calidad del producto y al haber pasado por una evaluación previa para determinar si existen riesgos al realizarlo. De aprobar el reproceso se realiza mediante un procedimiento definido y autorizado. Deberá ser registrado y colocarle un nuevo número de batch al producto reprocesado.

3.7.1.3.4. Producto final rechazado

La calidad de los productos se verifica en cada proceso; por ello, en el empaque secundario se verifica el producto para establecer que no hayan pasado unidades inconformes, las cuales no fueron detectadas en los procesos anteriores y así descartarlos.

3.7.1.3.5. Cálculo de calidad

El conocer la calidad que se maneja en la línea de producción es indispensable, dado que presenta a qué grado se cumple con la calidad de los productos. Por ello se utiliza la siguiente ecuación para dicho cálculo:

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Unidades conformes}}{\text{Unidades planificadas}} \times 100$$

Las unidades conformes: son todas unidades aceptables de la producción realizada.

Las unidades planificadas: es el total esperado de unidades elaboradas en un tiempo dado.

3.7.1.3.6. Nivel de calidad

En esta parte se presenta el nivel de calidad alcanzado en la producción de pomada cada día, en el cual se ve involucrada la efectividad de aplicar los procedimientos, equipos y los recursos en el proceso.

Tabla XXXVII. **Nivel de calidad por día**

Fecha	Rendimiento
16/05/2017	98,08 %
17/05/2017	99,10 %
18/05/2017	99,65 %
19/05/2017	100 %
22/05/2017	98,38 %
23/05/2017	100 %

Fuente: elaboración propia.

Con los resultados obtenidos por parte de la disponibilidad, rendimiento y calidad se procede a calcular la eficiencia general del equipo, con lo que se podrá observar el desempeño del equipo utilizado en la producción.

Tabla XXXVIII. **Resultados del OEE**

Fecha	OEE
16/05/2017	51.56%
17/05/2017	53.19%
18/05/2017	26.08%
19/05/2017	35.11%
22/05/2017	40.05%
23/05/2017	28.47%

Fuente: elaboración propia.

3.8. Mantenimiento

Toda maquinaria debe tener su programa de mantenimiento en el cual se especifique lo que se debe realizar y cada cuánto tiempo, para mantener óptima la maquinaria y no se presenten fallas, ya que ello producirá un aumento del tiempo estipulado de producción. Todo lo relacionado con el mantenimiento, limpieza y uso de equipos se rige bajo el RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano) 11.03.42:07 Productos Farmacéuticos. Medicamentos de uso humano. Buenas Prácticas de Manufactura para la Industria Farmacéutica, en el inciso 9 donde se refiere específicamente de ello.

El gerente de operaciones es la persona encargada del programa de mantenimiento del equipo e instalaciones. Dicho programa se realiza por año, donde se especifica por mes la maquinaria y equipo a los que se les realizará el mantenimiento. No debe presentar algún riesgo para la calidad de los productos; además, se presenta un presupuesto de los componentes que deben ser

reemplazados dado el desgaste que presentan por su uso. Se cuenta con manuales para cada equipo en donde especifica de forma clara las instrucciones de uso como las precauciones para su operación, lo cual es fundamental ya que el buen manejo del equipo reduce el riesgo de fallas.

3.8.1. Diagnóstico de la maquinaria

Se analiza la maquinaria para conocer las condiciones en que se encuentra, con lo que se determina si es necesario realizar un cambio de mecanismo o de maquinaria si la situación fuese crítica. El diagnóstico se debe realizar al finalizar cada día, cuando el operario termine con la limpieza de su área y de la maquinaria utilizada, con lo cual informará si existe algún inconveniente para darle solución.

3.8.2. Registro del mantenimiento

El mantenimiento preventivo, la limpieza y sanitización de los equipos están debidamente realizados por los procedimientos establecidos. Se lleva un registro por escrito de cada uno de ellos, como lo establece el reglamento. Con el mantenimiento correctivo no existe documento donde establezca qué solución se aplicó a fallas presentadas en la maquinaria; por ello es indispensable contar con un registro de fallas detectadas para así determinar cuál de ellas se presenta con mayor frecuencia en la máquina y poder eliminar o reducir al máximo dicha causa. El registro es de apoyo para el gerente de operaciones, quien es el encargado de planificar el mantenimiento.

3.8.3. Mantenimiento autónomo

Los operarios están en la obligación, antes de iniciar cualquier proceso, de verificar si la limpieza del área fue realizada por el operario que estuvo antes ahí.

Luego, debe realizar la limpieza en su área de trabajo (pared, techo y equipo si se utiliza) antes de iniciar sus actividades diarias. Al finalizar debe despejar el área y dejar limpio el lugar y el equipo de trabajo. Deben registrar la limpieza realizada en etiquetas firmadas por el supervisor de calidad cuando haya verificado la limpieza del área y colocarlo en la puerta para un mayor control. La limpieza es una actividad indispensable que todo operario debe realizar en el área que vaya a utilizar, con lo que se evita la contaminación y se obtiene producto de calidad.

3.8.4. Mantenimiento planificado

Este mantenimiento se realiza conjuntamente con el gerente de operaciones, quien se encarga de planificar el programa de mantenimiento cada año de las instalaciones y equipos en la empresa y coordina al personal encargado de realizar dichas actividades cada día. Para establecer cada cuánto tiempo se realiza el mantenimiento de la maquinaria como del equipo se toma en cuenta la frecuencia con que se utiliza, como lo establecido por el fabricante según su tiempo de uso.

3.9. Costos

Los costos adicionales en la producción son generados por diferentes causas, afectando así grandemente a la empresa, lo que es indispensable determinarlos.

3.9.1. Costo por desperdicio

Es un tipo de costo que sucede a menudo en toda industria. Se contemplan materiales que fueron utilizados en la elaboración de pomada para bebé y la

cantidad exacta por utilizar; pero como en toda producción, existen desperdicios debido a mal manejo por parte del personal y pruebas de máquina.

Se determinó que existe desperdicio en empaque secundario de tarro por realizar pruebas de quemado con la máquina de termoencogido. Para determinar la cantidad monetaria en relación a la cantidad de material desperdiciado se presenta el costo por unidad de cada uno de ellos:

Banda termoencogido etiqueta	Q 0,20
Banda termoencogido tapa	Q 0,08
Banda termoencogido paquetera	Q 0,35
Caja corrugada	Q 6,00

Según información del master de empaque secundario, con respecto a banda de etiqueta se tiene un desperdicio de 15 unidades, lo cual genera un costo de Q 3,00. Ahora, con la banda de seguridad tapa, el desperdicio es de 40 unidades, con lo que se tiene un costo de Q 3,20. Por último, en banda paquetera el desperdicio es de 35 unidades, lo cual es equivalente a Q 12,25.

En total el desperdicio es de 90 unidades en combinación de los 3 tipos de termoencogido que se utilizan para el empaque secundario. Con ello se contempla un costo total por desperdicio de Q 18,45.

3.9.2. Costo por reproceso

Es el costo que se incurre en el uso extra de la maquinaria. Por sus materiales pueden ser sometidos al proceso nuevamente, con lo que se espera obtener productos aceptables para ser comercializados.

En la línea de pomada no se presenta ningún reproceso de productos, dado que es una falta a los estándares de calidad establecidos. Como se mencionó en el inciso 3.7.1.3.1.2 de este capítulo, solo en casos especiales se realiza reproceso; por ello no se contempla ningún costo.

3.9.3. Costo por calidad del producto

Es el dinero destinado para obtener la calidad de los productos fabricados para el cumplimiento del cliente. Garantizar la calidad de cualquier producto es responsabilidad de cada departamento de la empresa, con participación y compromiso en todo momento. Específicamente en el laboratorio de producción se cuenta con un supervisor del departamento de calidad, quien verifica y autoriza que los procedimientos establecidos en el master se cumplan en su totalidad; además, que el producto cumpla con las especificaciones establecidas. También se encarga de tomar una muestra del producto por cada batch fabricado, de la cual microbiología realiza pruebas que aprueben calidad del producto. La persona encargada se rige bajo la normativa RTCA 71.03.45:07 Productos cosméticos. Verificación de calidad. Asimismo, con el cumplimiento con las buenas prácticas de manufactura por parte de los trabajadores se logra la inocuidad del producto.

3.9.4. Costo por mano de obra

La utilización del factor humano es fundamental ya que de él depende cumplir con los objetivos de producción con personal calificado en cada área. Se analiza el costo indirecto de mano de obra, por lo cual se calcula el monto monetario por horas extras trabajadas de cada operario para cumplir el trabajo diario establecido, con lo que se presenta más adelante a cuánto asciende en

términos monetarios. No se utilizará datos propios de la empresa sino más bien se tomará de referencia información del Ministerio de Trabajo para dar un estimado; considerando que la jornada es ordinaria, el pago por día es de Q 10,86, entonces, el pago por hora extra es del 50 % del pago diario, por lo que la hora extra es de Q 16,29.

Se presenta a continuación las horas extras utilizadas por cada área y la cantidad de operarios:

Tabla XXXIX. **Horas extra por área y número de operarios**

Área	Hora extra	# operarios
Fabricación	11	1
Limpieza	5	2
Llenado	5	1
E. primario	9	2
E. secundario	6	2

Fuente: elaboración propia.

Conociendo que la producción se realiza en 2 semanas, se presenta a continuación el total a pagar por las horas extras utilizadas por los operarios para culminar la producción. Con la información de la tabla anterior se estima que el monto a pagar es de Q 912,24.

3.9.5. Costo de materia prima

La materia prima es el recurso esencial en la elaboración de un producto, por lo que gestionar materia prima de calidad a un buen precio genera beneficios para la empresa, tanto en lo financiero como en la calidad del producto. La materia prima utilizada proviene de proveedores aprobados; es decir, que

cumplen con las especificaciones descritas por parte del laboratorio. Por privacidad de la empresa no se presentan cantidades monetarias con respecto al costo de materia prima. Al realizar el estudio se observó que utilizan la cantidad exacta de lo que pide la orden de producción. Se puede decir que no se contempla costo adicional de materia prima utilizada, puesto que se rigen por la cantidad especificada en la fórmula maestra.

4. IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTA

4.1. Análisis de los tiempos obtenidos

Los tiempos medidos de las actividades ejecutadas por el personal en la fabricación de pomada para bebé en cada área, son analizados. Se determinó con las actividades que requieren mayor tiempo de fabricación con metodología actual, tomando en cuenta todo lo observado en la línea, que será fundamental para determinar los elementos que aumentan a la producción.

Se debe tener presente que si una actividad contempla un tiempo alto no significa que sea el problema, ya que una actividad con menor tiempo puede ser el problema, dependiendo los diversos factores.

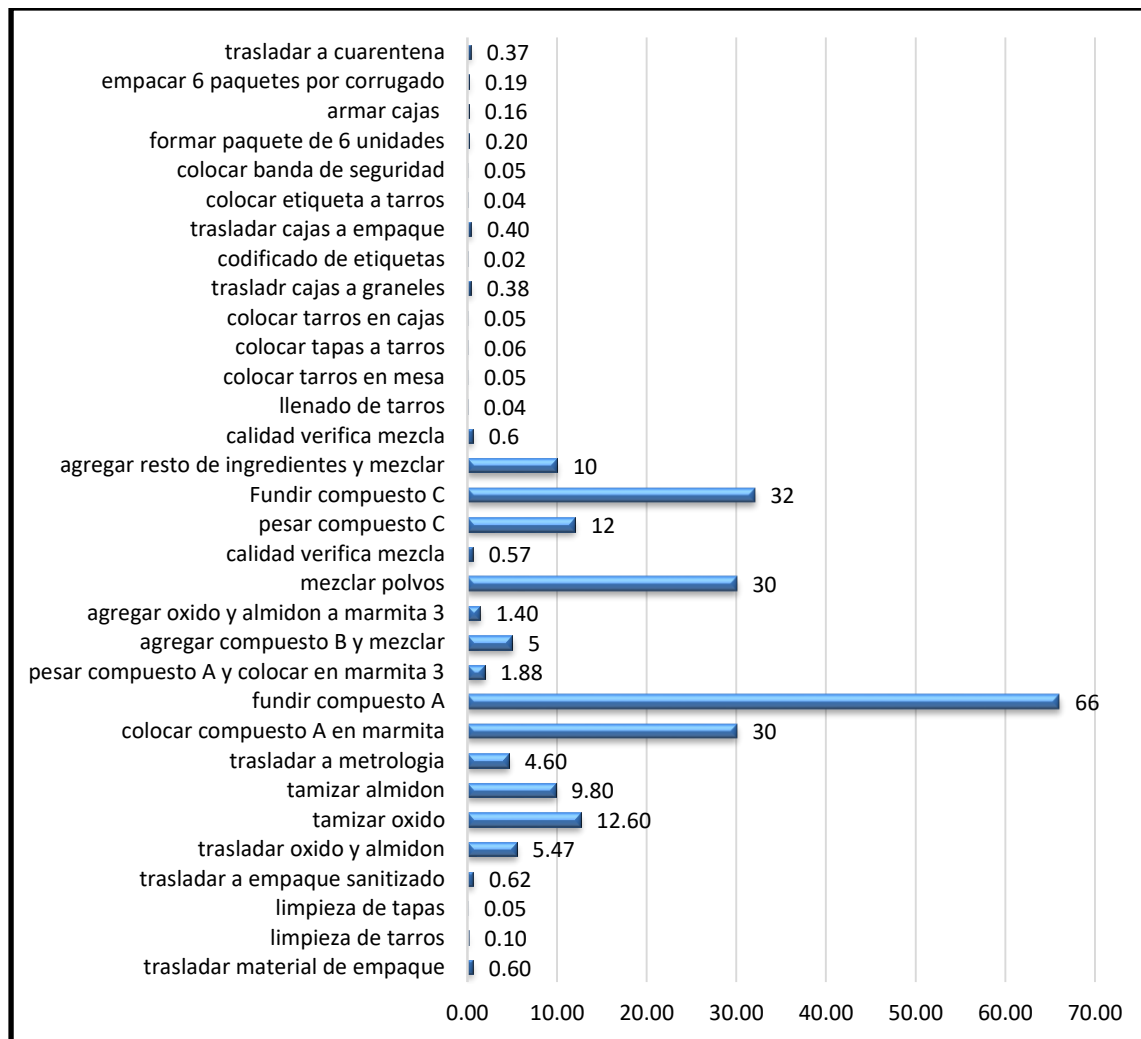
4.1.1. Comparación de tiempos medidos con registro de tiempos

Como se estableció en el capítulo 2 inciso 2.6 estudio de tiempo actual, no se contempla con tiempo de estudio realizado, debido a que los tiempos tomados por la empresa son para el reporte de línea y no para un estudio como tal. Para comparar con los datos obtenidos al analizar los diferentes procesos en la fabricación de pomada para bebé. A consecuencia de ello no se logra determinar cuál es la variación de los tiempos entre cada producción.

4.1.2. Análisis gráfico de tiempos

Se presenta un gráfico de los tiempos estándar del estudio en donde se observa cada una de las actividades, la tendencia de los tiempos y las actividades que provocan cuellos de botella a lo largo de la fabricación de pomada para bebé.

Figura 28. Grafica de tiempos del proceso (minutos)



Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la figura 28, la mayor parte de las actividades requieren de tiempo mínimo de ejecución. Existen actividades que requieren de mayor tiempo, como la fundición del compuesto A con 66 minutos aproximadamente; la fundición del compuesto C y mezclado de polvos que de igual forma requieren de mayor tiempo, el cual es de 32 y 30 minutos, respectivamente. Dichas actividades pertenecen al proceso de fabricación.

Se puede decir que el proceso de fabricación se determina como el cuello de botella en la elaboración de pomada por el tiempo que se necesita en la fabricación de pomada para bebé, debido a que solo se cuenta con una marmita de 450 kg, donde se realiza el mezclado de todos los compuestos. Se requiere finalizar el llenado de un batch para tener disponible dicha marmita y fabricar la pomada para bebé del siguiente batch por producir. Con ello se tiene un tiempo aproximando de 115 minutos de espera para iniciar el llenado del siguiente batch.

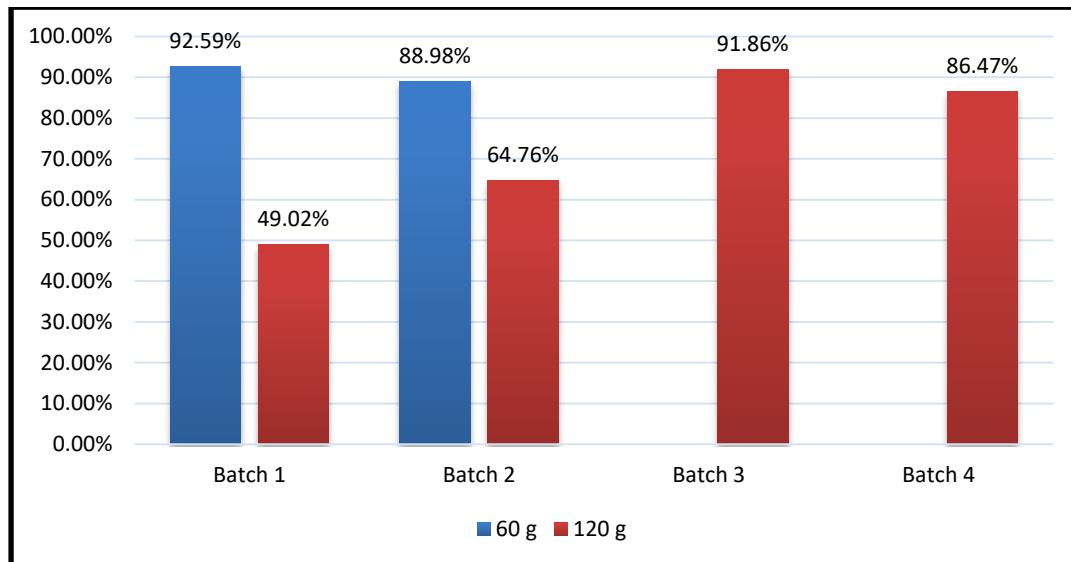
4.2. Análisis estadístico de productividad

En esta sección se presenta los resultados obtenidos del rendimiento, aprovechamiento y eficiencia, realizados en el capítulo 3 del inciso 3.5 indicadores de productividad. Se comparan dichos resultados con las diferentes presentaciones producidas (tubo y tarro), se observa la variación que existe entre cada batch.

4.2.1. Interpretación del rendimiento

Se presenta el porcentaje del rendimiento obtenido por cada batch de producción, al realizar el llenado de la presentación de tubo y tarro.

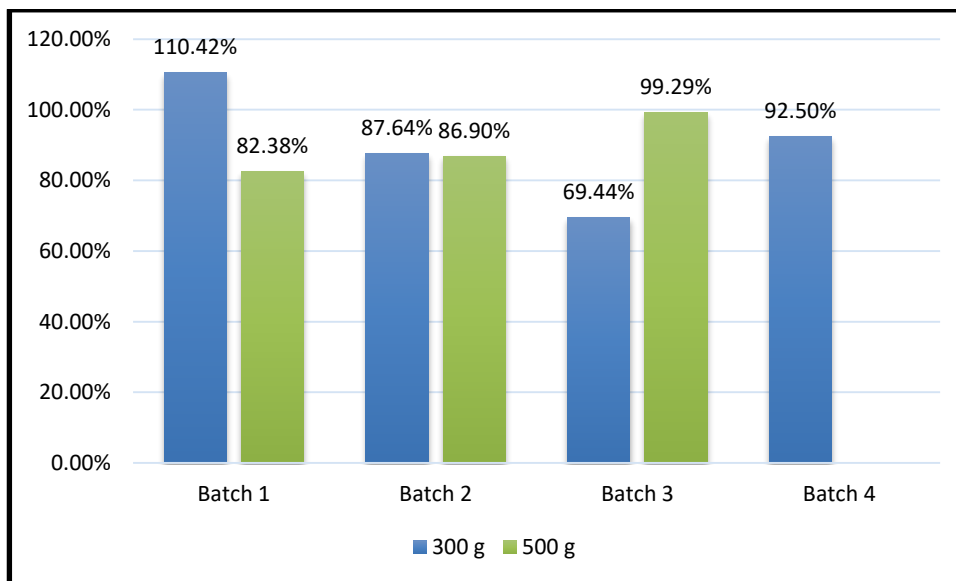
Figura 29. Rendimiento llenado de tubo



Fuente: elaboración propia

Se presenta un bajo rendimiento en el primer y segundo batch del llenado de 120 g, debido que al realizar un paro del llenado por limpieza de la banda transportadora, como por falta de material de empaque por utilizar (tubo y tapa), se presenta un incremento considerable en el tercer y cuarto batch debido a que se evitó el uso de la banda transportadora, la cual ensuciaba los tubos al colocarlos en ella. En el llenado de 60 g se observa un buen rendimiento en el batch 1 y 2, presentando un 92.59 % y 88.98 %, respectivamente. El restante se debe a tiempo perdido por falta de material de empaque (tubo y tapa). Según la velocidad establecida se tiene un buen rendimiento, a excepción del batch 1 y 2 de la presentación de 120 g.

Figura 30. Rendimiento llenado de tarro



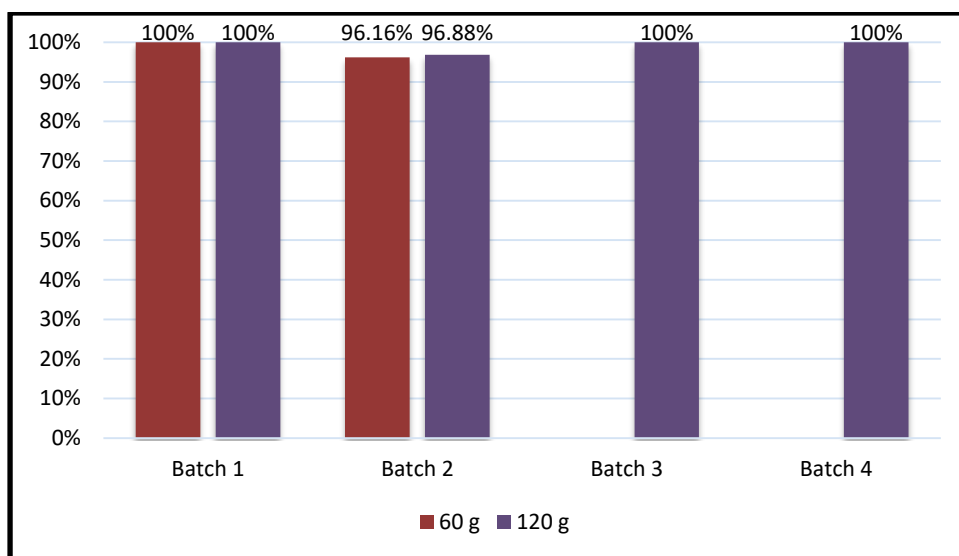
Fuente: elaboración propia.

Se presenta en la figura 30 un buen rendimiento por parte de la máquina llenadora dado que se encuentra por encima del 80 % a excepción del tercer batch de la presentación de 300 g que muestra un 66,44 %, el cual se puede considerar como regular en comparación con los demás. En el primer batch de 300 g se observa un rendimiento de más del 100 %, esto quiere decir que el llenado se trabajó por encima de la velocidad establecida, por lo que se logró finalizar en un menor tiempo, pero esto generó la aparición de burbujas en la pomada. Esto no se considera aceptable y en empaque primario se procedió a eliminarlas, por ello en los demás batch se fue variando la velocidad para evitar dicho problema. .

4.2.2. Interpretación del aprovechamiento

A continuación se presenta el grado de aprovechamiento de la materia prima en llenado y de los materiales utilizados en empaque secundario.

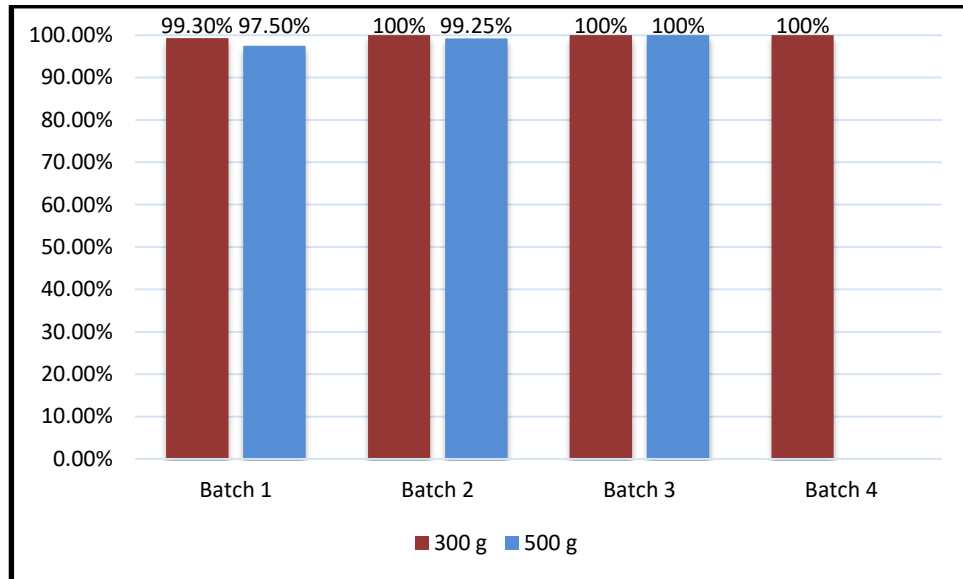
Figura 31. Aprovechamiento en llenado de tubo



Fuente: elaboración propia.

Se presenta un excelente aprovechamiento de la mezcla utilizada en el llenado como se muestra en la figura 31. Dado que el dato menor observado es mayor al 95 %, solo en el batch 2 de las dos presentaciones no se logró culminar con la cantidad de tubos establecido en el master. Esto sucedió por la velocidad que se manejó, lo cual provocó una falta de precisión por parte del operario y desperdicio de cierta cantidad de pomada para bebé. También por la calibración de la máquina ya que se observó variación en el flujo durante el proceso.

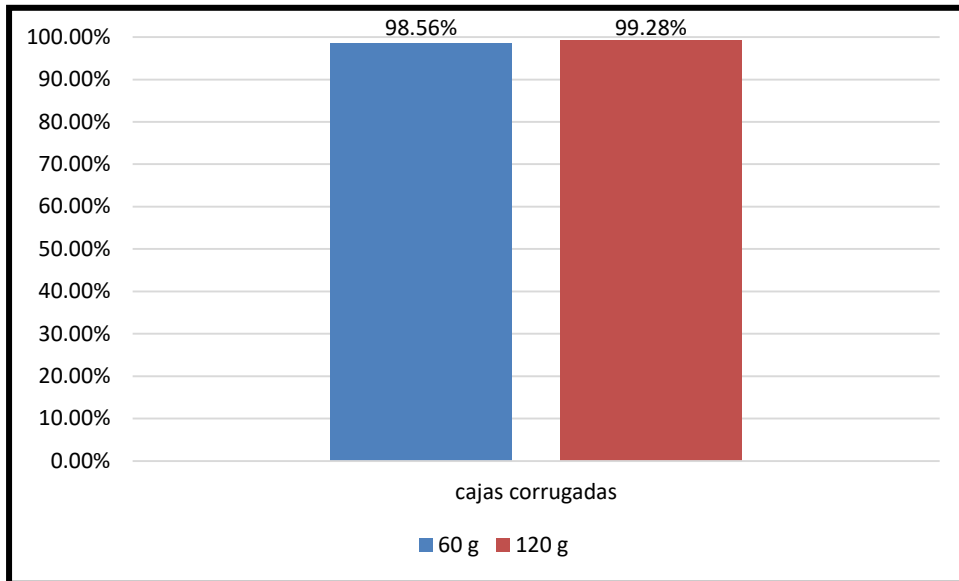
Figura 32. **Aprovechamiento en llenado de tarro**



Fuente: elaboración propia.

Se observa un excelente aprovechamiento en el llenado de tarro. El motivo por el cual no se logró el 100 % de llenado en el batch 1 y 2 de las dos presentaciones es por la calibración, dado que la cantidad de pomada para bebé que debe contener cada recipiente no se encuentra en el rango establecido. Esto sucede por el movimiento del pistón que afecta la calibración establecida en la máquina.

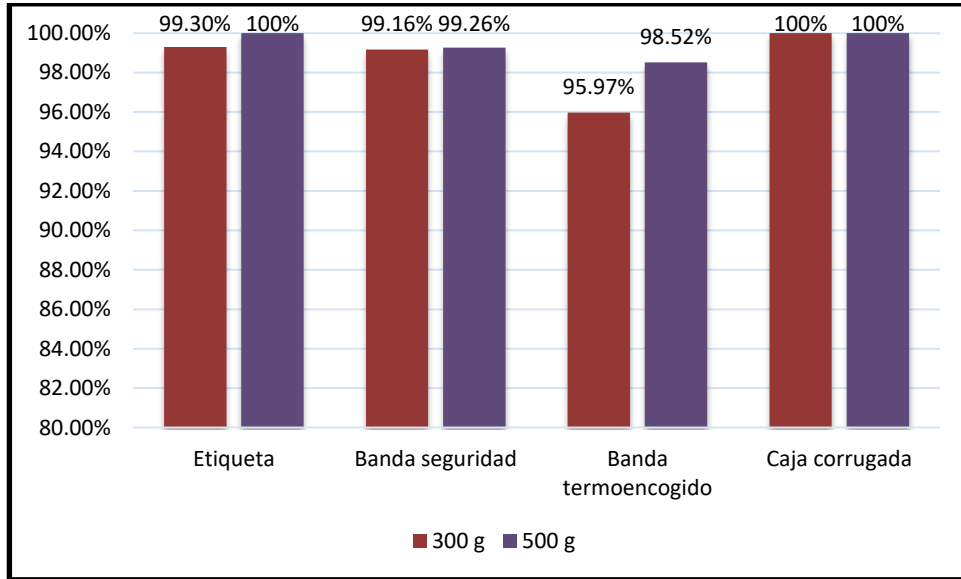
Figura 33. **Aprovechamiento en empaque secundario tubo**



Fuente: elaboración propia.

No se utilizó la cantidad teórica de cajas corrugadas, debido que hizo falta producto por empacar. Esto se debió a que por no culminar la cantidad establecida en el llenado por inconvenientes de calibración, no se descartó cajas corrugadas porque se encontraban en buenas condiciones con la información debida.

Figura 34. **Aprovechamiento en empaque secundario tarro**



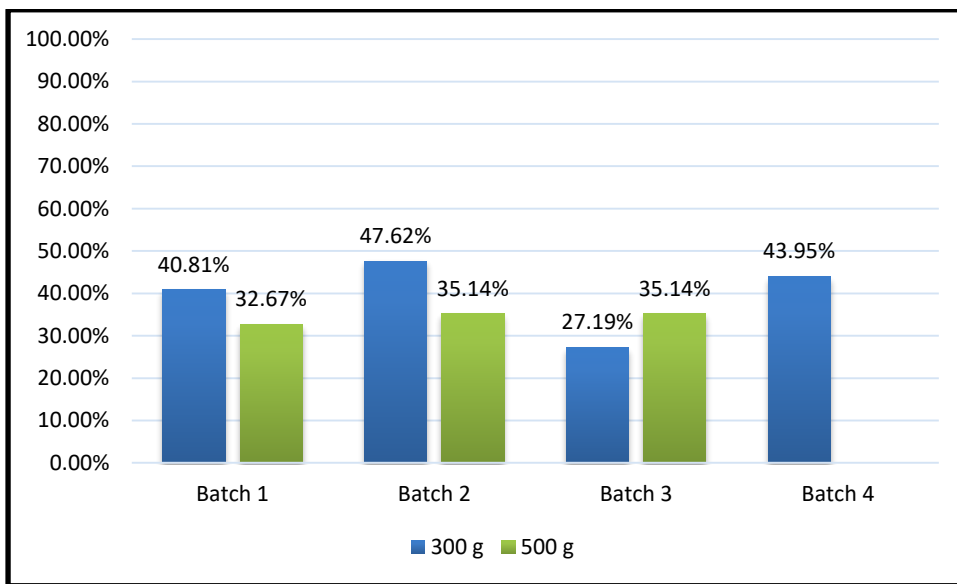
Fuente: elaboración propia.

En la figura 34 se observa un bajo aprovechamiento del material de empaque, de etiquetas, banda de seguridad y banda paquetera, en donde se observa desperdicio de los materiales dado que no cumplen con el estándar de calidad que debe presentar cada uno de ellos al pasar por el túnel de termoencogido. Se solicita a bodega material adicional para finalizar con el empaque secundario. Quiere decir que no se utiliza la cantidad teórica del material establecido en el master de producción.

4.2.3. Interpretación de eficiencia

Se presenta la eficiencia obtenida de la mano de obra al realizar las diferentes actividades de los procesos establecidos en la línea.

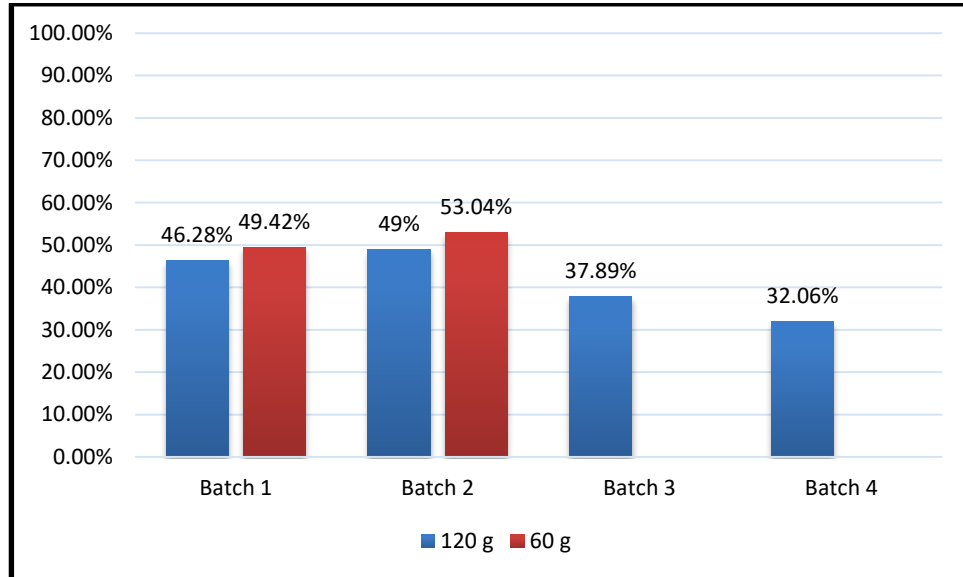
Figura 35. Eficiencia codificado de tarro



Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la figura 35, la codificación de etiquetas para tarro en ninguno de los batch pasa del 50 %, por lo que se considera deficiente la labor del operario. Esto quiere decir que no se cumplió el proceso en el tiempo óptimo, según el ritmo de producción determinado, que es de 35 etiquetas por minuto. Esto se debió a tiempo requerido aproximadamente de 25 minutos para contar las etiquetas codificadas de cada batch, como también por inconvenientes por colocar etiqueta en banda transportadora, lo cual generó cierto atraso.

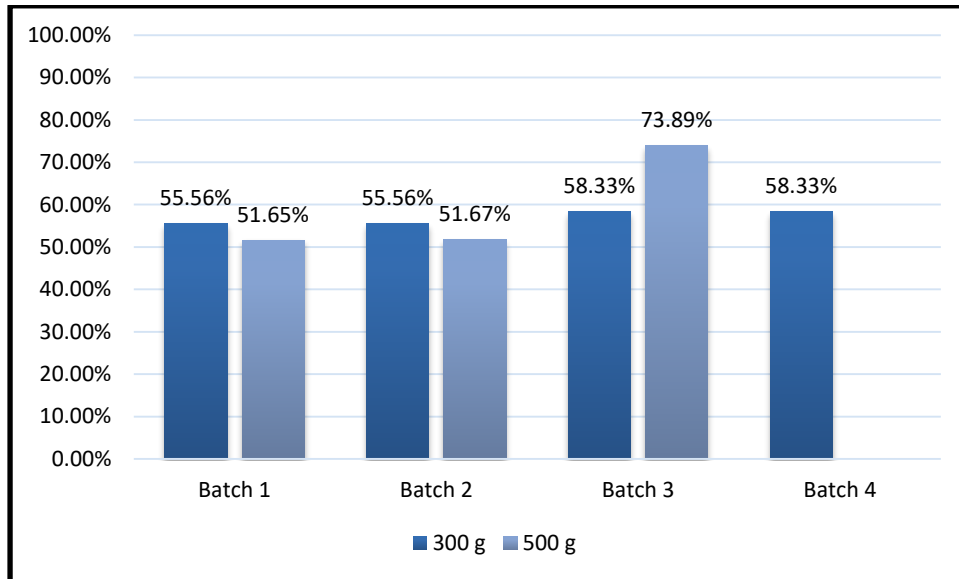
Figura 36. Eficiencia codificado de tubo



Fuente: elaboración propia.

Para el codificado de 60 g y 120 g se determina deficiente el trabajo del operario, debido a que solo un batch se encuentra por encima del 50 %; aun así es muy bajo, como se observa en la figura 36. Esto se debe al tiempo requerido por tomar cierta cantidad de tubos de las cajas para colocarlos en la banda transportadora. Dicha acción el operario la realiza frecuentemente; así también, se observa demora por falta de cajas, donde se coloca los tubos codificados, debido a que no cuentan con suficientes cajas y por ello el codificado se atrasa. Entonces debe esperar a que el operario que realiza el embalaje desocupe las cajas y reanudar con el proceso. El tamaño del área afecta grandemente, ya que es demasiado angosto teniendo en cuenta que la máquina ocupa gran parte del espacio, lo cual dificulta el proceso.

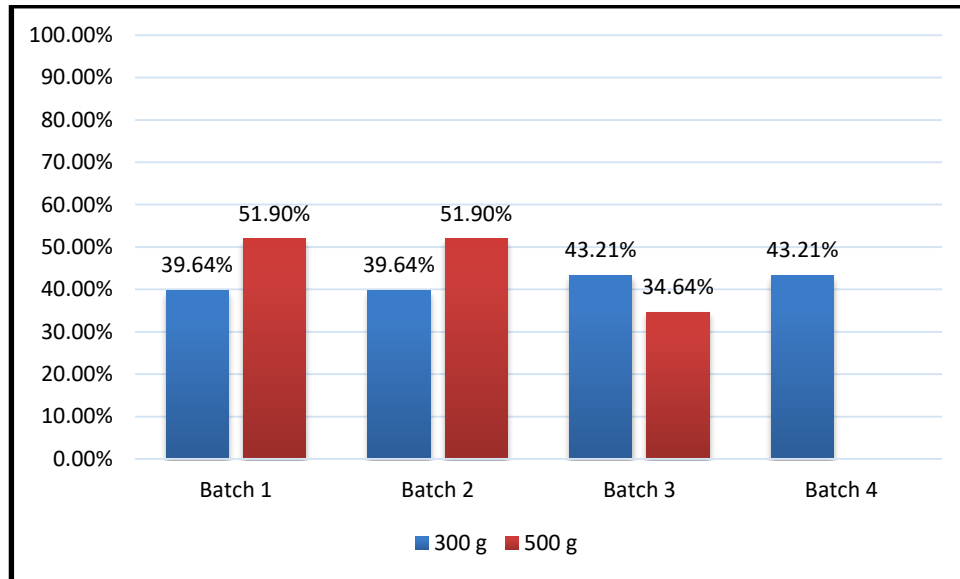
Figura 37. Eficiencia sanitización de tarro



Fuente: elaboración propia.

Se contempla una eficiencia entre 50 y 75 % en la mayoría de los batch, como se aprecia en la figura 37. Se debe a que el área de sanitización es angosta como el área de codificado; por ello, al tener una cierta cantidad de tarros sanitizados, se les debe llevar al área de empaque sanitizado, así se tendrá espacio para seguir trabajando con comodidad. En ocasiones se necesita de mayor tiempo para la limpieza de varios tarros, debido que el material de empaque primario debe cumplir con los estándares de calidad para ser almacenado. Por tanto, se aumenta el tiempo para finalizar el batch y también se da un aumento para finalizar, por llevar nuevos tarros a limpieza debido a los descartados por incumplimiento a los parámetros y colocar los tarros en las bolsas. Se asignó personal nuevo a dicho proceso por lo que se ve reflejado en la baja eficiencia.

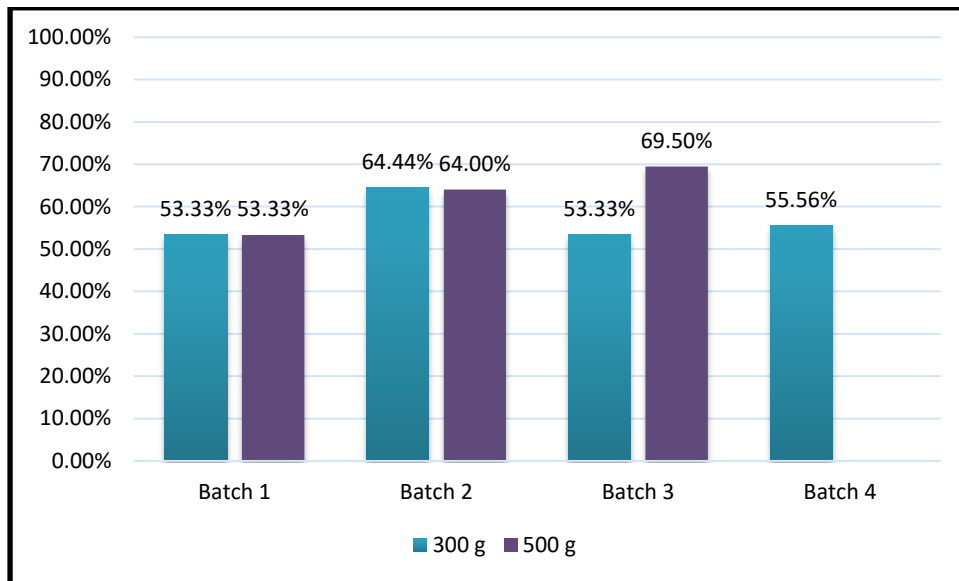
Figura 38. Eficiencia sanitización tapa



Fuente: elaboración propia.

La actividad es realizada en la misma área en donde se sanitizó los tarros, por lo que se presenta el mismo problema por poco espacio del área. En la figura 38 refleja una baja eficiencia por parte del trabajador, dado que la mayoría de los batch están por debajo del 50 %. Esto se debe a que en la duración por batch se contempla tiempo por colocar las tapas en bolsas plásticas y trasladarlas a material de empaque sanitizado para despejar el área y poder seguir trabajando. También se necesita un mayor tiempo para la limpieza de algunas tapas para ser aprobadas, por lo que aumentó el tiempo de batch, tiempo por llevar nuevas tapas al área debido a que algunas no cumplen con la calidad esperada y de esa forma completar el batch. De igual forma, se asignó al mismo personal para la tarea a realizar, por lo que al no tener experiencia se observa dicha deficiencia.

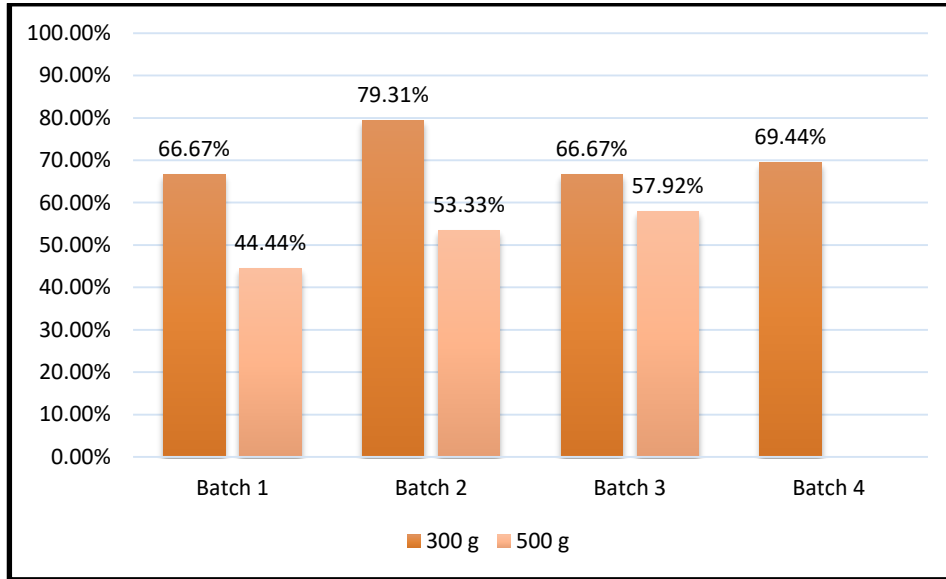
Figura 39. Eficiencia etiquetado de tarro



Fuente: elaboración propia.

Se obtuvo un porcentaje menor al 70 % de eficiencia del etiquetado de tarro por batch, considerando el tiempo que tardan en ingresar las cajas con los tarros, colocarlos en las mesas de acero inoxidable para el proceso de etiquetado, puesto que se realiza caja por caja, lo cual genera aumento de tiempo. Influye la persona que se asigna a la tarea, puesto que no todos los trabajadores tienen las mismas habilidades y agilidad para realizarlo. También influye la persona que coloca la banda de seguridad, ya que se realiza posterior al etiquetado y es la encargada de ordenarlos en la mesa para tener espacio y seguir con el etiquetado. No todas las etiquetas entran con facilidad y por ello se ve un incremento en el tiempo de batch.

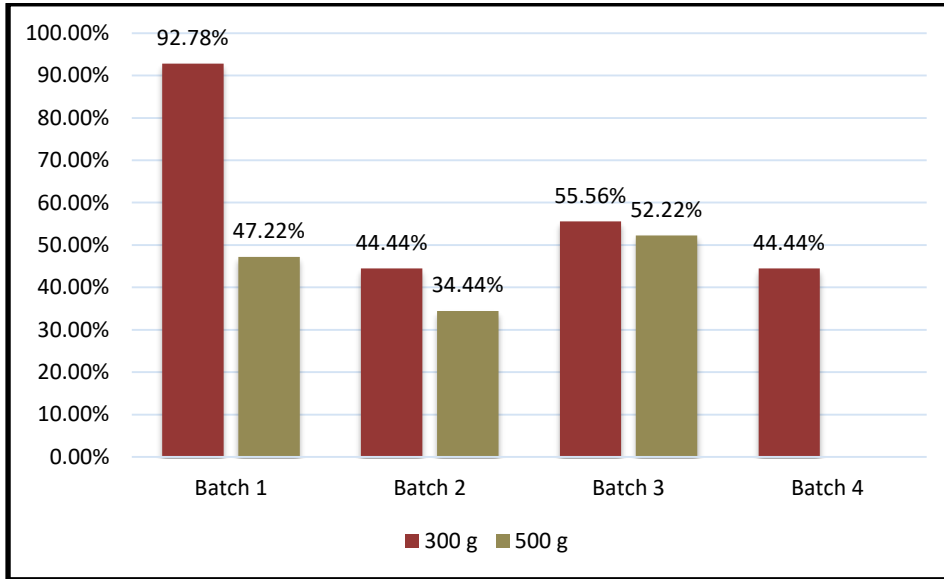
Figura 40. Eficiencia colocación banda de seguridad



Fuente: elaboración propia.

En la colocación de banda de seguridad hay una mayor eficiencia que en la colocación de etiqueta, puesto que se asignó nuevo operario y, según su ritmo de trabajo, se tiene buen resultado de su eficiencia. Se incrementa el tiempo por batch por ordenar los tarros en las mesas de acero inoxidable luego de colocar la banda para posteriormente realizar el quemado de etiqueta y banda por medio de la máquina de termoencogido. En el batch 1 de 500 g se presenta una baja eficiencia porque no se colocó a la misma persona para el trabajo y cada quien lo realiza de diferente forma; además, no trabajan a la misma velocidad, al realizar la operación poco a poco fue mejorando y esto se ve reflejado en el aumento de eficiencia en los siguientes 2 batch de 500 g.

Figura 41. Eficiencia formación paquete de 6 unidades



Fuente: elaboración propia.

La figura 41 presenta en la mayoría de los batch una baja eficiencia en la formación de paquetes de 6 unidades, realizado por dos personas encargadas del etiquetado y banda de seguridad. Se genera atraso en el proceso debido al tiempo que tardan las unidades en salir de la máquina de termoencogido, lo cual depende de la velocidad que se coloque a la máquina, como el hacer paros de operación con el fin de ordenar los paquetes en las mesas de acero inoxidable. Como se asignó diferentes trabajadores en cada presentación se afecta la eficiencia y no todos tienen la misma habilidad para cada proceso.

4.3. Interpretación estadístico del OEE

El análisis de la eficiencia global de equipos debe ser muy minucioso según la implicación que tiene la disponibilidad del área, el rendimiento de la máquina y la calidad del producto. Permite identificar los problemas existentes en una línea de producción o en la planta en sí y proponer las mejoras que refleje un aumento porcentual del indicador, para lo cual se debe de comparar el resultado con la clasificación establecida. Además, dicha clasificación se utilizó para analizar por separado los tres parámetros importantes. Se presenta en la tabla siguiente la clasificación porcentual utilizada en el análisis.

Tabla XL. **Clasificación porcentual de eficiencia global de equipos**

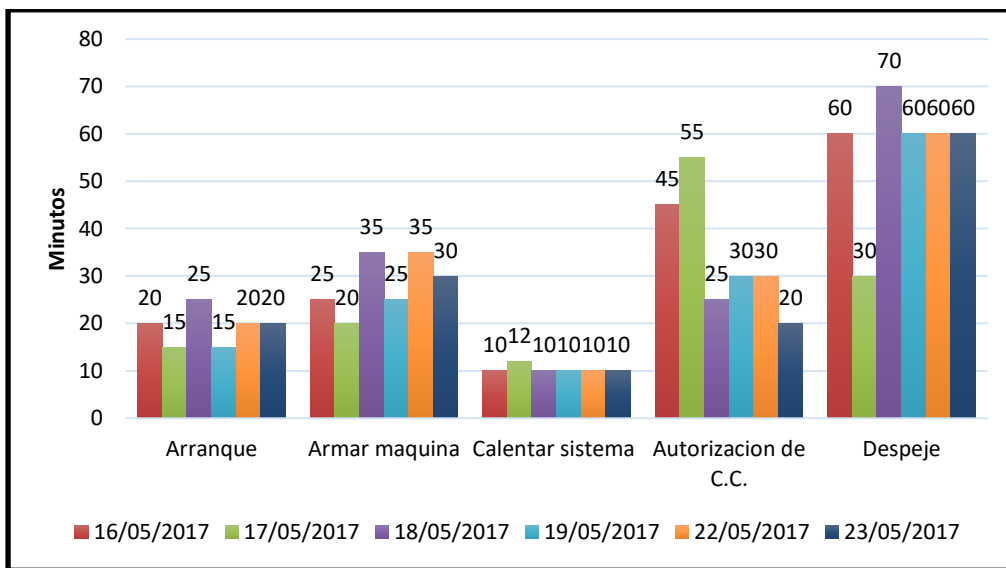
OEE	Calificativo	Consecuencias
OEE < 65%	Inaceptable	Importantes pérdidas económicas. Baja competitividad.
65% < OEE < 75%	Regular	Pérdidas económicas. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora.
75% < OEE < 85%	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
85% < OEE < 95%	Buena	Buena competitividad. Entramos ya en valores considerados "World Class".
OEE > 95%	Excelente	Competitividad Excelente.

Fuente: MOHR BARRÍA, Paulina A. *Propuesta de metodología para la medición de eficiencia general de los equipos en líneas de procesos de sección mantequilla en industria láctea.* p. 35.

4.3.1. Disponibilidad OEE

Se describe los motivos por los cuales se obtiene un bajo porcentaje en la disponibilidad de la maquinaria en llenado.

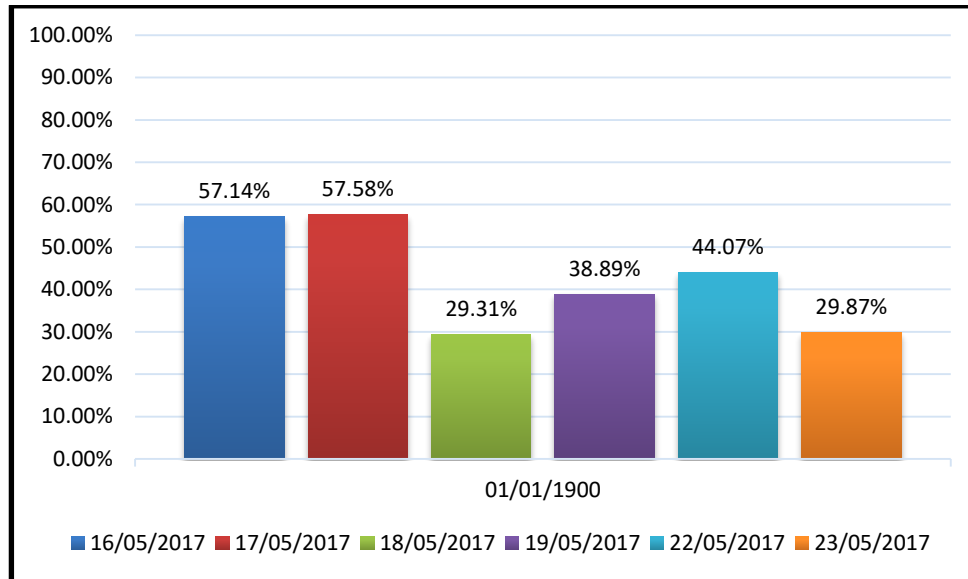
Figura 42. Actividades obligatorias (minutos)



Fuente: elaboración propia.

En la figura 42 se tiene que el despeje del área es la actividad que utiliza mayor tiempo de ejecución, por la limpieza del lugar y de la máquina utilizada, debido que debe quedar limpia al finalizar el proceso cada día. De igual forma requiere mucho tiempo autorizar el proceso por parte de control de calidad, lo cual afecta al tiempo disponible en el área, debido a que el llenado no se encontraba en el rango aceptado y a la espera de que llegara el supervisor de calidad. Dichas actividades, por ser obligatorias, se deben analizar para ver de qué manera se puede reducir el tiempo de ejecución, con lo que habrá más tiempo disponible para la producción de cada día.

Figura 43. Disponibilidad del área de llenado



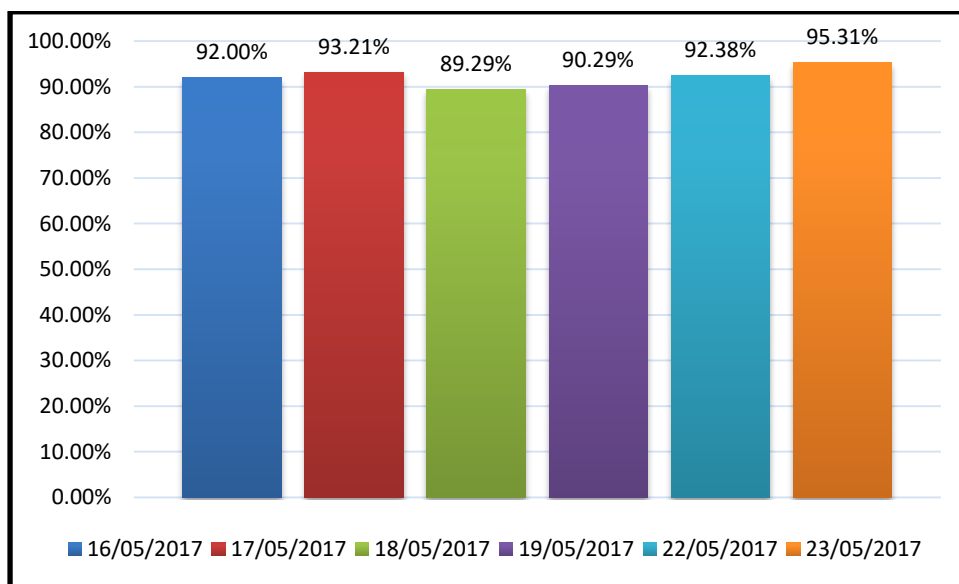
Fuente: elaboración propia.

En la figura 43 se refleja una baja disponibilidad en el área de llenado durante los días de estudio. Según la clasificación, el resultado de cada día se encuentra en el rango menor a 65 %, por lo que se considera inaceptable. Es ocasionado por la demora al esperar a que termine la fabricación de la mezcla de pomada para bebé iniciada el día anterior. El tiempo por cambio de batch se estima alrededor de 100 min, lo cual reduce el tiempo disponible, por lo que los trabajadores utilizan horas extras para terminar con la planificación del día. Además, las actividades obligatorias utilizan gran parte del tiempo, lo cual reduce de igual forma la disponibilidad del área.

4.3.2. Eficiencia de rendimiento OEE

Se presenta el resultado de la eficiencia del rendimiento de la máquina en los días establecidos.

Figura 44. Rendimiento del proceso de llenado



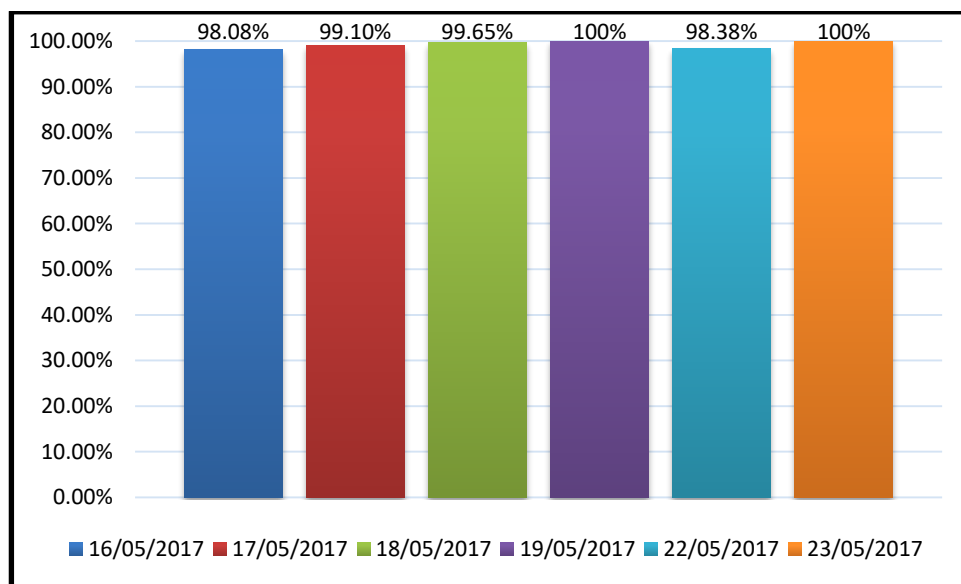
Fuente: elaboración propia.

Al considerar la clasificación descrita se determina que el rendimiento obtenido se encuentra en el rango de 85 % y 95 %, como se observa en la figura 44, el cual es aceptable. Esto quiere decir que es mínimo el tiempo presentado por las microparadas efectuadas. Lo que también afectó en los resultados fue las diferentes velocidades que se manejaron en la máquina para evitar que se formaran burbujas en la mezcla de pomada para bebé, por lo que se considera inaceptable.

4.3.3. Calidad OEE

Se presenta el nivel de calidad logrado cumpliendo con los estándares establecidos y la eficiencia global del equipo.

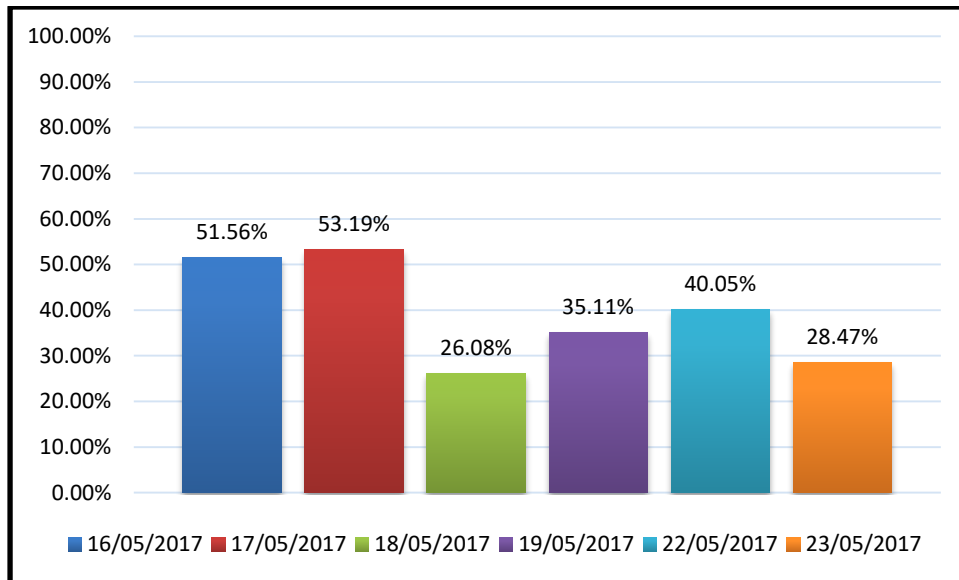
Figura 45. Calidad del producto fabricado



Fuente: elaboración propia.

Como se muestra en la figura 45, se tiene un porcentaje mayor al 95 % en cada uno de los días, lo cual se considera excelente. El día 16/05, 17/05, 18/05 y 22/05 no se logró el 100 % debido a que se descartaron unidades por no cumplir con los estándares de calidad deseados; con ello se dice que se obtuvo unidades inconformes del total producido en los días mencionados. En cada producción realizada son mínimas las cantidades inconformes, dado que los procesos son sumamente controlados por el supervisor de calidad.

Figura 46. Eficiencia global del equipo



Fuente: elaboración propia.

En la figura 46 se observa que los resultados obtenidos se encuentran por debajo del 65 % de la clasificación mínima se considera como ineficiente puesto que representa tener una baja competitividad por parte de la empresa, una pérdida económica, lo cual es un impacto negativo en donde influyen varios aspectos mencionados. El punto principal del problema con el análisis individual realizado de cada elemento que conforma el indicador es la disponibilidad en el área. Con esto presente se debe analizar las oportunidades de mejora aplicables, con lo habrá se tendrá un aumento porcentual del indicador y se verá reflejado en el tiempo de producción.

4.4. Diagramas de operaciones mejorados

A continuación se presenta los diagramas mejorados en los cuales no se realizó grandes cambios en el proceso de elaboración de pomada para bebé de tarro. El mayor problema encontrado no es específicamente en el proceso de elaboración, sino en la realización del arranque de cada área y despeje, entre otras actividades que, en conjunto, son indispensables y obligatorias.

Para la reducción del tiempo en el proceso se disminuyó considerablemente el tiempo de demora al esperar que se enfríen los tarros. Se llegó a 130 minutos aproximadamente, con lo cual se reduce en un 50 % del tiempo. Esto se logra dejando una persona en llenado de las dos establecidas, para que se incorpore al área de empaque primario. La tercera persona estará pendiente del enfriado de tarros para luego informar al supervisor de calidad y de la autorización de colocar las tapas a los tarros del batch.

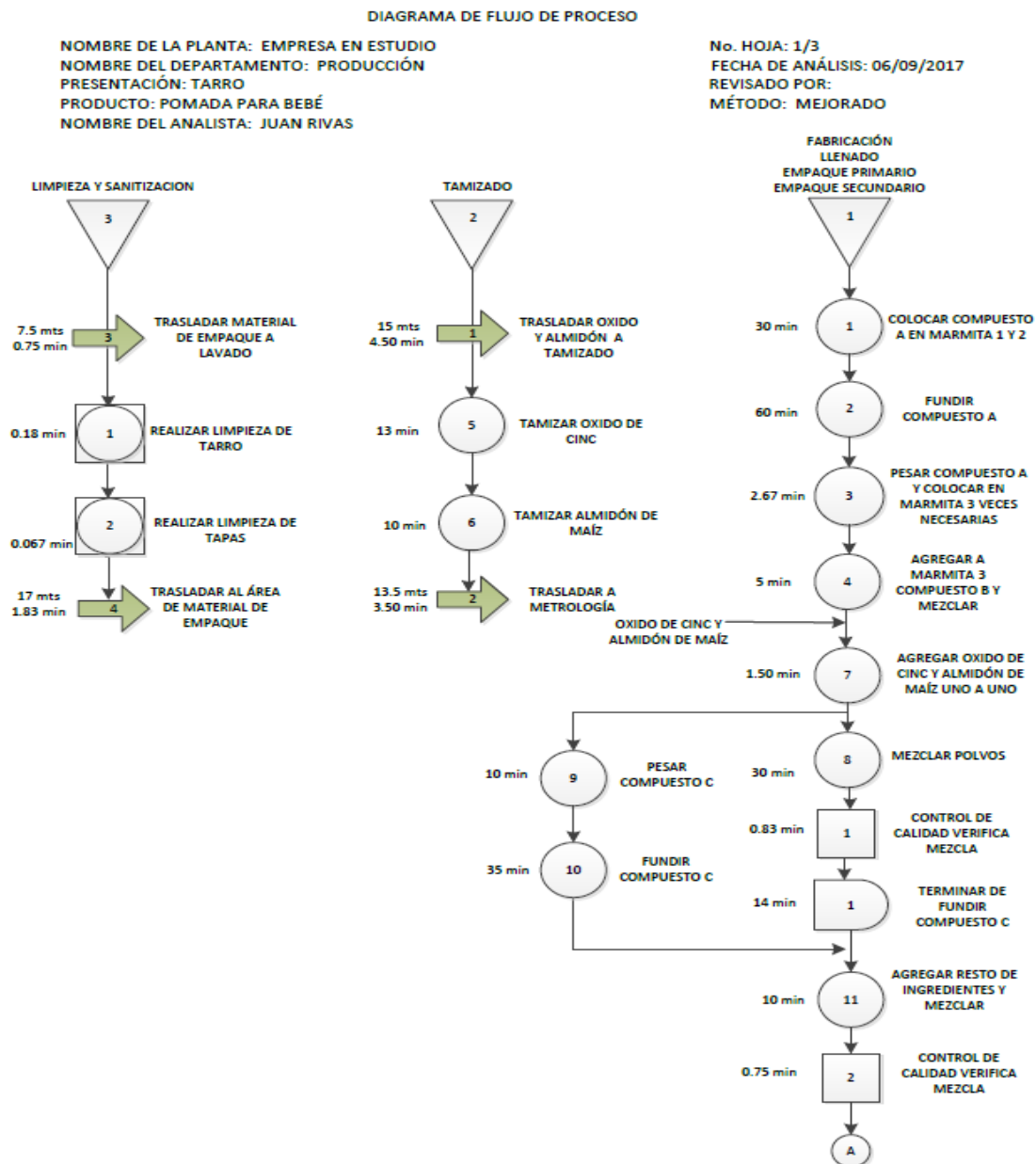
Otro cambio realizado es la eliminación de la demora en codificado por contar etiquetas, el cual es de 20 minutos, lo que genera atraso en el proceso. Para ello el operario, durante la codificación de cada etiqueta, debe ir contando durante el proceso para evitar realizarlo al finalizar, con lo que se reducirá el tiempo de demora y se tendrá mayor eficiencia en el proceso.

Se cambió el empaque secundario, con lo que se logra combinar operaciones en el proceso, la de etiquetado y colocación de banda al mismo tiempo. También al realizar el termoencogido uno a uno de los tarros se forma la paquetera de 6 unidades y, por último, cuando se realiza el termoencogido de paquetes de 6 unidades se debe embalar 6 paquetes por corrugado y con ello se reducirá el tiempo. Dichos cambios logran optimizar la línea, se deben discutir con el jefe de producción y gerente de operaciones para ser analizados.

4.4.1. Diagrama de flujo de procesos

A continuación se presenta el diagrama de flujo con las mejoras realizadas las cuales fueron mínimas.

Figura 47. Diagrama de flujo mejorado

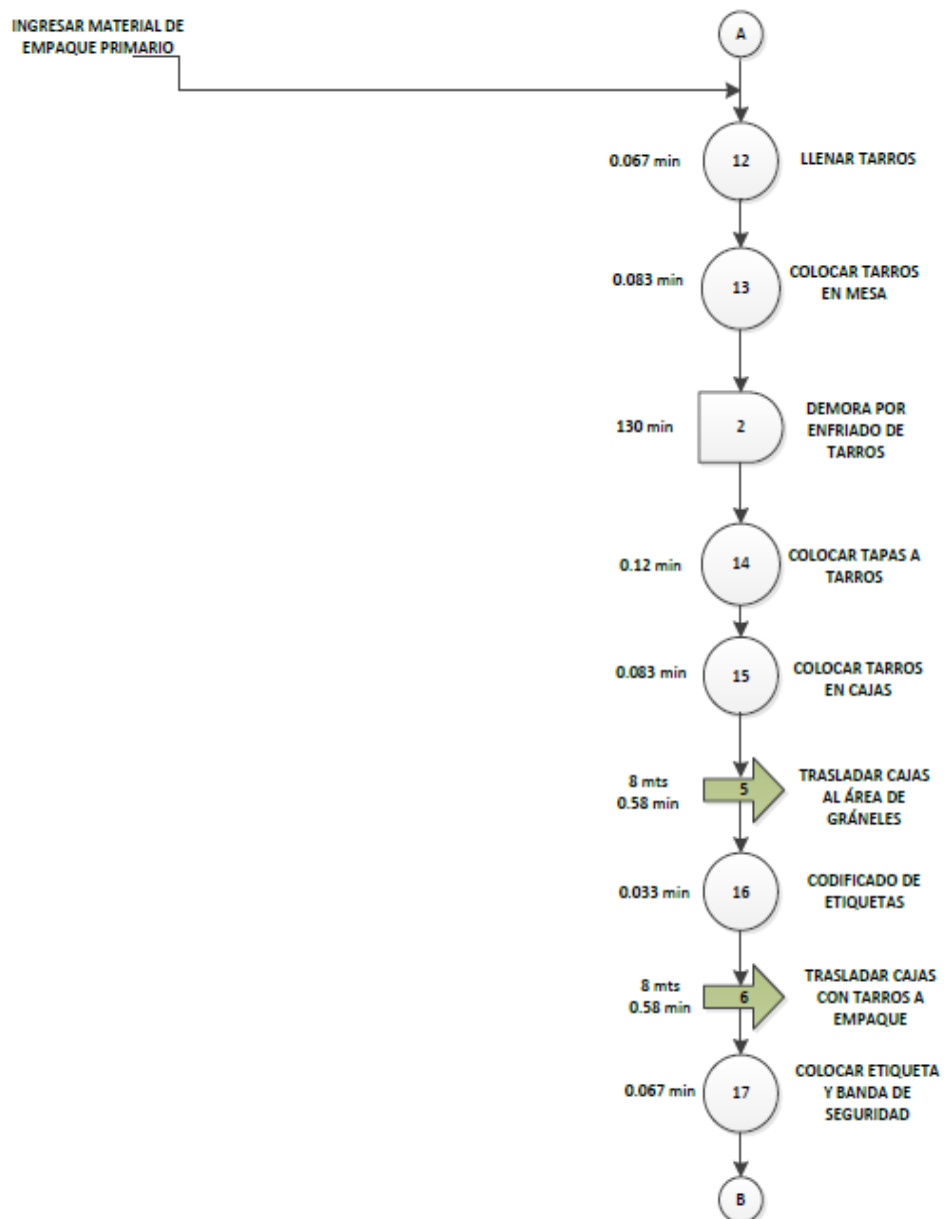


Continuación figura 47.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

NOMBRE DE LA PLANTA: EMPRESA EN ESTUDIO
NOMBRE DEL DEPARTAMENTO: PRODUCCIÓN
PRESENTACIÓN: TARRO
PRODUCTO: POMADA PARA BEBÉ
NOMBRE DEL ANALISTA: JUAN RIVAS

No. HOJA: 2/3
FECHA DE ANÁLISIS: 06/09/2017
REVISADO POR:
MÉTODO: MEJORADO

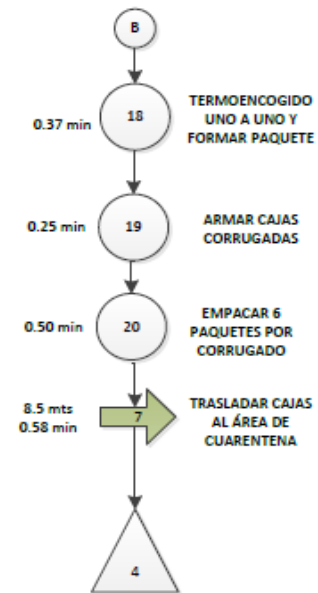


Continuación figura 47.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

NOMBRE DE LA PLANTA: EMPRESA EN ESTUDIO
 NOMBRE DEL DEPARTAMENTO: PRODUCCIÓN
 PRESENTACIÓN: TARRO
 PRODUCTO: POMADA PARA BEBÉ
 NOMBRE DEL ANALISTA: JUAN RIVAS

No. HOJA: 3/3
 FECHA DE ANÁLISIS: 06/09/2017
 REVISADO POR:
 MÉTODO: MEJORADO



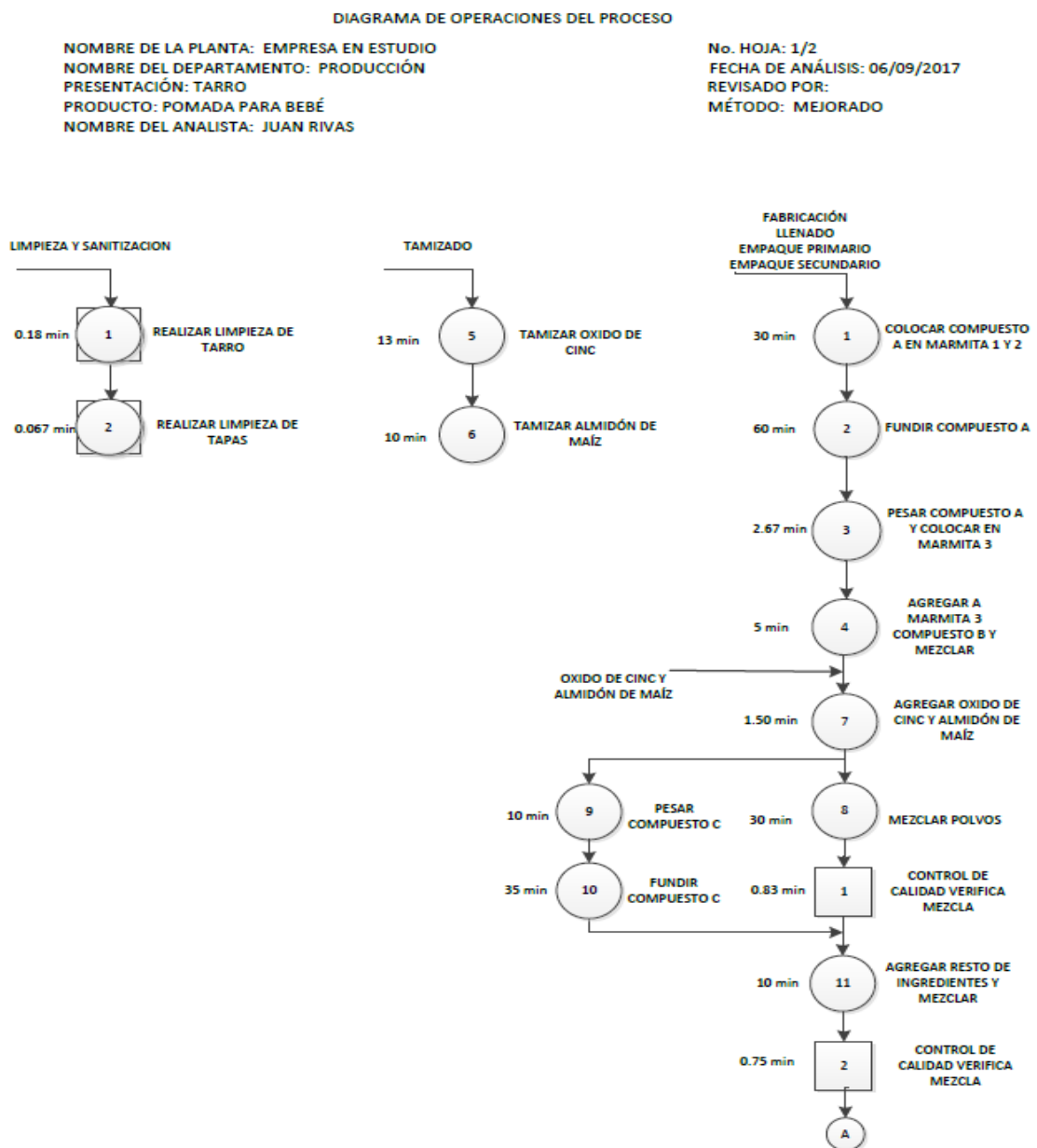
RESUMEN				
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)
OPERACIÓN	○	20	208.743	
DEMORA	◐	2	144	
COMBINADA	◑	2	0.247	
INSPECCIÓN	◒	2	1.58	
TRANSPORTE	➔	7	18.6	77.5
ALMACENAJE	△	4	0	
TOTAL		37	373.17	77.5

Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

4.4.2. Diagrama de operaciones del proceso

Se presenta el diagrama de operaciones mejorado en el cual se realizaron mínimos cambios.

Figura 48. Diagrama de operaciones mejorado

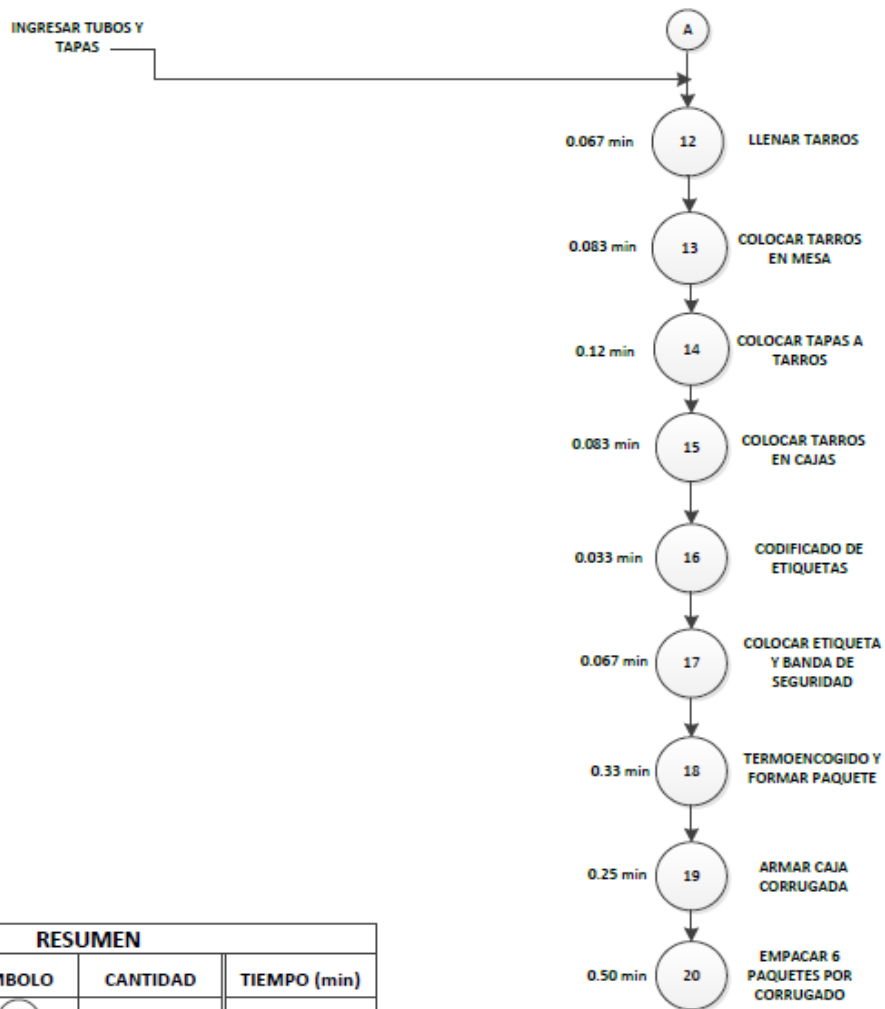


Continuación figura 48.

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

NOMBRE DE LA PLANTA: EMPRESA EN ESTUDIO
 NOMBRE DEL DEPARTAMENTO: PRODUCCIÓN
 PRESENTACIÓN: TARRO
 PRODUCTO: POMADA PARA BEBÉ
 NOMBRE DEL ANALISTA: JUAN RIVAS

No. HOJA: 2/2
 FECHA DE ANÁLISIS: 06/09/2017
 REVISADO POR:
 MÉTODO: MEJORADO



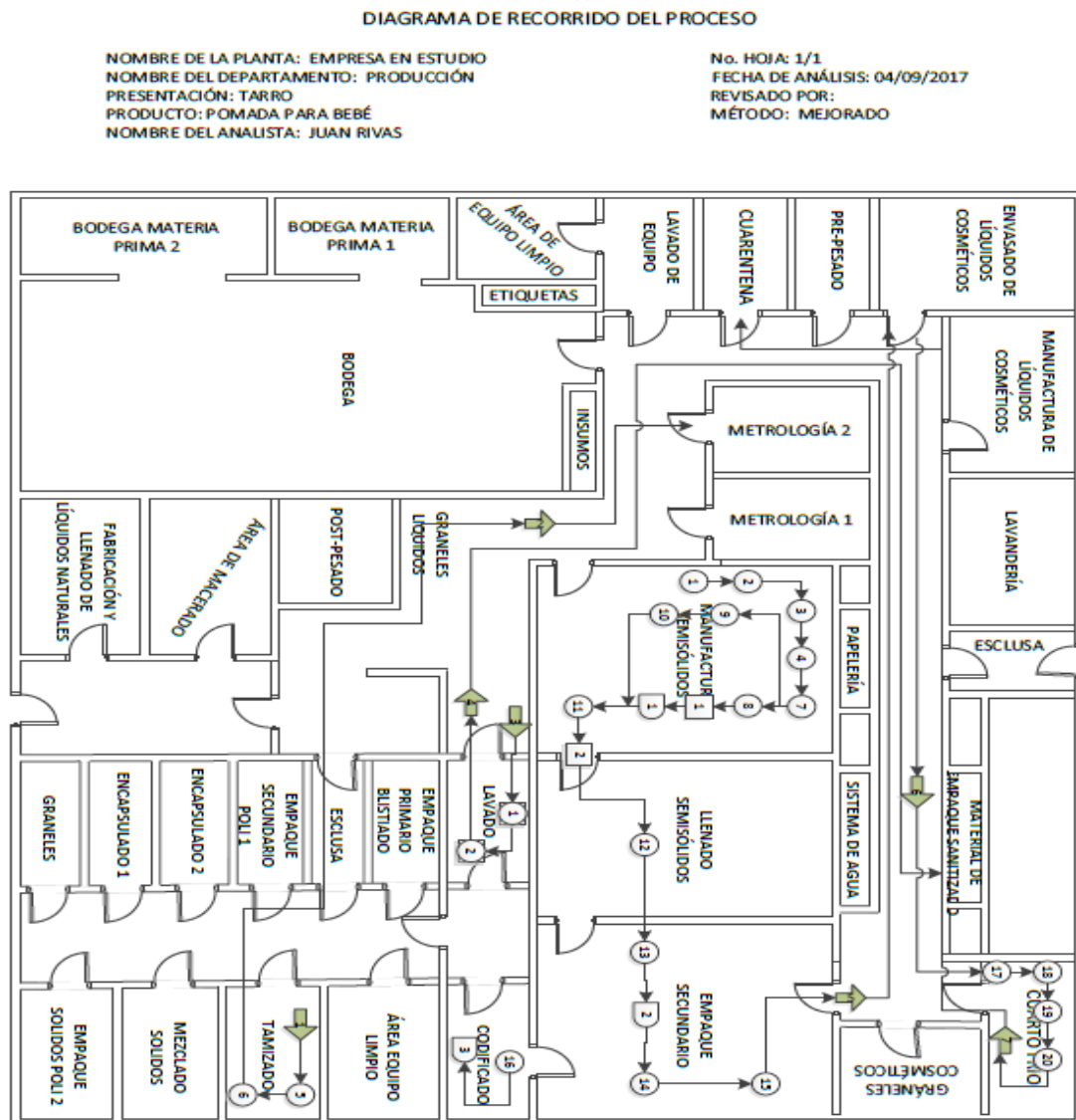
RESUMEN			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO (min)
OPERACIÓN	○	20	208.703
INSPECCIÓN	□	2	1.58
COMBINADA	○□	2	0.247
TOTAL		24	210.53

Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

4.4.3. Diagrama de recorrido

En el diagrama de recorrido mejorado se realizaron los cambios establecidos en el diagrama de flujo.

Figura 49. Diagrama de recorrido mejorado



4.5. Diagrama hombre – máquina mejorado

Se presenta el diagrama hombre-máquina con los cambios correspondientes, reduciendo el tiempo improductivo.

Figura 50. Diagrama hombre – máquina mejorado tamizado

DIAGRAMA HOMBRE- MÁQUINA												
Operación: <u>Tamizado</u>			Página: <u>1</u> de <u>1</u>									
Máquina: <u>Tamiz Vaiven</u>			Fecha: <u>06 de septiembre de 2017</u>									
Área: <u>Tamizado</u>			Realizado por: <u>Juan Rivas</u>									
Método		Actual: _____	Propuesto: <u>x</u>									
OPERADOR		TIEMPO			MÁQUINA							
Preparar maquina					Ocio							
Ocio					Ocio							
Cargar maquina					Ocio							
Llenado en bolsa y cargar máquina		0.5 min.			Tamizado							
		1.0 min.										
		1.5 min.										
		2.0 min.										
		2.5 min.										
		3.0 min.										
		3.5 min.										
		4.0 min.										
		4.5 min.										
		5.0 min.										
		5.5 min.										
		6.0 min.										
		6.5 min.										
		7.0 min.										
		7.5 min.										
		8.0 min.										
		8.5 min.										
		9.0 min.										
9.5 min.												
10.0 min.												
10.5 min.												
11.0 min.												
11.5 min.												
12.0 min.												
12.5 min.												
13.0 min.												
13.5 min.												
14.0 min.												
14.5 min.												
15.0 min.												
15.5 min.												
16.0 min.												
Descarga y preparación de máquina					Ocio							
Cargar maquina					Ocio							
Llenado en bolsa y cargar máquina		18.5 min.			Tamizado							
		19.0 min.										
		19.5 min.										
		20.0 min.										
		20.5 min.										
		21.0 min.										
		21.5 min.										
		22.0 min.										
		22.5 min.										
		23.0 min.										
		23.5 min.										
		24.0 min.										
		24.5 min.										
		25.0 min.										
		25.5 min.										
		26.0 min.										
		26.5 min.										
		27.0 min.										
27.5 min.												
28.0 min.												
28.5 min.												
29.0 min.												
29.5 min.												
30.0 min.												
30.5 min.												
31.0 min.												
31.5 min.												
32.0 min.												
32.5 min.												
33.0 min.												
33.5 min.												
34.0 min.												
34.5 min.												
35.0 min.												
35.5 min.												
36.0 min.												
36.5 min.												
37.0 min.												
37.5 min.												
38.0 min.												
38.5 min.												
Descarga y preparación de máquina					Ocio							
Cargar maquina					Ocio							
Llenado en bolsa y cargar máquina		34.5 min.			Tamizado							
		35.0 min.										
35.5 min.												
36.0 min.												
36.5 min.												
37.0 min.												
37.5 min.												
38.0 min.												
38.5 min.												
Resumen		Tiempo de ciclo (min)			Acción (min)			Ocio/Muerto (min)			Utilización	
	Actual	Propuesto	Ahorro	Actual	Propuesto	Ahorro	Actual	Propuesto	Ahorro	Actual	Propuesto	
Operador	16.5	15	1.5	16	15	1	0.5	0	0.5	96.97%	100%	
Máquina	16.5	15	1.5	12.5	12.5	0	4	2.5	1.5	75.76%	83.33%	

Fuente: elaboración propia.

- Cambios realizados en el diagrama

El proceso de tamizado es realizado por el trabajador conocedor de la metodología para producir, por ello se tiene cambios mínimos en la operación. La velocidad con que realiza la operación no se debe aumentar, ya que esto generara fatiga por parte de él y por consiguiente atraso, lo que no es favorable. Los cambios aplicables observados son los siguientes:

- Se elimina el tiempo de ocio del operario, el cual es de 0,5 minutos
- Se redujo el tiempo de ocio de la máquina a 2,5 minutos, lo cual se alcanza al agilizando la descarga y preparación de la máquina.
- El tiempo de acción del operario se redujo 1 minuto en la operación de descarga y preparación de la máquina.

4.6. Incremento de la productividad de la maquinaria

- Tamiz vaivén

En el área se debe modificar la planificación del proceso de tamizado para tamizar la cantidad de sacos de óxido de zinc y almidón de maíz que se logren realizar por día y no la cantidad requerida por producir por presentación, con lo que se tendrá mayor provecho del tiempo disponible del área para obtener mayor producción por día. Por consiguiente, se logrará disminuir los días de tamizado a 3 de los 4 que normalmente se planifica para realizar la operación.

- Marmita de 450 kg

En fabricación, el operario encargado no debe descuidar su área para concentrarse en la fabricación de la pomada para bebé. De esa manera se reduce el tiempo de 15 minutos aproximadamente de atraso por no realizar el pesado y fundición del compuesto C al iniciar el mezclado de polvos de óxido de zinc y almidón de maíz.

- Máquina codificadora

En la codificación de etiquetas se debe eliminar el tiempo muerto de la máquina debido a la actividad de contar etiquetas. Como se mencionó en el inciso 4.4, deben aprovechar el tiempo disponible del área al eliminar el tiempo muerto. De esa manera se podrá codificar la presentación de 300 y 500 el mismo día, lo que permite reducir el codificado de 2 a 1 día de operación. Ahora bien, con la codificación de tubos se requiere mayor cantidad de cajas para colocar el producto codificado y de esa manera no se necesitará de esperar a que en empaque secundario desocupen cajas para seguir con el proceso de codificado dado que se realizan simultáneamente. Con ello se aprovecha la disponibilidad del área y se puede terminar con lo planificado en un menor tiempo.

4.7. Incremento de la productividad de MO

Para lograr el incremento en la productividad de la mano de obra primero se debe establecer el tiempo de las actividades que son indispensables realizar antes de iniciar y al finalizar cualquier proceso en las diversas áreas. Se presenta a continuación los tiempos propuestos de las actividades en cada área utilizada para la elaboración de pomada para bebé.

Tabla XLI. **Tiempo de actividades tamizado**

Actividades	Tiempo (min)
Arranque	20
Limpieza inicio	10
Armar maquina	10
Cubrir suelo	10
Despeje	120
Limpieza final	10

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLII. **Tiempo de actividades sanitización de envases**

Actividades	Tiempo (min)
Arranque	15
Limpieza inicio	10
Despeje	15
Limpieza final	10

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIII. **Tiempo de actividades fabricación**

Actividades	Tiempo (min)
Arranque	15
Limpieza inicio	10
Despeje	15
Limpieza final	10

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIV. **Tiempo de actividades llenado**

Actividades	Tiempo (min)
Arranque	20
Limpieza de arranque	15
Armar maquina	10
Calentar sistema	10
Despeje	60
Limpieza de despeje	15

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLV. **Tiempo de actividades empaque primario**

Actividades	Tiempo (min)
Arranque	20
Limpieza inicio	15
Despeje	20
Limpieza final	15

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVI. **Tiempo de actividades codificado**

Actividades	Tiempo (min)
Arranque	15
Limpieza inicio	5
Ajustar maquina	10
Despeje	15
Limpieza final	5

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVII. **Tiempo de actividades empaque secundario**

Actividades	Tiempo (min)
Arranque	15
Limpieza inicio	10
Despeje	15
Limpieza final	10

Fuente: elaboración propia.

Al establecer los tiempos necesarios por cada actividad indispensable en cada área, se tendrá una mejor visualización del tiempo operativo para mejorar la planificación de producción en cada una culminar a tiempo, sin tener que recurrir a horas extras por parte de los trabajadores. Se logra una mayor productividad, eficiencia y evitar cansancio por parte de ellos al reducir la exigencia para finalizar el proceso en el día.

Con el número de trabajadores en la línea no se presenta modificación alguna; se utiliza los 12 trabajadores establecidos para los diferentes procesos.

- Mejoras del método de trabajo

En todo cambio propuesto en la línea de pomada para bebé es fundamental que el gerente de producción, jefe de producción y el gerente de operaciones se reúnan para discutir las modificaciones descritas, para que sean autorizadas y puedan iniciar con su implementación. Se logra así reducir el tiempo de producción, aumentar la eficiencia de los trabajadores como el rendimiento de la máquina utilizada, y aprovechar la disponibilidad del área al máximo.

- Tamizado

Se debe utilizar rollo de nylon para cubrir el suelo y la máquina, en vez de las 15 bolsas plásticas que normalmente se usan por presentación. Se logra reducir el tiempo de dicha actividad de 25 a 10 minutos aproximadamente. También se pretende la reducción de costos por las bolsas utilizadas; en total se gasta Q 15 por presentación y en 55 presentaciones se tiene un costo por bolsas de Q 825. El rollo de nylon (doble ancho) cuesta Q325 y alcanza para utilizarlo en 55 presentaciones. Debido a ello se tiene un ahorro de Q 500.

- Fabricación

El personal debe contar con las competencias técnicas para el armado de la máquina volumétrica, con el fin de no utilizar al personal de fabricación. Debe dedicarse a la mezcla de los compuestos y al concluir debe ir su tiempo de concesión de alimentos y luego proceder a llenar las marmitas de 150 kg con el compuesto A para el siguiente batch. Al finalizar, el operario puede ir a ayudar a empaque primario; de lo contrario, debe permanecer en su área.

Al observar el proceso se establece que el tiempo que debe durar la fabricación de la mezcla de los compuestos para iniciar el proceso de llenado es de 100 minutos. Esto se logra si control de calidad, al momento de verificar la

mezcla, da su aprobación. De lo contrario, se tendrá un aumento del tiempo de 5 minutos por seguir mezclando para ser aprobado.

- Llenado

El llenado requiere de 2 operarios asignados, uno de ellos debe apoyar el traslado de las bandejas con los tarros llenos a empaque primario para ser enfriados.

Derivado que los dos operarios asignados en el llenado, antes de realizar las actividades de arranque y armado de la máquina volumétrica ayudan al área de empaque primario a despejar el espacio de la producción del día anterior, se inicia tarde el arranque del área y armado de máquina, por lo que se atrasa el inicio de llenado.

Un operario debe quedarse en llenado para realizar el arranque y armado de máquina; mientras que el otro ayuda en empaque primario, con lo que se evita el atraso de inicio del área en llenado.

- Empaque primario

Se debe utilizar estanterías en vez de mesas de acero inoxidable para colocar los tarros de 300 g, para enfriar. Con ello se utiliza más el espacio del área; también se elimina el tiempo para colocar los tarros de las mesas a las estanterías, el cual es de 35 minutos aproximadamente, y así se tienen listas para el siguiente batch. Con respecto al de 500 g se debe utilizar las mesas, debido a las burbujas que presenta la pomada se deben eliminar.

Con la ayuda del operario de llenado hay que trasladar las bandejas al enfriado. Favorece a que uno de los dos asignados a empaque primario esté pendiente del enfriado de los tarros para iniciar el tapado de cada uno. Con ello

no se espera al terminar el segundo batch del día para iniciar el tapado del primer batch. Con los datos obtenidos y con información de los master se tiene que el enfriado de los tarros es de aproximadamente 135 minutos; entonces se tiene una reducción de 130 minutos del tiempo de demora.

- Codificado

Con respecto a tarros se presenta paro a causa de contar etiquetas codificadas. Para conocer la cantidad que hace falta para eliminar ese tiempo improductivo, el operario debe contar durante la realización del codificado para evitar el paro del proceso y reducir el tiempo por batch.

- Empaque secundario

La modificación notoria es la combinación del etiquetado con la colocación de banda durante el proceso de termoencogido, que va de uno a uno para armar paquete de 6 unidades, y el proceso de termoencogido de paquete uno a uno con la colocación de ellos en las cajas corrugadas. Para realizar el proceso se debe utilizar el área de empaque secundario, la cual tiene mayor espacio a diferencia de las demás.

4.8. Mantenimiento

Es una parte importante tener las instalaciones y maquinaria en buen estado y tener un flujo óptimo de los procesos en la línea de producción. En los siguientes incisos se describe la importancia de la capacitación a los trabajadores, mantenimiento autónomo y mantenimiento establecido.

4.8.1. Capacitación

La capacitación de los trabajadores en cuanto al mantenimiento que se debe realizar a la máquina utilizada en los diferentes procesos es fundamental; logra reducir el tiempo perdido por fallas durante el proceso, favorece a los operarios al solucionar al problema presente sin necesidad de llamar al personal de mantenimiento al ser problemas pequeños. Por ende, es indispensable capacitar al personal del funcionamiento de la siguiente maquinaria:

- Tamiz vaivén
- Marmita enchaquetada
- Codificadora
- Túnel termoencogido
- Llenadora volumétrica

4.8.2. Mantenimiento autónomo

Existen actividades que se deben realizar, las cuales son muy importantes para mantener la máquina en buenas condiciones. Limpiar la máquina al finalizar la producción diaria asegurar que no se presente múltiples averías en la misma. Los operarios podrán realizar el mantenimiento correctivo que consideren para solucionar el problema, con ello se agiliza la reanudación del proceso.

4.8.2.1. Calidad mejorada

Si el operario combina el correcto funcionamiento de su equipo con la actividad de producción obtendrá mejores productos y mayor productividad.

4.8.2.2. Costo reducido

La ejecución de tareas de mantenimiento desde el punto de producción, reducirá con seguridad los costos por el tiempo perdido al presentarse una falla; además, con la previsión de fallas de equipo antes de que se produzcan, junto al mantenimiento diario, se evitarán problemas que redundarán indudablemente en costos.

4.8.2.3. Tiempo reducido

La adopción del mantenimiento autónomo permite incorporar a la producción la flexibilidad, la adaptación rápida a diversos productos y la ejecución de series cortas con tiempos de preparación más rápidos. Además aquí también la adecuada previsión de fallas de los equipos y su mantenimiento diario posibilitan que este se halle rápidamente y se tendrá mayor proporción de tiempo a disposición para la producción, lo que reducirá el tiempo de proceso

4.8.2.4. Reportes de arreglo por etiqueta

Se utilizará para que los operarios reporten la solución realizada a la falla encontrada en la maquinaria, así el departamento de mantenimiento estará enterado de los problemas presentados.

Figura 51. **Etiqueta mantenimiento autónomo parte frontal**

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	
FECHA: 12/07/2017	No. 001
MAQUINA	Llenadora volumétrica
OPERARIO	# 2
PROBLEMA: La cantidad de mezcla que contiene el recipiente es mayor al máximo permitido.	

Fuente: elaboración propia.

Figura 52. **Etiqueta mantenimiento autónomo parte trasera**

DESCRIPCIÓN DE LA REPARACIÓN:
Ajuste del pistón a la medida recomendada para nivelar el flujo de mezcla en el rango aceptable.

Fuente: elaboración propia.

4.8.3. Mantenimiento establecido

Se realiza periódicamente dependiendo el uso que se le dé a la máquina y las especificaciones del fabricante. Para dicho mantenimiento se debe considerar el correctivo que se realiza por fallas que presente la máquina, para lo cual se debe colocar una etiqueta en la parte de la máquina donde realizó la corrección. Se tendrá un mayor control de las correcciones realizadas, así cuando el personal realice el mantenimiento periódico considerará los arreglos hechos para reducir la presencia de posibles fallas durante la producción. Por ello se presenta en el inciso 4.8.3.2 del presente capítulo el reporte de fallas por etiqueta, el diseño de la implementación de la etiqueta por utilizar.

4.8.3.1. Diagnóstico de falla

Cuando exista una falla en la máquina, el operario realizará el respectivo diagnóstico. Al localizar el problema debe colocar una etiqueta para identificarla, de esa manera, cuando llegue el personal de mantenimiento, sabrá exactamente cuál es el problema y lo solucione. Con ello se evita esperar al operario para que le indique el motivo de la falla presentada.

4.8.3.2. Reporte de falla por etiqueta

Dicha etiqueta servirá para dar reporte de la falla encontrada al personal de mantenimiento, dado que el operario no tiene el conocimiento para dar solución a la falla.

Figura 53. Etiqueta por falla de máquina

FALLA PRESENTADA	
FECHA: 20/07/2017	No. 002
MAQUINA: Banda codificadora	
OPERARIO: # 3	
PROBLEMA: Al momento de colocar la etiqueta en la banda transportadora para la impresión de la Información requerida, el sensor esta defectuoso dado que no reconoce la etiqueta.	

Fuente: elaboración propia.

5. MEJORA CONTINUA

5.1. Resultados esperados de la mejora

- Establecer el tiempo óptimo por cada actividad realizada para la elaboración de pomada para bebé.
- Mejorar la capacitación de los trabajadores con respecto al funcionamiento de la maquinaria y de la metodología de cada proceso para optimizarlos y reducir el tiempo.
- Aumentar la productividad considerando aspectos importantes como: aumento de la disponibilidad del área, mejora del rendimiento de la maquinaria, reducción de desperdicio durante el proceso y elevar la eficiencia de los operarios.

5.2. Capacitación

Para aumentar la productividad es indispensable aprovechar grandemente el recurso humano, que es una parte importante para el flujo idóneo de los diferentes procesos en la línea de producción, además de cumplir con la demanda de crecimiento. Por lo tanto, la capacitación se debe realizar continuamente para lograr la disminución de errores, el buen manejo de materiales y de la maquinaria involucrada.

5.2.1. Mejora de habilidades

Al conocer las habilidades que cada trabajador posee en las diferentes áreas de trabajo, se determinará cuáles son las que requieren ser fortalecidas para que

puedan ejecutar toda actividad del proceso en el área que se les asigne. Con ello se mejoran las competencias entre los trabajadores y el jefe de producción tendrá mayor libertad para rotarlos entre los diferentes procesos y obtener mayor flexibilidad.

5.2.2. Participación del trabajador

Los trabajadores no solo deben ir a la empresa y cumplir con sus obligaciones, sino también formar parte de la organización en la cual están laborando, con lo que se tiene un mayor compromiso por parte de ellos y de esa manera se obtendrá mejores resultados.

Por ende se debe involucrar a los trabajadores en la toma de decisiones que servirán para la mejora constante de los procedimientos realizados. Se logra determinar los cambios o mejoras necesarias dado que ellos conocen los procesos de las áreas de trabajo, para demostrarles que se valora lo que realizan en su puesto. De esa manera estarán motivados al saber que su opinión cuenta para la toma de decisiones, lo que es un elemento importante para la productividad.

Otro punto importante es incentivar a los trabajadores, dado que el aspecto salarial es fundamental; por tanto, es indispensable recompensarlos por su participación y para que estén motivados a seguir mejorando cada día. No solo favorece al trabajador al conseguir mayores ingresos y cumplir con sus actividades a realizar; con respecto a la empresa se logra mayor productividad, dar pauta a la solución de problemas que puedan surgir y tener un agradable clima laboral.

5.2.3. Mantenimiento de maquinaria

Debe seguirse con la programación establecida del mantenimiento preventivo según el uso que se le dé a la misma y la metodología aplicada, dado que ello ha logrado tener mínimos problemas durante la producción en la línea de pomada para bebé. Con respecto al mantenimiento correctivo, es indispensable llevar el control de las fallas presentadas por medio de las etiquetas propuestas para que el departamento de mantenimiento las analice, evalúe la frecuencia con que aparecen y de esa manera reducirlos y de igual forma disminuir los paros de producción.

5.3. Resistencia al cambio

En todo cambio habrá complicaciones por parte de los trabajadores, ya que ellos realizan sus tareas de una forma con la cual están familiarizados. Al informarles de los cambios previstos dentro de la empresa, deben ser capaces de adaptarse a ellos y guiarlos a realizar los cambios propuestos para mejorar el flujo de producción.

Los principales problemas que pueden surgir en las diferentes áreas son:

- Descontrol al seguir la secuencia de las actividades
- Pérdidas monetarias
- Pérdidas de materiales

Por otro lado, hay diferentes inconvenientes por parte de los trabajadores a consecuencia a la resistencia al cambio:

- Baja flexibilidad en la producción

- Miedo a fracasar
- No adaptarse a los nuevos métodos de trabajo
- Miedo a perder el trabajo
- Poca destreza y habilidad para realizarlos
- Mayor responsabilidad en su puesto de trabajo

5.4. Técnicas para mejorar la productividad de MO

Es la parte esencial en una empresa; por ello, se debe fortalecer, motivar e incentivar, con lo que se tendrá un aumento de la productividad no solo en el departamento de producción sino también en los diferentes departamentos que la conforman. Se enuncian diferentes técnicas aplicables para mejorar la productividad:

- Rotación de trabajo
- Participación del trabajador
- Enriquecimiento de habilidades
- Comunicación
- Mejora de las condiciones de trabajo
- Capacitación
- Calidad de la supervisión
- Reconocimiento
- Círculos de calidad
- Tiempo flexible

5.5. Estrategias para reducir los paros de producción

Con el fin de reducir los paros en la línea de pomada para bebé, así como aumentar la productividad y reducir el tiempo perdido, al analizar el proceso y las

condiciones en las que se opera se presentan a continuación las estrategias propuestas:

- Al establecer los motivos de los paros de producción presentados, se debe clasificar cada uno de ellos, de esa manera se aplicarán las acciones necesarias para cada uno.
- Comprometer al personal de la producción de pomada para llevar un control de los mismos y establecer la frecuencia con que se presentan los problemas.
- Describir el problema que generó el paro, para comprenderlo de mejor manera.
- Utilizar diferentes herramientas de apoyo para la reducción del tiempo a causa de paros en la línea.
- Aplicar el método estadístico para la comparación de paros de los diferentes batch de producción, para observar si los cambios realizados favorecen o no presenta ninguna reducción de ellos.

5.6. Control del OEE

Dado que la eficiencia global de equipos es una herramienta eficiente para conocer los resultados del uso de una maquinaria, se debe realizar un control periódico o por batch de producción, para conocer los puntos deficientes y aplicar las soluciones necesarias para tener una mejora continua.

5.6.1. Medición periódica

Al tener presente la programación de producción, en la cual se aprecia que la fabricación de la pomada para bebé no es constante, se debe realizar el estudio cada vez que se efectúe la producción por cada presentación.

5.6.1.1. Recolección de datos

Se realiza para obtener información necesaria y calcular cada uno de los indicadores que forman parte de la eficiencia global de los equipos, para lo cual la persona encargada de tomarlos debe estar calificada y ser precisa durante la toma de datos.

5.6.1.2. Resultados estadísticos

En este punto se realiza un análisis estadístico con lo que se podrá observar con detalle el resultado de cada día de producción y determinar cuál de los tres indicadores (disponibilidad, rendimiento y calidad) está afectando, para aplicar los cambios necesarios.

5.6.1.2.1. Comparación con registro anterior

Se debe comparar los resultados estadísticos obtenidos del análisis actual con el registro anterior, para analizar el grado de mejora entre cada producción de pomada para bebé o, al presentar resultados negativos, tomar las medidas necesarias y aplicar las estrategias debidas para mejorar continuamente.

5.7. Estrategias para mejorar el OEE

Es de suma importancia aplicar estrategias de apoyo para mejorar el funcionamiento de la maquinaria y la calidad de la pomada. Se describen a continuación las estrategias propuestas:

- Estandarizar el tiempo de cada actividad del proceso para determinar el tiempo que debe tomar la producción.
- Con la estandarización se determina cuántos batch se logra llenar según la disponibilidad que presenta el área, para reducir el uso de horas extra.
- Establecer el tiempo requerido de los paros programados como el cambio de batch, la terminación de la mezcla para iniciar el proceso de llenado y la autorización de control de calidad.
- Establecer el tiempo de las actividades obligatorias como el arranque y el despeje del área dado, que son actividades fundamentales y conllevan un mayor tiempo, para conocer la disponibilidad real del área.

5.8. Formatos de recolección de datos

Los formatos que a continuación se presentan son una herramienta para la recolección de datos de paros de producción, rendimiento de máquina, eficiencia y calidad en la línea de producción de pomada para bebé, lo cual será de ayuda para conocer el comportamiento en cada batch por realizar. Sirven para conocer la eficiencia global del equipo utilizado en el proceso de llenado.

5.8.1. Paros de producción

Formato a utilizar para la recolección de datos de paros de producción.

Figura 54. **Recolección de paros de producción**

LOGO EMPRESA		Hoja No. 1		
Paros de producción				
Producto	Pomada para bebé	Línea	Semisólidos Cosméticos	
Fecha	18/05/2017	Proceso	Llenado	
		Motivo		
Hora	Tiempo (min)	Programado	No programado	Causa
8:00	140	X		Terminación de mezcla
10:30	3		X	Demora por calidad
10:33	10	X		Calidad autoriza llenado
12:05	105	X		Cambio de batch
13:50	15	X		Calidad autoriza llenado
Total (tiempo)	273 min			
Observaciones:				

Fuente: elaboración propia.

5.8.3. Rendimiento de la línea

Formato de recopilación datos para determinar el rendimiento de la máquina en la línea de producción.

Figura 56. Recolección rendimiento de línea

LOGO EMPRESA

Hoja No. 1

Rendimiento				
Producto	Pomada para bebé			
Fecha	17/05/2017			
Presentacion	Batch	Produccion real	Produccion Teorica	Rendimiento
Tubo 120	1	500	1020	49,02%
Tubo 120	2	682	1020	66,86%
Tubo 120	3	937	1020	91,86%
Tubo 120	4	882	1020	86,47%
Rendimiento				
Presentación	Velocidad diseño	Unidad / minuto	Unidad / hora	
Tubo 60 g	11	18	1 080	
Tubo 120 g	11	17	1 020	
Tarro 300 g	31.8	12	720	
Tarro 500 g	38	7	420	
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\text{Rendimiento} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción teórica}} \times 100$ </div>				

Fuente: elaboración propia.

5.8.4. Calidad de producción

Formato de recopilación de datos para determinar la calidad en la línea de producción.

Figura 57. Recolección calidad de línea

LOGO EMPRESA		Hoja No. 1			
Calidad					
Producto	Pomada para bebè				
Fecha	22/05/2017	Batch	2		
Cantidad producida	800	Cantidad aceptable	794		
Presentaciòn		Rechazo en proceso			
Tubo 60 g		Abolladuras en envase			
Tubo 120 g		Envase manchado			
Tarro 300 g		Llenado incompleto			
Tarro 500 g	X	Producto final rechazado	6		
$\text{Calidad} = \frac{\text{Cantidad aceptable}}{\text{Cantidad producida}} \times 100$		<table border="1" style="display: inline-table;"> <tr> <td>Calidad</td> <td>99,25%</td> </tr> </table>		Calidad	99,25%
Calidad	99,25%				

Fuente: elaboración propia.

5.9. Auditoría

Es la inspección que se realiza a todo procedimiento con la finalidad de establecer el cumplimiento de los mismos y medir la eficiencia de las actividades productivas.

5.9.1. Interna

Se efectúa por el personal de la empresa, el cual debe ser calificado y tener conocimientos de las buenas prácticas de manufactura para evaluar de forma objetiva los procesos productivos periódicamente, verificando la efectividad de la calidad y detectando las deficiencias en los mismos.

Establecerá un informe con las conclusiones, recomendaciones y medidas correctivas necesarias para cumplir los objetivos plasmados por la empresa, para lo cual deben aplicar el programa de auditoría establecido usando la guía de verificación de buenas prácticas de manufactura para la industria farmacéutica.

Figura 58. Auditoría interna

LOGO EMPRESA		Hoja No. 1		
AUDITORÍA INTERNA				
Area	Laboratorio	Version	A11	
Fecha	23/05/2017	Realizado por	Juan Rivas	
Periodo	2017	Revisado por		
No.	Procedimientos	SI	NO	Observaciones
1	¿El personal utiliza el uniforme y la redecilla dentro del laboratorio?	√		
2	¿Se recogen la muestra para verificar la inocuidad del producto?	√		
3	¿Control de calidad inspecciona los procedimientos establecidos?	√		
4	¿Cuenta con espacios adecuados para la elaboracion de su producto?		√	Las areas de codificado y limpieza son muy pequeñas
5	¿Se mantiene registro del mantenimiento preventivo de la maquinaria?	√		
6	¿El personal cumple con programa de sanitizacion de areas?	√		
7	¿El area de cuarentena cumple con los requerimientos de BPM?	√		
8	¿Sanitizan los instrumentos utilizados en cada area ?	√		
9	¿Los reactivos de laboratorio son rotulados con fecha de vencimiento?	√		
10	¿Cumplen con instalaciones adecuadas para el almacenaje de materia prima?	√		
Recomendacion: Se debe considerar cambiar de lugar el proceso de codificado y limpieza debido a su reducido espacio, de esa manera mejorar el flujo de cada proceso y tener mayor libertad de movimiento.				

Fuente: elaboración propia.

5.9.2. Externa

La empresa queda obligada a recibir inspecciones por la entidad competente para la verificación de las buenas prácticas de manufactura la cual debe ser confidencial, objetiva y están en toda la libertad de evaluar toda

área para detectar deficiencias, informando a la empresa de las acciones correctivas a realizar para mejorar y para la siguiente inspección deben tener los cambios efectuados de esa forma evitar ser sancionados.

Figura 59. Auditoría externa

AUDITORÍA EXTERNA				
Area	Laboratorio	Version	AE1	
Fecha	24/05/2017	Realizado por	Autoridad Reguladora	
Periodo	2017	Hoja No.	1	
No.	Procedimientos	SI	NO	Observaciones
1	¿Las areas cuentan con extractores de aire como se requiere?	√		
2	¿Se mantiene la limpieza e higiene durante el día (control en procesos)?	√		
3	¿Cuentan con procedimientos operativos estandarizados aprobados?	√		
4	¿Cuenta con esclusa para separar los diferentes ambientes de trabajo?	√		
5	¿Los proveedores cumplen con los requerimientos establecidos?	√		
6	¿Les realizan pruebas microbiologicas a los operarios para verificar su higiene?	√		
7	¿La maquinaria cuenta con documentacion donde especifique instrucciones de uso?	√		
8	¿Los operarios realizan la limpieza de area a utilizar al inicio y finalizar el proceso?	√		
<p>Conclusion: Los procedimientos son aplicado correctamente como esta especificado en la documentacion establecida asegurando la calidad al tener la participacion y compromiso del personal.</p>				

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Aplicando las mejoras correspondientes al método de trabajo en cada área, reduciendo las horas extras se tiene una disminución en costos de 57,89 % en fabricación, 55,55 % en limpieza, 61,54 % en llenado, 69,23 % en empaque primario y 60 % en empaque secundario. Estableciendo la velocidad ideal y temperatura adecuada de la máquina de termoencogido se reduce el desperdicio y con ello se logra disminuir el costo en 1,39 %.
2. Se tiene un uso óptimo de los recursos con que cuenta la empresa para la elaboración de pomada para bebé, dado que la materia prima es usada con exactitud según la fórmula maestra de cada presentación. Con respecto al tiempo empleado, se tiene un aumento del esperado por el descontrol de los operarios al momento de realizar sus actividades diarias.
3. El rendimiento que se obtuvo en el proceso de llenado en los 5 días de estudio son: en la presentación de tubo 60 g un 92 %; tubo de 120 g, un 93,21 %; tarro 300 g, 89,29 % y 90,29 % y de tarro 500 g, 92,38 % y 95,31 %, lo cual se da por variación de velocidad y las múltiples microparadas por calibración de máquina como falta de material de empaque. Es en la llenadora volumétrica donde se logra apreciar dicho rendimiento.
4. Con el estudio de tiempo se estableció el tiempo estándar de cada actividad en los diferentes procesos (tamizado, fabricación, limpieza, llenado, empaque primario y empaque secundario); de esa manera se logrará la reducción del tiempo de producción. El tiempo improductivo es a consecuencia del llenado de los master de producción por los operarios

al iniciar y finalizar cada proceso, el traslado de los tarros de las mesas de acero a las estanterías para desocuparlas para el siguiente batch.

5. Se tiene mínimos cambios en el método de trabajo aplicado para la producción. En el área de empaque secundario es donde se realiza la combinación de actividades, las cuales los operarios asignados podrán realizar sin ningún problema dado al espacio que presenta dicha área y sin que afecte la calidad del producto. Los máster de producción son documentos que describen cómo debe realizarse cada proceso involucrado los cuales fueron fundamentales para su mejora.
6. El estudio de tiempo se realizó al establecer la secuencia de cada uno de los procesos y enfocarse en un operario de cada uno para el análisis correspondiente, utilizando como guía los master de producción. Se encontro los motivos por los cuales existe un atraso en la línea que perjudica la economía de la empresa. Es fundamental realizar estudios periódicamente, y aplicar los cambios necesarios para la reducción del tiempo innecesario.
7. La aplicación de técnicas para mejorar la mano de obra es indispensable para incrementar la eficiencia, compromiso, desempeño de los operarios en cada una de las actividades que realizan. Es importante mejorar la eficiencia global del equipo al reducir el tiempo de paro, la disponibilidad del área para conocer los días a utilizar según la producción esperada sin el uso de horas extras.

RECOMENDACIONES

1. Evaluar periódicamente la línea para verificar que los resultados obtenidos al aplicar las mejoras resulten positivos. Analizar la maquinaria para determinar cuáles necesitan ser reemplazadas debido a su vida útil. Con ello se espera reducir los costos de producción a largo plazo.
2. Adquirir un nuevo terreno para diseñar instalaciones más amplias, mejorar el flujo de los diferentes procesos, con mayor capacidad de almacenamiento y movilidad de los operarios, lo cual favorece no solo a la línea de pomada para bebé sino las otras líneas de producción.
3. Contar con la documentación adecuada para cada área; de esa forma, llevar un control periódico del rendimiento. Para ello se debe tener el apoyo de las jefaturas y el compromiso de los operarios para tener resultados aceptables.
4. Fortalecer las habilidades y destrezas de cada uno de los operarios, para una mayor competitividad y compromiso por parte de ellos. Que el tiempo improductivo sea mínimo por no estar familiarizado con el proceso asignado.
5. Capacitar al personal en el funcionamiento detallado de la maquinaria para reducir las demoras por esperar al personal de mantenimiento para solucionar el problema presentado. Dicha capacitación debe ser ejecutada por el departamento de mantenimiento, quien tiene el conocimiento, apoyándose con las especificaciones del fabricante.

6. Aumentar la disponibilidad en el área de llenado, estableciendo el tiempo óptimo de las actividades de arranque y despeje las cuales requieren de un tiempo mayor. De esa forma se conoce la cantidad de batch por producir por día, mejora la planificación semanal de producción y se evita la necesidad de utilizar horas extras para finalizar.

7. Implementar nueva marmita de 450 kg en el área de fabricación para el mezclado de los compuestos de la pomada para bebé, reducir en un 80 % el tiempo de espera para iniciar el llenado del siguiente batch de producción y reducir los días planificados para el mismo, para una mayor productividad.

BIBLIOGRAFÍA

1. MEYERS, Fred E. *Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil*. 2ª ed. México: Pearson Educación, 2000. 352 p.
2. HEIZER, Jay; RENDER, Barry. *Principios de administración de operaciones*. 7ª ed. México: Pearson Educación 2009. 752 p.
3. HERNÁNDEZ MATÍAS, Juan Carlos; VIZANI IDOIBE, Antonio. *Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implementación*. EOI Escuela de Organización Industrial. Universidad Politécnica Madrid, 2013. 174 p.
4. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo ingeniería de métodos y medición del trabajo*. 2ª ed. México: McGraw-Hill, 2005. 458 p.
5. PINEDA, José Adolfo. *Estudio de tiempos y movimientos en la línea de producción de piso de granito en la fábrica casa blanca S.A.* Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2005. 151 p.
6. MOHR BARRÍA, Paula A. *Propuesta de metodología para la medición de eficiencia general de los equipos en línea de procesos de sección mantequilla en industria láctea*. Trabajo de graduación de Ing. Civil Industrial. Universidad Austral de Chile, Puerto Montt - Chile, 2012. 83 p.

7. MONTERO VEGA, José Carlos; DÍAZ RANGEL, César Augusto; GUEVARA TRUJILLO, Favián Enrique; CEPEDA RUGELES, Augusto Herbet; BARRERA HERRERA, Juan Camilo. Boletín técnico No. 33. *Modelo para medición de eficiencia real de producción y administración integrada de información en planta de beneficio*. Cenipalma. Bogotá. julio de 2013. 68 p.
8. QUEZADA PALACIOS, Josué Eduardo. *Análisis de rendimiento de una línea de producción de bebidas carbonatadas*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánico Industrial. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala, 2016. 212 p.
9. *TPM mantenimiento total productivo y estrategias de las 5S*. [en línea]. <educagratis.cl/Moodle/mod/resource/view.php?id=10111> [Consulta: 4 de abril de 2017].
10. MEJÍA NIETO, Javier. *Indicadores de eficiencia y eficacia en los procesos*. [en línea]. <<https://leanmanufac.wikispaces.com/file/view/indicadores+de+productividad+y+calidad.pdf>> [Consulta: 4 de abril del 2017].

ANEXO

Anexo 1. Suplementos por descanso

Curso de "Técnicas de organización"			
Ejemplo de un sistema de suplementos por descanso en porcentajes de los tiempos normales.			
1. Suplementos constantes			
	Hombres	Mujeres	
Suplementos por necesidades personales	5	7	
Suplementos base por fatiga	4	4	
2. Suplementos variables			
	Hombres	Mujeres	
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4	
B. Suplemento por postura anormal			
Ligeramente incómoda	0	1	
Incómoda (inclinado)	2	3	
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	
C. Uso de la fuerza o de la energía muscular (levantar, tirar o empujar)			
Peso levantado por kilogramo			
2.5	0	1	
5	1	2	
7.5	2	3	
10	3	4	
12.5	4	6	
15	5	8	
17.5	7	10	
20	9	13	
E. Condiciones atmosféricas (calor y humedad)			
Índice de enfriamiento en el termómetro húmedo de – Suplemento			
Kata (milicalorías/cm ² /segundo)			
16		0	
14		0	
12		0	
10		3	
8		10	
6		21	
5		31	
4		45	
3		64	
2		100	
F. Concentración intensa			
	Hombres	Mujeres	
Trabajos de cierta precisión	0	0	
Trabajos de precisión o fatigosos	2	2	
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5	
G. Ruido.			
Continuo	0	0	
Intermitente y fuerte	2	2	
Intermitente y muy fuerte	5	5	
Estridente y fuerte			
H. Tensión mental			
Proceso bastante complejo	1	1	
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4	

Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo*. p. 228.

