

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



**ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE UNA PLANTA DE  
CARMÍN APLICANDO LA METODOLOGÍA LEAN DE LAS 5'S Y LA  
INSTALACIÓN DE HOMOGENEIZADORES DE POLVO**

**Tesis para obtener el título profesional de INGENIERA INDUSTRIAL**

**AUTORA:**

Diaz Obregon, Fiorella del Pilar

**ASESOR:**

Rau Alvarez, Jose Alan

Lima, abril, 2022

## RESUMEN

El presente trabajo analiza la producción de una empresa que pertenece a la industria de química especializada, pues fabrica fragancias, sabores y colorantes naturales en el Perú. La firma posee una gran participación en el mercado de carmín dirigiéndose a empresas del rubro alimentario, cosmético, detergentes, bebidas, entre otros.

A partir de un análisis de diagnóstico se identifica que el cuello de botella se encuentra en la familia de colorantes carmín. Esto se debe principalmente a la existencia de reprocesos en ajustes de color, puesto que no se identifica adecuadamente el procedimiento que se debe seguir para satisfacer las coordenadas de color requeridas por el cliente. Asimismo, se identifica la falta de espacio disponible en el almacén de producto de carmín semiterminado, la cual dificulta el tránsito del producto.

Por ello, se plantean dos propuestas de mejora para eliminar o reducir al máximo los inconvenientes presentados previamente. Respecto a los reprocesos, se propone la implementación de dos homogeneizadores para obtener muestras de carmín más representativas y seguir los procedimientos predeterminados en el catálogo de colores. Asimismo, se plantea que la maquinaria se ubique en el almacén de producto semiterminado, para lo cual es necesario primero optimizar dicho espacio de trabajo. Por ello, también se propone la implementación de la metodología de las 5'S, la cual abarca el uso de tarjetas rojas, la instalación de un sistema de racks de flujo dinámico, un método de orden, ejecución de checklist, entre otros.

En consecuencia, se estima obtener un ahorro semanal de 50 horas, reducir el tiempo de inventario y optimizar el flujo del producto. Finalmente, en el análisis económico se obtiene un VAN de 75,868.97 soles, un TIR mensual de 4.96% mayor al COK mensual estimado de la empresa igual a 0.59% y un periodo de retorno de la inversión de 11 meses, con lo cual se concluye que el proyecto es factible y rentable.

## AGRADECIMIENTOS

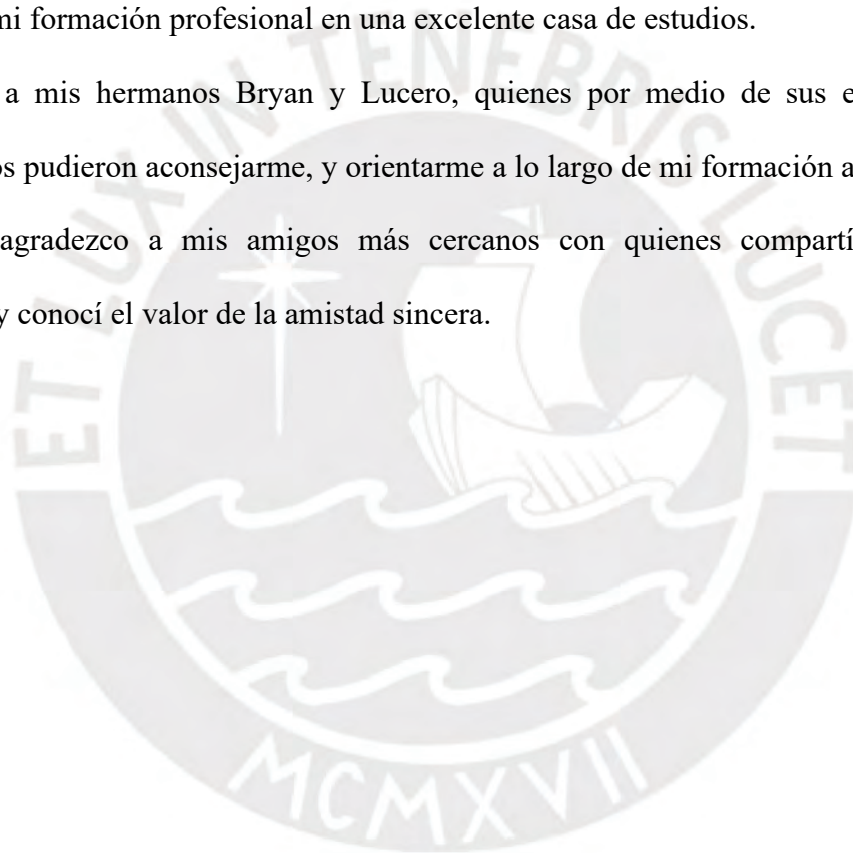
Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera.

Agradezco a mi asesor el Ing. José Rau por su disposición para apoyarme en el desarrollo del presente trabajo de tesis.

Asimismo, agradezco a mi familia, en especial a mis padres Silvestre Díaz y María Obregon por haberme brindado su apoyo incondicional y por haberme otorgado la oportunidad de sentar las bases de mi formación profesional en una excelente casa de estudios.

Doy gracias a mis hermanos Bryan y Lucero, quienes por medio de sus experiencias y conocimientos pudieron aconsejarme, y orientarme a lo largo de mi formación académica.

Finalmente, agradezco a mis amigos más cercanos con quienes compartí experiencias inolvidables y conocí el valor de la amistad sincera.



## Tabla de Contenidos

Índice de Tablas vi

Índice de Figuras xi

Introducción 1

1. Capítulo 1. Marco Teórico .....	2
1.1 Investigaciones Previas .....	2
1.2 Herramientas de diagnóstico .....	5
1.2.1 Los cinco porqués .....	5
1.2.2 Diagrama de Pareto .....	7
1.2.3 Método de lluvia de ideas .....	10
1.2.4 Diagrama de causa-efecto .....	11
1.3 Principios de la manufactura esbelta .....	13
1.3.1 Definir qué agrega valor para el cliente .....	13
1.3.2 Definir y hacer el mapa del proceso .....	14
1.3.3 Crear flujo continuo .....	14
1.3.4 Que el consumidor jale lo que quiere .....	14
1.3.5 Esforzarse por la excelencia y alcanzar la perfección .....	15
1.4 5'S .....	15
1.4.1 Eliminar ( <i>Seiri</i> ) .....	16
1.4.2 Ordenar ( <i>Seiton</i> ) .....	16
1.4.3 Limpieza ( <i>Seiso</i> ) .....	17
1.4.4 Estandarizar ( <i>Seiketsu</i> ) .....	17

1.4.5	Disciplina ( <i>Shitsuke</i> ).....	18
2.	Capítulo 2. Descripción de la empresa.....	19
2.1	Empresa.....	19
2.1.1	Clientes .....	19
2.1.2	Cultura Organizacional.....	19
2.2	Organización.....	20
2.2.1	Gerente de operaciones.....	21
2.2.2	Jefe de producción .....	22
2.2.3	Supervisor de producción .....	22
2.2.4	Operador .....	23
2.3	Productos.....	23
2.3.1	El Carmín.....	24
2.3.2	Descripción del sistema productivo de la planta de Carmín .....	26
3.	Capítulo 3. Diagnóstico de la empresa.....	42
3.1	Justificación del área, proceso y operación elegidos .....	42
3.1.1	Justificación del área elegida en la empresa.....	42
3.1.2	Justificación de la sección de productos elegida .....	46
3.1.3	Justificación de la familia de colorantes seleccionada .....	49
3.2	Identificación de los problemas en la planta de Carmín .....	55
3.2.1	Excesiva carga microbiana .....	62
3.2.2	Demoras por ajuste de color .....	69

3.2.3	Quejas de los clientes .....	73
3.2.4	Conclusión de identificación de problemas.....	76
3.3	Planteamiento de contramedidas a los problemas .....	77
4.	Capítulo4: Propuesta de mejora del caso de estudio .....	80
4.1	Propuesta de la aplicación de la metodología de 5’S.....	80
4.1.1	Actividades preliminares .....	80
4.1.2	Análisis general del almacén .....	83
4.1.3	Implementación de Clasificación-SEIRI.....	86
4.1.4	Implementación de Ordenar-SEITON.....	89
4.1.5	Implementación de Limpiar-SEISO .....	96
4.1.6	Implementación de Estandarizar-SEIKETSU .....	98
4.1.7	Implementación de Disciplina-SHITSUKE .....	100
4.1.8	Cronograma de la implementación de las 5’S .....	103
4.1.9	Cuadro de comparación por el ahorro .....	105
4.2	Propuesta de la aplicación de los homogeneizadores .....	106
4.2.1	Elección del tipo de homogeneizador.....	107
4.2.2	Características técnicas del homogeneizador de doble cono o bicónico ..	111
4.2.3	Procedimiento del homogeneizado de carmín rojo .....	113
4.2.4	Procedimiento del homogeneizado de carmín hidrosoluble.....	115
4.2.5	Cronograma para la implementación de los homogeneizadores .....	116
4.2.6	Ahorro por la implementación de los homogeneizadores .....	117

5. Capítulo 5. Evaluación económica.....	119
5.1 Costos de implementación de las mejoras .....	119
5.1.1 Costo de implementación de las 5'S.....	119
5.1.2 Costo de implementación de los homogeneizadores .....	121
5.2 Ahorro por implementación de mejoras .....	126
5.2.1 Ahorro generado por la implementación de las 5'S .....	127
5.2.2 Ahorro generado por la implementación de homogeneizadores .....	127
5.2.3 Flujo de caja del proyecto.....	130
6. Capítulo 6. Conclusiones y recomendaciones.....	103
6.1 Conclusiones.....	103
6.2 Recomendaciones .....	104
7. Referencias bibliográficas.....	106

## Índice de Tablas

Tabla 1.	Implementación de manufactura esbelta en una empresa alimenticia.....	2
Tabla 2.	Aplicación de un programa de mejora continua utilizando Manufactura Esbelta en el nivel de gestión del proceso de cartonera de la empresa la Calera en la provincia de Chincha	3
Tabla 3.	Descripción de las clases de acuerdo con el porcentaje de causas y efecto .	8
Tabla 4.	Capacidad de los equipos de extracción .....	29
Tabla 5.	Capacidad del equipo de precipitado.....	30

Tabla 6.	Capacidad del equipo de filtrado .....	30
Tabla 7.	Capacidad del equipo de estetización .....	31
Tabla 8.	Capacidad del horno a gas .....	31
Tabla 9.	Capacidad del molino con pines .....	33
Tabla 10.	Capacidad del mezclador blender .....	33
Tabla 11.	Capacidad del Autoclave. ....	34
Tabla 12.	Capacidad del tamizado .....	34
Tabla 13.	Capacidad del envasado .....	35
Tabla 14.	Cantidad de órdenes de producción emitidas en el 2021 .....	35
Tabla 15.	Capacidad del tanque de disolución. ....	36
Tabla 16.	Capacidad del secado por atomización .....	36
Tabla 17.	Capacidad del secador por atomización .....	37
Tabla 18.	Capacidad del tamizado .....	38
Tabla 19.	Capacidad del envasado .....	39
Tabla 20.	Cuadro de puntaje por nivel de criticidad .....	45
Tabla 21.	Cuadro de ponderación de las áreas por factor crítico .....	46
Tabla 22.	Reclamos manifestados por cada sección de producto .....	47
Tabla 23.	Ventas en dólares implicadas en los reclamos .....	48
Tabla 24.	Ventas en dólares implicadas en los reclamos procedidos .....	48
Tabla 25.	Cantidad de producción en kilogramos de cada familia de colorantes .....	50
Tabla 26.	Valoración de cada familia de colorantes .....	51

Tabla 27.	Puntos pigmentos de cada familia de colorantes .....	51
Tabla 28.	Cuadro comparativo de los puntos pigmentos meta respecto de los obtenidos en el año 2020	52
Tabla 29.	Puntajes según la frecuencia de ocurrencia .....	54
Tabla 30.	Tabla de los porcentajes de los puntos pigmentos meta.....	54
Tabla 31.	Matriz de ponderación de las familias de colorantes por cada categoría ...	54
Tabla 32.	Puntajes por categoría de frecuencia .....	55
Tabla 33.	Puntajes por categoría de consecuencias .....	56
Tabla 34.	Problemas identificados en la planta de Carmín .....	56
Tabla 35.	Matriz de criticidad de problemas identificados en la línea de Carmín .....	57
Tabla 36.	Cuadro resumen del nivel de criticidad por cada problema identificado ...	57
Tabla 37.	Cantidad de partículas contaminantes .....	59
Tabla 38.	Reporte del mantenimiento correctivo del carmín seco .....	61
Tabla 39.	Cuadro resumen de los días de retraso en la atención del mantenimiento correctivo	62
Tabla 40.	Reporte de carga microbiana del producto carmín semiterminado en el mes de marzo del 2021 .....	64
Tabla 41.	Reporte de carga microbiana del producto carmín terminado en el mes de abril del 2021	65
Tabla 42.	Cuadro comparativo para identificar las causas críticas del problema.....	68
Tabla 43.	Cinco Porqués para identificar las causas raíz del problema: Demoras por ajuste de color	70

Tabla 44.	Detalle de los reclamos de los clientes .....	73
Tabla 45.	Análisis para detectar los tipos de errores más críticos relacionados a los reclamos de los clientes. ....	74
Tabla 46.	Cinco porqués para identificar las causas raíz de los errores en el área de envasado-etiquetado.....	75
Tabla 47.	Lista de contramedidas de las causas raíz de los problemas críticos.....	77
Tabla 48.	Matriz para la elección de las contramedidas.....	79
Tabla 49.	Cuadro de asignación de responsabilidades según el ciclo de Deming PHVA	83
Tabla 50.	Cuadro de frecuencia semanal de uso de los objetos o herramientas .....	86
Tabla 51.	Cuadro de la categoría frecuencia-utilidad de los items.....	88
Tabla 52.	Cuadro de proporción por cada código de carmín rojo .....	89
Tabla 53.	Cuadro resumen del número de pallets requeridos por cada código. ....	91
Tabla 54.	Cuadro para determinar número de racks.....	92
Tabla 55.	Cuadro de orden de posicionamiento de las bolsas de carmín .....	95
Tabla 56.	Cuadro del programa de limpieza actual en el almacén .....	96
Tabla 57.	Programa de limpieza propuesto .....	96
Tabla 58.	Utensilios de limpieza .....	97
Tabla 59.	Cuadro de distribución de las actividades de limpieza durante un mes .....	97
Tabla 60.	Cuadro de puntajes .....	98
Tabla 61.	CheckList.....	99
Tabla 62.	Cuadro de puntajes .....	100

Tabla 63.	Cuadro de CheckList .....	101
Tabla 64.	Cuadro de espacio disponible .....	105
Tabla 65.	Cuadro de ahorro por tiempo de inventario.....	106
Tabla 66.	Cuadro comparativo de los homogeneizadores de polvo-parte 1.....	108
Tabla 67.	Cuadro comparativo de los homogeneizadores de polvo-parte 2.....	109
Tabla 68.	Cuadro de comparación de los homogeneizadores bicónicos .....	112
Tabla 69.	Cuadro resumen de especificaciones del homogeneizador escogido .....	112
Tabla 70.	Tiempo total de procesamiento en el homogeneizador .....	115
Tabla 71.	Cálculo del ahorro bruto por implementación de los homogeneizadores	117
Tabla 72.	Detalle del cálculo de las horas adicionales por ajuste de color.....	118
Tabla 73.	Costos por la metodología de las 5S.....	119
Tabla 74.	Costos por la implementación de los dos homogeneizadores .....	121
Tabla 75.	Cuadro de lotes de carmín rojo seco.....	123
Tabla 76.	Cálculo del número de lotes de carmín .....	124
Tabla 77.	Cuadro de costos por acondicionamiento de los homogeneizadoras .....	125
Tabla 78.	Costo por energía consumida .....	126
Tabla 79.	Ahorro neto por la metodología de la 5'S .....	127
Tabla 80.	Brecha de demanda insatisfecha de Carmín .....	128
Tabla 81.	Ganancia promedio por kilogramo de carmín .....	129
Tabla 82.	Ahorro por implementación de homogeneizadores.....	129

Tabla 83.	Cálculo del costo de capital anual de la empresa usando el modelo CAPM	
	131	
Tabla 84.	Costo de capital mensual .....	131
Tabla 85.	Flujo de caja económico-Parte1 .....	100
Tabla 86.	Flujo de caja económico-Parte2 .....	101
Tabla 87.	Indicadores financieros.....	101

## Índice de Figuras

Figura 1.	Five whys worksheet .....	7
Figura 2.	Número de defectos encontrados en cada máquina de la línea de producción	
	9	
Figura 3.	Diagrama de Pareto .....	9
Figura 4.	Lluvia de ideas para la generación de conceptos del producto.....	11
Figura 5.	Diagrama de Pareto .....	13
Figura 6.	Tarjeta roja para identificar elementos inútiles .....	16
Figura 7.	Organigrama de la empresa .....	21
Figura 8.	Familia de productos terminados Carmín.....	26
Figura 9.	Grana cochinilla entera .....	27
Figura 10.	Tanque de Precipitado .....	30
Figura 11.	Almacén de producto intermedio .....	32
Figura 12.	Mezclador bicónico .....	38

Figura 13.	Diagrama de operaciones de la Línea de producción 1 .....	40
Figura 14.	Diagrama de operaciones de la línea de producción .....	41
Figura 15.	Planta de tratamiento de aguas residuales .....	43
Figura 16.	Fórmula de los puntos pigmentos.....	50
Figura 17.	Tanque de Tratamiento de Aguas Residuales.....	58
Figura 18.	Kardex de Carmín del 2020.....	60
Figura 19.	Kardex del carmín del 2021.....	60
Figura 20.	Imagen referencial de la técnica de recuento bacteriano .....	63
Figura 21.	Diagrama de Ishikawa: Carga microbiana excesiva.....	67
Figura 22.	Señalización de las operaciones afectadas por el ajuste de color en la línea 2.	71
Figura 23.	Señalización de las operaciones afectadas por el ajuste de color en la línea 2 72	
Figura 24.	Diagrama de Pareto: Tipos de errores relacionados a los reclamos de los clientes	74
Figura 25.	Organigrama del comité de las 5'S.....	81
Figura 26.	Almacén de producto semiterminado- carmín rojo .....	83
Figura 27.	Almacén de producto semiterminado – Carmín hidrosoluble .....	84
Figura 28.	Estoca posicionada en el almacén de semiterminados-Carmín rojo.....	85
Figura 29.	Tarjeta roja para identificar elementos inútiles .....	87
Figura 30.	Objetos no deseados en el almacén de productos semiterminado .....	88
Figura 31.	Estoca en el almacén.....	90

Figura 32.	Plano de los racks de flujo dinámicos propuesto.....	93
Figura 33.	Imagen referencial de la inserción del pallet .....	94
Figura 34.	Imagen referencial de la extracción del pallet .....	94
Figura 35.	Formato para las observaciones identificadas de disciplina.....	102
Figura 36.	Cronograma de la implementación de las 5'S-Parte I .....	104
Figura 37.	Cronograma de la implementación de las 5'S- Parte II.....	104
Figura 38.	Homogeneizador para el carmín.....	113
Figura 39.	Cálculo para el tiempo de mezclado en el homogeneizador de carmín rojo	
	114	
Figura 40.	Plano del almacén con homogeneizadores propuesto .....	116
Figura 41.	Cronograma de la implementación de los dos homogeneizadores.....	116
Figura 42.	Diagrama hombre-máquina simplificado .....	123

## Introducción

El Perú es estimado como uno de los mayores productores y exportadores de cochinilla, debido a su elevado nivel de participación en el mercado a nivel mundial de aproximadamente un 85% (Bermúdez et al, 2017). Las principales razones de este hecho es el elevado nivel de ácido carmínico que posee la Cohinilla, lo cual está relacionado directamente con la calidad del producto y el desarrollo natural de esta en los valles interandinos del Perú (Salas, 2020).

El presente trabajo de tesis posee como objetivo evaluar a la línea de producción de Carmín de una empresa manufacturera en el Perú con el propósito de plantear soluciones de mejora teniendo como foco la filosofía Lean Manufacturing para reducir los tiempos de entrega, los desperdicios y, sobre todo, reducción de costos.

En el primer capítulo, se examina el marco teórico de la tesis, en la cual se describen las herramientas de diagnóstico de mejora más utilizados tales como el diagrama de Pareto, el método de lluvia de ideas, diagrama de pescado y los cinco porqués. Asimismo, se desarrollan los cinco principios del pensamiento Lean y las 5'S.

En el segundo capítulo, se presenta la descripción de la empresa que comprende una breve reseña de esta, la cultura organizacional y el organigrama de la línea de Carmín. Asimismo, se detalla las familias y subfamilias de este colorante, y su proceso productivo.

En el tercer capítulo, se presenta el análisis y diagnóstico de la empresa, con el fin de identificar los problemas críticos de la familia de productos seleccionada, es decir, el carmín.

En el cuarto capítulo, se aplicarán las contramedidas planteadas, con el fin de reducir o eliminar los desperdicios identificados, incrementar la capacidad de la empresa y satisfacer la demanda de carmín.

En el quinto capítulo, se evalúa el impacto económico de las propuestas de mejora, con el fin de diagnosticar si el proyecto es factible y rentable. Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones.

# 1. Capítulo 1. Marco Teórico

En el presente capítulo, se presentarán investigaciones previas relacionadas a la aplicación de *Lean Manufacturing* en la industria alimentaria, así como herramientas útiles para el diagnóstico y mejora de área productiva en estudio.

## 1.1 Investigaciones Previas

En este apartado, se presentarán dos investigaciones acerca de la implementación de *Lean Manufacturing* en empresas de la industria alimentaria.

En la Tabla 1, se muestra la información del primer caso de referencia, en el que se aplicó metodologías Lean a una empresa procesadora de productos alimenticios.

Tabla 1. Implementación de manufactura esbelta en una empresa alimenticia

Título	Implementación de manufactura esbelta en una empresa alimenticia
Institución	Enfoque UTE Revista
Presentada por	Viteri Moya, Matute Déleg, Viteri Sánchez y Ribera Vásquez (2016)
<b>Objetivo del Estudio</b>	
<i>“Implementar el pensamiento y principios de la filosofía Lean a una empresa procesadora de productos alimenticios, con el fin de usar los recursos de manera eficiente, reducir los costos y generar mayores ganancias”.</i>	
<b>Metodología de Implementación</b>	
Para el desarrollo de la presente investigación se realizaron los siguientes pasos: Al inicio del proyecto de mejora en la empresa, se desarrollaron tres tipos de métodos. El primer lugar, se desarrollaron actividades exploratorias, con el fin de identificar los procesos que se realizaban dentro de la empresa y su estructura funcional interna. En segundo lugar, se desarrolló la metodología descriptivo y experimental, con el propósito de identificar los procesos productivos y evaluar su desempeño. Por último, análisis del sistema productivo, con el fin de conocer el sistema de manera holística. Se aplicó la técnica de las 5’S en cada una de las actividades de transformación de materias primas.	

Aplicación de la filosofía Just in Time. Se identificaron los siete tipos de desperdicios, por ejemplo, la no existencia de registros de transporte, sobreproducción, falla mecánica, derrame de materia prima al momento de ingresar a la mezcladora. Se analizaron las causas raíz de los desperdicios identificados, luego se plantearon acciones de mejora y, por último, mediante documentación se estandarizaron estos procesos.

### Resultados

En los tres primeros meses se tuvo como resultado lo siguiente: eliminación de materiales almacenados que no agregan valor, estandarización de procedimientos, reducción de desperdicio durante el proceso productivo, reducción de absentismo, equilibrar la duración de las áreas de una línea de procesos, entre otros.

Se obtuvo como beneficio monetario luego de la implementación de *Lean Manufacturing* un total de 9200\$, debido al ahorro en adquisición de materia prima, eliminación de inventario en proceso y entrega a tiempo de los pedidos.

La relación entre el beneficio neto y el costo total de implementación es de 1.7, es decir, por cada dólar invertido se obtiene 0.7\$ de ganancia neta.

Fuente: Viteri Moya, Matute Déleg, Viteri Sánchez y Ribera Vásquez (2016)

En la Tabla 2, se presenta la información del segundo caso de referencia, en la cual se describe la aplicación de un programa basado en *Lean Manufacturing* en la empresa la Calera.

Tabla 2. Aplicación de un programa de mejora continua utilizando Manufactura Esbelta

Título	Aplicación de un programa de mejora continua utilizando Manufactura Esbelta en el nivel de gestión del proceso de cartonera de la empresa la Calera en la provincia de Chincha.
Institución	Universidad Ricardo Palma
Presentada por	Pachas, Jesus (2019)
Objetivo del Estudio	
"Determinar en qué medida la aplicación del programa de mejora continua utilizando <i>Lean Manufacturing</i> influye en el nivel de gestión del área de cartonería de la empresa La Calera de Chincha".	
Metodología de Implementación	

<p>Para el desarrollo de la presente investigación se realizaron los siguientes pasos:</p> <p>Se realizaron tres tipos de métodos de investigación. En primer lugar, se desarrolló una investigación de tipo aplicada, con el objetivo de adquirir nuevos conocimientos técnicos con aplicación inmediata.</p> <p>Aplicación de una encuesta censal a los 60 trabajadores del área de cartonería respecto a indicadores de producción. Además, se averiguó en documentos históricos para adquirir estos indicadores.</p> <p>Validación de la información obtenida en el censo mediante la comparación con el juicio de experto.</p> <p>Cálculo de tiempo improductivo, indicadores de productividad, eficiencia, entre otros.</p> <p>Análisis estadístico de los resultados de cada una de las variables. Interpretación de resultados.</p> <p>Planteamiento de la aplicación del Value Stream Mapping para identificar los desperdicios en el área de cartonería. Se realizaron pruebas de hipótesis para validar la veracidad del impacto positivo de dicha aplicación.</p> <p>Aplicación de las mejoras planteadas en función del diagnóstico obtenido en el VSM: Plan de implementación de mantenimiento productivo total, Plan de implementación de VSM, Plan de actividades de eventos Kaizen.</p> <p>Desarrollo de eventos Kaizen para identificar oportunidades de mejora de manera continua.</p>
<p><b>Resultados</b></p>
<p>Incremento en la productividad de la mano de obra en un 15% gracias a la aplicación de los eventos Kaizen.</p> <p>Reducción del tiempo improductivo entre los años 2016 y 2017 en un 26.5%.</p> <p>Incremento en la productividad de los equipos en un 13% gracias al mantenimiento productivo total (TPM) aplicado como herramienta Kaizen.</p>

Fuente: Pachas, J, 2019

- **Conclusión**

Finalmente, se concluye que la aplicación de las herramientas de *Lean Manufacturing* aportan en el incremento de la productividad. Asimismo, su implementación conlleva a la mejora continua, puesto que el área inicial en el que se aplicó la herramienta Lean sirve de

inspiración para que las demás áreas se sigan desarrollando. Por último, se ha evidenciado un impacto económico positivo producto de la reducción o eliminación de determinados desperdicios que afectaban a la empresa en cuestión.

## **1.2 Herramientas de diagnóstico**

La herramienta de diagnóstico se utiliza para la identificación y el análisis de un problema, con el fin de solucionarlas adecuadamente. Estas herramientas pueden ser la metodología de los cinco porqués, Diagrama de Pareto y el diagrama de Ishikawa, las cuales serán descritas a continuación.

### **1.2.1 Los cinco porqués**

Este método científico consiste en preguntar “por qué” cinco veces y contestar a cada pregunta relacionada al problema que se quiere poner término (Ohno, 2000). Este método es muy efectivo para encontrar la causa raíz de una cuestión, la cual es muy importante de identificar, ya que muchas veces se plantea y aplica una solución momentánea, mas no sostenible.

Según Taichi Ohno (2000), “El Sistema de Producción Toyota se ha basado en la práctica y evolución de este método científico”. Un caso en particular se originó con la primera pregunta “¿Por qué fabricamos demasiadas piezas?” y la respuesta a ello fue porque se carecía de una forma de retener el exceso de producción, lo cual condujo a la necesidad de poseer un control visual que resultó ser finalmente el Kanban.

- **Metodología**

De acuerdo con Serrat (2017), El desarrollo del ejercicio de los cinco porqués es mucho más efectivo cuando se trabaja en equipo, ya que se abarca el problema desde diferentes puntos de vista.

A continuación, se mostrará un mayor detalle en el proceso de esta metodología cuando se trabaja en equipo.

**Paso1:** Reunir al equipo de trabajo y definir, mediante consenso, el enunciado del problema.

En este paso también se debe decidir si se agregará a más personas al equipo o si no, dependiendo del nivel de complejidad del problema.

**Paso2:** Preguntar el primer “por qué” del equipo y registrar todas las respuestas mencionadas que resulten sensatas. Se puede utilizar una pizarra o fichas pegadas en la pared.

**Paso3:** Preguntar cuatro porqués sucesivos para cada respuesta declarada anteriormente. Revelar cada respuesta cerca de la primera y hacer seguimiento a todas aquellas que parezcan verosímiles.

Cabe señalar que se identifica la causa raíz cuando al preguntar de nuevo por qué, ya no proporciona una información útil. En algunos casos, será necesario seguir preguntando por qué por más de cinco veces.

**Paso4:** Entre todas las respuestas a las últimas preguntas planteadas anteriormente, se debe buscar aquellas que sean las causas del problema más coherentes, discutir las y decidir cuál es el problema sistémico más probable. Luego, se debe informar y mostrar lo identificado a todo el equipo para verificar si están de acuerdo con la lógica planteada.

**Paso5:** Luego de determinar la causa raíz más probable y obtener la confirmación de la lógica planteada detrás del análisis, se deben desarrollar los correctivos más apropiados para eliminarla.

Finalmente, cabe resaltar que estas soluciones pueden ser desarrolladas e implementadas por un equipo de trabajo diferente al que desarrolló la planificación; sin embargo, estos últimos serían los que se beneficien de la implementación.

Una de las plantillas que se puede usar para el desarrollo de esta metodología se muestra en la figura 1.

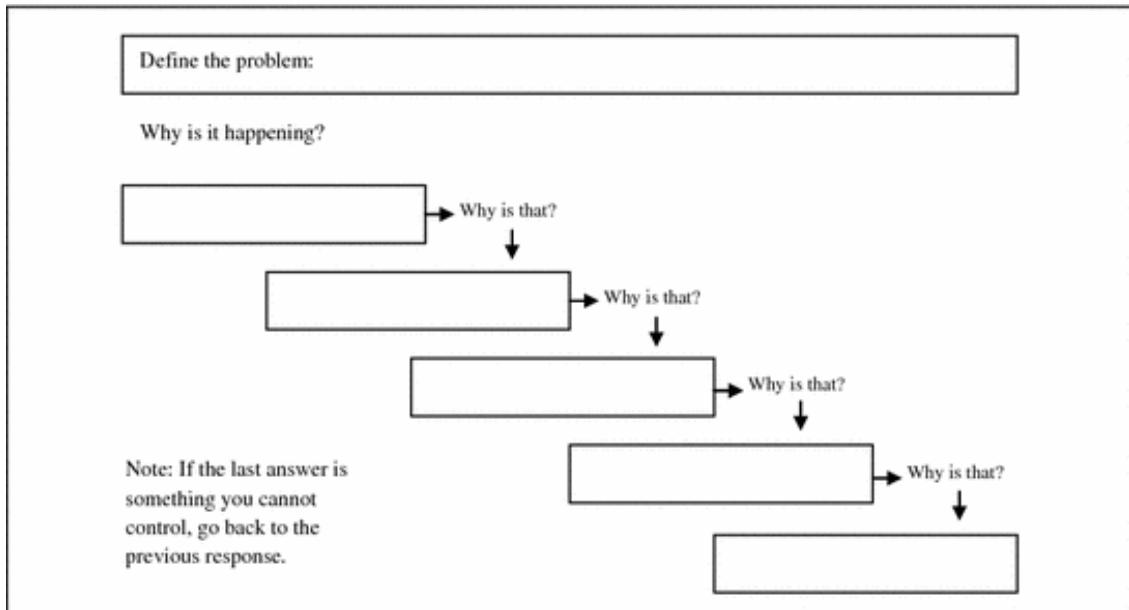


Figura 1. Five whys worksheet  
Fuente: The five Whys Technique

### 1.2.2 Diagrama de Pareto

Según Bonilla, Díaz, Kleeberg y Noriega (2010), el diagrama de Pareto es un esquema que permite clasificar los elementos, que pueden ser problemas o defectos, en función del nivel de impacto que tienen en la organización. Mediante este diagrama, es posible identificar visualmente los problemas más relevantes siguiendo el principio de “los pocos vitales” contra los “muchos triviales”. El fin último de este diagrama es determinar medidas correctivas para los elementos más relevantes.

En muchos casos, se logra identificar que muchos de los defectos o problemas se debe a pocos elementos. Por ello, estos se clasifican en tres clases de acuerdo con su nivel de impacto, como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Descripción de las clases de acuerdo con el porcentaje de causas y efecto

Clase	Causas	Nivel de impacto
A	20%	80%
B	30%	15%
C	50%	5%

Fuente: Mejora continua de los procesos: herramientas y técnicas (2010)

- **Metodología**

De manera práctica, se puede realizar los siguientes pasos para realizar el diagrama de Pareto:

**Paso1:** Seleccionar y registrar los datos que se analizarán teniendo en cuenta que se encuentran en un mismo periodo de tiempo.

**Paso2:** Se cuantifica la frecuencia que aparece cada elemento durante un periodo de tiempo definido previamente y se ordenan los datos de mayor a menor.

**Paso3:** Este paso abarca dos tipos de cálculos. En primer lugar, se calcula la frecuencia relativa, es decir, el porcentaje que aparece cada elemento respecto del total. En segundo, se cuantifica la frecuencia relativa acumulada, es decir, el porcentaje acumulado.

**Paso4:** Este paso consiste en dibujar el diagrama de Pareto completo, el cual consiste en trazar los ejes X e Y, diagramar un gráfico de barras que representas los porcentajes de discrepancias y la curva del porcentaje acumulado.

**Paso5:** Demarcar el esquema en tres espacios, que representan a las clases A, B, C.

**Paso6:** Analizar el diagrama de Pareto y notificar los elementos que pertenecen a la clase A, ya que son los más representativos.

A modo de ejemplo, en la figura 2 y 3 se visualiza respectivamente el cuadro de análisis de defectos y el diagrama de Pareto para encontrar los defectos más significativos en una línea de producción. Ver figura 2 y 3.

Tipo de defecto	Frecuencia	(%)	Porcentaje acumulado
El motor no se detiene	55	79.71	79.71
El motor no enfría	10	14.50	94.21
La puerta no cierra	3	4.35	98.56
El motor no arranca	1	1.44	100
<b>Total</b>	<b>69</b>	<b>100</b>	

Figura 2. Número de defectos encontrados en cada máquina de la línea de producción  
Fuente: Bonilla, Díaz, Kleeberg, Noriega (2010)

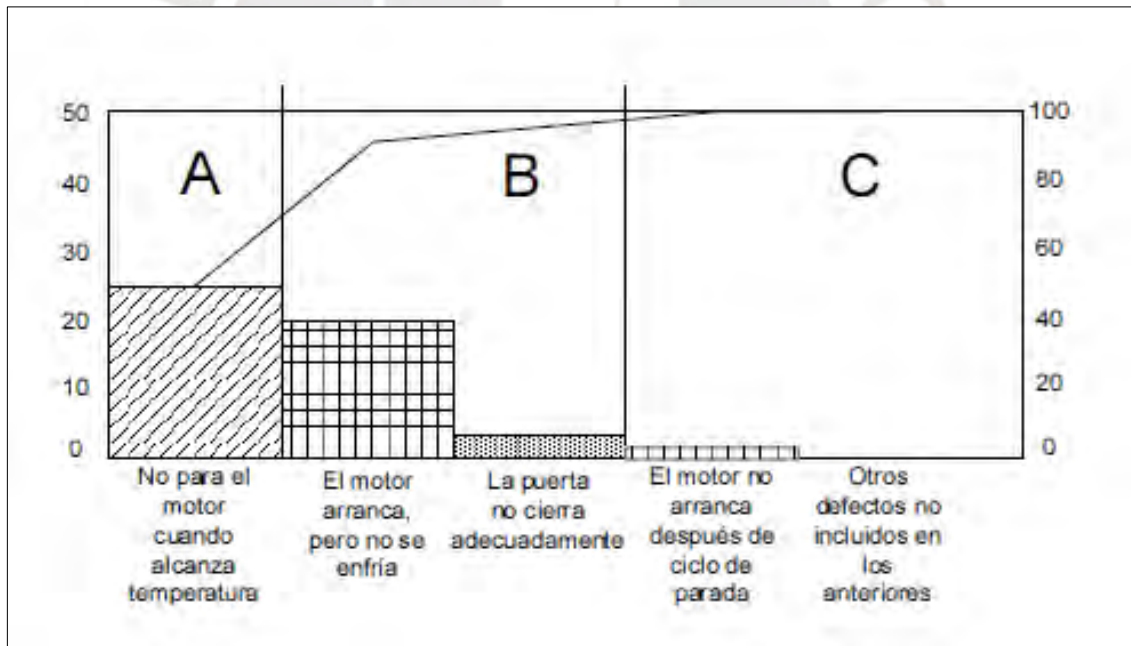


Figura 3. Diagrama de Pareto  
Fuente: Bonilla, Díaz, Kleeberg, Noriega (2010)

### 1.2.3 Método de lluvia de ideas

Es una técnica de trabajo grupal o individual, que tiene como fin adquirir el mayor número de ideas respecto de una cuestión planteada aprovechando la capacidad creativa que poseen las personas. Este método es el más aplicado entre otras herramientas de adquisición de ideas y puede ser aplicado con otra herramienta de complemento.

Según Ando (1999), para el correcto desarrollo del método de lluvia de ideas se tienen en cuenta cuatro reglas (p.14). En primer lugar, no se debe manifestar críticas positivas o negativas respecto de alguna idea. En segundo lugar, Las ideas deben ser pensadas libremente, desde todos los aspectos posibles. En cuarto lugar, se debe producir ideas en masa, ya que, a mayor cantidad de nociones, mayor probabilidad de encontrar ideas de buena calidad. Finalmente, las ideas pueden plantearse en base a otra idea o como complemento.

- Metodología

Una metodología práctica para la elaboración del *brainstorming* se expresará en los siguientes pasos.

**Paso1:** Identificar el tema

**Paso2:** Plantear las ideas siguiendo los principios enunciados previamente.

**Paso3:** Luego de que todas las ideas se hayan agotado, recién será posible evaluarlas.

**Paso4:** Filtrar las ideas para obtener las nociones más relevantes.

A modo de ejemplo, en la figura 4 se mostrará un *brainstorming* enfocado en generar el concepto de un producto que ayudaría a ahorrar agua en la ducha. Ver figura 4.

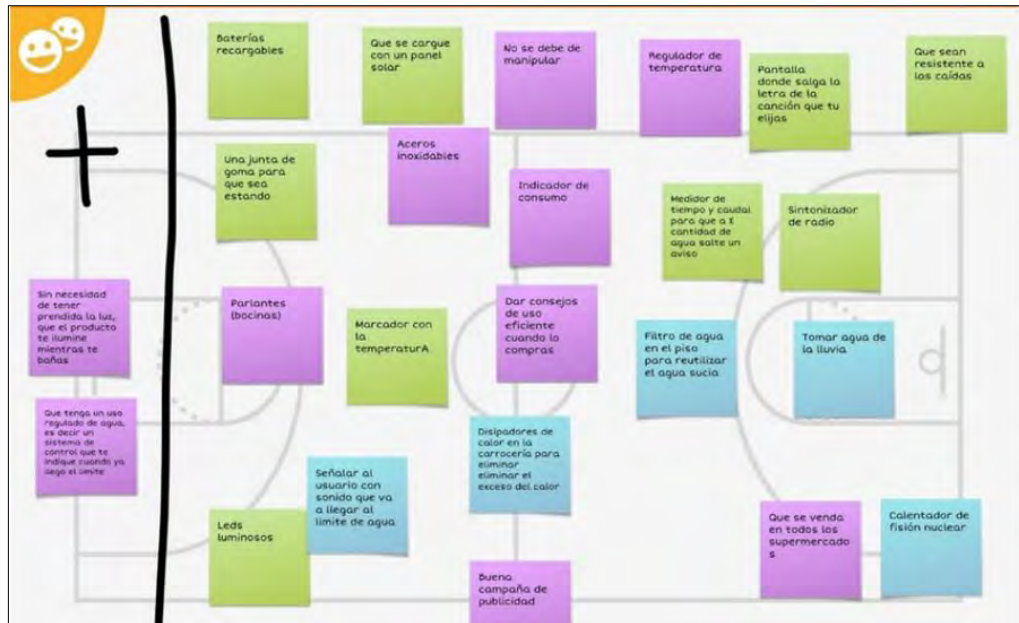


Figura 4. Lluvia de ideas para la generación de conceptos del producto  
Fuente: Naranjo, Garate, Gómez, Vera, Caldera (2015)

A partir de este ejercicio, se llegó a la conclusión de que existían dos ideas que tenían mayor potencial a desarrollarse. La primera característica que debería tener el producto era que debería iluminar mientras esté funcionando. La segunda idea es que dicho producto debe activar algún aviso cuando el usuario exceda el límite de cantidad de agua establecido (Naranjo et al, 2015).

#### 1.2.4 Diagrama de causa-efeto

El diagrama de causa y efecto, creado por el ingeniero japonés Kaoru Ishikawa, es una herramienta práctica que se utiliza para tener una “visión global de las posibles causas de un problema” (Hernández, 2013, p. 161). Esta técnica también se conoce como diagrama de pescado o de Ishikawa. Según Bonilla, Díaz, Kleeberg y Noriega (2010), las principales causas de las problemáticas que pueden tener las compañías se agrupan generalmente en seis categorías: medio ambiente, medios de control, maquinaria, mano de obra, materiales y

métodos de trabajo. Sin embargo, cabe señalar que puede haber otro tipo de causas principales que podrían ser tomadas en cuenta.

- **Metodología**

Según Jaison (2018), se puede seguir los siguientes pasos para la elaboración del esquema en cuestión.

**Paso1:** Identificar el problema que se va a analizar.

**Paso2:** Dibujar una flecha horizontal y colocar en la punta de esta el problema, es decir, el efecto.

**Paso3:** Desarrollar una lluvia de ideas para identificar primero las posibles causas que puedan estar generando el problema.

**Paso4:** Buscar datos que permitan corroborar si las causas identificadas previamente son significativas. Para este paso se puede usar gráficas como el diagrama de Pareto.

**Paso5:** Se clasifican las causas en categorías, por ejemplo, en mano de obra, método, máquina, materiales o de la forma que sea más coherente, en base al contexto de la empresa.

**Paso6:** Identificar las sub-causas que originaron cada una de las causas principales.

- **Ejemplo**

El diagrama de Ishikawa es una herramienta muy usada para la evaluación de no conformidades. A continuación, se presentará un ejemplo de la aplicación de este método para analizar las causas del efecto producto defecto. Ver figura 5.

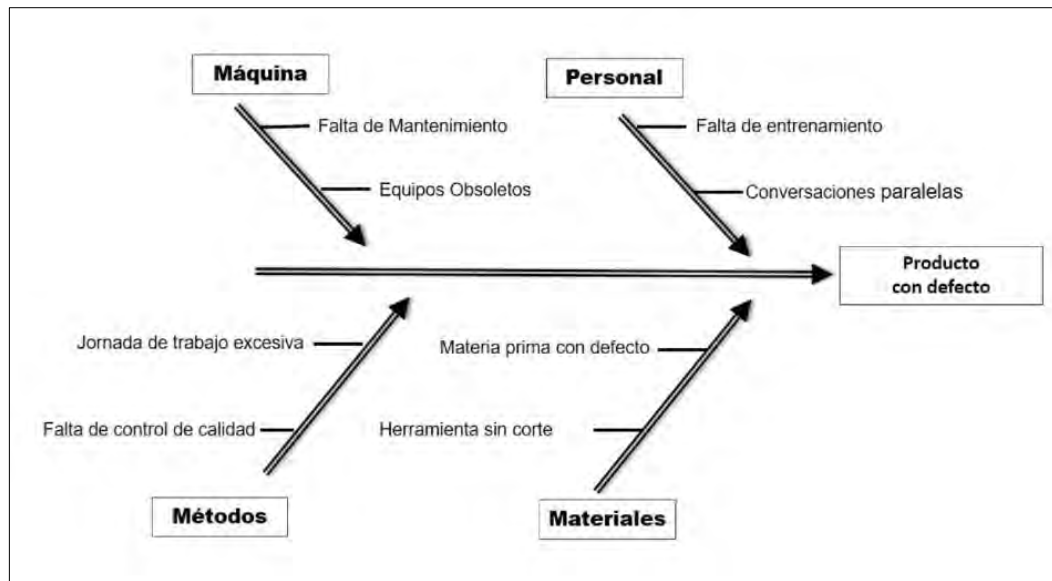


Figura 5. Diagrama de Pareto  
Fuente: Qualiex Blog de la Calidad (2018)

Este diagrama al igual que los 5 porqués también promueve el trabajo en equipo, ya que es necesario la participación de todas las personas involucradas para su elaboración y uso.

### 1.3 Principios de la manufactura esbelta

El pensamiento Lean es un sistema empresarial que fue promovido por Womack y Jones a través de su libro titulado Lean Thinking. De acuerdo con Villaseñor (2009), este sistema tiene como enfoque la eliminación de todo tipo de desperdicio, con el objetivo de tener un proceso más eficiente, es decir, “hacer más y más con menos y menos”.

Según Womack y Jones (1996), “la manufactura esbelta se basa en un proceso que consta de cinco pasos o fases” (p.23).

#### 1.3.1 Definir qué agrega valor para el cliente

El primer paso para aplicar el pensamiento esbelto es la definición de valor de manera precisa. Este concepto es definido mediante la colaboración del consumidor, ya que éste es la

razón de ser del fabricante. Asimismo, se requiere que el productor haga el esfuerzo por comprender las necesidades de su cliente o consumidor final.

### **1.3.2 Definir y hacer el mapa del proceso**

---

El segundo paso, es realizar el mapa de valor, el cual es un conjunto de actividades necesarias para pasar por tres tareas de gestión críticas. En primer lugar, está la tarea de solución de problemas, en la cual se realiza al concepción y diseño del producto. En segundo lugar, está la tarea de gestión de la información recogida desde el pedido del cliente hasta su entrega. Por último, se tiene la tarea de transformación física del producto desde la recepción de materia prima hasta la entrega de este al cliente. SI bien hay tres actividades de gestión críticas, no siempre será posible analizar todas, ya que depende del tipo de producto (nuevo o antiguo).

### **1.3.3 Crear flujo continuo**

---

Luego de haber mapeado el flujo de valor se debe buscar un flujo continuo en la producción. A través de estudios de reingeniería, se ha determinado que la producción por lote se encuentra por debajo de lo óptimo, por lo que ahora prevalece el enfoque de un flujo continuo de los productos, es decir en línea. Sin embargo, muchas veces es inevitable tener lotes de productos debido a los requerimientos del cliente. Por lo tanto, lo que se pretende con el enfoque Lean es reducir el tamaño de estos lotes.

### **1.3.4 Que el consumido jale lo que quiere**

---

El término jalar en el pensamiento Lean quiere decir que se debe producir solo si el cliente realiza algún pedido. Es decir, el proceso de producción comienza cuando “el

consumidor real expresa una demanda para el producto real” y esto representa una señal de trabajo para todas las actividades que involucra el proceso productivo de dicho producto.

### **1.3.5 Esforzarse por la excelencia y alcanzar la perfección**

Luego de aplicar los principios anteriores, el concepto de perfección o mejora continua parece ser una idea alcanzable y necesaria para seguir con un ritmo creciente en los niveles de productividad. Asimismo, la transparencia en todos los procesos realizados frente a los Stakeholders de una organización sirve de estímulo para seguir identificando metodologías para la creación de valor. Por último, la mejora continua es posible también gracias a la retroalimentación brindada por los colaboradores.

## **1.4 5'S**

“Es una técnica utilizada con el propósito de mejorar las condiciones de trabajo de una empresa, mediante una excelente organización, orden y limpieza en el puesto de trabajo” (Hernandez & Vizán, 2013). Esta técnica es considerada como una de las herramientas que se debería implementar primero en toda empresa que desee abordar el *Lean Manufacturing*, ya que se caracteriza por su sencillez y efectividad de implantación; y porque los hábitos de comportamiento que se consiguen con esta herramienta permitirán que las demás técnicas Lean se incorporen con mayor facilidad.

Asimismo, se debe tener en cuenta que para implementar las 5S se debe escoger un área piloto, la cual servirá como aprendizaje para la puesta en marcha de esta herramienta al resto de la organización.

A continuación, se presenta la descripción de las cinco fases para la implementación de las 5S.

### 1.4.1 Eliminar (*Seiri*)

La primera fase de las 5S consiste en clasificar y eliminar todo aquello que es innecesario o inútil para la realización de una tarea en un área de trabajo. Para ello, se pueden usar tarjetas rojas que servirán para identificar a los elementos susceptibles de ser omisible. Finalmente, se decidirá si se considerarán o no como un desecho y la forma en la que tendrán que ser excluidos.

A continuación, se muestra en la figura 6 un ejemplo de tarjeta roja para identificar elementos inútiles.

TARJETA ROJA			
NOMBRE DEL ARTÍCULO			
CATEGORÍA	1. Maquinaria	6. Producto terminado	
	2. Accesorios y herramientas	7. Equipo de oficina	
	3. Equipo de medición	8. Limpieza	
	4. Materia Prima		
	5. Inventario en proceso		
FECHA	Localización	Cantidad	Valor
RAZÓN	1. No se necesita	5. Contaminante	
	2. Defectuoso	6. Otros	
	3. Material de desperdicio		
	4. Uso desconocido		
ELABORADA POR		Departamento	
FORMA DE DESECHO	1. Tirar	5. Otros	
	2. Vender		
	3. Mover a otro almacén		
	4. Devolución proveedor		
FECHA DESCHECHO			

Figura 6. Tarjeta roja para identificar elementos inútiles

Fuente: Lean Manufacturing, conceptos, técnicas e implantación (Hernandez & Vizán, 2013)

### 1.4.2 Ordenar (*Seiton*)

Esta segunda fase consiste en organizar a los elementos que han sido clasificados como necesarios, con el fin de ser hallados cómodamente. Para ello, primero se tiene que marcar los

límites de las áreas de trabajo, almacenaje y las zonas de paso. Luego, se debe decidir el lugar de ubicación que deberá tener cada uno de estos objetos de trabajo, teniendo en cuenta la frecuencia de uso, los criterios de seguridad, calidad y eficacia; y evitando duplicidades. Es decir, se debe dotar al empleado de un orden preciso que le permita hacer su trabajo de manera correcta.

### **1.4.3 Limpieza (*Seiso*)**

Esta tercera fase consiste en limpiar e inspeccionar el entorno, con el propósito de identificar los defectos y eliminarlos. Es decir, por medio de la limpieza se pueden identificar los inconvenientes que se presentan con el funcionamiento de las máquinas, los tornillos u otra herramienta de trabajo. A continuación, se debería detectar las principales causas de estos inconvenientes para establecer acciones correctivas. De esta manera, se previene la aparición de defectos en un futuro.

Asimismo, es importante que, al momento de la limpieza, el trabajador pueda identificar los focos de suciedad existentes, por ejemplo, lugares donde se almacenan las virutas o piezas, con el objetivo de eliminarlos y, de esta forma, optimizar el tiempo destinado a la limpieza.

### **1.4.4 Estandarizar (*Seiketsu*)**

Seiketsu consiste en sistematizar las metas conseguidas en las 3 primeras S. Es decir, se define un método de trabajo que permita seguir los hábitos de organización, orden y limpieza correctamente. Una buena manera de gestión visual se produce mediante el uso de fotografías que reflejan cómo deberían estar ubicados los objetos o cómo se debería hacer un proceso en particular (Manzano, Gisbert; 2016).

Se tomará en consideración que a cada puesto de trabajo le corresponde desarrollar un estándar específico que se encuentre actualizado. Es decir, cada operario, deberá saber las responsabilidades que posee y las tareas que tiene que cumplir. Por último, se evaluará la eficiencia con la que se aplican estas tareas.

#### **1.4.5 Disciplina (*Shitsuke*)**

---

Esta última fase de las 5S tiene como objetivo convertir en hábito los procedimientos estandarizados.

Este paso puede parecer accesible, por el hecho de que solo se tiene que seguir los métodos estandarizados en la fase anterior; sin embargo, el real cumplimiento de estos depende del grado de involucramiento de las personas a lo largo del proyecto. Para ello, es necesario que el líder de la implantación Lean ejecute mecanismos de control para asegurar que los operarios cumplan con las tareas asignadas. Se pueden usar controles visuales como rótulos de ubicación, alarmas para detectar fallos, flechas de dirección, entre otros.

## 2. Capítulo2. Descripción de la empresa

En el presente capítulo se describirá a la empresa y la tecnología empleada en el proceso productivo principal que analizará.

### 2.1 Empresa

La empresa de investigación es una compañía global de sabor e ingredientes finos que ha tenido un rápido crecimiento, pues se encuentra dentro de las diez compañías líderes a nivel mundial en el campo de sabores y fragancias. En consecuencia, en el año 2018, fue adquirido por un grupo estadounidense, quién señaló que sería una gran oportunidad unificar dos firmas con clientes y alcances geográficos complementarios, lo cual originaría una mayor exhibición en mercados de rápido crecimiento. Por ello, a partir del 2019, la firma en estudio se ha ido acoplando a la cultura de dicho grupo estadounidense.

#### 2.1.1 Clientes

La empresa fabrica diversos ingredientes de gran calidad para industrias de alimentos, bebidas, alimentos funcionales, fragancias, productos de belleza, detergentes y artículos del hogar. La mayoría de los clientes destaca por ser líderes en el rubro al cual pertenecen.

#### 2.1.2 Cultura Organizacional

De acuerdo con información documentada de la empresa, se ha podido obtener los siguientes aspectos respecto a cultura organizacional.

**Misión:** “Somos el catalizador de los descubrimientos que despiertan los sentidos y transforman lo cotidiano en extraordinario.”

**Visión:** “Ser el socio para soluciones esenciales en la cadena de suministro de nuestros clientes”

**Valores Corporativos:**

- **Empoderamiento:** “Tomamos decisiones informadas, actuamos y tenemos el valor de responsabilizarnos por nuestros resultados”.
- **Experiencia:** “Colaboramos, aplicando nuestras habilidades colectivas y diversos antecedentes para resolver problemas y lograr mayores niveles de desempeño”.
- **Pasión:** La pasión por la exploración nos impulsa a co-crear aromas y sabores únicos para nuestros clientes.
- **Innovación:** “Aprovechamos nuestra creatividad para ofrecer soluciones esenciales para nuestros socios y las comunidades a las que servimos, para lo cual siempre nos preguntamos: ¿Qué pasaría si?”.

Según la perspectiva de la supervisora de la planta de Carmín, quien fue entrevistada, sí se cumplen los valores que se han descrito previamente, en especial, el empoderamiento e integridad. Esto último, debido a que, si se quiere implementar o hacer algún cambio en un área determinada, siempre se toman en consideración los aportes que hagan los operadores al respecto. De esta manera, se demuestra respeto hacia el personal, inclusión y toma de decisiones informadas.

## 2.2 Organización

---

En este apartado se describirá los cargos que poseen las personas que laboran en la planta de Carmín.

El organigrama de la planta de Carmín se puede visualizar en la figura 7.

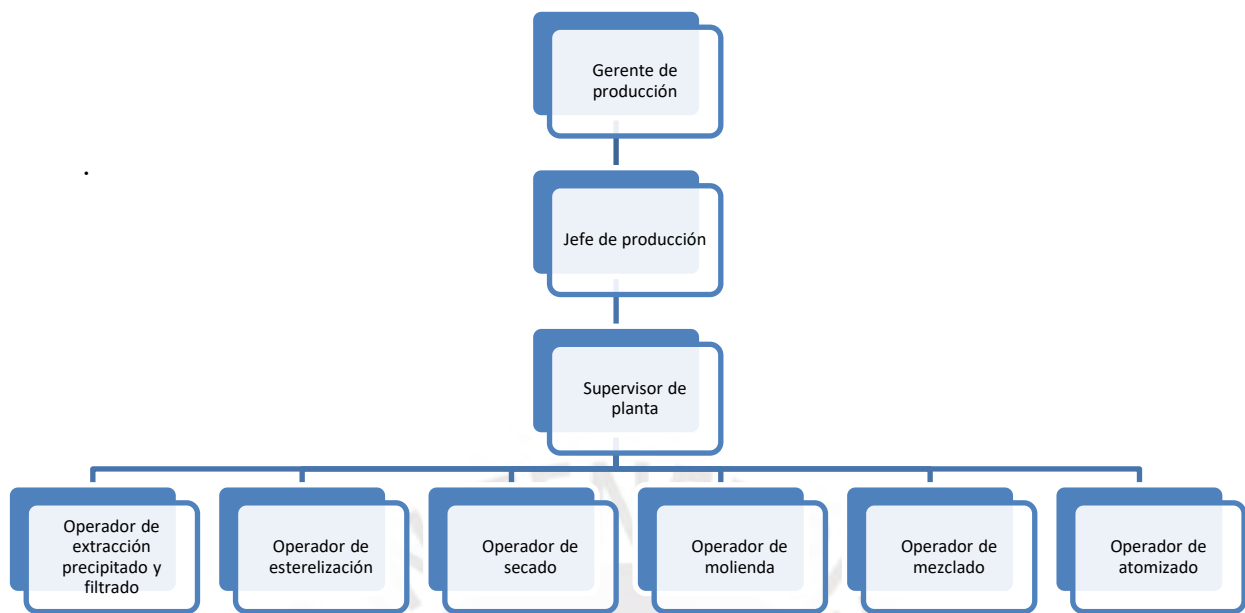


Figura 7. Organigrama de la empresa

### 2.2.1 Gerente de operaciones

Es el encargado de un ejecutar un conjunto de funciones que abarca todas las líneas de producción de la empresa.

- El rol principal del gerente de operaciones es promover un buen clima laboral en todas las áreas productivas generando confianza con todo su equipo de trabajo.
- Salvaguardar la seguridad en la empresa mediante el control de los estándares de seguridad laboral.
- Aprobar las órdenes de compra.
- Revisión de un conjunto de indicadores de productividad manera continua, como por ejemplo cantidad de producción por cada Hora-hombre.
- Promover la sostenibilidad ambiental durante la producción
- Fomentar una producción sin desperdicios. Por ejemplo, los desperdicios orgánicos que se obtiene de la cochinilla y el achiote son vendidos a un cliente en específico.

### **2.2.2 Jefe de producción**

---

Este cargo abarca funciones en el área de producción, investigación y desarrollo, gestión de la información, almacenes, mantenimiento, gestión de la calidad, y Seguridad Industrial y Medioambiente. Este cargo labora específicamente en el área de Producción Colores-Carmín (PCP).

A continuación, se describirán las funciones del encargado en el área de producción.

- Revisión del programa de producción definido por el área de Producción Colores-Carmín (PCP).
- Comunicación a PCP de la ocurrencia de algún problema en el cumplimiento de la programación establecida.
- Cumplimiento de los programas.
- Revisión del proceso y uso de equipos que pertenecen a la etapa de extracción, precipitado y filtrado, esterilización, secado, molienda, mezclado, molienda, atomizado.

### **2.2.3 Supervisor de producción**

---

Es el encargado de ejecutar un conjunto de funciones que involucra las áreas de unidad de negocio, investigación y desarrollo, gestión de la calidad, portal de mejora continua, reclamos y mantenimiento. Este cargo labora específicamente en el área de Producción Carmín.

A continuación, se describirán las funciones del encargado en la unidad de negocio.

- Revisión del proceso y uso de equipos en las etapas de extracción, precipitado y filtrado; esterilización; secado; molienda; mezclado y atomizado.

- Comunicación con el área de producción Colores Carmín (PCP) si ocurre algún problema en el cumplimiento de la programación definida, tales como falta de materia prima, materiales, problemas de capacidad, entre otros.
- Uso de aplicativos flujos de pedidos, transferencias, órdenes de producción y manejo del Kardex.

#### **2.2.4 Operador**

---

Es el encargado de ejecutar un conjunto de funciones directamente relacionada con la producción de carmín. Existen funciones específicas para cada tipo de operador perteneciente a una etapa en específico.

A continuación, se describirán las funciones generales que debe cumplir un operador en cualquier etapa de producción.

- Revisión del proceso y uso de equipos de una etapa específica del proceso productivo.
- Revisión del correcto rotulado de los materiales, de la correcta limpieza de equipos y utensilios y del correcto llenado de registros de control de procesos.
- Cumplimiento de buenas prácticas de manufactura
- Revisión sobre el correcto uso de los EPP's dentro del área y en operación.
- Cumplimiento de las políticas del sistema de calidad y de las reglas de higiene.

### **2.3 Productos**

---

La firma ofrece principalmente colorantes naturales, esencias de carne (fragancias) y sabores de reacción. Por un lado, se destacan los colorantes naturales tales como la Bixina/Norvixina, los cuales provienen de las semillas de annatto; y el Carmín que se basa en la cochinilla. Por otro lado, en el portafolio de esencias cárnicas se tiene la esencia de pollo,

cerdo, carne, chorizo, jamón, tocino, entre otros. Por último, en los sabores de reacción se ofrece los siguientes insumos: sabor de cebolla frita, ajo frito, hamburguesa, almidón de trigo, etcétera.

Destaca por poseer clientes que son empresas líderes en los sectores a los cuales pertenecen, tales como empresas de productos lácteos, embutidos, restaurantes, cosméticos, entre otros. Es por ello, que la firma en estudio realiza diversos esfuerzos por mantener una buena relación con sus clientes ofreciéndoles productos de gran calidad, así como por poseer una buena imagen laboral.

### **2.3.1 El Carmín**

Según información recopilada de entrevistas, entre todos los productos que brinda la firma, el carmín es el que más destaca por los altos ingresos obtenidos en ventas. Asimismo, prepondera por tener una alta participación en el mercado, ya que, de acuerdo con la SUNAT, aproximadamente el 17% de la exportación de Carmín de cochinilla del Perú en el año 2020 le perteneció a esta firma y cuyo porcentaje fue el más elevado a comparación de las otras compañías.

Este colorante posee diversos tipos de tonalidades, aproximadamente hasta 180 variedades, las cuales requieren de un estricto nivel de precisión en los parámetros de color. Ello se debe a que cada cliente requiere de una tonalidad rojiza en particular para utilizar el colorante en la producción de helados, yogurt, embutidos, gel, productos cosméticos, entre otros.

**Proveedor:** Este colorante natural llamado Carmín es obtenido de la cochinilla, un insecto que habita en la penca de las tunas<sup>1</sup>. Esta materia prima es conseguida de los productores de Arequipa. El resultado obtenido es un colorante natural de gran calidad, puesto que la cochinilla peruana se caracteriza por poseer un nivel elevado de ácido carmínico, que fluctúa entre el 18-20%, a comparación de los productores de otros países.

### **2.3.1.1 Familia de productos semiterminados**

En el proceso continuo, la firma posee un catálogo de productos semiterminados categorizados por un total de cinco códigos. Estos códigos son los siguientes: 72380, 12429, 12430, 74740, 74836. Luego de que se terminan de procesar, estos productos semiterminados son conducidos un proceso productivo por lotes, en la cual se procesarán los productos terminados de acuerdo con el pedido del cliente.

### **2.3.1.2 Familia de productos terminados**

El carmín está conformado por tres grandes familias: Montecarmín, Natural Color y Colorantes líquidas. A su vez, cada familia está conformado por subfamilias de productos terminados, los cuales están representados por unos códigos genéricos. Asimismo, cada código presenta un determinado parámetro de color, la cual se obtiene a través de la aplicación de una receta en las líneas de producción por lotes.

A continuación, se mostrará el detalle de cada uno de estos códigos. Ver figura 8.

---

<sup>1</sup> Universidad Nacional Agraria La Molina; "Sobre el Origen de la Tuna en el Perú Algunos alcances"; 2006; Consultado el 25 de abril del 2021.

MONTECARMÍN		NATURAL COLOR	
SubFamilia	Código Genérico	SubFamilia	Código Genérico
5212 - MONTECARMIN FG	07376	5211 - MONTECARMIN WSS DILUIDO	44607
5212 - MONTECARMIN FG	69733	5211 - MONTECARMIN WSS DILUIDO	49307
5212 - MONTECARMIN FG	07363	5222 - SOLUCIONES DE CARMIN	29185
5214 - MONTECARMIN HT	38244	5222 - SOLUCIONES DE CARMIN	40659
5214 - MONTECARMIN HT	71791	5812 - PRODUCTOS DE CURCUMINA (POLVOS)	25444
5214 - MONTECARMIN HT	71988	5810 - PRODUCTOS DE CURCUMINA (LIQUIDOS)	40408
5214 - MONTECARMIN HT	07622	5914 - MEZCLAS DE COLORANTES LIQUIDOS	33912
5214 - MONTECARMIN HT	70821	5914 - MEZCLAS DE COLORANTES LIQUIDOS	34506
5216 - MONTECARMIN HHT	33599	5914 - MEZCLAS DE COLORANTES LIQUIDOS	33152
5216 - MONTECARMIN HHT	28935	5914 - MEZCLAS DE COLORANTES LIQUIDOS	39795
5216 - MONTECARMIN HHT	47156	5916 - MEZCLAS DE COLORANTES POLVOS	45948
5216 - MONTECARMIN HHT	11916		
5210 - MONTECARMIN WSS	27158		
5210 - MONTECARMIN WSS	47447		
5210 - MONTECARMIN WSS	72589		
5210 - MONTECARMIN WSS	71702		
5210 - MONTECARMIN WSS	24459		
5210 - MONTECARMIN WSS	39308		
5210 - MONTECARMIN WSS	71773		
5210 - MONTECARMIN WSS	71702		
5211 - MONTECARMIN WSS DILUIDO	35745		
5713 - AC Rojo ESTAB Liq (MTC MMAR (s))	14650		

COLORANTES LIQUIDAS	
SubFamilia	Código Genérico
2501 - COLORANTES NATURALES - LIQUIDOS	71739
5222 - SOLUCIONES DE CARMIN	70742
5914 - MEZCLAS DE COLORANTES LIQUIDOS	48853

Figura 8. Familia de productos terminados Carmín

En la figura 8, se observan las familias de productos, subfamilias y códigos genéricos de Carmín. Cabe señalar que la compañía puede incorporar un nuevo código genérico si es que el cliente desea un colorante que no se encuentra en el portafolio del carmín.

### 2.3.2 Descripción del sistema productivo de la planta de Carmín

El proceso de elaboración de carmín comprende dos tipos de procesos productivos: Producción continua y producción por lotes. En primer lugar, se tiene la recepción de materia prima, la molienda, el control de calidad y pesado. En segundo lugar, se tiene el sistema de producción continua, la cual comprende las operaciones de extracción, precipitado, filtrado, esterilizado, y secado y control de calidad. Finalmente, el producto intermedio ingresa a un sistema de producción por lotes. Dentro de este sistema existen dos líneas de producción las

cuales procesan diferentes tipos de carmín en polvo. La primera de ellas (línea1) comprende las operaciones de molienda, mezclado, Autoclavado, tamizado y envasado. La segunda de ellas (línea2) abarca las operaciones de disolución, atomizado, mezclado bicónico, tamizado y envasado.

Se presentará a continuación, el proceso productivo del carmín.

#### **a) Recepción**

La materia prima del proceso productivo es la cochinilla hembra seca que llega a la empresa en sacos apilados sobre parihuelas. Ver figura 9.



Figura 9. Grana cochinilla entera

#### **b) Molienda**

Una vez que la cochinilla ingresa a la planta, es trasladada a un molino para ser triturada.

#### **c) Control de calidad**

Luego, se extrae una muestra de esta para realizar las pruebas de calidad y analizar el estado actual de la materia prima. En este análisis, se verifica el tamaño de los granos de carmín, ya que, si el tamaño de estos es más grande del requerido, entonces se vuelve a moler y si, en

cambio, la dimensión es más pequeña de lo requerido, entonces se rechaza el lote y ya no se continúa con las siguientes operaciones para producir carmín.

Asimismo, se pesa la cochinilla, ya que ingresará al proceso de producción un lote de 200kg de cochinilla molida.

### **2.3.2.1 Extracción**

El ácido carmínico es el elemento más importante de la cochinilla, ya que es el que seguirá siendo procesado para obtener como producto final el carmín. Para ello, se extrae este componente por medio de la operación unitaria de extracción sólido-líquido.

En esta fase, los operarios primero pesan 200 kg de cochinilla. Luego, la cochinilla, el agua caliente, y los demás insumos tales como carbonato, ácido cítrico y celite ingresan a los tanques de reacción y permanecen allí durante dos horas y media aproximadamente. Seguidamente, por medio de una bomba neumática de membrana o diafragma, el extracto ingresa al filtro prensa a una presión variable, la cual es regulada por medio del flujo de caudal, con el fin de retener el sólido del líquido en las paredes del filtro prensa. Cabe resaltar que en un primer momento la presión irá incrementándose paulatinamente hasta llegar a una presión máxima de 4.5 psi durante un determinado tiempo y, finalmente, decrecerá hasta llegar a cero. En tercer lugar, el remanente sólido llamada cochinilla exhausta ingresa a una tolva para almacenarla en cilindros, los cuales serán vendidos a una empresa especializada en la cría de aves de corral. Por último, de manera simultánea, el extracto en líquido que contiene al ácido carmínico ingresa a unos tanques de paso y permanece allí durante unos 15 a 30 minutos aproximadamente hasta que la máquina perteneciente a la siguiente operación esté habilitada.

A continuación, la tabla 4 presenta un resumen de la información de la capacidad de los equipos del proceso de extracción.

Tabla 4. Capacidad de los equipos de extracción

Tipo de maquinaria	Capacidad por máquina	Cantidad de máquinas	Tiempo de proceso
Tanque de reacción	6m <sup>3</sup>	3	2.5 horas
Filtro prensa	6m <sup>3</sup>	3	1 horas
Tanque de paso	6m <sup>3</sup>	3	0.5 horas

### 2.3.2.2 Precipitación

Esta operación consiste en añadir compuestos químicos al licor obtenido del proceso previo, con el objetivo de homogenizar el extracto y luego sedimentar los elementos que conformarán el producto final.

Una vez que se desocupe un tanque de precipitación, se homogeniza la mezcla durante 15 a 20 minutos aproximadamente. Luego, se extrae una muestra de esta torta para que se identifique y analice el nivel de concentración de ácido carmínico y de pH obtenido.

Luego, el extracto ingresa al tanque de precipitación y se le añade los siguientes componentes: sulfato de aluminio, cloruro de calcio, ácido cítrico (sólido), gelatina (sólido), ácido sulfúrico (líquido) y el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA). Comienza el proceso de precipitación, la cual dura 9 horas aproximadamente.

Producto de esta operación se obtiene una fase líquida llamada sobrenadante que se encuentra encima de la fase sólida llamada pasta o torta de carmín. A continuación, se abre la válvula que se encuentra a la mitad del tanque de precipitación para expulsar el sobrenadante hacia el drenaje, previo a un tratamiento de aguas residuales, y posteriormente se apertura la válvula, que se encuentra en la parte inferior de los tanques, para conducir la pasta de carmín hacia el filtro prensa.

A continuación, la tabla 5 presenta información de la capacidad de los equipos del proceso de precipitado.

Tabla 5. Capacidad del equipo de precipitado

Tipo de maquinaria	Capacidad	Cantidad	Tiempo de proceso
Tanque de precipitación	20m <sup>3</sup>	3	9 horas

Asimismo, se presenta el tanque de precipitado del proceso de carmín. Ver figura 10.



Figura 10. Tanque de Precipitado

### 2.3.2.3 Filtración

La torta de carmín ingresa al filtro prensa y permanece allí a una presión de 4.5 psi durante 6 horas para filtrar, aún más, la parte sólida y expulsar el remanente líquido. Por último, la pasta, en su mayoría sólida, es descargada manualmente a una tolva durante 1 hora aproximadamente para luego ser conducida hacia el esterilizador.

En la tabla 6, se presenta la información de la capacidad de los equipos de la operación de filtrado.

Tabla 6. Capacidad del equipo de filtrado

Tipo de maquinaria	Capacidad	Cantidad	Tiempo de proceso
Filtro prensa	200kg	1	6 horas

#### 2.3.2.4 Esterilización

La esterilización es un tratamiento térmico que tiene como fin asegurar la inocuidad del carmín eliminando microorganismos tales como los mohos y los aerobios.

La pasta de carmín descargada en la tolva ingresa al esterilizador a vapor a una temperatura de 90°C durante 3 horas. Después, del esterilizado, el carmín es descargado en tres coches de 12 bandejas cada una. Para ello, los operarios se encargan de untar manualmente la pasta en cada una de las bandejas con uso de una paleta.

En la Tabla 7, se presenta información de la capacidad de los equipos de la operación de esterilización.

Tabla 7. Capacidad del equipo de esterilización

Tipo de maquinaria	Capacidad	Cantidad	Tiempo de proceso
Esterilizador a vapor	400kg	1	3 horas

#### 2.3.2.5 Secado

Cada uno de los coches mencionados en el proceso anterior serán introducidos a un horno respectivamente durante un tiempo de 12 horas. Cabe señalar que luego de la operación de secado, la materia orgánica puede ser almacenada sin temor a que se descomponga.

En la Tabla 8, se presenta información de la capacidad de los equipos de la operación de secado.

Tabla 8. Capacidad del horno a gas

Tipo de maquinaria	Capacidad por máquina	Cantidad	Tiempo de proceso
Horno a gas	1 coche de 12 bandejas	9	12 horas

Luego del secado, se termina el proceso continuo, por lo que el producto es almacenado para luego proseguir con el sistema de producción por lotes.

A continuación, se muestra el almacén de producto semiterminado. Ver figura 11.



Figura 11. Almacén de producto intermedio

### 2.3.2.6 Evaluación de parámetros

Se extrae una muestra de pasta de carmín para medir el nivel de concentración de ácido carmínico, color, humedad y microbiología (unidades formadas por colonias/ml). Si se aprueban los parámetros de calidad, entonces el producto intermedio se almacenará para luego ser conducida a la línea de producción por lotes que corresponda según el tipo de carmín que se desee procesar.

Asimismo, según los parámetros de concentración y color obtenidos, se realizan los ajustes correspondientes en las siguientes operaciones.

- **Línea1**

En esta línea ingresa la pasta de carmín que proviene de los siguientes códigos de productos semiterminados: 12430,74740, 74836 y 72380.

### 2.3.2.7 Molienda

El producto seco es enviado a un molino con el fin de reducir el tamaño de las partículas y uniformizarlas. Cabe señalar que el proceso de molienda no altera las coordenadas de color del carmín rojo proveniente de los hornos.

El molino es una operación de transformación física que trabaja con pines a una velocidad de 1.5 minutos por kilogramo procesado.

En la Tabla 9, se presenta información de la capacidad de los equipos de la operación de molienda.

Tabla 9. Capacidad del molino con pines

Tipo de maquinaria	Capacidad por máquina	Cantidad	Tiempo de proceso por lote
Molino con pines	40 kilogramo/hora	1	5 horas

### 2.3.2.8 Control de calidad

Seguidamente de la molienda, se realiza una prueba de calidad para verificar que se haya llegado al tamaño óptimo de los granos.

### 2.3.2.9 Mezclado blender

El extracto molido pasa al mezclador blender, con el fin de uniformizar la masa y de obtener el nivel de concentración requerido. La capacidad del mezclador es de una tonelada, como se muestra en la tabla 10.

Tabla 10. Capacidad del mezclador blender

Tipo de maquinaria	Capacidad por máquina	Cantidad	Tiempo de proceso por lote
Mezclador blender	1000 kg	1	4 horas

Este proceso de mezclado tarda cuatro horas; sin embargo, se realizan ajustes de color, puesto que no se logra alcanzar los parámetros de color requeridos. Este ajuste consiste en juntar determinadas cantidades de carmín rojo seco de diferentes bolsas según los parámetros de color registrados en las etiquetas de estas bolsas. Luego, se vuelve a realizar el proceso de

mezclado, por lo que en total puede tomar un promedio de siete horas en volver a realizar todo ese proceso de ajuste de color. Además, cabe señalar que este procedimiento se puede repetir las veces que sean necesarias hasta alcanzar el color solicitado.

### 2.3.2.10 Autoclavado

El carmín ingresa a la autoclave para aplicar el proceso de esterilización. El Autoclave permite realizar el proceso de esterilización a alta presión y vapor, con el fin de eliminar los microorganismos, incluyendo virus y bacterias dañinos.

En la Tabla 11, se presenta información de la capacidad del equipo de autoclavado.

Tabla 11. Capacidad del Autoclave.

Tipo de maquinaria	Capacidad por máquina	Cantidad	Tiempo de proceso por lote (200Kg)
Autoclave	24 kg/hora	1	8.4 horas

### 2.3.2.11 Tamizado

El carmín se tamiza con un tamiz número 30, con el fin de evitar cualquier tipo de partícula extraña o irregular en el producto terminado. Recientemente se ha incorporado esta operación, debido a las quejas recibidas de parte de los clientes respecto a la aparición de elementos extraños tales como pelusas.

A continuación, la tabla 12 muestra la capacidad del equipo de tamizado así su tiempo de procesamiento por lote.

Tabla 12. Capacidad del tamizado

Tipo de maquinaria	Cantidad	Tiempo de proceso por lote
Tamiz industrial	1	2 horas

### 2.3.2.12 Envasado y etiquetado

Luego del Autoclavado, el carmín es pesado, embolsado y encajonado de manera manual haciendo uso de unos cucharones. Por último, la unidad de entrega, es decir los cajones, es sellada y etiquetada, como se puede ver en la tabla 13.

Tabla 13. Capacidad del envasado

Tipo de operación	Cantidad	Tiempo de proceso por lote
Encasado	200Kg	0.8 horas

- **Línea2**

En esta línea de producción solo ingresa la pasta que proviene del código 72380, el cual es uno de los productos semiterminados más demandados en la empresa. Esta afirmación, se puede corroborar en la tabla 14, en la cual se muestra un resumen del top 5 de las cantidades de ordenes de producción emitidas en el año 2021.

Tabla 14. Cantidad de órdenes de producción emitidas en el 2021

Código	Cantidades	Cantidad real producida en Kg.
72380	587	148316.689
12430	98	25192.8474
05559	63	1771.681
74740	63	12631.37
24459	57	20397.5

A partir de este tipo de pasta se produce Carmín en polvo de la subfamilia Montecarmín HHT.

### 2.3.2.13 Disolución

El extracto ingresa a un tanque chaqueta con serpentín. Se añade agua, maltodextrina y potasa caustica (KOH), la cual sirve para incrementar el nivel de pH. Este último le da una tonalidad oscura al carmín. La cantidad de potasa cáustica que se añade depende de la tonalidad rojiza que se quiere obtener. Seguidamente, se disuelve, es decir se mezcla la torta a una temperatura que varía entre 80 a 90°C durante 3 horas.

En la Tabla 15, se presenta información de la capacidad del equipo de Disolución.

Tabla 15. Capacidad del tanque de disolución.

Tipo de maquinaria	Capacidad por máquina	Cantidad	Tiempo de proceso por lote
Tanque chaqueta con serpentín	1500kg	1	3 horas

### 2.3.2.14 Atomizado

Luego de la disolución, la pasta ingresa al atomizador con el fin de producir polvo hidrosoluble. Este proceso se realiza en tres etapas internas. Primero se produce la conversión de la solución líquida en un spray o finas gotas. Luego, Estas finas gotas entran en contacto con una corriente de aire caliente, lo cual permite la evaporación del líquido y la extracción del sólido. Por último, el polvo seco es separado y recolectado por medio de un proceso continuo en forma de ciclón, y se almacena el polvo hidrosoluble en cilindros de 200Kg de capacidad.

En la Tabla 16, se presenta información de la capacidad del equipo de la operación de atomizado.

Tabla 16. Capacidad del secado por atomización.

Tipo de maquinaria	Capacidad de la máquina	Cantidad	Tiempo de proceso por lote de 600Kg
Secado por atomización	30Kg/hora	1	20horas

### 2.3.2.15 Control de calidad

Se extrae una muestra del carmín en polvo obtenido previamente de cada cilindro, con el fin de analizar sus respectivas coordenadas de color. En base a este análisis se realiza el ajuste necesario en el mezclador bicónico siguiendo una receta establecida. Sin embargo, cabe señalar que las muestras de carmín tomadas no reflejan una muestra representativa de todo el contenido del cilindro, puesto que se la extrae de la parte superior del cilindro. En consecuencia, en la mayoría de veces los parámetros identificados no son los correctos, por lo que será necesario realizar un ajuste de color en la operación de mezclado.

### 2.3.2.16 Mezclado bicónico

Luego del atomizado, se extraen diferentes cantidades de carmín hidrosoluble de los cilindros, basándose en su nivel de concentración, con el fin de introducirlos en el mezclador bicónico y obtener la tonalidad final requerida. Si bien se sigue la receta de combinación en función a las coordenadas de colores registradas, es necesario realizar ajustes de color, cuyo procedimiento es similar al del mezclado blender.

En la Tabla 17, se presenta información de la capacidad del equipo de mezcla y en la figura 12 se mostrará el mezclador bicónico.

Tabla 17. Capacidad del secador por atomización

Tipo de maquinaria	Capacidad máquina	Cantidad	Tiempo de proceso por lote
Mezclador bicónico	600Kg	1	2.5 horas

Asimismo, se presenta el mezclador bicónico del proceso de carmín. Ver figura 12.



Figura 12. Mezclador bicónico

### 2.3.2.17 Tamizado

El carmín se cernido con un tamiz número 30, con el fin de evitar cualquier tipo de partícula extraña o irregular en el producto terminado. De la misma manera que la línea 2, se ha incorporado esta operación, debido a las quejas recibidas de parte de los clientes respecto a la aparición de elementos extraños en el carmín tales como pelusas. En la tabla 18, se muestra la capacidad del tamizado industrial en la planta de carmín.

Tabla 18. Capacidad del tamizado

Tipo de maquinaria	Cantidad	Tiempo de proceso por lote
Tamiz industrial	1	2 horas

### 2.3.2.18 Envasado y etiquetado

El carmín en polvo es pesado, embolsado y encajonado de manera manual usando unos cucharones. Por último, los cajones son sellados y etiquetados. Se envasa aproximadamente 250 kilogramos de carmín por hora. A continuación, la tabla 19 muestra información de capacidad y tiempo de procesamiento de envasado por lote de carmín.

Tabla 19. Capacidad del envasado

Tipo de operación	Cantidad	Tiempo de proceso por lote
Encasado	200Kg	0.8 horas

- **Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP)**

Luego de describir cada una de las operaciones del proceso productivo del carmín, se presentarán los Diagramas de Operaciones del Proceso (DOP) de las líneas denominadas como línea 1 y línea 2. Cabe señalar que en las operaciones mezclado blender y mezclado bicónico se generan reprocesos por ajustes de color. En la figura 13 se muestra el DOP de la línea 1 y en la figura 14 se muestra el DOP de la línea 2. Ver figuras 13 y 14.



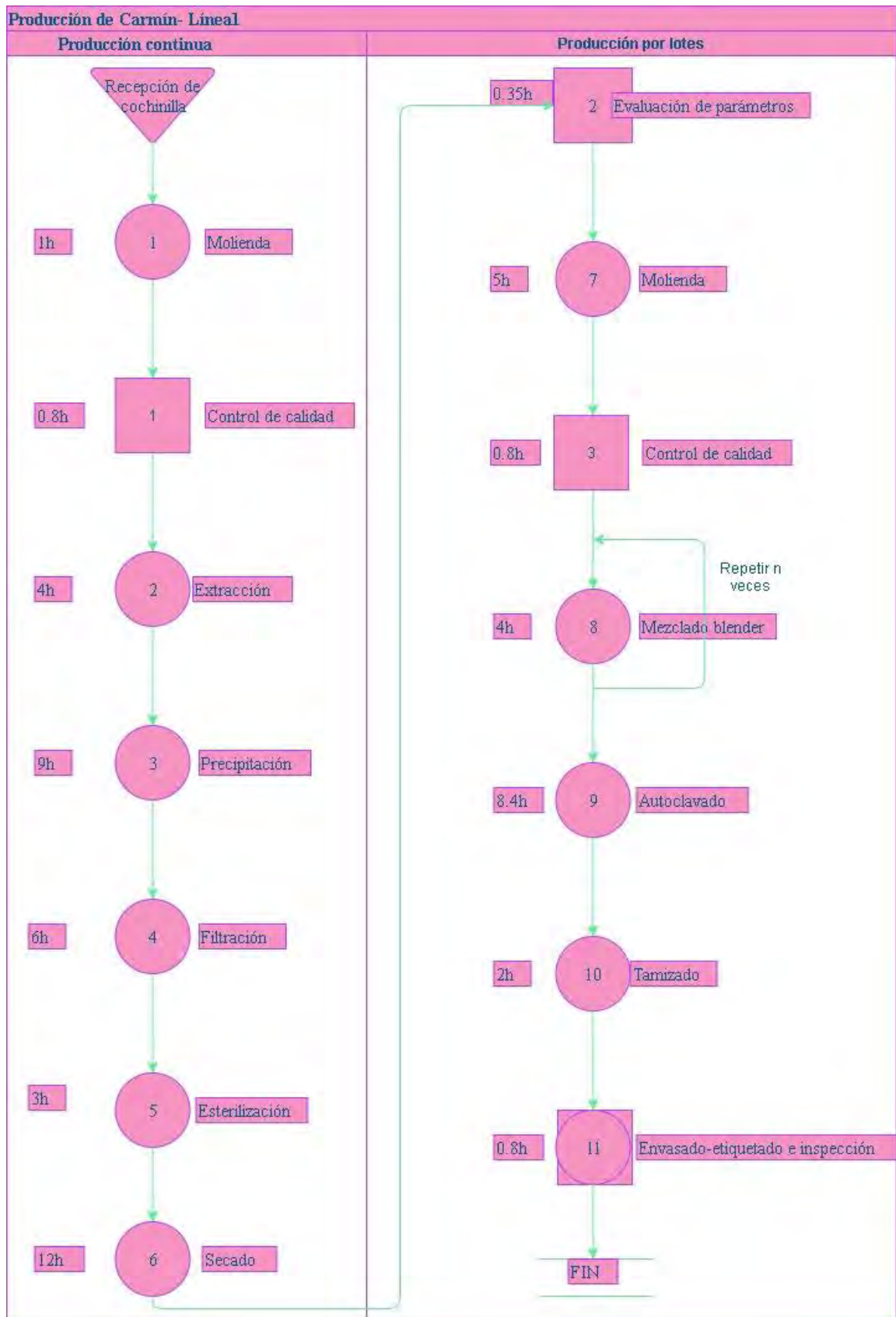


Figura 13. Diagrama de operaciones de la Línea de producción 1

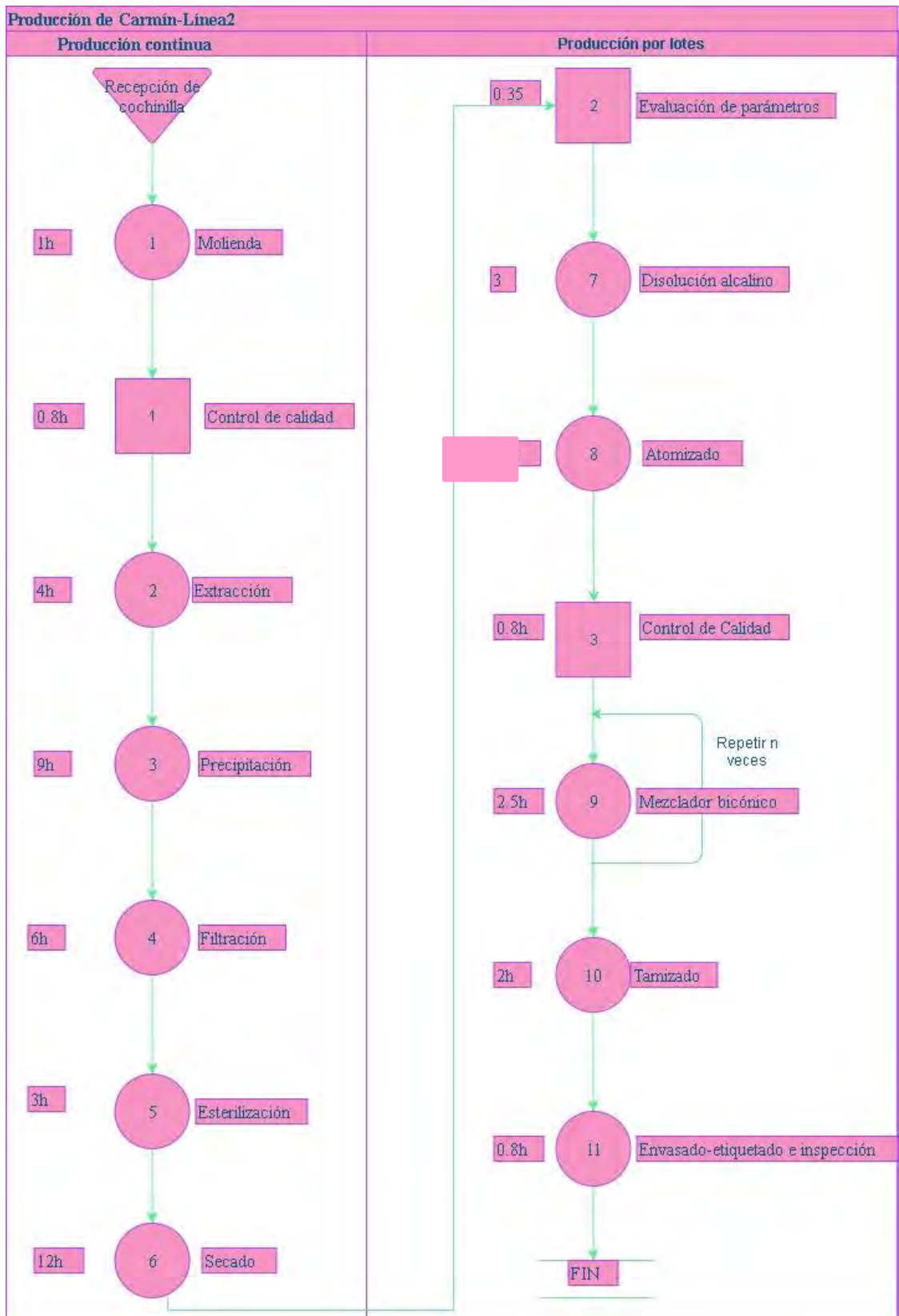


Figura 14. Diagrama de operaciones de la línea de producción

### 3. Capítulo 3. Diagnóstico de la empresa

En el presente capítulo, se realizará un análisis de la empresa para ahondar en la importancia de la mejora de la línea de producción seleccionada, así como también identificar los principales problemas que la afectan y seleccionar las herramientas necesarias para poder controlar o eliminar aquellos problemas.

#### 3.1 Justificación del área, proceso y operación elegidos

A continuación, se detallará la justificación de la relevancia del trabajo de según la información recolectada de la empresa.

##### 3.1.1 Justificación del área elegida en la empresa

De acuerdo con la entrevista realizada, se señala que el área de producción trabaja en conjunto con otras secciones tales como calidad, comercial, mantenimiento, planta de tratamiento de aguas residuales, gestión de la calidad y almacén. Estas son las principales áreas que posee la empresa, las cuales serán descritas a continuación.

- **Calidad:** Esta área se encarga de verificar que los productos cumplan con todos los estándares de calidad, los requerimientos del cliente y, sobre todo, asegurar la inocuidad alimentaria. Se realizan un promedio de 30 a 40 análisis diarios en laboratorio. El área tiene sus procedimientos estandarizados y sus registros permanecen actualizados, por lo que no se presentan inconvenientes para realizar los análisis de calidad.
- **Almacén:** La firma posee almacén de materia prima y de producto terminado. Cada dos meses se verifica que la cantidad de productos o de materia prima que hay en el almacén coincida con las cantidades que registran en el Kardex. De acuerdo con el gerente de producción, este proceso se ha incorporado a mediados del año 2020 y a partir del primer semestre del 2021 los inconvenientes se han reducido relativamente.

- **Mantenimiento:** Se encarga de realizar el mantenimiento preventivo y correctivo a cada equipo de producción. Se ha registrado dos quejas por trimestre aproximadamente. Ello se debe a que, si bien muchas veces el mantenimiento correctivo se termina de hacer en el tiempo solicitado, el mantenimiento preventivo no se llega a terminar en el tiempo previsto, lo cual se ha debido, en la mayoría de los casos, a la falta de stock de repuestos.
- **Planta de Tratamiento de aguas residuales (PTAR):** Esta área se encarga de eliminar los contaminantes presentes en el efluente, emanado del área de producción, por medio de procesos físicos y químicos. Luego de que el efluente llegue a la poza, se añade biocidas, floculantes y antiespumantes. Se requiere que el efluente llegue a la poza a una temperatura de 30 a 35°C para que las bacterias añadidas pueden reaccionar y estabilizar los niveles de DBO y DQO del efluente. Esto es fundamental de cumplir, puesto que se debe cumplir con los estándares de efluentes definidos por las autoridades. A continuación, en la figura 15, se presenta a la planta de tratamiento de aguas residuales de la firma.



Figura 15. Planta de tratamiento de aguas residuales

- **Producción:** En esta área se procesan todos los productos que elabora la firma. Existen tres grandes secciones: colorantes, sabores y fragancias. Esta área ha reportado diversos tipos de incidencias, a partir del cual ha recibido quejas de parte de clientes externos e internos. En primer lugar, se ha reportado quejas de parte de los clientes externos, lo cual se ha debido a diversos factores tales como la presencia de elementos extraños en el producto o por la presencia de sedimentación de los productos líquidos. En segundo lugar, el área de PTAR se ha quejado del área de producción, debido a que, en algunas ocasiones, el efluente recibido tuvo una temperatura superior a la requerida. En tercer lugar, se ha identificado inconvenientes con el área de comercialización, ya que las cantidades de insumos registradas en el Kardex no coinciden con las cantidades que se tiene en el área de producción, lo cual se debe a que no se liquida las cantidades consumidas en esta área. En cuarto lugar, existe el riesgo de sobreproducción cuando no se cumplan con los estándares de calidad, pues los productos que se fabrican no se pueden reprocesar.
- **Comercial:** El rol fundamental de esta área es conseguir clientes. Estos pedidos se reportan al área de producción cada viernes. Asimismo, esta área se encarga de comprar la materia prima. Sin embargo, debido a la coyuntura, las empresas proveedoras de insumos han reducido sus capacidades de producción, por lo que el área de comercial se ha visto en la necesidad de adquirir nuevos proveedores, cuyo proceso dura entre 1 a dos meses aproximadamente.

Teniendo en cuenta la descripción de las áreas, se procederá a realizar una matriz de ponderación teniendo en cuenta tres factores relevantes en común que expresan inconvenientes que pueden perjudicar a la empresa a corto o mediano plazo. Estos factores son los siguientes: Inconvenientes con clientes externos, Inconvenientes con clientes internos y Estandarización

de los procedimientos. El primero de ellos hace referencia a los clientes finales que adquieren el producto terminado o semiterminado, en algunos casos. Este el factor más importante, puesto que se podría arriesgar los ingresos por ventas y la imagen corporativa, por lo que se le asigna un peso del 50%. El segundo factor hace referencia a las problemáticas que surgen en la relación con otras áreas de la firma. Esto puede conllevar a reprocesos y perjudicar a un cliente externo, por lo que se le asigna un peso igual al 30%. Por último, el tercer factor alude a la estandarización de los procesos, lo cual sirve para evitar ineficiencias en el procesamiento. Asimismo, para el desarrollo de la matriz de ponderación, se asignaron puntajes del 1 al 5, como se muestra en la tabla 20.

Tabla 20. Cuadro de puntaje por nivel de criticidad.

<b>Puntaje</b>	<b>Nivel de criticidad</b>
1	Muy bajo
2	Bajo
3	Medio
4	Alto
5	Muy alto

Un puntaje de inferior alude a que no hay inconvenientes del área que se está analizando respecto con el factor crítico de análisis.

Finalmente, a partir de la definición de estos tres factores, sus pesos y la asignación de sus puntajes, se procedió a realizar la matriz de ponderación de las áreas identificadas por factor crítico, como se muestra en la tabla 21.

Tabla 21. Cuadro de ponderación de las áreas por factor crítico

Peso	0.5	0.3	0.2	
Área /Problemática	Inconvenientes con clientes externos	Inconvenientes con clientes internos	Estandarización de los procedimientos	Puntaje
Calidad	1	1	1	1
Almacén	1	2	3	1.7
Mantenimiento	1	3	3	2
Planta de Tratamiento de aguas residuales	3	1	1	2
<b>Producción</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2.8</b>
Comercial	1	1	3	1.4

Con base en la matriz de ponderación, se ha podido identificar que el área de producción posee el mayor puntaje obtenido con un total de 2.8.

- **Conclusión**

A partir de lo expuesto en la matriz de ponderación y a lo descrito previamente, se ha identificado que, si bien el área de producción posee procedimientos estandarizados, es el que posee el mayor número de incidencias y de quejas tanto de parte de los clientes internos como externos, a comparación con las otras áreas, lo cual también se refleja con el puntaje obtenido de 2.8 en la matriz de ponderación. Por ello, se ha elegido al área de producción para el desarrollo del presente trabajo de tesis.

### 3.1.2 Justificación de la sección de productos elegida

La empresa elabora tres grandes secciones de productos: colorantes, sabores y fragancias. En este apartado, se compararán estas tres secciones en función de la cantidad de reclamos recibidos de parte de los clientes externos y al impacto económico implicado.

El proceso de reclamos de los clientes pasa por tres fases. En primer lugar, el cliente emite algún reclamo hacia la empresa, describe la razón del inconveniente y se registra el reclamo. En segundo lugar, el reclamo pasa en estado de investigación, en el cual se averigua su validez, es decir, si realmente la empresa es la responsable o no del inconveniente producido. Por último, dependiendo de la investigación previa, el reclamo tiene como resultado ser procedido o no procedido, es decir, si procede entonces la empresa se hace responsable del defecto encontrado y si no procede, entonces no se hace responsable.

Se mostrarán tres tipos de cuadros acerca de los reclamos de los clientes, los cuales fueron registrados desde el 01 de enero hasta el 20 de junio del 2021. Cabe resaltar que dichas quejas estaban relacionadas principalmente al área de producción y de calidad.

En el primer lugar, en la tabla 22, se expresan los reclamos totales registrados de los clientes por cada sección de producto. Por un lado, en este cuadro se toma en consideración el total de reclamos registrados independientemente del estado en el que se encuentren, es decir, si son procedidos o no procedidos, ya que de todas formas un reclamo afecta la imagen corporativa de la empresa. Por otro lado, la tabla muestra el porcentaje de los reclamos procedidos por tipo de producto, los cuales son aquellos que fueron validados y reconocidos por la empresa. Ver tabla 22.

Tabla 22. Reclamos manifestados por cada sección de producto

<b>RECLAMOS (01/01/2021 - 20/01/2021)</b>					
<b>TIPO DE PRODUCTO /RESULTADO</b>	<b>POR CONFIRMA R</b>	<b>PROCEDE</b>	<b>NO PROCEDE</b>	<b>Total de reclamos</b>	<b>Porcentaje de reclamos procedidos por tipo de producto</b>
COLORANTES	1	5	2	8	62.5%
FRAGANCIAS	0	0	1	1	0.0%
SABORES	13	12	11	36	33.3%

En segundo lugar, la tabla 23 muestra las ventas totales, en valores monetarios, implicadas en todos los reclamos manifestados por cada tipo de producto. Estas cifras son relevantes, pues implican un posible riesgo de perder, en mayor o menor medida, una suma de dinero. Ver tabla 23.

Tabla 23. Ventas en dólares implicadas en los reclamos

<b>Ventas en dólares con reclamos</b>		
<b>TIPO DE PRODUCTO</b>	<b>Total (\$)</b>	<b>Frecuencia relativa</b>
COLORANTES	254,877.420	73.39%
FRAGANCIAS	2,818.000	0.81%
SABORES	89,611.713	25.80%
Total	347,307.133	100.00%

Por último, en la tabla 24, se señalan los montos de las ventas implicadas en los reclamos procedidos, es decir, aquellos en los que la empresa se ha hecho cargo. Estas cifras son aún más relevantes que los anteriores, puesto que implican pérdidas totales o parciales que la empresa debió asumir dependiendo del tipo de reclamo que se haya registrado. Ver tabla 24.

Tabla 24. Ventas en dólares implicadas en los reclamos procedidos

<b>Ventas en dólares con reclamos procedidos</b>		
<b>TIPO DE PRODUCTO</b>	<b>Total (\$)</b>	<b>Frecuencia relativa</b>
COLORANTES	198,214.500	90.33%
FRAGANCIAS	0.000	0.00%
SABORES	21,229.477	9.67%
Total	219,443.977	100.00%

A partir de la tabla 22, se observa que la familia de sabores posee el mayor número de reclamos registrados con un total de 36 reclamos, seguido de los colorantes y las fragancias. Sin embargo, también se observa que los colorantes son aquellos que tienen el mayor porcentaje de reclamos que han sido procedidos, es decir, en las cuales el cliente ha tenido la razón y se ha establecido alguna medida correctiva para reparar los defectos identificados.

En base a la tabla 23, se observa que la familia de colorantes es la que posee un mayor porcentaje de ventas monetarias implicadas en reclamos con un 73.39% respecto del total. Asimismo, en función a la tabla 24, se concluye que esta familia de productos ha tenido el mayor impacto monetario, debido a que 90.33% del dinero implicado en reclamos procedidos, se ha debido a la familia de colorantes.

Por lo tanto, en base al análisis de los reclamos procedidos de los clientes externos y al impacto económico implicado, se ha identificado que la sección de productos elegida para implementar la propuesta de mejora es la sección de colorantes.

### **3.1.3 Justificación de la familia de colorantes seleccionada**

Dentro de la sección de colorantes, existen tres plantas de producción, las cuales con las siguientes: Planta de Bixina, Antocianina y de Carmín. Cada una de ellas elabora una familia de colorantes, las cuales se diferencian, en específico, por la materia prima requerida. Por ejemplo, la bixina proviene del achiote; la antocianina, del maíz morado; y el carmín, de la cochinilla.

Para la elección de la familia de colorantes, se desarrollarán dos tipos de métodos. Por un lado, se presentará un análisis cuantitativo de un indicador de valoración llamado puntos pigmentos. Por otro lado, se analizará un cuadro comparativo de los problemas identificados, de manera general, en cada tipo de colorante. Finalmente, en base a los dos métodos, se elegirá la familia de colorantes que se estudiará en el presente trabajo de tesis.

#### **3.1.3.1 Método1: Puntos pigmentos**

La empresa mide los niveles de producción de los tres tipos de colorantes, mediante un indicador llamado puntos pigmentos que resulta de la multiplicación de la valoración que posee

cada producto por la cantidad producida en kilogramos. Dicha valoración depende del nivel de dificultad de cada tipo de producto final y de la data histórica registrada. A continuación, se expresará la fórmula de los puntos pigmentos, en la figura 16.

$$\text{Puntos pigmentos} = \text{Valoración} \times \text{Cantidad producida}$$

Figura 16. Fórmula de los puntos pigmentos

En la tabla 25, 26 y 27, se mostrará la información mensual obtenida en el año 2020 de la cantidad producida en kilogramos, la valoración y los puntos pigmentos de cada tipo de familia de colorantes.

Tabla 25. Cantidad de producción en kilogramos de cada familia de colorantes

KILOGRAMOS			
PERIODO	BIXINA	ANTOCIANINAS	CARMÍN
2020 - 01	113,593.00	0.00	39,946.00
2020 - 02	124,068.00	0.00	45,542.70
2020 - 03	136,345.00	0.00	33,887.70
2020 - 04	65,944.00	0.00	32,745.00
2020 - 05	139,997.00	0.00	28,649.00
2020 - 06	201,052.00	0.00	30,418.00
2020 - 07	166,225.00	3.00	65,220.50
2020 - 08	26,968.00	250.00	29,039.00
2020 - 09	93,572.00	0.00	42,299.00
2020 - 10	136,528.50	250.00	41,039.60
2020 - 11	162,385.50	0.00	45,616.00
2020 - 12	220,777.00	0.00	50,235.00
Total	1,587,455.00	503.00	484,637.50

Tabla 26. Valoración de cada familia de colorantes

<b>VALORACIÓN</b>			
<b>PERIODO</b>	<b>BIXINA</b>	<b>ANTOCIANINAS</b>	<b>CARMÍN</b>
2020 - 01	2.196262974	0.00	29.54440695
2020 - 02	1.67581004	0.00	20.82429259
2020 - 03	2.072340753	0.00	27.70190954
2020 - 04	2.520447653	0.00	32.95217896
2020 - 05	1.325473403	0.00	32.13044085
2020 - 06	1.316131648	0.00	20.49600237
2020 - 07	1.316058355	10.00	23.28087779
2020 - 08	8.442646841	10.00	28.09924378
2020 - 09	2.469532552	0.00	29.90677463
2020 - 10	1.66924415	10.00	24.46042895
2020 - 11	1.967846883	0.00	29.03323045
2020 - 12	1.64270463	0.00	18.56707236
Total	1.854523246	10.00	25.89695374

Tabla 27. Puntos pigmentos de cada familia de colorantes

<b>PUNTOS PIGMENTOS</b>			
<b>PERIODO</b>	<b>BIXINA</b>	<b>ANTOCIANINAS</b>	<b>CARMÍN</b>
2020 - 01	249,480.10	0.00	1,180,180.88
2020 - 02	207,914.40	0.00	948,394.51
2020 - 03	282,553.30	0.00	938,754.00
2020 - 04	166,208.40	0.00	1,079,019.10
2020 - 05	185,562.30	0.00	920,505.00
2020 - 06	264,610.90	0.00	623,447.40
2020 - 07	218,761.80	30.00	1,518,390.49
2020 - 08	227,681.30	2,500.00	815,973.94
2020 - 09	231,079.10	0.00	1,265,026.66
2020 - 10	227,899.40	2,500.00	1,003,846.22
2020 - 11	319,549.80	0.00	1,324,379.84
2020 - 12	362,671.40	0.00	932,716.88
Total	2,943,972.20	5,030.00	12,550,634.92

A partir de la tabla 27, se observa que el Carmín es el que posee la mayor cantidad de puntos pigmentos producidos durante el año 2020 con un total de 12,550,634.92, lo cual representa un porcentaje de 80.97% del total de puntos pigmentos obtenidos en ese año.

A continuación, la tabla 28 muestra los puntos pigmentos meta que la empresa ha definido por cada sección de colorantes, los cuales no están muy alejados de lo que se obtuvo en el año 2020.

Tabla 28. Cuadro comparativo de los puntos pigmentos meta respecto de los obtenidos en

Colorante	Puntos Pigmentos Meta	Puntos pigmentos promedio obtenidos durante el año 2020
Bixina	300,000.00	245,331.02
Antocianina	100,000.00	419.17
Carmín	1,000,000.00	1,045,886.24
Total	1,400,000.00	1,291,636.43

De la tabla 28, se observa que el Carmín es el único tipo de colorante que ha superado la meta de los puntos pigmentos promedio en el año 2020. La bixina estuvo cerca de alcanzar su meta mientras que la antocianina estuvo muy alejada de conseguirla.

Por lo tanto, en base al método1, se ha identificado que el Carmín destaca por ser el tipo de colorante más demandado y, además, por su elevada complejidad en producción expresada con la ratio de valoración.

### 3.1.3.2 Método2: Problemas genéricos identificados

Se realizó el método de lluvia de ideas para recopilar de manera genérica los principales problemas con las que lidia la firma en los procesos productivos. Estos fueron clasificados en seis categorías: Exceso de carga microbiana, PTAR, Inventario, Quejas de los clientes, Mantenimiento correctivo y demora por ajustes de color.

La primera categoría representa los problemas que surgen por la excesiva carga microbiana presente en la muestra, la cual se genera cuando los niveles de UFC (Unidad Formadoras de Colonias) obtenidos en la muestra extraída sobrepasan los 400UFC/mg. Esto genera que el lote inicial sea destinado a otro tipo de producto dentro de la familia de colorantes que se esté analizando, ya que, si bien se tratará de disminuir el nivel de carga de microorganismos mediante otra operación, las coordenadas de color cambiarán, por lo que se tendrá que producir otro lote del tipo de colorante inicial. La segunda categoría hace referencia a las quejas provenientes de la Planta de Tratamiento de aguas residuales (PTAR), debido a las elevadas temperaturas de los efluentes, lo cual perjudica en el proceso de PTAR. El tercer factor alude a las excesivas cantidades de saldo final que se registran diariamente en el sistema Kardex de la firma. El cuarto factor que se analizó se refiere al reporte de los reclamos de los clientes acerca de los defectos encontrados en el producto desde el año 2019 hasta el 2021. El quinto factor representa los inconvenientes que provienen por las fallas en las máquinas de producción, para lo cual se tuvo que recurrir a mantenimientos correctivos. Por último, el sexto factor alude a las demoras en el área productiva, debido al ajuste de color en cada tipo de colorante, lo cual genera un mayor tiempo de procesamiento.

En base a los seis factores identificados previamente, se desarrolló un matriz de ponderación de los problemas identificados por cada familia de colorantes.

En primer lugar, se asignaron puntajes de uno al cinco para definir el nivel criticidad de los problemas, el cual depende de la frecuencia de ocurrencia que han estimado los supervisores encargados de cada familia de productos. A continuación, la tabla 29 muestra la definición de cada puntaje establecido.

Tabla 29. Puntajes según la frecuencia de ocurrencia

Puntaje	Frecuencia de ocurrencia	Definición
1	Improbable	Difícil que ocurra
2	Ocasional	Limitada probabilidad de ocurrencia
3	Moderado	Mediana probabilidad de ocurrencia
4	Frecuente	Significativa probabilidad de ocurrencia
5	Constante	Alta probabilidad de ocurrencia

En segundo lugar, se han designado pesos para cada familia de colorantes en función los porcentajes de sus respectivos puntos pigmentos meta, ya que este indicador refleja su importancia respecto a la dificultad en el proceso de producción y respecto a la demanda de cada tipo de colorante. Ver tabla 30.

Tabla 30. Tabla de los porcentajes de los puntos pigmentos meta

Colorante	Puntos Pigmentos Meta	Porcentaje de puntos pigmentos meta
Bixina	300,000.00	21%
Antocianina	100,000.00	7%
Carmín	1,000,000.00	71%
Total	1,400,000.00	100%

Por último, teniendo en cuenta los puntajes y pesos definidos previamente, se armará la matriz de ponderación de cada sección de colorantes respecto a los problemas genéricos identificados a partir de la lluvia de ideas. Ver tabla 31.

Tabla 31. Matriz de ponderación de las familias de colorantes por cada categoría

Categoría del problema / Familia de Colorantes	Exceso de carga microbiana	PTAR	Inventario	Quejas de los clientes	Mantenimiento o correctivo	Demora por ajustes de color	Peso	Resultados
Bixina	2	2	2	2	2	5	21%	3.21
Antocianina	1	1	1	1	1	5	7%	0.71
Carmín	4	3	2	3	3	5	71%	14.29

A partir de la matriz de ponderación, en la tabla 29, se identifica que la sección de Carmín es la más crítica con un resultado de 14.29, seguido de la Bixina con 3.21 y la Antocianina con 0.71. Por lo tanto, en función al método2, el Carmín es el producto más problemático, de acuerdo con las seis categorías de problemas y los pesos definidos previamente.

- **Conclusión**

En conclusión, en función al número de pigmentos y a la ponderación de los problemas identificados por cada tipo de colorante, se ha determinado que el Carmín es el colorante más significativo. Por ello, se ha elegido al Carmín como el colorante seleccionado para el análisis, diagnóstico y propuesta de mejora del presente trabajo de tesis.

### 3.2 Identificación de los problemas en la planta de Carmín

En base a los seis tipos de problemas identificados en la sección anterior, se desarrollará una matriz de criticidad de dichos problemas, de acuerdo con la frecuencia de ocurrencia y al nivel de impacto económico estimado. Los puntajes fueron asignados en función a los datos cuantitativos y cualitativos respaldados por opinión de expertos de la planta de Carmín: supervisor, gerente de producción y operarios.

En primer lugar, se han establecido puntajes del uno al cinco según la frecuencia de ocurrencia de cada tipo de problema, como se muestra en la tabla 32.

Tabla 32. Puntajes por categoría de frecuencia

<b>Categoría de frecuencia</b>		
<b>Puntaje</b>	<b>Frecuencia de ocurrencia</b>	<b>Definición</b>
1	Improbable	Difícil que ocurra
2	Ocasional	Limitada probabilidad de ocurrencia
3	Moderado	Mediana probabilidad de ocurrencia
4	Frecuente	Significativa probabilidad de ocurrencia
5	Constante	Alta probabilidad de ocurrencia

En segundo lugar, se han establecido determinados puntajes del uno al cinco para la categoría de consecuencias, la cual hace referencia al impacto económico que puede generar un tipo de problema. Un elevado puntaje alude a un mayor monto que la firma deberá desembolsar para la toma de medidas correctivas ante la ocurrencia de un determinado problema. La definición de estos puntajes de muestra en la tabla 33.

Tabla 33. Puntajes por categoría de consecuencias

Categoría de consecuencias	
Puntaje	Impacto económico
1	Muy bajo
2	Bajo
3	Medio
4	Alto
5	Muy alto

En tercer lugar, en la tabla 34, se presenta un cuadro con todos los problemas identificados previamente y sus respectivas abreviaciones en términos de factores.

Tabla 34. Problemas identificados en la planta de Carmín

Factor	Problemas identificados
F1	Excesiva de carga microbiana
F2	PTAR
F3	Inventario
F4	Quejas de los clientes
F5	Mantenimiento correctivo
F6	Demoras por ajuste color

En cuarto lugar, en base a los puntajes definidos previamente, se ha desarrollado la matriz de criticidad de los problemas identificados. Dicha matriz presenta tres zonas distinguidas por tres colores distintos, las cuales representan el nivel de criticidad que posee el factor problema en cuestión, como se muestra en la tabla 35.

Tabla 35. Matriz de criticidad de problemas identificados en la línea de Carmín

Matriz de criticidad de los problemas identificados en la planta de Carmín						
Categoría de frecuencias	5			F6		
	4					F1
	3		F5, F2			F4
	2			F3		
	1					
Categoría de consecuencias		1	2	3	4	5

B	Criticidad baja
M	Criticidad Media
A	Criticidad Alta

Por último, en la tabla 36, se presenta un cuadro resumen en la que se muestra el nivel de criticidad calculado que resulta de la multiplicación del puntaje de la categoría de frecuencias y la categoría de consecuencias.

Tabla 36. Cuadro resumen del nivel de criticidad por cada problema identificado

Factor	Problemas identificados	Nivel de criticidad
F1	Excesiva de carga microbiana	20
F2	PTAR	6
F3	Inventario	6
F4	Quejas de los clientes	15
F5	Mantenimiento correctivo	6
F6	Demoras por ajuste color	15

En base a la matriz de criticidad mostrada en la tabla 36, se puede observar que existen tres factores que se encuentran en la zona criticidad elevada, es decir, en la zona roja. Estos factores son los siguientes: Excesiva carga microbiana, quejas de los clientes y demoras por ajuste de color. Asimismo, se identifica que los factores de color amarillo son los menos críticos y son los siguientes: PTAR, Inventario y Mantenimiento correctivo.

Por un lado, se detallarán los tres factores menos críticos, representados en color amarillo, y se presentarán datos que respalden los puntajes asignados por los expertos.

- **Planta de Tratamiento de Aguas Residuales**

El problema identificado en PTAR consiste principalmente en la presencia de partículas por millón de grasa. En el mes de marzo del 2021, se identificó la presencia de grasa en los tanques donde se realiza el tratamiento del agua antes evacuarla al drenaje, como se puede ver en la figura 17.



Figura 17. Tanque de Tratamiento de Aguas Residuales

En base al juicio del gerente de producción, la problemática podría limitar el crecimiento de la planta a futuro si es que no se soluciona o minimiza el impacto, pues podría generar un cierre operaciones por parte de las autoridades si es que no se cumplen con los valores admisibles. Por ello, se realizaron los análisis respectivos para saber la cantidad de partes por millón de partículas contaminantes por cada tipo de planta, las cuales se presentan en la siguiente tabla 37, a continuación.

Tabla 37. Cantidad de partículas contaminantes

<b>Colorante</b>	<b>Cantidad de partículas contaminantes</b>
Carmín	13.79 ppm
Bixinas	276.15 ppm
Percolado	234.21 ppm
En ampliación Bixinas	21.6 ppm
Planta de tocotrienoles	128.57 ppm

En base a la pericia del gerente de producción y a los resultados obtenidos, se identificó que el problema de la grasa no se origina necesariamente en la cochinilla, sino que proviene principalmente por Bixina y el Percolado, y en cantidades relevantes. Por tal motivo, se le asignó un puntaje de dos al carmín en la categoría de consecuencias, pues no implica ser el factor principal que origine la problemática identificada.

- **Inventarios:**

En cuanto al tercer factor, se hace referencia a la cantidad de inventarios que se tiene como saldo final. En base al Kardex que maneja la empresa, se ha podido analizar este saldo de inventario para el código de carmín más comercial: 72380.

Por un lado, se analizó la cantidad de inventario del año 2020, la cual alcanzó un nivel de saldo de hasta 15,083.43 kilogramos de carmín, como se puede observar en la figura 18.

Artículo	Descripción	ST	Alerg	Cam
72380.01.13	CARMIN SEMITERMINADO 72380 (M-17763)		N	N
72381.01.13	AJI AMARILLO DESHIDRATADO EN POLVO 72381 (E-38110)		N	
72382.01.10	VERDE BRILLANTE - PARA MICROBIOLOGIA		N	
72383.01.13	TOPPING DE CHOCOLATE BITTER 36388 72383 (E-38117)		N	
72383.70.57	TOPPING DE CHOCOLATE BITTER 36388 72383 (E-38117)		N	
72384.01.13	NATURAL COLOR 72384 (M-17760)		N	N
72384.12.58	NATURAL COLOR 72384 BIDON X 17 KG		N	
72385.01.13	SABOR HAMBURGUESA RANCHERA /EP 72385 (E-38101)		N	

Localizac	Lote	Cant Disp	Cant Rvda	Cant Rmtda
99	9562420113	.00000	.00000	.00000
99	9562450113	.00000	.00000	.00000
99	9562810113	.00000	.00000	.00000
99	9562820113	.00000	.00000	.00000
99	9562830113	.00000	.00000	.00000

Loc	Fecha	Entradas	Salidas	Cant_Ent	Cant_Sal	Saldo	Lote	Pedido	Factura	Guia_e:
99	21/10/2020	Producción		196.32000		14.296.13000	9590670113			
99	21/10/2020	Producción		382.12000		14.678.25000	9590680113			
99	21/10/2020	Producción		405.18000		15.083.43000	9590690113			
99	21/10/2020		Consumo		.42000	15.083.01000	9589870113			
99	22/10/2020		Consumo		117.86000	14.965.15000	9588890113			

Fecha	21/10/2020	Saldo	14296.13	Guia ext		Usuario	JAVIERL
Entradas	Producción	Lote	9590670113	Guia int			
Salidas		Pedido		Cliente/Provee			
Cantidad	196.320	Factura		Referencia			

Figura 18. Kardex de Carmín del 2020

Por otro lado, se analizaron de igual forma los niveles de inventario para el código de carmín 72380 en el año 2021, a partir de la cual se pudo identificar una reducción notoria en el saldo final de hasta 2948.95 kilogramos, como se puede visualizar en la figura 19.

Artículo	Descripción	ST	Alerg	Cam
72380.01.13	CARMIN SEMITERMINADO 72380 (M-17763)		N	N
72381.01.13	AJI AMARILLO DESHIDRATADO EN POLVO 72381 (E-38110)		N	
72382.01.10	VERDE BRILLANTE - PARA MICROBIOLOGIA		N	
72383.01.13	TOPPING DE CHOCOLATE BITTER 36388 72383 (E-38117)		N	
72383.70.57	TOPPING DE CHOCOLATE BITTER 36388 72383 (E-38117)		N	
72384.01.13	NATURAL COLOR 72384 (M-17760)		N	N
72384.12.58	NATURAL COLOR 72384 BIDON X 17 KG		N	
72385.01.13	SABOR HAMBURGUESA RANCHERA /EP 72385 (E-38101)		N	

Localizac	Lote	Cant Disp	Cant Rvda	Cant Rmtda
99	9562420113	.00000	.00000	.00000
99	9562450113	.00000	.00000	.00000
99	9562810113	.00000	.00000	.00000
99	9562820113	.00000	.00000	.00000
99	9562830113	.00000	.00000	.00000

Loc	Fecha	Entradas	Salidas	Cant_Ent	Cant_Sal	Saldo	Lote	Pedido	Factura	Guia_e:
99	22/04/2021		Consumo		25.00000	4.959.81330	9A05800113			
99	22/04/2021		Consumo		1.126.67000	3.833.14330	9A05800113			
99	22/04/2021		Consumo		4.52330	3.828.62000	9A05800113			
99	26/04/2021		Consumo		866.67000	2.961.95000	9A05800113			
99	26/04/2021		Consumo		13.00000	2.948.95000	9A05800113			

Fecha	22/04/2021	Saldo	4959.8133	Guia ext		Usuario	JAVIERL
Entradas		Lote	9A05800113	Guia int			
Salidas	Consumo	Pedido		Cliente/Provee			
Cantidad	25.000	Factura		Referencia			

Figura 19. Kardex del carmín del 2021

En base a esta disminución en los niveles de saldo final de carmín en el año 2021, la cual equivale aproximadamente a la tercera parte del saldo final en el año 2020, se pudo identificar que el problema de exceso de inventarios se estaba resolviendo y que ya no era tan crítico, por lo que se decidió asignar un puntaje de 2 respecto a la frecuencia de ocurrencia del problema.

- **Mantenimiento correctivo**

El mantenimiento correctivo consiste en corregir las falencias momentáneas que surgen durante el proceso de producción. Se ha podido identificar que el 100% de los mantenimientos correctivos ocurridos durante el primer semestre del 2021, no han incurrido en parada de planta. A continuación, en la tabla 38, se muestra el reporte de mantenimiento correctivo del primer semestre para la subárea de carmín secos.

Tabla 38. Reporte del mantenimiento correctivo del carmín seco

Estado	Detiene la planta	Área	Sub-área	Máquina	Fecha de programación	Fecha de atención	Días de demora para ser atendidos	Tipo	Atendido por	Fecha de registro
CONFORME	NO	PLANTA	ÁREA DE CARMIN SECOS	HORNO # 2	23/03/2021	25/03/2021	2	CORRECTIVO	PROPIO	23/03/2021
CONFORME	NO	PLANTA	ÁREA DE CARMIN SECOS	HORNO # 2	23/03/2021	25/03/2021	2	CORRECTIVO	PROPIO	23/03/2021
CONFORME	NO	PLANTA	ÁREA DE CARMIN SECOS	HORNO # 2	23/03/2021	25/03/2021	2	CORRECTIVO	PROPIO	23/03/2021
COMPLETADO	NO	PLANTA	ÁREA DE CARMIN SECOS	HORNO # 3	11/06/2021	16/06/2021	5	CORRECTIVO	PROPIO	10/06/2021
COMPLETADO	NO	PLANTA	ÁREA DE CARMIN SECOS	HORNO # 8	21/04/2021	21/04/2021	0	CORRECTIVO	PROPIO	21/04/2021
COMPLETADO	NO	PLANTA	ÁREA DE CARMIN SECOS	HORNO # 9	8/05/2021	8/05/2021	0	CORRECTIVO	TERCERO	7/05/2021
COMPLETADO	NO	PLANTA	ÁREA DE CARMIN SECOS	HORNO # 9	14/05/2021	29/05/2021	15	CORRECTIVO	TERCERO	6/05/2021
COMPLETADO	NO	PLANTA	ÁREA DE CARMIN SECOS	HORNO # 9	5/05/2021	6/05/2021	1	CORRECTIVO	PROPIO	5/05/2021
COMPLETADO	NO	PLANTA	ÁREA DE CARMIN SECOS	INFRAESTRUCTURA -	28/05/2021	28/05/2021	0	CORRECTIVO	TERCERO	26/05/2021
COMPLETADO	NO	PLANTA	ÁREA DE CARMIN SECOS	INFRAESTRUCTURA -	18/05/2021	21/05/2021	3	CORRECTIVO	TERCERO	12/05/2021
COMPLETADO	NO	PLANTA	ÁREA DE CARMIN SECOS	INFRAESTRUCTURA -	13/05/2021	13/05/2021	0	CORRECTIVO	PROPIO	12/05/2021
EN PROCESO	NO	PLANTA	ÁREA DE CARMIN SECOS	INFRAESTRUCTURA -	18/06/2021			CORRECTIVO	TERCERO	16/06/2021
COMPLETADO	NO	PLANTA	ÁREA DE CARMIN SECOS	INFRAESTRUCTURA -	28/05/2021	29/05/2021	1	CORRECTIVO	TERCERO	26/05/2021
COMPLETADO	NO	PLANTA	ÁREA DE CARMIN SECOS	INFRAESTRUCTURA -	16/04/2021	29/04/2021	13	CORRECTIVO	TERCERO	15/04/2021
CONFORME	NO	PLANTA	ÁREA DE CARMIN SECOS	INFRAESTRUCTURA -	15/04/2021	16/04/2021	1	CORRECTIVO	TERCERO	12/04/2021
CONFORME	NO	PLANTA	ÁREA DE CARMIN SECOS	INFRAESTRUCTURA -	11/01/2021	11/01/2021	0	CORRECTIVO	TERCERO	8/01/2021
CONFORME	NO	PLANTA	ÁREA DE CARMIN SECOS	MOLINO #1 MEZCH	23/03/2021	24/03/2021	1	CORRECTIVO	TERCERO	23/03/2021
CONFORME	NO	PLANTA	ÁREA DE CARMIN SECOS	MOLINO #1 MEZCH	23/03/2021	24/03/2021	1	CORRECTIVO	TERCERO	23/03/2021
CONFORME	NO	PLANTA	ÁREA DE CARMIN SECOS	MOLINO #1 MEZCH	23/03/2021	24/03/2021	1	CORRECTIVO	TERCERO	23/03/2021

Asimismo, considerando toda la planta de Carmín, se ha podido identificar que en el 62.32% de los casos, la atención ha sido inmediata, pues el incidente reportado fue de rápida solución. Ver tabla 39.

Tabla 39. Cuadro resumen de los días de retraso en la atención del mantenimiento

Días de demora para ser atendidos	Cantidad	Porcentaje
0	43	62.32%
1	9	13.04%
2	4	5.80%
3	3	4.35%
4	1	1.45%
5	1	1.45%
<b>Total</b>	69	
<b>Promedio</b>	2.97	

Por tal motivo, se ha asignado al mantenimiento correctivo un puntaje igual a 2 en la categoría de consecuencias, ya que no implica paradas de planta y en su mayoría la atención del incidente ha sido inmediata.

Por otro lado, se procederá a profundizar en cada uno de los tres tipos de problemas críticos, representados en color rojo, con el fin de identificar sus causas raíz.

### 3.2.1 Excesiva carga microbiana

Las pruebas de carga microbiana son realizadas por el área de calidad durante un periodo de incubación de las bacterias que dura entre 48 a 72 horas. Este tiempo depende del código del producto que se esté procesando. En primer lugar, se vierte un mililitro o miligramo de la muestra, dependiendo si la muestra es líquida o sólida, a una placa Petri vacía y estéril. Seguidamente, se añade a dicha placa unos mililitros de agar. En segundo lugar, se espera durante un periodo de tiempo requerido para la incubación de las bacterias. Por último, se realiza el recuento de las Unidades Formadoras de Colonia por miligramo de muestra, las cuales no deberían sobrepasar los 400UFC/mg, con el objetivo de tener los niveles de calidad requeridos. Ver figura 20.



Figura 20. Imagen referencial de la técnica de recuento bacteriano  
Fuente: Microbiología

### 3.2.1.1 Descripción del problema

En determinados momentos, se ha identificado niveles de UFC superiores a los 400UFC/mg. En especial en el primer semestre del 2021, se ha precisado cantidades de carga microbiana superiores a dicho límite. Ante este problema, la empresa puede tomar dos tipos de decisiones dependiendo de la fase en la cual se encuentre el carmín. Por un lado, en el proceso productivo del carmín no es posible reprocesar el producto semiterminado, por lo que la única solución es destinar el lote a otro tipo de colorante y producir más carmín. Por otro lado, el producto terminado, que pertenece al proceso productivo por lotes, sí es posible reprocesar y conservar las propiedades del colorante.

En la tabla 40, se presenta el reporte del nivel de carga microbiana obtenido en el carmín semiterminado en el mes de marzo del 2021.

Tabla 40. Reporte de carga microbiana del producto carmín semiterminado en el mes de

SOLI CITU	FECHA	CODIC	NOMBRE	OBS	LOTE LAB	LOTE PROD	N°	Micr. Aerobio A (48 h)	Micr. Aerobio A (72 h)	Mohos O	Lev F
036 21	01/03/2021	71966	MTC 71966			9A0474		<10		X	X
036 21	01/03/2021	07363	MTC 07363	#1		9A0477		100		X	X
036 21	01/03/2021	07363	MTC 07363	#2	I03532	9A0477		680		X	X
036 21	01/03/2021	12429	C.S.CITRICO		A27457	A27457/58/59	H3	30		X	X
036 21	01/03/2021	72380	C.S. 72380		Ñ27523	523/24/25 N27532/3	H6	380		X	X
036 21	01/03/2021	72380	C.S. 72380		Ñ27526	N27526/27/28	H2	350		X	X
036 21	01/03/2021	72380	C.S. 72380		Ñ27529	N27529/30/31	H6	100		X	X
036 21	01/03/2021	72380	C.S. 72380		Ñ27535	N27535/36/37	H9	700		X	X
036 21	01/03/2021	72380	C.S. 72380		Ñ27538	N27538/39/40	H3	180		X	X
036 21	01/03/2021	72380	C.S. 72380		Ñ27541	N27541/42/43	H6	780		X	X
036 21	01/03/2021	72380	C.S. 72380		Ñ27544	N27544 AL 549	H6	30		X	X
036 21	01/03/2021	72380	C.S. 72380		Ñ27550	N27550/51/52	H9	50		X	X
036 21	01/03/2021	72380	C.S. 72380		Ñ27553	N27553/54/55	H6	1,800		X	X
036 21	01/03/2021	72380	C.S. 72380		Ñ27610	N27610/11/12		1,200		X	X
036 21	01/03/2021	72380	C.S. 72380		Ñ27613	N27613/14/15	H5	1,500		X	X
036 21	01/03/2021	72380	C.S. 72380		Ñ27616	N27616/17/18	H9	1,500		X	X
036 21	01/03/2021	72380	C.S. 72380		Ñ27619	N27619/20/21	H3	1,400		X	X
036 21	01/03/2021	72380	C.S. 72380		Ñ27532	523/24/25 N27532/3	H3	180		X	X
036 21	01/03/2021	72380	C.S. 72380		Ñ27549	N27544 AL 549	H1	<10		X	X

En tabla 40, se muestra un reporte de carga microbiana presente en las muestras de los productos de carmín semiterminados, el cual pertenece a la producción continua. Esto se conoce, puesto que las muestras se tomaron luego de que la pasta de carmín saliera de los hornos, representado en la tabla por la letra H.

Asimismo, se observa que en este reporte no se ha analizado mohos ni levaduras, solo se ha analizado la presencia de microorganismos aerobios, de los cuales se identifica que siete lotes de carmín semiterminado del tipo 72380, han superado el límite de cargas microbianas de 400UFC/mg.

Al detectar un nivel de carga microbiana superior a los 400UFC/mg en muestras de productos semiterminados se debe pasar un proceso adicional de disolución con el objetivo de reducir dicho valor. Sin embargo, en productos semiterminados ya no es posible conservar la intensidad del colorante que requiere el cliente, por lo que se destina el colorante a otro tipo de código.

En la tabla 41, se presenta el reporte del nivel de carga microbiana obtenido en el carmín terminado en el mes de abril del 2021.

Tabla 41. Reporte de carga microbiana del producto carmín terminado en el mes de abril

OLI ITU	FECHA	9930	NOMBRE	OBS	LOTF LAB	LOTE PROD	N	Micr. Aerobios	Micr. Aerobio	Mohos	Lev	MAL	E. coli (num)	Salm (25 g)	Colif	Enter. (PIA)	Coliforme (MIB g)	E. coli (PIA)	#Colif fecale	Aerobios esporulad	
								A (48 hr)	A (72 h)	O	F	B	D	E	C	S	N/10g	R			
58 21	06/04/2021	69733	CARMIM(28209)	autoclavado #1	103622	9A0575		<10		X	X									<10	
58 21	06/04/2021	69733	CARMIM(28209)	autoclavado #2	103623	9A0575		<10		X	X									<10	
58 21	06/04/2021	31126	NC 3126	360min en autoclave	103624	E23686	B1	180,000		X	X										
58 21	06/04/2021	31126	NC 3126	360min en autoclave	103625	E23686	B2	150,000		X	X										
58 21	06/04/2021	31126	NC 3126	360min en autoclave	103626	E23686	B3	190,000		X	X										
58 21	06/04/2021	31126	NC 3126	360min en autoclave	103627	E23686	B4	130,000		X	X										

En la tabla 41, se muestra el reporte de carga microbiana del producto carmín terminado, el cual pertenece a la producción por lotes. Esto se conoce puesto que los códigos son diferentes a los del producto carmín semiterminado.

Asimismo, se observa que en el reporte sí se ha analizado la presencia de aerobios esporulados, lo cual debe ser menor a 10UFC/mg para que cumpla los estándares de calidad, y la presencia de microorganismos aerobios, el cual debe ser menor a los 400UFC/mg. En este caso del análisis de los aerobios esporulados se puede observar que todos los lotes sí cumplen con los estándares de calidad, mientras que en el caso de los microorganismos aerobios se identifica que los seis lotes habían superado los límites de carga microbiana.

Por un lado, luego de identificar tales hechos, los dos primeros lotes de código 69733 fueron conducidos a la operación de Autoclavado, lo cual se puede apreciar en la columna de observación, con lo cual se logró reducir los niveles de UFC/mg hasta llegar a niveles inferiores a los 10UFC/mg. Por otro lado, en los cuatro últimos lotes de código 31126 se intentó disminuir los niveles de carga microbiana por medio de la operación de Autoclavado durante 360 minutos; sin embargo, no logró reducir tal indicador. Por ello, la única solución en este caso fue conducir dichos lotes a un proceso de irradiación que fue tercerizado. Luego de esta operación se logró recuperar los lotes 31126, ya que se conservaron sus propiedades del colorante.

### 3.2.1.2 Identificación de las causas raíz

En la mayoría de los casos, ha sido dificultosa la identificación de la causa origen de este problema, debido a que el carmín pudo haberse contaminado en distintas operaciones y por diversos factores. Los resultados de las pruebas de UFC se tenían en el segundo o tercer día de la incubación de bacterias, por lo que para ese entonces la producción de carmín contaminada ya habrá finalizado o estará a punto de finalizar. Por ello, luego de que se identifica un exceso en los niveles de UFC, la supervisora de la planta de Camín es la encargada de buscar la causa raíz que originó este problema para evitar seguir contaminando el carmín que está en proceso. En la búsqueda de la causa raíz, la supervisora recurre a cámaras de seguridad, se dirige al lugar de trabajo y pregunta a los operarios si siguieron los procedimientos establecidos, analiza si hubo manipulación del producto, entre otros factores que pudieron haber originado el problema.

- **Diagrama de Ishikawa**

Para identificar las causas raíz de los excesivos niveles de carga microbiana, se desarrolló un diagrama de Ishikawa. Ver figura 21.

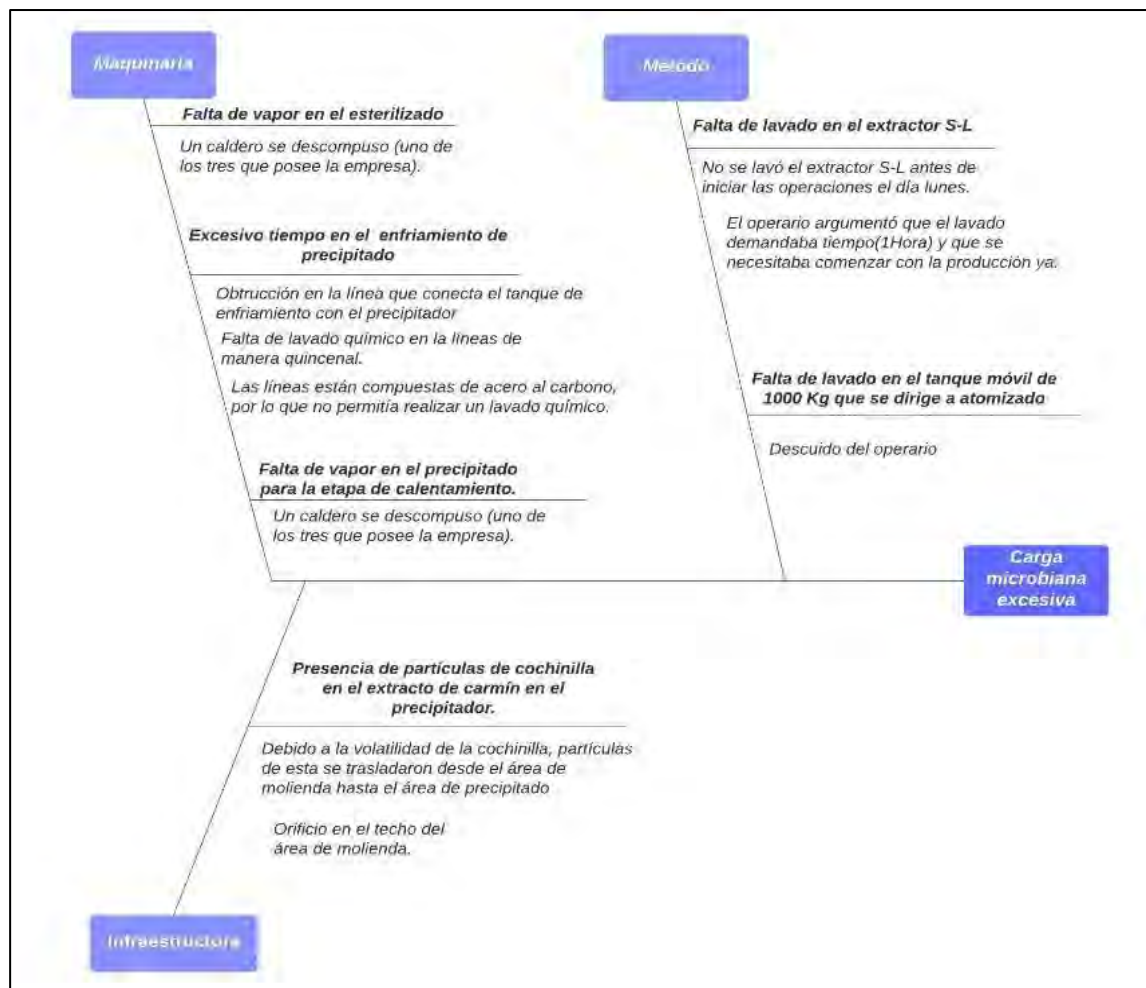


Figura 21. Diagrama de Ishikawa: Carga microbiana excesiva

Las causas secundarias del diagrama de Ishikawa han sido identificadas por única vez o de manera repentina en cada cierto tiempo. Ante tales sucesos, la empresa efectuaba medidas correctivas; sin embargo, no todas ellas han solucionado el problema en su totalidad.

- **Cuadro de análisis de medidas correctivas ejecutadas**

Se ha desarrollado un cuadro para analizar la efectividad de las medidas correctivas que se aplicaron en cada una de las causas secundarias identificadas en el diagrama de Ishikawa. En el cuadro 42, se explicará si esas medidas ejecutadas fueron sostenibles en su totalidad, parcialmente o si no lo fueron.

Tabla 42. Cuadro comparativo para identificar las causas críticas del problema

Número	Causas secundarias	¿Qué se hizo al respecto?	¿Es sostenible la solución?	¿Por qué?
1	Un caldero se descompuso (uno de los tres que posee la empresa).	Mantenimiento correctivo a los calderos	Parcialmente	Se cuenta con un programa de mantenimiento preventivo, la cual sí se cumple. Pero su nivel de funcionamiento depende de la vida útil del caldero y de la funcionalidad de sus componente tales como instrumentos de medición, válvulas, entre otros.
2	Falta de lavado químico, debido a que el tanque de enfriamiento del precipitador está compuesta por acero al carbono.	Se cambió la parte de la línea de enfriamiento que estaba obstruida	No	Es probable que en un futuro se vuelva a presentar una obstrucción, debido a la falta de lavado químico en las tuberías de acero al carbono
3	No se lavó el extractor S-L antes de iniciar las operaciones el día lunes.	El supervisor capacitó a los operarios y recaló la importancia del proceso de lavado del extractor S-L al finalizar la semana y antes de comenzar la producción de la siguiente semana.	Sí	La frecuencia de la falta de lavado en el extractor S-L ha disminuido del año 2020 al año 2021. Antes la frecuencia aproximada era de una vez por mes, y luego esto se redujo a una vez cada cuatro meses aproximadamente. Asimismo, no se ha vuelto a presentar inconvenientes por la falta de lavado del tanque móvil.
4	Descuido del operario por no lavar el tanque móvil de 1000 Kg que se dirige a atomizado	El supervisor capacitó a los operarios y recaló el compromiso que deben tener los operarios para salvaguardar la inocuidad del carmín.	Sí	De acuerdo a la supervisora de Carmin, todo ello se debe a que los operarios han desarrollado una buena cultura operacional, mayor compromiso, que ha surgido luego de varias sesiones de capacitación y retroalimentación.
5	Orificio en el techo del área de molienda.	Se tapó el orificio	Sí	No se ha vuelto ha detectar inconvenientes en la infraestructura. Además, luego del problema en cuestión se realizó una inspección general de todos los techos y no se encontró otro orificio en la planta.

Por un lado, se aprecia que la causa secundaria número 1 se ha resuelto parcialmente, debido a que la empresa tiene un programa de mantenimiento preventivo para el caldero, con el fin de evitar fallas durante los procesos productivos. Por ello, fue categorizado como solución sostenible parcialmente.

Por otro lado, en la causa secundaria número 2 se identifica que la obstrucción de la línea que conecta el tanque de enfriamiento con el precipitador no ha sido solucionada desde su causa raíz. Dicha obstrucción se originó, debido a que no se realizaba el lavado quincenal con ácido clorhídrico al 12%, ya que la tubería era de acero al carbono y existía el riesgo de que se oxide. Como medida correctiva, solo se cambió la parte de la tubería que estaba obstruida reemplazándola por un conducto de acero inoxidable. Sin embargo, las demás partes de la línea de enfriamiento siguen siendo de acero al carbono, por lo que es muy probable que se tenga el mismo problema de obstrucción en un futuro.

En conclusión, la causa secundaria que requiere de una contramedida más sostenible es el número dos “Falta de lavado químico, debido a que el tanque de enfriamiento del precipitador está compuesto por acero al carbono”, con el fin de evitar, en un futuro, problemas de excesiva carga microbiana y parada de planta como consecuencia de ese problema.

### **3.2.2 Demoras por ajuste de color**

En el proceso productivo por lotes, se ha identificado demoras por el ajuste de color en las líneas de producción 1 y 2. Lo ideal sería que luego de obtener las coordenadas de color de la muestra extraídas, se siga la receta de producción por única vez.

Por un lado, en la línea 1 se realiza el ajuste de color en la operación de mezclado Blender. Para ello, se vuelve a realizar el proceso de mezclado que consiste en juntar determinadas cantidades de carmín hidrosoluble de diferentes cilindros, según sus parámetros de color registrados, y volver a mezclar.

Por otro lado, en la línea 2 se realiza el ajuste de color en las operaciones de disolución y de mezclado bicónico. En el caso de la disolución, este proceso consiste en añadir una determinada cantidad de potasa caustica para incrementar los niveles de PH y así modificar las coordenadas de color. En el caso del mezclado bicónico, el ajuste de color es similar al proceso de mezclado blender de la línea 1, solo que en este caso se procesa carmín rojo seco.

Los ajustes de color en el mezclador bicónico y blender son los más rigurosos, debido a que se invierte aproximadamente 7 horas en total para volver a realizar el proceso de mezclado, y, además, este proceso se puede repetir más de una vez, por lo que puede tardar en este reproceso hasta alrededor de dos días.

- **Cinco Porqués**

Con el fin de identificar la causa raíz de la problemática demoras por ajuste, se ha procedido a desarrollar la metodología de los cinco porqués. Ver tabla 43.

Tabla 43. Cinco Porqués para identificar las causas raíz del problema: Demoras por ajuste

Cinco porqués para identificar las causas raíces del problema: Demoras por ajuste de color					
Problema	1 ° ¿por qué?	2 ° ¿por qué?	3 ° ¿por qué?	4 ° ¿por qué?	5 ° ¿por qué?
Demoras por ajuste de color	La muestra que se extrae de las bolsas de carmín, luego de que salen del horno, no es representativa.	La bolsa contiene cantidades de Carmín a diferentes tonalidades	Luego de la operación de secado se vacían las bandejas en las bolsas. Las bandejas superiores poseen una tonalidad diferente a las bandejas inferiores.	El flujo de aire de secado se dirige de abajo hacia arriba, por lo que las bandejas superiores presentan un menor porcentaje de humedad que las bandejas inferiores. La humedad influye en la tonalidad del carmín.	Condición de funcionamiento del horno

A partir del desarrollo de la metodología de los cinco porqués, se ha identificado que la causa raíz de la problemática “demoras por ajuste de color” es la condición de funcionamiento del horno.

De acuerdo con el gerente técnico, las bandejas que se encuentran en el horno secan a diferentes niveles de humedad, puesto que, en el proceso de secado en los hornos los flujos de aire caliente emanan de abajo hacia arriba. En consecuencia, las bandejas que se encuentran en niveles inferiores tienen un secado más lento y presentan un mayor porcentaje de humedad, mientras que las bandejas que se encuentran en los niveles superiores tienen un secado más rápido y su humedad final es menor. Dichos porcentajes de humedad presentes en el carmín son relevantes, puesto que se tiene una tonalidad más oscura cuando hay una menor humedad y tiende a ser de un color más rojizo cuando la humedad es mayor.

Por ello, cuando se depositan los carmines rojos en las bolsas de plástico, presentan diferentes coordenadas de color a lo largo de su permanencia en las bolsas. Por lo tanto, la muestra que se extrae de la parte superior de una bolsa de carmín rojo no es representativa.

Asimismo, cabe señalar que, en el caso del carmín hidrosoluble, se presenta una composición heterogénea como producto de la operación previa de disolución alcalino.

A continuación, se señala las operaciones en la línea 1 y 2 que son afectadas por las demoras en ajuste de color. Ver figura 22 y 23.

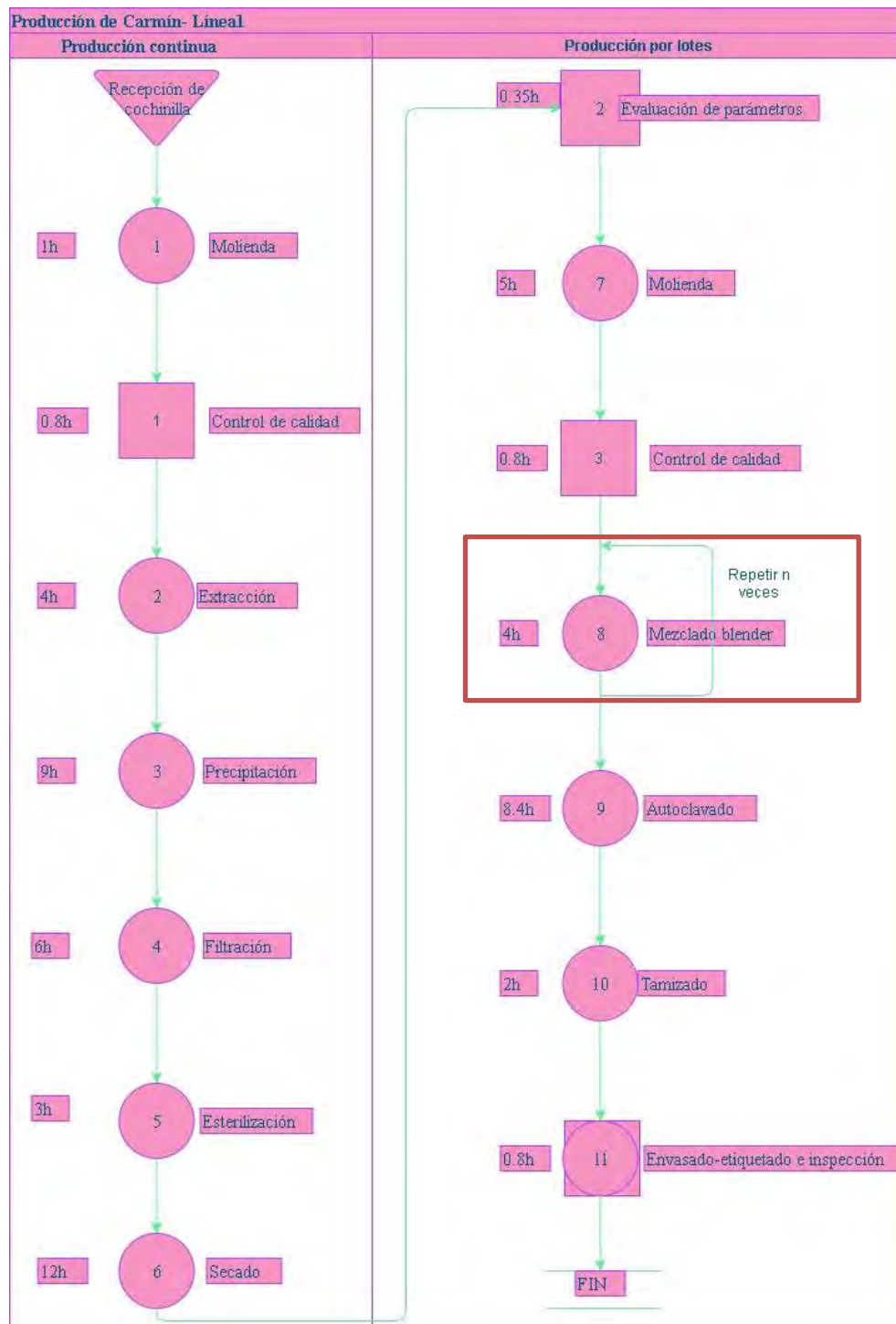


Figura 22. Señalización de las operaciones afectadas por el ajuste de color en la línea 2.

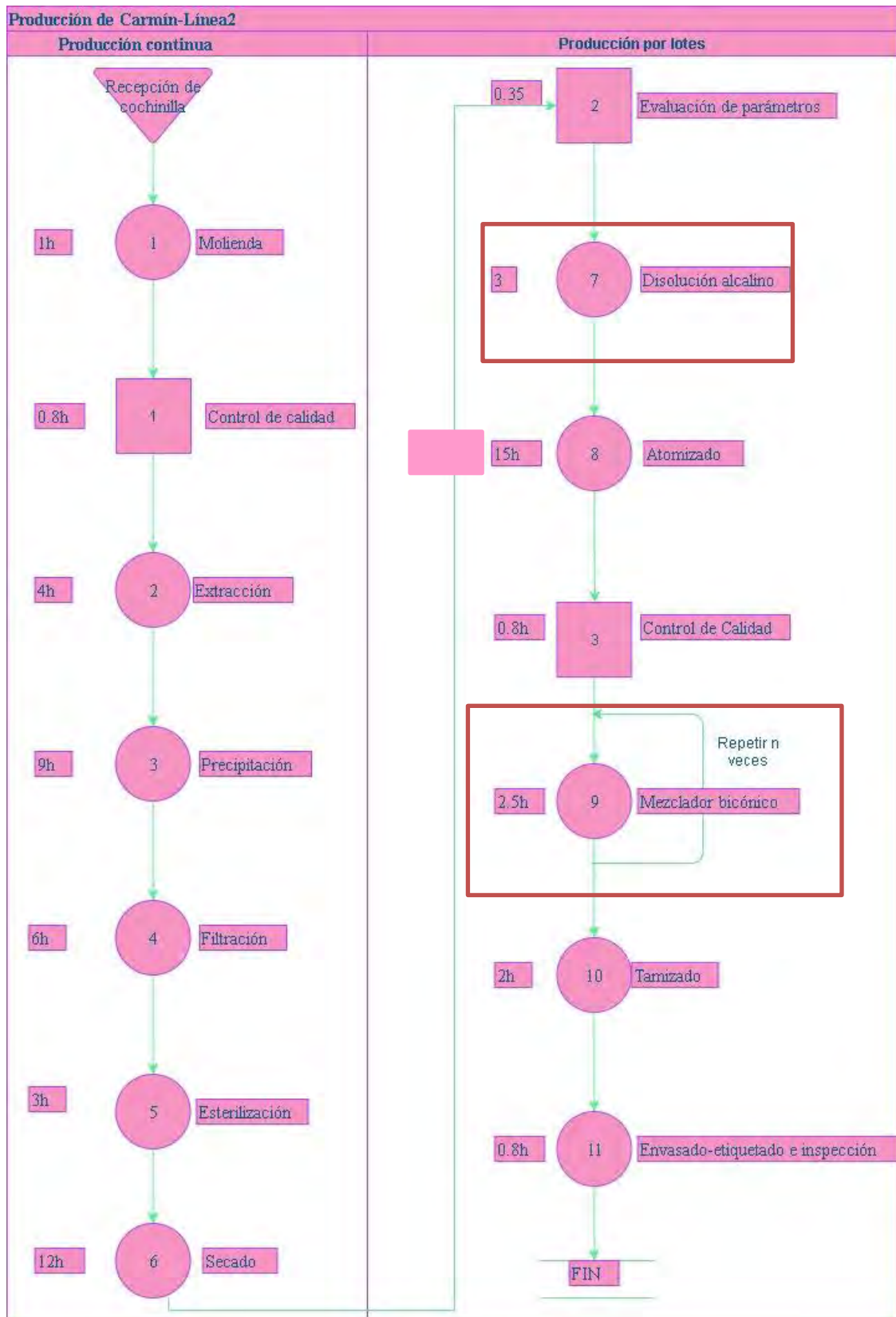


Figura 23. Señalización de las operaciones afectadas por el ajuste de color en la línea 2

Asimismo, de acuerdo con el gerente técnico, la única solución válida sería la homogeneización del carmín luego de la salida de los hornos, con el fin de tomar muestras representativas y analizar sus coordenadas de color. Sin embargo, la empresa posee espacios reducidos para la implementación de un homogeneizador de polvos industrial siendo el único espacio aprovechable el área de almacén de productos semiterminados.

### 3.2.3 Quejas de los clientes

En el presente apartado, se profundizará en cada uno de los reclamos de los clientes sobre los defectos del carmín, registrados desde el año 2019 hasta el mes de junio del año 2021. Cabe señalar que estos reclamos han sido reconocidos por la empresa como reclamos válidos y, por lo tanto, esta se hizo responsable de los incidentes identificados por los clientes. Ver tabla 44.

Tabla 44. Detalle de los reclamos de los clientes

RECLAMOS VALIDADOS			
Fecha de registro	Producto	Descripción del defecto encontrado en el producto	Tipo de error
19/02/2021	NATURAL COLOR 37162 GALONERA X 4 KG	El producto presentaba fuga por mal sellado.	Error en envasado
19/02/2021	COLOR CHEESE 07164 (E-4039) GALONERA X 4 KG	El producto se encontraba mal sellado y se derramó parcialmente.	Error en envasado
3/02/2021	MONTECARMIN 41390 BOLSA X 5 KG	Se encontró una tuerca y un perno en el carmín en polvo.	Partículas extrañas
27/01/2021	MONTECARMIN 38244 CAJA X 15 KG	El cliente encontró partículas aglomeradas de decarmín más maltodextrina	Partículas extrañas
16/12/2020	MONTECARMIN 33087 CAJA X 20 KG	Las cajas y etiquetas estaban manchadas con el insumo.	Error en etiquetado
10/12/2020	MONTECARMIN 11325 (E-1015) GALONERA X 4 KG	En una de las cajas de 16Kg de Montecarmín 11325, solo estuvo realmente 12Kg, por lo que faltó 1 bidón de 4 Kg.	Falla en especificaciones
10/11/2020	MONTECARMIN 11325 (E-1015) GALONERA X 4 KG	Dos galoneras despachadas al cliente no contaban con los datos de trazabilidad: Denominación del producto, lote, fecha de producción y fecha de vencimiento.	Error en etiquetado
13/08/2020	MONTECARMIN 33599 CAJA X 15 KG	El cliente recibió dos cajas sin identificación, es decir, sin etiquetas.	Error en etiquetado
31/07/2019	MONTECARMIN 11325 (E-1015) GALONERA X 1 KG	Dos galoneras de montecarmín recibidas por el cliente estaban medio abiertas y con los precintos de seguridad rotos, por lo que se derramaron cantidades considerables del total que contienen cada galonera.	Error en envasado

En esta tabla 44, se muestra cada una de las descripciones de los defectos del carmín identificados por los clientes. Cabe resaltar que la mayoría de dichos reclamos están relacionados con la familia Montecarmín.

En el extremo derecho, se ha añadido una columna llamada “Tipo de error”, la cual se ha definido en base a la descripción de los defectos. Esta columna sirve para categorizar las causas en común que comparten los reclamos. A partir de esta clasificación, se desarrollará un diagrama de Pareto que ayude a identificar los tipos de fallas más críticos, es decir, aquellas que perjudican más a la imagen y a la economía de la empresa.

- **Diagrama de Pareto**

En la tabla 45, se presenta un cuadro de análisis para identificar los tipos de errores más críticos en función de su frecuencia de ocurrencia desde enero del 2019 hasta junio del 2021, y en la figura 24 se muestra el diagrama de Pareto. Ver tabla 45 y figura 24.

Tabla 45. Análisis para detectar los tipos de errores más críticos relacionados a los

Tipo de error	Frecuencia	PORCENTAJE ACUMULADO
ERROR EN ENVASADO	3	33.33%
ERROR ETIQUETADO	3	33.33%
PARTICULAS EXTRAÑAS	2	22.22%
FALLA EN ESPECIFICACIONES	1	11.11%
<b>Total</b>	9	1

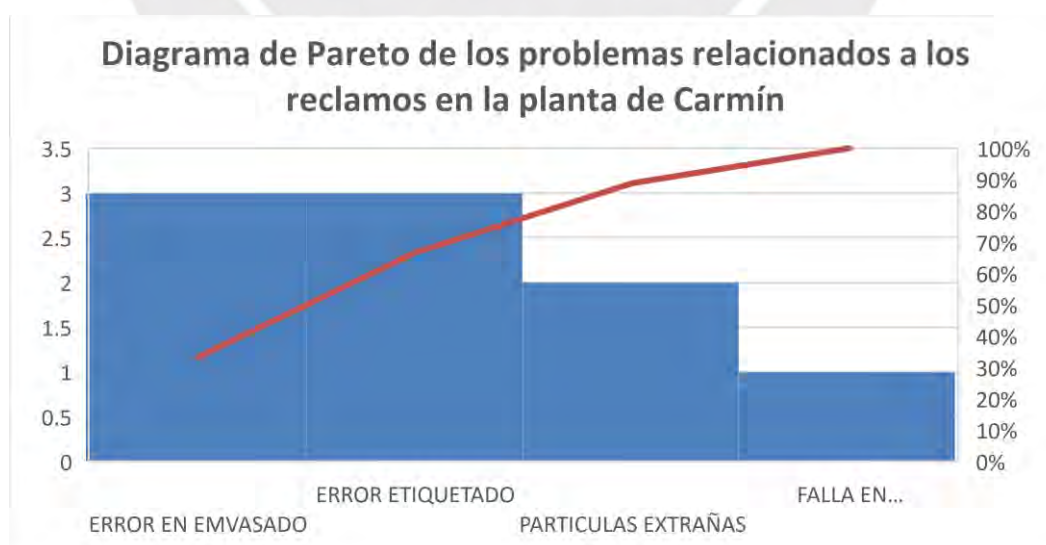


Figura 24. Diagrama de Pareto: Tipos de errores relacionados a los reclamos de los clientes

A partir del diagrama de Parteo de los tipos de errores, se aprecia que los errores de envasado y etiquetado son las causas en común más representativas. Cabe señalar que todos los errores en envasado se produjeron en los envases de carmín líquido, es decir, en las galoneras.

Para identificar las causas raíz de estos problemas se usará la herramienta de los cinco porqués, para lo cual se ha preguntado a los encargados de dicha actividad.

- **Cinco porqués**

Se ha desarrollado la metodología de los cinco porqués para identificar las causas representativas de las fallas en el etiquetado y envasado. Ver figura 46.

Tabla 46. Cinco porqués para identificar las causas raíz de los errores en el área de

Cinco porqués para identificar las causas raíz de los errores en el área de envasado-etiquetado					
Problema	1° ¿por qué?	2° ¿por qué?	3° ¿por qué?	4° ¿por qué?	5° ¿por qué?
Mal envasado	El operario no cerró bien la tapa	No pudo aplicar más fuerza de la que tenía.	C1		C2
		Por la premura de seguir cerrando las demás galoneras.	Porque se quería cumplir con el tiempo establecido	Para evitar trabajar horas extras	Para evitar el sobreesfuerzo o desgaste ocupacional.
		No sabía cómo cerrar adecuadamente el envase	Existen muchos tipos de envases	El tipo de envase depende de los requerimientos del cliente.	C3
	El supervisor no estaba en su sitio y no corrigió el mal envasado	Atención de otros requerimientos en paralelo.	Solo hay un supervisor en el área de envasado en toda el área productiva-	C4	
Mal etiquetado	El área de sistemas no actualizó sus datos a tiempo	La etiqueta provisional que se usa para describir la trazabilidad del producto se demoró en llegar del área comercial al área de sistemas	Hay demoras en las comunicaciones entre el cliente y el área comercial.		C5

A partir de la tabla 46, se ha identificado cuatro posibles causas raíz de los errores en el envasado y una causa raíz del mal etiquetado. En primer lugar, se puede identificar que las causas raíz denominadas como C1 y C2 están relacionadas con el hecho de que la operación

de envasado se realice manualmente. Cabe señalar que desde el primer semestre del 2021 la empresa está desarrollando un proyecto de automatización para el envasado de líquidos en galoneras. En segundo lugar, el C3 alude a la gran variedad de envases con las que la empresa provee sus productos. Esto se debe a que por política de la empresa se ofrece el producto en un envase personalizado o de catálogo. En tercer lugar, el C4 es el hecho de que solo hay un supervisor de envasado para todas las líneas productivas que posee la empresa. Por último, la causa raíz C5 del problema de mal etiquetado se debe a las demoras en las especificaciones del cliente.

A partir de lo expuesto previamente, se evidencia que las causas C3 y C5 no dependen totalmente de la empresa, sino que implican al cliente, por lo que no será posible modificarlas. Asimismo, se toma en consideración que la causa C4 está relacionada indirectamente con el problema de mal etiquetado, ya que, si bien el supervisor asegura la calidad del envasado y etiquetado, es necesario que los mismos trabajadores sean capaces de realizar correctamente el proceso.

Por lo tanto, las causas C1 y C2 serían consideradas como las causas raíz ya que implican errores originados por los mismos trabajadores durante el proceso de envasado.

### **3.2.4 Conclusión de identificación de problemas**

En base a lo expuesto previamente, se ha identificado que, si bien la empresa ejecuta medidas correctivas ante la aparición de un problema, no siempre se trata de una solución sostenible y en otros casos no se han resuelto las causas raíz.

Respecto a la problemática de carga microbiana, se identificó como principal causa a la falta de lavado químico en la línea que conecta el tanque de enfriamiento con el precipitador, puesto que dicha línea está compuesta por acero al carbono en lugar de acero inoxidable.

Respecto a las demoras por ajuste de color, se ha logrado identificar que esto se debe a que las muestras de carmín que se toman no están homogeneizadas, es decir, no son representativas, por lo que esto se traduce en reprocesos al momento de seguir la receta para llegar a un determinado color de carmín. En base a ello, se ha visto que la empresa ha normalizado este problema y no se ha buscado una solución. Respecto a las quejas con el cliente, se reconoció como causa raíz al tipo de envasado manual que se procesa en la empresa. Por lo tanto, la firma sigue lidiando con ciertos problemas en cuestión, lo que no le permite incrementar su capacidad productiva y satisfacer a un mayor segmento del mercado.

### 3.3 Planteamiento de contramedidas a los problemas

En base a las causas raíz identificadas en el apartado anterior, se han planteado contramedidas para solucionarlas.

- **Lista de contramedidas**

A continuación, la tabla 47 presenta la lista de contramedidas de las causas raíz identificadas.

Tabla 47. Lista de contramedidas de las causas raíz de los problemas críticos

<b>Contramedidas</b>		
<b>Problema</b>	<b>Causas raíz</b>	<b>Contramedida</b>
Excesiva carga microbiana	La línea de enfriamiento del precipitador está compuesta por acero al carbono.	Cambiar las líneas de acero al carbono por líneas de acero inoxidable.
Demoras por ajuste de color	No se trabajan con muestras representativas para el análisis de las coordenadas de color.	5'S en el almacén de productos semiterminados e implementación de dos homogeneizadores.
Quejas de los clientes- Defectos en el área de envasado	El envasado de las galoneras se realiza manualmente y los operarios no aplican la fuerza necesaria para el correcto sellado.	Programa de capacitación en el proceso de envasado.

En la tabla 47, se han planteado tres contramedidas en total para dar solución a los tres problemas críticos identificados en la sección anterior. La primera contramedida se trata de reemplazar la línea de enfriamiento del precipitador de acero al carbono por un conducto de acero inoxidable. Esto con el fin de realizar el lavado químico de las tuberías sin temor a que se oxiden y de esa manera evitar que se obstruya la tubería y se generen excesos de carga microbiana en el carmín. En segundo lugar, se ha planteado la ejecución de las 5'S y la implementación de dos homogeneizadores. Primero, se aplicaría la metodología de las 5'S en el almacén de producto semiterminado de Carmín, lo cual permitiría tener un espacio más ordenado y organizado, por lo que se aprovecharía mejor la zona. Luego, sería necesario implementar dos homogeneizadores con el objetivo de uniformizar las concentraciones de carmín rojo e hidrosoluble por separado y de esa manera extraer muestras más representativas que permitan identificar correctamente las coordenadas de color y, en consecuencia, eliminar las demoras por ajuste de color. Por último, la tercera contramedida se trata de realizar un programa de capacitación al personal para evitar que disminuya la productividad de los operarios y que se produzcan los defectos en el envasado y etiquetado,

- **Análisis cuantitativo de las contramedidas**

En este apartado, se compararán las contramedidas analizando tres factores principales: el nivel de impacto, si implica o no parada de planta y el nivel de urgencia. Cada uno de estos factores posee sus respectivos pesos. Asimismo, las puntuaciones que se asigna en la comparación varían entre 1 hasta el 10, en la cual el uno representa el menor beneficio y el 10, el mayor beneficio para la firma. A continuación, en la tabla 48, se presenta el desarrollo de esta matriz de ponderación para la elección de las contramedidas relevantes.

Tabla 48. Matriz para la elección de las contramedidas

<b>Matriz para la elección de la contramedida</b>				
<b>Contramedida/Peso</b>	<b>Impacto</b>	<b>¿Implica parada de planta?</b>	<b>Nivel de urgencia</b>	<b>Total</b>
	0.1	0.4	0.5	
Cambiar las líneas de acero al carbono por líneas de acero inoxidable	6	1	4	3
5'S en el almacén de productos semiterminados e implementación del homogeneizador. Plan de capacitación.	10	8	5	6.7
Programa de capacitación en el proceso de envasado.	3	8	3	5

Respecto a la primera contramedida, se observa un nivel de urgencia regular y un impacto relativamente significativo; sin embargo, lo más perjudicial es que implica parada de planta en el proceso productivo continuo. Por ello, obtuvo un puntaje de 3.

Respecto a la segunda contramedida, se observa en primera instancia que el impacto sería relevante, puesto que se reduciría el tiempo de producción significativamente. Asimismo, no implicaría parada de planta más que para realizar las sesiones de prueba de funcionamiento y su nivel de urgencia es regular. Por ello, obtuvo el mayor puntaje de 6.7.

Respecto de la tercera contramedida, se destaca el hecho de que no implicaría parada de planta; sin embargo, resulta no tener un nivel de impacto y de urgencia relevante. Esto último se puede explicar debido a que la empresa ha estado desarrollando un proyecto de automatización para el sellado de galoneras durante el primer semestre del 2021. Por ello, obtuvo el puntaje de 5.

Por lo tanto, en el presente trabajo de tesis se desarrollará la segunda contramedida que consiste en aplicar la filosofía de las 5'S en el almacén de productos semiterminado e implementar dos homogeneizadores de polvos.

## **4. Capítulo4: Propuesta de mejora del caso de estudio**

En el presente capítulo, se desarrollarán las propuestas de mejora del caso en estudio.

### **4.1 Propuesta de la aplicación de la metodología de 5'S**

La aplicación de la metodología de las 5'S en el almacén de producto semiterminado tiene como fin lograr un mejor aprovechamiento de los espacios disponibles, y mantener niveles de orden y limpieza óptimos para evitar la contaminación del carmín. Asimismo, tiene como enfoque mejorar los indicadores de productividad y la ampliación de la capacidad productiva, ya que se busca tener un mayor espacio en el almacén para incorporar los dos homogeneizadores que permitirán mejorar la fluidez del procesamiento.

Con el objetivo de obtener un mayor nivel de involucramiento y eficiencia, resulta imprescindible la ejecución de una fase preliminar en la que se comprometa a la gerencia y a los colaboradores implicados.

#### **4.1.1 Actividades preliminares**

Las actividades preliminares tienen como fin comprometer a la gerencia y a los colaboradores con la metodología Lean. Esto con el objetivo de ejecutar de manera eficiente y eficaz la metodología de las 5'S, y, de esta manera, motivar al personal a mantener los estándares de orden y limpieza a través de la visualización de los resultados positivos que se van obteniendo. Asimismo, se requiere del apoyo de gerencia para solventar los gastos en los que se incurrirán para obtener los resultados esperados de la mejora.

Para ello, se ha planteado una serie de cuatro actividades esenciales:

- Obtener el compromiso de gerencia
- Asignar al coordinador del proyecto y crear comité de las 5'S

- Capacitación del comité de las 5'S
- Elaboración de responsabilidades

#### 4.1.1.1 Obtener el compromiso de gerencia

En primer lugar, se debe convocar a una reunión con la gerencia para exponer, plantear y resolver dudas respecto de la propuesta de mejora planteada. Para ello, es necesario que exista un plan de comunicación para informar claramente lo que se pretende poner en marcha y lo que se desea lograr, ya que de esta manera se asegura en cierta medida que los cambios sucedan.

#### 4.1.1.2 Asignar al coordinador del proyecto y crear comité de las 5'S

Con el objetivo de lograr una implementación eficiente, es necesario conformar un equipo encargado de la puesta en marcha de la metodología Lean. El encargado del área de almacén de producto semiterminado es la supervisora de Carmín. Por ello, se propone que su persona sea la responsable de coordinar el proyecto y asignar a sus colaboradores que conformarán parte del comité de las 5'S.

En base a la entrevista realizada a la supervisora, se ha planteado un organigrama para el comité de las 5'S, el cual se visualiza en la figura 25.

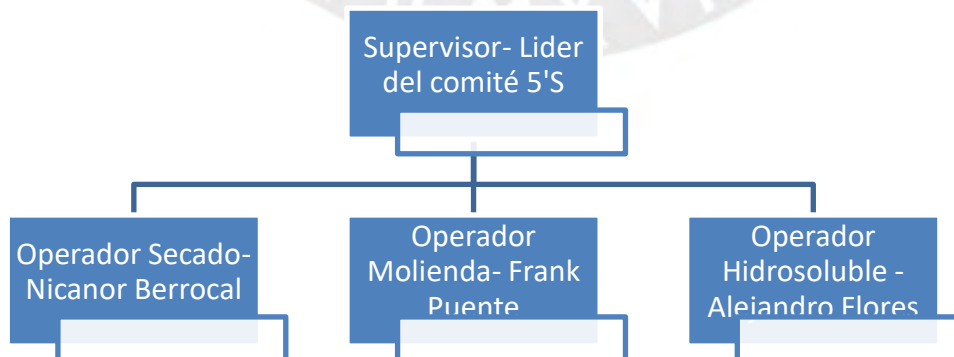


Figura 25. Organigrama del comité de las 5'S

El área de producto semiterminado está conformada por dos secciones: la de carmín rojo y la de carmín hidrosoluble. En la primera sección, se almacena carmín que proviene de los hornos, para luego ser conducido al área de molienda. Por ello, se han asignado como responsables al operador Nicanor Berrocal de Secado y al operador Frank Puente de molienda. Cabe señalar que, de acuerdo con la supervisora de Carmín, estos operadores son los más responsables y comprometidos del almacén de producto semiterminado. En la segunda sección, se almacena carmín hidrosoluble que proviene del atomizador. En este caso, el único encargado es el operador Alejandro Flores.

#### **4.1.1.3 Capacitación del comité de las 5'S**

Después de haber conformado al equipo, es necesario capacitarlo en la metodología de las 5'S. Para ello, se plantea que primero la supervisora de carmín se capacite en el Instituto de la Calidad PUCP con la modalidad online, la cual durará tres semanas, con la finalidad de entender en qué consiste la metodología japonesa, así como sus ventajas y el impacto que generaría en la empresa. Luego, durante los siguientes días, el líder capacitará a los demás colaboradores del comité en tres sesiones diferentes de una hora cada una, en las cuales se les explicará acerca de la metodología, se les motivará, y se abrirán espacios de diálogos para que ellos puedan realizar todas sus consultas y para que puedan intercambiar ideas al respecto. La capacitación se impartirá al interior del almacén, al inicio del día. Para que los operarios entiendan la importancia de las 5'S, se les puede enseñar imágenes de referencia de empresas en las cuales se haya aplicado esta metodología.

#### 4.1.1.4 Elaboración de responsabilidades

Según el ciclo de Deming, se asignarán determinadas responsabilidades a los integrantes del equipo del proyecto. Seguidamente, en la tabla 49 se detallan cada una de estas actividades.

Tabla 49. Cuadro de asignación de responsabilidades según el ciclo de Deming PHVA

Pasos del ciclo de Deming	Encargado	Ocupación
Planificar	Líder 5'S	Verificar el cronograma propuesto, realizar ajustes necesarios y proponer la fecha de inicio.
Hacer	Operadores	Desarrollar las actividades necesarias para implementar las 5'S. Abarca las fases de descarte, orden y limpieza.
Verificar	Líder 5'S	Inspeccionar que se esté cumpliendo la metodología y se mantenga los protocolos orden y limpieza establecidos. Abarca principalmente el paso de disciplina.
Actuar	Líder 5'S	Desarrollar las normativas de orden y limpieza establecidos.

#### 4.1.2 Análisis general del almacén

En primer lugar, se presenta un análisis genérico del almacén de producto semiterminado, el cual abarca dos secciones: carmín rojo e hidrosoluble.

A continuación, se presenta la fotografía de la sección de carmín rojo. Ver figura 26.



Figura 26. Almacén de producto semiterminado- carmín rojo

En la primera sección, hay dos racks de cuatro niveles y un rack pequeño, los cuales solo almacenan bolsas de pasta de carmín que provienen de los hornos, por ello poseen un color rojo intenso. Este semiproducto será conducido posteriormente a la fase de producción continua que inicia con las operaciones de molienda y disolución alcalino correspondientes a la línea 1 y 2 respectivamente. Asimismo, cabe señalar que las bolsas de carmín, en su mayoría, poseen diferentes tipos de concentraciones, por lo que esto impactará negativamente en la eficiencia de las demás operaciones del proceso continuo.

A continuación, se muestra una figura de la sección de carmín hidrosoluble. Ver figura 27.



Figura 27. Almacén de producto semiterminado – Carmín hidrosoluble

En la segunda sección de carmín hidrosoluble, se almacenan también otro tipo de carmín debido a las falencias en el proceso de producción. En primer lugar, se tiene el carmín hidrosoluble, el cual es almacenado en cilindros de metal. Esta pasta se obtiene a la salida del atomizador con diferentes coordenadas de color. Por ello, cuando la pasta es dirigida al mezclador bicónico, se realiza una combinación estratégica de colores hasta obtener la tonalidad requerida por el cliente. En segundo lugar, se almacena un tipo de producto semiterminado que resulta de haber mezclado diferentes tonalidades de carmín hidrosoluble.

Estos también son almacenados en cilindros de metal. Por último, se tiene el producto final carmín líquido que se encuentra almacenado en cilindros de plásticos de color celeste. Este producto se obtiene como sobrante del pedido anterior, debido a que se tuvo que añadir más solvente e insumos necesarios para alcanzar el color solicitado por el cliente.

Por otro lado, se ha identificado la presencia regular de un apilador y de dos estocas en el almacén. El apilador se utiliza para levantar los pallets de carmín e introducirlos a los estantes. La primera estoca se utiliza para transportar el carmín rojo, mientras que la otra es utilizada para trasladar el carmín hidrosoluble. Ver figura 28.



Figura 28. Estoca posicionada en el almacén de semiterminados-Carmín rojo

En base a la información recolectada, cabe señalar que el flujo de inventario promedio aproximado de carmín rojo, carmín hidrosoluble más carmín de producto terminado, y carmín líquido es de 3, 2 y 2 toneladas respectivamente. Esto refleja un exceso de inventario, lo cual es explicado por los saldos sobrantes de carmín líquido y de carmín terminado como consecuencia de la ineficacia en producción.

### 4.1.3 Implementación de Clasificación-SEIRI

La primera fase de la metodología de las 5'S consiste en descartar del espacio de trabajo los objetos o herramientas que no aportan valor, con el fin de tener mayor espacio disponible y realizar el trabajo de una forma óptima. Para ello, se ha desarrollado un cuadro de frecuencia semanal de los objetos identificados en el almacén de producto semiterminado. Ver tabla 50.

Tabla 50. Cuadro de frecuencia semanal de uso de los objetos o herramientas

Tipo	Necesario	Innecesarios
Más frecuentes (>4 días por semana)	Bolsa de carmín	
	Cilindro de metal	
	Cilindro de plástico	
	Estoca para carmín rojo	
	Estoca para carmín hidrosoluble	
	Cuatro racks	
Menos frecuentes (≤3 días por semana)	Apilador	Caja
	Montacarga	Bolsa celeste

A partir de la tabla anterior, se puede notar que la mayoría de los objetos en el almacén son existencias de producto terminado y semiterminado, así como estantes y medios de transporte. Esto se debe principalmente a que el almacén acopia principalmente bolsas y cilindros de carmín en los racks y en el suelo. Sin embargo, también se destaca la presencia de una caja y una bolsa azul, las cuales no deberían encontrarse en ese lugar.

Se plantea utilizar dos tipos de tarjetas para tener una mejor gestión visual del inventario:

**Tarjeta roja:** Para identificar a los productos o herramientas innecesarios y tomar acción al respecto.

**Tarjeta amarilla:** Para identificar a los productos terminados que resultan ser saldos de la producción anterior, puesto que esto denota ineficiencia en el proceso productivo.

Ambas tarjetas tendrían el mismo formato; sin embargo, el color permitirá clasificar de manera visual a los inventarios y a las herramientas.

- **Tarjeta roja**

Para la primera fase de descarte se utilizará solo las tarjetas rojas para identificar a los inventarios o herramientas, las cuales deberían ser eliminadas, reparadas o recicladas. A continuación, se muestra un prototipo de dicha tarjeta. Ver figura 29.

Tarjeta Roja		
Nombre del artículo		
Categoría	1. Maquinaria	6. Producto terminado
	2. Accesorios y herramientas	7. Equipo de limpieza
	3. Materia prima	8. Limpieza
	4. Saldo de producto terminado	
	5. Inventario en proceso	
Fecha		
Cantidad		
Razón	1. No se necesita	5. Contaminante
	2. Defectuoso	6. Otros
	3. Material de desperdicio	
	4. Uso desconocido	
Elaborada por	Departamento	
Acción	Eliminar	
	Reparar	
	Reciclar	
	Mover a otro almacén	
	Otros	
Fecha de deshecho		

Figura 29. Tarjeta roja para identificar elementos inútiles

En la figura 29, se muestra el diseño de la tarjeta roja que se implementaría en el almacén de producto semiterminado. La tarjeta tiene como fin identificar a los objetos o herramientas de trabajo que no sean necesarios para laborar o que tengan algún tipo de falencia. Asimismo, en la tarjeta se tendrá que seleccionar la acción que se ejecutará para eliminar aquel objeto identificado.

En el presente caso, se ha identificado los siguientes objetos innecesarios. Ver figura 30.

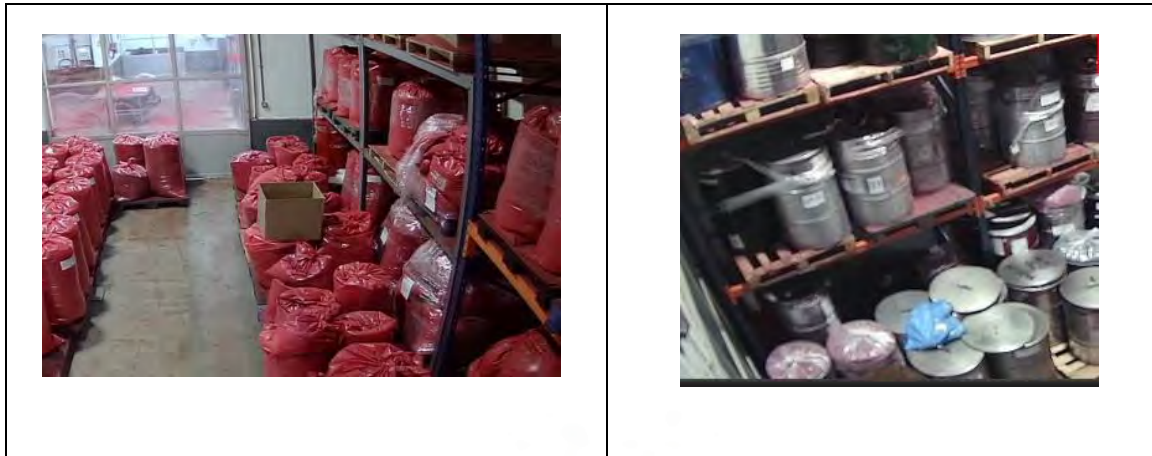


Figura 30. Objetos no deseados en el almacén de productos semiterminado

En consecuencia, se deberá retirar todo aquel objeto o herramienta que no agrega valor. En este caso y según la primera exploración realizada, se procederá a apartar la bolsa azul y la caja de cartón ubicadas en el almacén de carmín hidrosoluble y carmín rojo respectivamente. Ambas serán desechadas al tacho al tacho de basura, puesto que no agrega valor en lo absoluto.

- **Ubicación de los elementos**

Se categorizarán a los ítems identificados en cuatro cuadrantes, dependiendo de su nivel de frecuencia semanal y de su utilidad, es decir, si son necesarios o innecesarios. Ver tabla 51.

Tabla 51. Cuadro de la categoría frecuencia-utilidad de los ítems

Frecuencia	Necesario	Innecesario
> 4 días por semana	I	II
<=3 días por semana	III	IV

En primer lugar, en el cuadrante I, se encuentran los objetos, inventarios o herramientas de trabajo que tienen una frecuencia de ocurrencia en el almacén de más de cuatro días a la semana y que son considerados como necesarios. Los ítems que se encuentran en este cuadrante serán ordenados o reclasificados, y para el caso de los inventarios de producto semiterminado,

el presente trabajo de tesis tiene como objetivo reducir esta cantidad al mínimo a través de un flujo más óptimo del proceso de producción del carmín. En segundo lugar, en el cuadrante II y IV, se encuentran los ítems que son categorizados como innecesarios, para los cuales se dispondrá de un tacho de basura para eliminarlos, o serán devueltos al lugar que corresponda. Por último, en el cuadrante III, se tienen a los ítems que tienen un nivel de frecuencia menor a tres días y que son considerados como necesarios. Para ello, se devolverán estos objetos a su lugar de trabajo original o se asignará un espacio en específico para su almacenamiento temporal.

#### **4.1.4 Implementación de Ordenar-SEITON**

La segunda fase consiste en ordenar los productos que fueron categorizados como necesarios, lo cual implica asignar un lugar específico para cada cosa.

- **Zona de almacén de carmín rojo**

En dicha sección se ha podido identificar espacios limitados, así como el mal aprovechamiento del espacio cúbico del almacén. Esto debido a que solo se cuenta con tres racks fijos que no abastecen a todo el inventario. En consecuencia, los operarios almacenan las bolsas en el suelo, con lo cual se limita el espacio para el traslado del montacarga y del apilador. Por ello, el traslado de dichas bolsas de carmín se realiza principalmente por medio de estocas, con las cuales se recoge y se trasladan las bolsas desde el suelo.

Asimismo, se debe tener en cuenta que se almacena cuatro tipos de código de carmín rojo: 74740,12429, 72380,12430. Ver tabla 52.

Tabla 52. Cuadro de proporción por cada código de carmín rojo

Código de carmín	Proporción aproximada
74740	10%
12429	18%
72380	45%
12430	27%

El código de carmín de mayor demanda es el 72380, debido a que abastece la línea 1 y la línea 2 de proceso productivo por lotes estudiado previamente en el capítulo 2. Por otro lado, el código 74740 presenta la menor proporción, debido a que recién se ha incorporado al proceso de producción a partir del segundo trimestre del 2021.

A continuación, se muestra la estoca, la cual es la herramienta de logística más usada en esta área. Ver figura 31.



Figura 31. Estoca en el almacén

Se ha recolectado la siguiente información del inventario en el almacén de carmín rojo.

- El flujo diario aproximado de carmín rojo es de 3 toneladas y por cada bolsa se tiene 50Kg en promedio. Por lo tanto, se estima un total de 60 bolsas por día.
- Existen tres racks fijos en el almacén de carmín rojo.
- Cada rack es de cuatro niveles y por cada nivel entran cuatro pallets.

- Las bolsas que contienen los códigos 74740, 12429 y 12430 presentan una densidad que varía desde 12% hasta 14%, con lo cual permite que se puedan almacenar dos bolsas por cada pallet.
- Las bolsas que contienen al código 72380 poseen una densidad menor del 12%, debido a que es más seco. Por ello, se permite almacenar tres bolsas por cada pallet.
- La dimensión de los pallets es de 1.2m X 1.2m.

De acuerdo con la información presentada previamente se presenta un cuadro resumen con los cálculos necesarios para llegar al número real de pallets requeridos por cada código de carmín. Ver tabla 53.

Tabla 53. Cuadro resumen del número de pallets requeridos por cada código.

3000 Kg		50 Kg/bolsa			
Código de carmín	Proporción aproximada	Kilogramo	Numero de bolsas	Número de pallets teóricos	Número real de pallets
74740	10%	300	6	3	3
12429	18%	540	11	5.5	6
72380	45%	1350	27	9	9
12430	27%	810	17	8.5	9
		<b>Total</b>	<b>61</b>	<b>26</b>	<b>27</b>

- **Propuesta:**

Se propone implementar el método PEPS en el área de almacén de carmín rojo, es decir, se considerará que la unidad de carga de carmín (bolsa o cilindro) que ingresó primero a la posición designada, sea la primera en salir a producción. Para ello, se propone la implementación de racks de flujo dinámico por medio de las cuales se podrá aprovechar mejor el espacio cúbico. Por medio de la gravedad se podría introducir la unidad de carga por un extremo y por el otro se la recogería para su uso en producción.

Asimismo, para seguir un método de orden se plantea que por cada nivel se almacene un determinado código de carmín rojo.

Para determinar el número de racks de flujo dinámico se realizaron los cálculos del número de racks teórico y real como se muestra, como se muestra en la tabla 54.

Tabla 54. Cuadro para determinar número de racks

Número real de pallets	Numero teórico de racks	Numero real de racks
3	0.75	1
6	1.5	2
9	2.25	3
9	2.25	3
	<b>Máximo</b>	<b>3</b>

Entonces, el sistema de racks estaría conformado por tres estantes de cuatro niveles y con capacidad para almacenar cuatro pallets por nivel. Además, se debe tener en cuenta las siguientes dimensiones actuales del almacén de producto semiterminado carmín rojo.

- La dimensión de los pallets es de 1.2m X 1.2m.
- El área del almacén es de 12m X 11m
- El apilador tiene las siguientes dimensiones: H=2.060m, Ancho=0.850m, Largo=1.740m.
- La altura del almacén es de 6 metros.

En base a la información presentada previamente, se plantea un sistema racks de H=5.80m, Ancho=4.80m, Largo=5.80m aproximadamente. Asimismo, se ha estimado una holgura de tres metros en los extremos para permitir el paso fluido de los medios de transporte y para aprovechar mejor el espacio, con el fin de implementar posteriormente los dos

homogeneizadores. A continuación, se muestra en la figura 32, la vista horizontal del almacén de producto semiterminado con los racks de flujo dinámico.

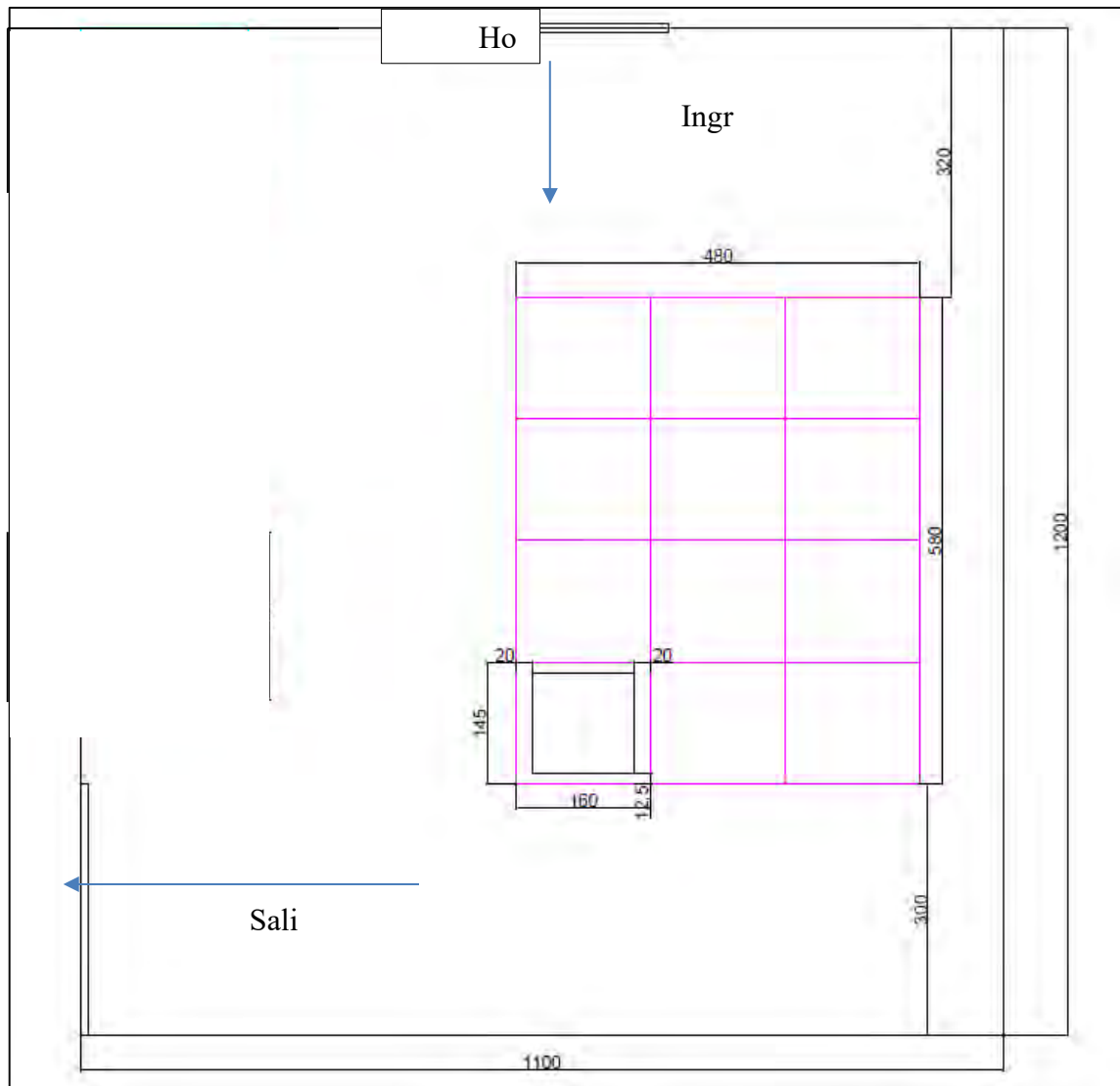


Figura 32. Plano de los racks de flujo dinámicos propuesto

Como se observa en la figura 32, el sistema de racks de flujo dinámico propuesto tiene una medida de 4.80m de ancho y 5.80m de largo. Cada pallet mide 1.2X1.2m y se está considerando una holgura de 1m en total para las divisiones de los cuatro pallets que serán distribuidos a lo largo de cada rack. Asimismo, en lo ancho, se está considerando una holgura de 1.2m en total para las divisiones entre los tres racks.

Adicional a lo anterior, el sistema de racks está ubicado en el almacén de tal forma que posee 3 metros de holgura sus extremos, con el fin de permitir una inserción y extracción de los pallets de manera fluida. Se proyecta que por el extremo colindante con los hornos sea el ingreso de los pallets y que en el extremo inferior lateral izquierdo sea la salida de estos cuando se requiere de carmín semiterminado en producción.

A continuación, en los gráficos 33 y 34, se presenta de manera referencial el proceso del método PEPS que se pretende aplicar en el almacén.

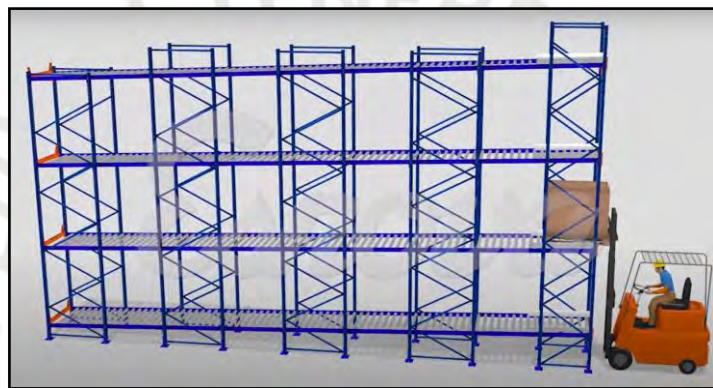


Figura 33. Imagen referencial de la inserción del pallet  
Fuente: Esnova (2015)

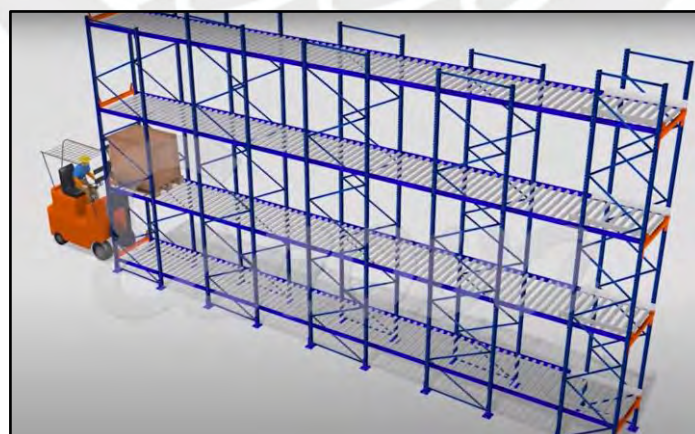


Figura 34. Imagen referencial de la extracción del pallet  
Fuente: Esnova (2015)

Como paso siguiente, se propone el uso de rótulos para cada nivel del rack, según el tipo de carmín. En este caso, se considera conveniente ordenar el carmín de acuerdo con la proporción de la demanda, de tal forma que los productos de mayor demanda se ubiquen en la parte inferior y los de menor demanda en la parte superior.

A continuación, la tabla 55 muestra un cuadro con el orden de posicionamiento en cada nivel de rack por tipo de código de carmín.

Tabla 55. Cuadro de orden de posicionamiento de las bolsas de carmín

<b>Código de carmín</b>	<b>Proporción aproximada de la demanda</b>	<b>Orden del nivel posicionamiento</b>
72380	45%	1°
12430	27%	2°
12429	18%	3°
74740	10%	4°

El código 72380 es el que posee la mayor proporción de la demanda, por lo que le corresponderá el primer nivel de los racks. Esto con el fin de reducir el tiempo de traslado y evitar un mayor desgaste del apilador. En caso contrario, el código de carmín 74740 es el que posee la menor proporción de la demanda, por lo que le corresponderá el último nivel de los racks.

Asimismo, para la implementación del sistema de racks se delimitará el almacén de producto semiterminado en dos partes, con el fin de que por un lado se pueda seguir almacenando las bolsas de carmín y por el otro se proceda con la puesta en marcha de los racks. Cabe señalar que, para la delimitación se usarán cintas de seguridad amarillo y negro, y que dicha actividad será realizada por un operario durante media hora.

## 4.1.5 Implementación de Limpiar-SEISO

La limpieza en el área de almacén de producto semiterminado de carmín es indispensable, debido a que se está tratando con productos orgánicos y que servirán de insumos para empresas de industria alimentaria. Además, esta actividad es fundamental no solo para preservar en un estado de pulcritud la zona, sino que permite realizar inspección a las herramientas que se tienen como apilador y montacargas.

A continuación, en la tabla 56 se presenta la información del programa de limpieza actual en el almacén.

Tabla 56. Cuadro del programa de limpieza actual en el almacén

Tipo de limpieza	Frecuencia	Observación
Limpieza de las paredes	cada 3 meses aproximadamente	
Mantenimiento del montacarga y del apilador	cada mes	
Limpieza del piso	cada día, al inicio de turno	Se trapea el almacén
Limpieza en los racks	Nunca	
Limpieza de cilindros	Nunca	
Limpieza de los pallets	Interdiario	Se limpia con un paño microfibra, para no generar pelusas o partículas extrañas.

En base a la tabla 56, se puede observar que existen ciertas falencias en cuanto al programa actual de limpieza. Por ello, se propone un nuevo programa de limpieza que abarque todas las herramientas que se utilizan en el almacén de producto semiterminado. A continuación, se presenta en la tabla 57 dicho programa.

Tabla 57. Programa de limpieza propuesto

Nº	Actividad de limpieza a realizar	Frecuencia
1	Remover la suciedad de los techos y las paredes. Para ello, se utiliza un paño húmedo con agua desionizada	1 vez al mes
2	Barrido del piso	1 vez al día, al inicio de cada turno
3	Trapeado del piso	1 vez al día, al inicio de cada turno
4	Limpieza de los cilindros: Primero, limpiar con un paño microfibra remojado en oxiclór. Luego, desinfectar con alcohol de 70°C y dejar secar. Finalmente, realizar análisis ATP para verificar que no está contaminado con un valor de URL menor a 10	1 vez por semana
5	Desempolvar los pallets con un paño microfibra remojada en agua desionizada	Interdiario
6	Mantenimiento del montacarga	1 vez al mes
7	Mantenimiento del apilador	1 vez al mes
8	Mantenimiento de las estocas	1 vez al mes

Las actividades de limpieza serán ejecutadas principalmente por los operarios de secado y molienda, como se señaló previamente. Las actividades de mantenimiento del montacarga, apilador y estocas serán ejecutadas por el área de mantenimiento. Asimismo, el encargado de remover la suciedad de los techos y las paredes será seguirá ejecutando por un personal externo de limpieza que la empresa contrata.

A continuación, tabla 58 muestra los utensilios de limpieza que serán usados para las actividades programadas.

Tabla 58. Utensilios de limpieza

Artículos	Uso
Oxíclor	Para el lavado de los utensilios
Agua desionizada	Para el lavado de los utensilios
Alcohol de 70°C	Para desinfectar los utensilios
Paños de microfibra	Desempolvar
Jaladores	Barrer
Trapeador	Trapear
Escoba	Barrer
Recogedor	Barrer
Ecobillas de mango largo	Para limpiar huecos

Basándose en lo anterior, la tabla 59 presenta la distribución de las actividades de limpieza aplicadas durante un mes cualquiera, suponiendo que tiene una duración de 30 días.

Tabla 59. Cuadro de distribución de las actividades de limpieza durante un mes

Semana	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
1	1,2,3,4,5	2,3	2,3,5	2,3	2,3,5	2,3	
2	2,3,4,5	2,3	2,3,5	2,3	2,3,5	2,3	
3	2,3,4,5	2,3	2,3,5	2,3	2,3,5	2,3	
4	2,3,4,5	2,3	2,3,5	2,3	2,3,5	2,3	
5	2,3,4,5,6,7,8	2,3,6,7,8					

En la tabla 59, las actividades de limpieza son señaladas por sus números de ítem de la tabla 57, presentada previamente. Se propone que haya un día de limpieza general, en la cual se aplique todas las actividades programadas al respecto, excepto por las de mantenimiento, las cuales serán ejecutadas en dicha área. Asimismo, se sugiere que el día en cuestión se programe en el primer día de cada mes.

El formato presentado en la tabla 59 servirá también para realizar un seguimiento a dichas actividades de limpieza que serán llevadas a cabo por los cuatro operarios involucrados en el almacén de producto semiterminado-carmín rojo. Asimismo, para una asignación óptima de la carga de trabajo, se rotará al personal de tal forma que a cada día le toque a una persona distinta. Para ello, se plantea que cada operario tenga designado un color específico, ya que en base a eso se inserte un círculo de dicho color en el formato de distribución de actividades de limpieza.

#### 4.1.6 Implementación de Estandarizar-SEIKETSU

La estandarización tiene como propósito perseverar en las actividades establecidas en las etapas anteriores. Para ello, se ha elaborado un Check List para verificar el cumplimiento de las tareas asignadas en las tres primeras fases de la metodología de las 5'S. Se asignará un puntaje que varía entre 1 a 5. A continuación, en la tabla 60 se muestra la descripción de los puntajes que se asignarán.

Tabla 60. Cuadro de puntajes

Puntaje	
1	Muy malo
2	Malo
3	Regular
4	Bueno
5	Muy bueno

Seguidamente, en la tabla 61, se presenta el Check List que se aplicaría en el almacén de producto semiterminado-Carmín rojo.

Tabla 61. CheckList

<b>CheckList</b>		
<b>Fecha:</b>		
<b>Encargado:</b>		
<b>Nº</b>	<b>Actividades</b>	<b>Calificación</b>
<b>Clasificación-Seiri</b>		
1	No existen productos innecesarios en el almacén.	
2	El pasadizo se encuentra libre de inventario.	
3	Se ha utilizado de manera adecuada las tarjetas rojas y se ha aplicado las medidas correctivas del caso.	
4	Todas las herramientas se encuentran en buen estado de uso: montacargas, apiladores, etc.	
5	Todos los semiproductos y productos finales se encuentran en buen estado.	
Subtotal		
<b>Ordenar-Seiton</b>		
1	Todos los inventarios se encuentran almacenados de manera correcta.	
2	Cada tipo de carmín semiproducto está almacenado en su lugar correspondiente.	
3	Se han devuelto los inventarios a su lugar correspondiente.	
4	Se dispone de un lugar para cada inventario o herramienta.	
5	Se ha indicado cantidades máximas permitidas en los racks.	
Subtotal		
<b>Limpieza-Seiso</b>		
1	Ausencia de suciedad en el lugar de trabajo.	
2	Se cumplen con las actividades de limpieza en el área.	
4	Se tiene los utensilios de limpieza necesarios para ejecutar las tareas de limpieza programadas.	
5	Se han identificado fuentes de suciedad y se aplican medidas correctivas.	
<b>Subtotal</b>		
<b>Total</b>		

Se propone que se aplique el CheckList de manera Inter diaria, puesto que dentro del programa de limpieza existen actividades que poseen la misma frecuencia de ejecución. Asimismo, se plantea que sea realizado por los mismos operadores del almacén de producto semiterminado.

#### 4.1.7 Implementación de Disciplina-SHITSUKE

La quinta fase de la metodología de las 5'S busca comprometer a todos los involucrados, de tal forma que se cumpla principalmente lo establecido en los tres primeros pasos: Descarte, orden y limpieza. Para ello, se ejecutará un CheckList que comprende las cuatro fases presentadas previamente.

Se asignará un puntaje que varía entre 1 a 5, cuya descripción será presentada en la tabla 62.

Tabla 62. Cuadro de puntajes

Puntaje	
1	Muy malo
2	Malo
3	Regular
4	Bueno
5	Muy bueno

Se propone que este nuevo CheckList de la fase de disciplina sea ejecutado semanalmente por la supervisora de Carmín. Ver tabla 63.

Tabla 63. Cuadro de CheckList

<b>CheckList de disciplina</b>		
<b>Fecha:</b>		
<b>Encargado:</b>		
<b>N°</b>	<b>Actividades</b>	<b>Calificación</b>
<b>Clasificación-Seiri</b>		
1	No existen productos innecesarios en el almacén.	
2	El pasadizo se encuentra libre de inventario.	
3	Se ha utilizado de manera adecuada las tarjetas rojas y se ha aplicado las medidas correctivas del caso.	
4	Todas las herramientas se encuentran en buen estado de uso: montacargas, apiladores, etc.	
5	Todos los semiproductos y productos finales se encuentran en buen estado.	
Subtotal		
<b>Ordenar-Seiton</b>		
1	Todos los inventarios se encuentran almacenados de manera correcta.	
2	Cada tipo de carmín semiproducto está almacenado en su lugar correspondiente.	
3	Se han devuelto los inventarios a su lugar correspondiente.	
4	Se dispone de un lugar para cada inventario o herramienta.	
5	Se ha indicado cantidades máximas permitidas en los racks.	
Subtotal		
<b>Limpieza-Seiso</b>		
1	Ausencia de suciedad en el lugar de trabajo.	
2	Se cumplen con las actividades de limpieza en el área.	
3	Cada operador cumplió con su tarea de limpieza asignada	
4	Se tiene los utensilios de limpieza necesarios para ejecutar las tareas de limpieza programadas.	
5	Se han identificado fuentes de suciedad y se aplican medidas correctivas.	
<b>Estandarización-Seiketsu</b>		
1	Se ejecuta el checklist de estandarización diariamente.	
2	Se cumple lo asignado en las 3 primera S.	
3	Se han corregido las observaciones hechas en la semana previa.	
4	Se realizan evaluaciones a los operarios para garantizar el cumplimiento de sus funciones.	
5	Se verifica el nivel cumplimiento y compromiso de los operarios encargados del almacén de carmín semiterminado	
Subtotal		
<b>Total (100)</b>		

El puntaje total mínimo que se espera obtener para que sea aprobado el checklist es 80. Además, se espera que cada ítem sea mayor o igual a 4. Si alguno de estos dos requisitos no se cumple, entonces se analizará a mayor profundidad por qué no se logró la meta y quienes son los responsables de dicho incidente. En esta ocasión, se aplicará la misma política de reprimenda que imputa actualmente la empresa. A la primera observación, se llevará a cabo una llamada de atención verbal. En la segunda, se realizará un primer memorándum. En la tercera, se efectuará un segundo memorándum. Cabe señalar que la llamada de atención verbal y el memorándum se registran en el portal de RRHH. Por último, por cuarta vez, se suspenderá al trabajador por un día y sin remuneración.

Asimismo, cualquiera que sea la ocasión, se tiene que plantear contramedidas necesarias para cada una de las observaciones registradas. Cabe señalar que es importante que cada semana se logre levantar las observaciones señaladas en la semana anterior.

A continuación, se presenta el formato en la cual se registrarán las observaciones identificadas en la etapa de disciplina. Ver figura 35.

Observaciones-Disciplina		
Fecha:		
Encargado:		
¿Se aprobó el checklist de disciplina <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No		
Si no se aprobó, detallar ¿por qué?		
N°	Actividad	Contramedida
1	No se realizó limpieza a los racks	
2	No se ha ordenado correctamente las bolsas de carmín.	
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Figura 35. Formato para las observaciones identificadas de disciplina

Se debe convocar una reunión de 30 minutos semanal para que los operarios le digan a la supervisora si han tenido algún problema. Se plantea brindar reconocimiento a los operadores que se esmeren en cumplir con las actividades. Asimismo, se puede recompensar por medio de bonificaciones para el empleado que tenga por lo menos tres reconocimientos continuos.

Asimismo, se plantea realizar una auditoría general mensual, en la cual se debe brindar información sobre todos los logros obtenidos y realizar los ajustes necesarios para seguir ejecutando las 5'S de manera exitosa.

Entre las actividades que deben ser discutidas de manera general durante la auditoría son las siguientes:

- Coordinar las reuniones diarias de corta duración para dialogar acerca de las actividades programadas como parte de la metodología de las 5'S.
- Colocar los productos semiterminados en sus lugares asignados.
- Conservar el almacén limpio y ordenado
- Eliminar elementos innecesarios
- Reconocimiento a los trabajadores que cumplan con sus roles
- Apoyar en los problemas que poseen los operarios.
- Verificar que se respete la política establecida en la fase de disciplina

#### **4.1.8 Cronograma de la implementación de las 5'S**

---

A continuación, se presenta el cronograma de la implementación de la metodología de las 5'S. Ver figuras 36 y 37.

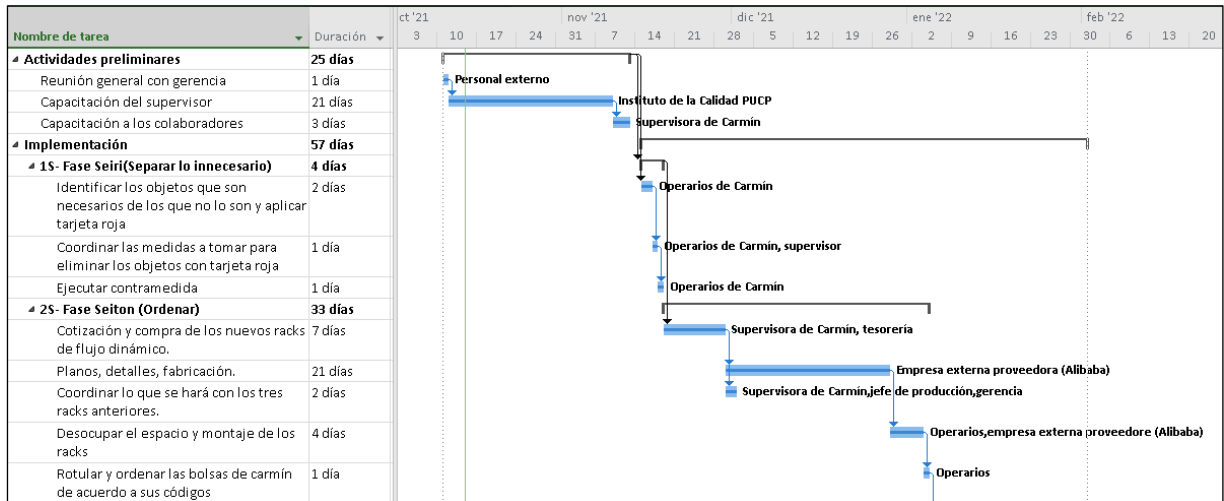


Figura 36. Cronograma de la implementación de las 5'S-Parte I

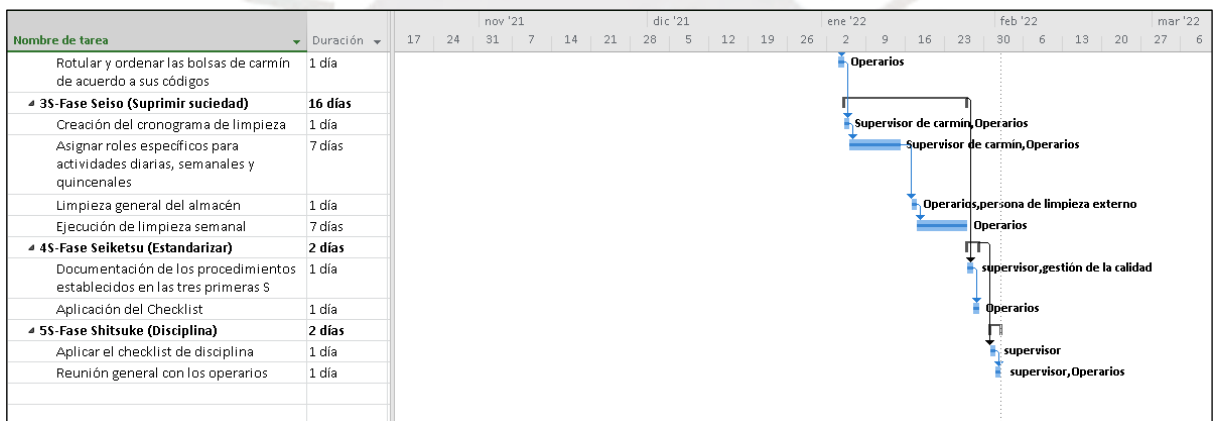


Figura 37. Cronograma de la implementación de las 5'S- Parte II

En las figuras 36 y 37, se muestra un diagrama de Gantt de la implementación de las 5'S, la cual abarca en total 113 días, es decir aproximadamente cuatro meses. Esto se debe a que se está considerando a los sábados y domingos como días no laborables. Si bien la empresa labora los sábados de igual manera que un día de semana, este no se considera para la implementación de las 5'S.

#### 4.1.9 Cuadro de comparación por el ahorro

Se presenta tres cuadros de comparación de ahorro, en los cuales se estima el espacio y distancia recorrida que se ahorra.

- **Ahorro por incremento del espacio disponible**

En la tabla 64, se presenta un cuadro con los cálculos respectivos para obtener el espacio disponible adicional estimado.

Tabla 64. Cuadro de espacio disponible

Descripción	Resultado	Fórmula
<b>Situación inicial</b>		
Área total	132	=12*11
Área ocupada por las bolsas de carmín	59.04	=1.2*1.2*5*5+1.2*1.2*4*3+1.2*1.2*4
Área libre inicial	72.96	m <sup>2</sup>
<b>Propuesta</b>		
Área total	132	=11*12
Área ocupada por las bolsas de carmín	27.84	=5.8*4.8
Área libre inicial	104.16	m <sup>2</sup>
Diferencia en espacio disponible	31.2	m <sup>2</sup>

Para estimar el ahorro, se ha tenido en cuenta el espacio que se tiene en promedio en el almacén considerando los pallets en el suelo y los tres racks fijos. Se tuvo en cuenta que cada pallet tiene una dimensión de 1.2X1.2m. Asimismo, se han considerado las dimensiones de largo y ancho determinadas en la segunda fase de la implementación de las 5S: orden.

En base a todo ello, se determinó un ahorro en espacio disponible de 31.2 m<sup>2</sup>. Este espacio permitirá el desplazamiento de los apiladores y montacargas. Asimismo, se tendría espacio disponible para incorporar los dos homogeneizadores posteriormente.

- **Ahorro por la reducción del tiempo de inventario**

En el almacén de producto semiterminado, se realiza inventario dos veces a la semana para conocer la cantidad en kilogramos que se tiene de cada código de producto semiterminado y, de esta manera, evitar la sobreproducción. El tiempo por la ejecución del inventario tarda 30 minutos aproximadamente.

Sin embargo, con la implementación de las 5'S, se logra reducir este tiempo significativamente, debido a la óptima distribución de las bolsas de carmín en los racks, pues se ordena en cada nivel de los racks un código de producto semiterminado. Ver tabla 65.

Tabla 65. Cuadro de ahorro por tiempo de inventario

Descripción	Tiempo (minutos)	Frecuencia
<b>Situación inicial</b>		
Tiempo de inventario	30	Dos veces a la semana
<b>Propuesta</b>		
Tiempo de inventario	5	Dos veces a la semana

En consecuencia, se obtiene una reducción de 25 minutos por cada vez que se realiza inventario, cuya frecuencia es de dos veces por semana, es decir, se generaría un ahorro de 50 minutos semanalmente.

## 4.2 Propuesta de la aplicación de los homogeneizadores

En el presente apartado, se desarrollará la aplicación de la segunda propuesta de mejora, la cual consiste en implementar dos homogeneizadores en el almacén de producto semiterminado.

### 4.2.1 Elección del tipo de homogeneizador

Se propone implementar dos homogeneizadores que mezclarán dos tipos de carmín semiterminado: carmín rojo y carmín hidrosoluble, los cuales provienen de las operaciones de secado y de atomizado respectivamente. Esto debido a que se desea obtener muestras más representativas de estos productos semiterminados, con el propósito de seguir con el procedimiento predefinido y de esta manera eliminar los tiempos adicionales por ajuste de color.

Con el fin de implementar los dos homogeneizadores, previamente se ha tenido que aplicar la metodología de las 5'S en el almacén de producto semiterminado, con el objetivo de adquirir más espacio libre. En base a lo desarrollado previamente, se ha estimado un espacio de ahorro de 31.2 metros cuadrados.

- **Comparación técnica de homogeneizadores de sólidos y polvo**

En el mercado, existen diversos tipos de mezcladores de sólidos y polvos para las industrias alimentaria, cosmética, farmacéutica y química. Según Bachiller, una ingeniería industrial especializada en el diseño y fabricación de equipos de proceso, existen siete tipos de homogeneizadores o mezcladores para productos sólidos y pulvurentos.

A continuación, se presentarán dos cuadros comparativos de los siete tipos de homogeneizadores, en los cuales se compara el tipo de material que se procesa, el principio de funcionamiento, el tiempo de mezclad, la facilidad de limpieza, el vaciado de producto, la capacidad y facilidad de mantenimiento. Ver las tablas 66 y 67.

Tabla 66. Cuadro comparativo de los homogeneizadores de polvo-parte 1

<b>Comparación de los homogeneizadores de polvo-Parte1</b>				
<b>Atributos</b>	<b>Supramix</b>	<b>Turbomix</b>	<b>Instamix</b>	<b>Elicomix</b>
Nombre genérico	Mezclador de espiral vertical para productos sólidos y pulverulentos	Mezclador horizontal "reja de arado" para productos sólidos y pulverulentos	Mezclador horizontal de palas de doble eje para productos sólidos y pulverulentos.	Mezclador cónico vertical de tornillo sin fin para productos sólidos y pulverulentos
Material que procesa	Mezclado de productos pulverulentos y de granulometría similares.	Sólidos y polvos a presiones elevadas. Apto para productos con granulometría o densidades desiguales.	Apto para cualquier tipo de mezcla o productos sólidos y pulverulentos. En específico, para los de morfología frágil.	Apto para productos de características físicas no muy dispares. Adecuado para lotes de gran tamaño
Funcionamiento	Consta de un espiral de mezclado vertical que gira a velocidad moderada para conseguir un flujo ascendente por la parte de las paredes y un flujo descendente en la parte central.	Consta de unas palas que giran a alta velocidad para centrifugar al producto intensamente y generar una elevada turbulencia.	Consta de dos ejes con palas contra-giro que generan dos flujos intensos ascendentes del producto, lo cual genera una zona de ingravidez con un intenso en la mezcla.	Consta de un recipiente con sistema de mezcla con tornillo sin fin que recorre todo el volumen del cono, lo cual genera un flujo ascendente del producto.
Tiempo de mezcla	Tiempos de mezcla cortos, máximo 10 minutos.	Tiempos de mezcla cortos, máximo 5 minutos.	Tiempos de mezcla muy cortos, de 10 a 60 segundos.	Tiempos de mezcla cortos, máximo 10 minutos.
Facilidad de limpieza	Limpieza baja	Facilidad de limpieza media, porque posee puertas laterales.	Facilidad de limpieza media, porque posee puertas laterales.	Extrema facilidad de limpieza.
Vaciado del producto	Vaciado total del producto.	No se puede vaciar completamente	Descarga total del producto.	No se puede vaciar completamente
Capacidad	Desde 100 a 30.000 litros.	Desde 100 a 30.000 litros.	Desde 100 a 7.500 litros.	Desde 100 a 50.000 litros.
Facilidad de mantenimiento	Mezclador de bajo mantenimiento.	Mezclador de bajo mantenimiento.	Mantenimiento medio	Mezclador de bajo mantenimiento

Fuente: Bachiller

Tabla 67. Cuadro comparativo de los homogeneizadores de polvo-parte 2

<b>Comparación de los homogeneizadores de polvo-Parte2</b>			
<b>Atributos</b>	<b>Doble cono</b>	<b>En V</b>	<b>Bandas</b>
Nombre genérico	Mezclador de doble cono de tambor rotativo para productos sólidos y pulverulentos	Mezclador en V de tambor rotativo para productos sólidos y pulverulentos	Mezclador de bandas horizontal para productos sólidos y pulverulentos
Material que procesa	Apto para productos de morfología frágil o para aplicaciones en las que se exige la limpieza entre ciclos.	Apto para productos de morfología frágil o para aplicaciones en las que se exige la limpieza entre ciclos.	Apto para lotes de productos de morfología y densidad similar. Adecuado para lotes de gran tamaño.
Funcionamiento	Dispone de un tambor rotativo bicónico que gira a baja velocidad, lo cual permite que el producto se deslice por las paredes internas, sin ser forzadas.	Dispone de un tambor rotativo bicónico que gira a baja velocidad, lo cual permite que el producto se deslice por las paredes internas, sin ser forzadas.	Consta de una espiral mezcladora horizontal que gira a velocidad moderada, lo cual genera flujos contrarios dentro de la cámara de mezcla.
Tiempo de mezcla	Tiempo de mezcla medio-largo. Depende del producto a procesar	Tiempo de mezcla medio-largo. Depende del producto a procesar	Tiempos de mezcla medios, máximo 30 minutos.
Facilidad de limpieza	Extrema facilidad de limpieza.	Extrema facilidad de limpieza.	Facilidad de limpieza baja porque posee puertas superiores para ello.
Vaciado del producto	Vaciado total del producto.	Vaciado total del producto.	No se puede vaciar completamente
Capacidad	Desde 50 a 35.000 litros.	Desde 100 a 5.000 litros.	Desde 100 a 50.000 litros.
Facilidad de mantenimiento	Mezclador de bajo mantenimiento.	Mezclador de bajo mantenimiento.	Mezclador de bajo mantenimiento

Fuente: Bachiller

- **Elección**

A partir del cuadro anterior, se observa que el mezclador de tipo Bicónico y de tipo en V son los que mejor se ajustan a los requerimientos de la empresa. En primer lugar, esto se debe a la extrema facilidad de limpieza, lo cual se debe a la superficie pulida y a la ausencia de ángulos en cada uno de estos equipos. En segundo lugar, al ser mezcladores rotativos, permite la mezcla de productos sólidos pulverulentos de morfología frágil, ya que no se aplican movimientos bruscos en el proceso de homogeneización. Este factor es importante, puesto que cuando se aplican movimientos muy intensos, entonces las partículas del carmín se parten y, por lo tanto, el color se vuelve más intenso, es decir, las coordenadas de color se modifican. Por último, en ambos dispositivos se destaca el vaciado total del producto, ya que para la evacuación se dispone de una válvula mariposa de accionamiento manual o automático.

Asimismo, según información técnica de estas maquinarias brindada por la empresa Inoxpa, se ha identificado dos diferencias relevantes entre ambos dispositivos. Primero, el mezclador Tipo en V posee una capacidad de mezcla útil del 50%, mientras que el mezclado de tipo bicónico posee una capacidad del 65%. Esto se traduce a un mayor espacio que ocuparía la maquinaria a una determinada capacidad útil. Segundo, el mezclador de tipo en V está diseñado para mezclas de polvos con densidad aparentemente igual mientras que el otro permite la mezcla de productos granulados con polvo o de densidad alta y de diferente composición. Por ello, como se requiere homogeneizar el carmín, el cual es un producto que puede tener diferentes densidades, en un espacio reducido, se ha elegido al homogeneizador de tipo bicónico.

## 4.2.2 Características técnicas del homogeneizador de doble cono o bicónico

Para determinar la capacidad del mezclador bicónico que se va a implementar, se debe tener en cuenta la cantidad de kilogramos por lote que se tiene para el carmín rojo e hidrosoluble.

Por un lado, en el caso del carmín rojo, cada lote de carmín está compuesto por una cantidad de 180 a 200 kg, para lo cual se necesitan tres bolsas de carmín. Asimismo, cada bolsa es identificada en el sistema por su número de lote y por su código de producto semiterminado. Por ello, para simplificar el proceso y ahorrar tiempo de producción se ha optado en este caso por un homogeneizador de capacidad de 200 Kg.

Por otro lado, en el caso del carmín hidrosoluble, cada lote obtenido del atomizador está conformado por un total de 600 Kg. En este caso, se identifica a cada cilindro de carmín hidrosoluble por su número de lote y por su código de carmín de producto terminado. Para este tipo de carmín, se ha optado por un homogeneizador de 200 Kg por las siguientes dos principales razones. Por un lado, porque el tamaño de lote es un múltiplo de 200, por lo que es posible procesar el lote de 600Kg con 3 ciclos de trabajo. Por otro lado, porque se produce carmín hidrosoluble de manera quincenal, teniendo un promedio de cuatro lotes de 600 Kg para cada semana. Por ello, no sería conveniente optar por un homogeneizador de mayor capacidad, puesto ocuparía un mayor espacio en el almacén de manera innecesaria.

- **Comparación de homogeneizadores bicónicos de diferentes marcas**

A continuación, se realizará un análisis de diversas marcas de homogeneizadores de tipo bicónico y que tengan en su catálogo homogeneizadores de capacidad de 200 Kg. Ver tabla 68.

Tabla 68. Cuadro de comparación de los homogeneizadores bicónicos

Empresa	Capacidad (Kg)	Potencia (KW)	Dimensión(L*W*H)	Peso (Kg)	Precio promedio (\$)	Capacidad del precio	Capacidad a 200 Kg
Zhengzhou Arno Machinery	200	3	1450*1430*1470	210	1060	50	4,240.00
Zhengzhou Angd Machinery	200	3	1500*1200*1300	180	463	90	1,028.89
Jiangyin Haixiang Machinery Co	200	4	2300*1500*3000	810	6710	200	6,710.00
Jiangyin Wanda Pharmaceutical Machinery Co	200	4	3160*1900*3500	950	6980	100	13,960.00

Fuente: Alibaba

- **Elección**

Basándose en el cuadro anterior, se elige el homogeneizador de la empresa Jiangyin Haixiang Machinery Co, puesto que consume poca energía a comparación de los dos últimos, con una potencia de 3 KW; además es de peso liviano y no ocupa mucho espacio. A continuación, se muestra en la tabla 69 las especificaciones del homogeneizador escogido para el carmín hidrosoluble y rojo. Ver tabla 69.

Tabla 69. Cuadro resumen de especificaciones del homogeneizador escogido

Empresa	Jiangyin Haixiang Machinery Co
Capacidad (Kg)	200.00
Potencia (KW)	3.00
Dimensión(L*W*H)	1500*1200*1300
Peso (Kg)	180.00
Precio promedio (\$)	1,028.89
Precio promedio soles	4,136.13

Fuente: Alibaba

Asimismo, se muestra la imagen referencial del homogeneizador bicónico que se ha elegido. Ver figura 38.



Figura 38. Homogeneizador para el carmín  
Zhengzhou Angd Machinery

Fuente: Alibaba

### 4.2.3 Procedimiento del homogeneizado de carmín rojo

La operación de homogeneizado del carmín rojo se ejecutaría al finalizar el secado en los hornos. Cabe señalar que cada lote de producto semiterminado consta de 200 Kg como máximo y que se encuentra distribuido en tres bolsas distintas.

Considerando lo anterior, se ha planteado el procedimiento a seguir a detalle para ejecutar el mezclado de este carmín. En primer lugar, luego de la salida de los hornos, el carmín rojo será conducido en bolsas y por medio de estocas hacia el homogeneizador. En segundo lugar, al término del traslado, se introducirá el carmín en el mezclador correspondiente. Seguidamente, se configurará la maquinaria para que comience a operar. Por último, se devuelve el carmín a las bolsas correspondientes. Esto último es posible, debido a que las bolsas de polipropileno no permiten que se queden muchos residuos en las paredes de la bolsa, por lo que al final de esta operación se obtendrán lotes de carmín rojo homogeneizado.

Luego de que se ha terminado de llenar el carmín a las bolsas, se continúa con el proceso habitual de extracción de dos muestras para realizar el análisis de calidad, con el fin de

identificar los niveles de carga microbiana y las coordenadas de color. El tiempo que toma el análisis de las coordenadas de color es de 21 minutos, según lo analizado previamente en el capítulo de descripción de la empresa.

Con el homogeneizador se espera tener muestras representativas para identificar coordenadas de color certeras y así evitar los cuellos de botella por ajuste de color.

Las bolsas de carmín se devuelven a los racks de flujo dinámico ordenándolos de acuerdo a sus coordenadas de color. Si bien para ese entonces todavía el análisis de coordenadas de color está en proceso, dicha información será almacenada en el sistema, pues cada bolsa de carmín posee un número de lote y un código de producto semiterminado, con la cual será identificado posteriormente para su uso.

- **Tiempo estimado del homogeneizado**

Por un lado, se ha estimado el tiempo neto del homogeneizado, teniendo como referencia el tiempo del mezclador bicónico ya existente en la empresa, el cual es del mismo tipo. Por regla de tres simple, se estimó un tiempo de 48 minutos para el homogeneizado, como se visualiza en la figura 39.

Cantidad de carmín	Tiempo de mezclado	Descripción
1000 Kg	→ 4 h	En el mezclador bicónico
200 Kg	→ X h	Para el homogeneizador de carmín rojo
X = 0.8 horas		
X = 48 minutos		

Figura 39. Cálculo para el tiempo de mezclado en el homogeneizador de carmín rojo

Asimismo, para el ingreso del carmín al mezclador y el arranque de la maquinaria se ha estimado un tiempo de 12 minutos.

Por lo tanto, se requeriría un total de 60 minutos para procesar un lote de 200 Kg en el homogeneizador de carmín rojo. Ver tabla 70.

Tabla 70. Tiempo total de procesamiento en el homogeneizador

48 minutos	Tiempo de procesamiento en el homogeneizador
12 minutos	Tiempo de arranque de la maquinaria
60 minutos	Tiempo total en el homogeneizado

#### 4.2.4 Procedimiento del homogeneizado de carmín hidrosoluble

El carmín hidrosoluble se obtiene al finalizar el proceso de atomizado. Cada lote contiene 600 Kg y es almacenado en tres cilindros de 200 Kg de capacidad cada uno, los cuales serán conducidos hacia el almacén de producto semiterminado para empezar el proceso de homogeneizado. En este caso, se propone homogeneizar por cilindro de carmín, en lugar de hacerlo por lote.

Luego de esta operación, se tomarán muestras por cada cilindro de carmín hidrosoluble para conocer las coordenadas de color. Por ello, en este caso será necesario incorporar un elemento diferenciador para cada cilindro perteneciente al mismo lote, con el fin de almacenar dicha información específica de cada cilindro en el sistema.

Después de haber tomado la muestra, se deberá conducir cada cilindro hacia los racks de carmín hidrosoluble.

El homogeneizador para el carmín hidrosoluble posee las mismas características técnicas que las del carmín rojo, por lo que se estima que el tiempo de procesamiento por ciclo sea igual a una hora y un total de tres horas por cada lote de 600Kg.

- **Distribución de los homogeneizadores en el almacén**

Se propone colocar los dos homogeneizadores en el lado izquierdo del almacén. Se ha estimado un espacio cuadrado de dos metros de lado para cada homogeneizador. Estos dos espacios pueden ser visualizados como cuadrados de color celeste en la figura 40 a modo de bosquejo del almacén de producto semiterminado propuesto.

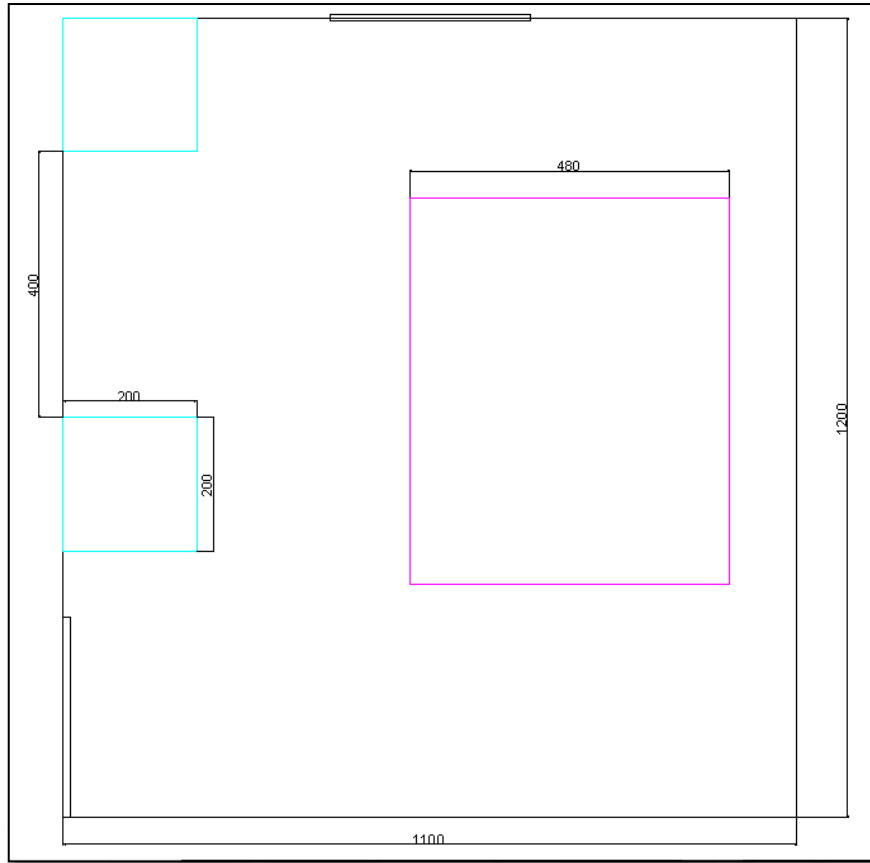


Figura 40. Plano del almacén con homogeneizadores propuesto

#### 4.2.5 Cronograma para la implementación de los homogeneizadores

A continuación, en la figura 41, se presenta el cronograma para la implementación de los homogeneizadores.

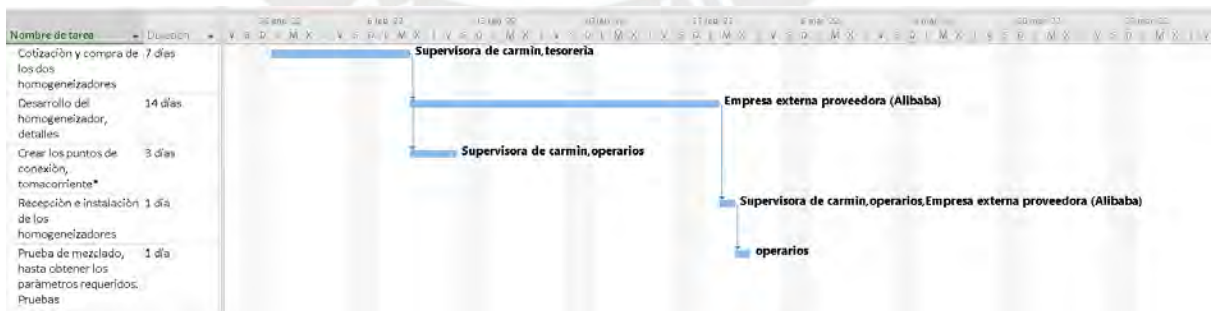


Figura 41. Cronograma de la implementación de los dos homogeneizadores

Se observa en el cronograma que en total esta propuesta tendría una duración de 26 días, es decir casi un mes. Para ello, se contará con la participación de la supervisora de carmín, del área de tesorería, de los operarios y de la empresa externa proveedora de Alibaba, que en este caso es Zhengzhou Angd Machinery. Asimismo, se ha considerado un día de prueba de mezclado, con el fin de lograr estabilidad y familiarizarse.

#### 4.2.6 Ahorro por la implementación de los homogeneizadores

El objetivo de la implementación de los homogeneizadores es obtener muestras más representativas de las bolsas y los cilindros de carmín rojo e hidrosoluble respectivamente. Esto con el fin de seguir los procedimientos establecidos para cada tipo de producto terminado o en proceso.

En ese sentido, lo que se va a tomar en consideración para estimar el ahorro que se generaría con la implementación de los dos homogeneizadores sería el tiempo adicional por ajuste de color, cuyo cálculo se muestra en la tabla 71.

Tabla 71. Cálculo del ahorro bruto por implementación de los homogeneizadores

<b>Cálculo del ahorro bruto por implementación de los homogeneizadores</b>			
<b>Línea de producción de Carmín</b>	<b>Operación</b>	<b>Horas requeridas teóricamente</b>	<b>Horas adicionales por el ajuste de color por semana</b>
Línea 1	Mezclado blender	4	$28 = +(4+3) * 2 * 2$
Línea 2	Mezclado bicónico	2.5	$22 = (2.5+3) * 2 * 2$
		6.5	<b>50 Horas</b>

En la tabla 71, se muestra el total de horas teóricas requeridas en el mezclador blender y bicónico, y las horas adicionales por ajuste de color para cada una de ellas.

Asimismo, en la tabla 72, se muestra el detalle del cálculo de las horas adicionales por ajuste de color.

Tabla 72. Detalle del cálculo de las horas adicionales por ajuste de color

<b>Línea1</b>		
Tiempo de mezclado blender	4	Horas/lote
Tiempo de prueba de parámetros	3	Horas/lote
Tiempo de ajuste de color por lote	7	Horas/lote
Repeticiones de ajuste por lote	2	veces
Número de lotes con ajuste de color	2	lotes
<b>Horas adicionales línea1 por ajuste de color por semana</b>	<b>28</b>	<b>Horas/semana</b>
<b>Línea2</b>		
Tiempo de mezclado bicónico	2.5	Horas/lote
Tiempo de prueba de parámetros	3	Horas/lote
Tiempo de ajuste de color por lote	5.5	Horas/lote
Repeticiones de ajuste por lote	2	veces
Número de lotes con ajuste de color	2	lotes
<b>Horas adicionales línea 2 por ajuste de color por semana</b>	<b>22</b>	<b>Horas/semana</b>
<b>Tiempo total por ajuste de color</b>	<b>50</b>	<b>Horas/semana</b>

En esta tabla, se muestran las horas adicionales que se requerirían por ajuste de color semanal para cada línea de proceso productivo. En la línea 1, se toma en cuenta un total de cuatro horas para volver a mezclar en el mezclador blender y tres horas adicionales para la extracción de la muestra, prueba en laboratorio y combinación de diferentes proporciones de carmín, con el fin de llegar al color requerido. Asimismo, se considera que este procedimiento que toma 7 horas se puede repetir hasta dos veces por cada lote procesado y que por semana existen hasta dos lotes diferentes que requieren de ajuste de color. En la línea 2, se toma en cuenta un total de 2.5 horas para volver a combinar en el mezclador bicónico y tres horas adicionales para la prueba de los parámetros de color y los ajustes necesarios. Asimismo, se considera que este procedimiento se puede repetir hasta dos veces por cada lote procesado

y que por semana existe hasta dos lotes que requieren ajuste de color. Por último, se obtiene un total de 50 horas a la semana que se podría ahorrar con la puesta en marcha de los homogeneizadores, puesto que se eliminarían los ajustes de color.

## 5. Capítulo 5. Evaluación económica

En el presente capítulo, se procede a realizar el análisis económico para identificar la viabilidad de las dos propuestas de mejora presentadas anteriormente.

### 5.1 Costos de implementación de las mejoras

Para desarrollar el flujo de caja económico, es necesario identificar todos los costos necesarios para la puesta en marcha de las dos propuestas de mejora.

#### 5.1.1 Costo de implementación de las 5'S

Para identificar los costos del desarrollo de la metodología de las 5'S, se han separado los costos por cada fase de implementación. A continuación, se muestra la tabla de costos de dicha metodología. Ver tabla 73.

Tabla 73. Costos por la metodología de las 5S

Metodología de las 5 S				
Fase	Descripción	Monto (S/.)	Detalle	Frecuencia
Preliminar	Capacitación online de la supervisora	1,100.00	Instituto de la Calidad PUCP	Único
Preliminar	Preparación de la supervisora para la capacitación, material de capacitación	100.00	-	Único
Preliminar	Capacitación a los operadores	70.00	$=1*3*(4400+1200)/(30*8)$	Único
<b>Subtotal Preliminar</b>		<b>1,270.00</b>	<b>soles</b>	
1°S	Costo para desarrollo de las tarjetas rojas	20.00		Mensual
1°S	Costo para la aplicación de las tarjetas	20.00		Mensual
<b>Subtotal 1°S</b>		<b>40.00</b>	<b>soles</b>	
2°S	Costo del sistema de racks	120,600.00	$=(15000+10000+5000)*4.02$	Único
2°S	Costo de cinta de seguridad amarillo y negro	30.00		Único
2°S	Costo de la señalización para las bolsas de carmín, temporal	2.50	$=0.5*1200/(30*8)$	Único
2°S	Costo para la instalación de maquinaria	120.00	$=8*1200*3/(30*8)$	Único
2°S	Desarrollo de la rotulación	10.00	$=1*1200/(30*8)+5$	Único
2°S	Rotular y ordenar las bolsas de carmín de acuerdo a sus códigos	5.00	$=1*1200/(30*8)$	Único
<b>Subtotal 2°S</b>		<b>120,767.50</b>	<b>soles</b>	
3°S	Utensilios de limpieza	50.00		Mensual
3°S	Limpieza general	20.00	$=2*2*1200/(30*8)$	Mensual
<b>Subtotal 3°S</b>		<b>70.00</b>	<b>soles</b>	
4°S	Checklist de estandarizar	25.00	$=0.5*10*(1200/(30*8))$	Mensual
<b>Subtotal 4°S</b>		<b>25.00</b>	<b>soles</b>	
5°S	Checklist de disciplina	36.67	$=0.5*4*(4400/(30*8))$	Mensual
<b>Subtotal 5°S</b>		<b>36.67</b>	<b>soles</b>	

Fuente: Empresa, Alibaba, Promart, Instituto de la Calidad PUCP, Alibaba

En la tabla 73, se identifican costos por cada fase de implementación. En primer lugar, en la fase preliminar se ha considerado la capacitación de la supervisora, para lo cual se ha considerado el costo del curso “5S: Orden y disciplina” impartido por el Instituto de la Calidad-PUCP. Asimismo, se ha tomado en cuenta el material y la preparación de la supervisora para desarrollar la capacitación a los operarios, para lo cual se ha tomado en cuenta su sueldo bruto y las horas aproximadas de dedicación a la capacitación, que en este caso serían tres horas en total. En segundo lugar, para los costos de la primera S, se tomó en cuenta el costo por desarrollar e implementar las tarjetas rojas, lo cual implica tiempo de horas hombre para identificar los objetos o herramientas innecesarias y el llenado de las tarjetas. En tercer lugar, en la implementación de la segunda S, se ha considerado el costo del sistema de racks, su implementación, así como de los materiales de señalización necesarios para delimitar el espacio de trabajo durante la implementación de los racks en el almacén de producto semiterminado. Asimismo, se tiene en cuenta el costo aproximado para el rotulado de los cuatro códigos de carmín de producto semiterminado, para lo cual se está considerando el sueldo de los operadores por el tiempo aproximado de media hora que le tomaría implementar el rotulado. En cuarto lugar, en la tercera S se consideran los costos de los utensilios de limpieza y de la ejecución de la limpieza general por parte de los mismos operarios, la cual durará dos horas al mes. En quinto lugar, para la cuarta S se ha tomado en cuenta el desarrollo del checklist de estandarización, el cual será ejecutado por un operario durante media hora y de manera Interdiaria. Por último, para la quinta S se ha considerado el desarrollo del checklist de disciplina que será aplicado por la supervisora de Carmín durante un tiempo aproximado de media hora y con frecuencia semanal.

## 5.1.2 Costo de implementación de los homogeneizadores

La puesta en marcha de los homogeneizadores de polvo considera dos tipos de costos: costos fijos y variables.

### 5.1.2.1 Costos fijos

Se consideran costos fijos a los costos incurridos por la compra de los homogeneizadores, la instalación, el consumo de energía para la puesta en marcha y la mano de obra requerida para ello. La tabla 74 muestra un resumen de todos los costos fijos.

Tabla 74. Costos por la implementación de los dos homogeneizadores

<b>Costo por implementación de los homogeneizadores</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Monto (S/.)</b>	<b>Detalle</b>
<b>Costo de los homogeneizadores, servicio de instalación</b>	12,421.80	=1030*2*1.5*4.02
Costo de energía	0.52	soles/KWH
Horas de prueba	2.00	horas
<b>Costo total de energía consumida para la prueba de los homogeneizadores (KW-día)</b>	1.04	soles
Numero de personal requerido	2.00	un operador por cada homogeneizador
Horas hombre	2.00	una hora para cada homogeneizador
<b>Coto total de mano de obra para la prueba de mezclado</b>	20.00	soles
<b>Costo total por implementación de los dos homogeneizadores</b>	<b>S/ 12,442.84</b>	

Fuente: Empresa, Alibaba, GlobalPetrolPrices, 2021

En la tabla 74, se puede apreciar tres fuentes de costos fijos. En primer lugar, el costo de los homogeneizadores y de la instalación es de un total de 1030 dólares cotizado por la empresa Jiangyin Haixiang Machinery Co. Se ha considerado un factor de 1.5 como amortiguador para cubrir gastos extras tales como gastos por flete o de otro tipo. En segundo lugar, se considera

el costo por energía consumida en los dos homogeneizadores para ejecución de las pruebas de mezclado. Se estima una hora de mezclado para cada tipo de mezclado. En tercer lugar, se tiene el costo total de mano de obra para las pruebas de mezclado, en la cual se considera un total de una hora para cada tipo de mezclado. En este caso, se considera una hora completa, puesto que se tiene que realizar un seguimiento a las dos maquinarias. Por lo tanto, se obtiene un total de 12 442.84 soles como costo fijo para la implementación de los homogeneizadores.

### 5.1.2.2 Costos variables

Respecto a los costos variables, se toman en cuenta los costos por el acondicionamiento de los homogeneizadores y por el consumo de energía.

Para calcular los costos variables, es necesario conocer la cantidad de lotes totales de carmín rojo e hidrosoluble que requerirán ser homogeneizados semanalmente.

- **Tamaño de lote de carmín rojo**

Por un lado, para identificar la cantidad de lotes que provienen del área de secado, se debe tener en cuenta que cada lote de carmín rojo procesado requiere de tres hornos y que en total la empresa posee nueve hornos. Asimismo, cabe señalar que previamente se requiere de cuatro horas para el esterilizado.

A continuación, en la figura 42 se muestra un diagrama hombre-máquina simplificado para visualizar el flujo de los procesos de esterilizado, de color plomo, y de secado, encerrado por un rectángulo de color rosado.

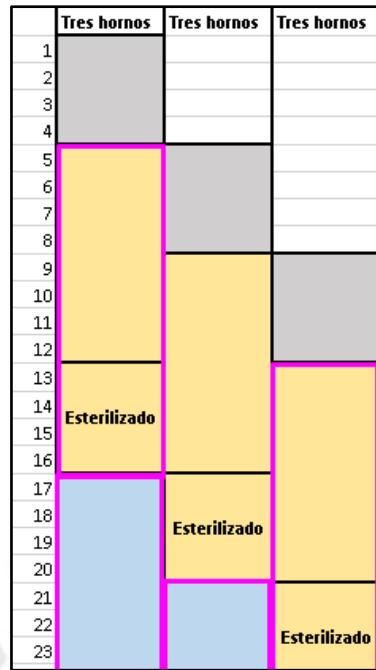


Figura 42. Diagrama hombre-máquina simplificado

Con base en el diagrama, se puede observar que luego de las primeras horas de esterilizado, se repite el patrón del flujo de secado. Es decir, para cada bloque de tres hornos se requiere doce horas para procesar un lote de carmín rojo. A continuación, la tabla 75 muestra los cálculos a detalle para hallar el número de lotes totales de carmín rojo seco, procesados semanalmente.

Tabla 75. Cuadro de lotes de carmín rojo seco

<b>Cálculo del número de lotes totales de carmín rojo seco por semana</b>				
Total de horas de trabajo a la semana	130	horas		
Tiempo total por lote procesado	12	horas/lote		
Bloque de tres hornos	Bloque1	Bloque2	Bloque3	Unidades
Horas de esterilizado+ tiempo de espera	4	8	12	horas
Horas restantes	126	122	118	horas
Número de lotes teóricos	10.5	10.167	9.833	lotes
Número de lotes reales por bloque de hornos	10	10	9	lotes
Número de lotes de carmín rojo secos	29			lotes/semana

En la tabla 75, se identifica un total de 29 lotes semanales de carmín rojo que provienen de los hornos.

- **Tamaño de lote de carmín hidrosoluble**

Por otro lado, para identificar la cantidad de lotes en total que provienen del área de atomizado se realizaron los siguientes cálculos resumidos en la tabla 76.

Tabla 76. Cálculo del número de lotes de carmín

<b>Cálculo del número de lotes totales de carmín hidrosoluble por semana</b>		
Tiempo total de horas a la semana	130	horas
Tiempo total por lote procesado	20	horas/lote
Número de lotes teóricos	6.50	lotes
Número de lotes reales de carmín hidrosoluble	6	lotes/semana

A partir de los cálculos, se obtuvo un total de 6 lotes de carmín hidrosoluble procesados semanalmente.

- **Costo por acondicionamiento en los homogeneizadores**

Se plantea poner en marcha dos tipos de homogeneizadores para procesar carmín rojo e hidrosoluble, los cuales provienen de las áreas de horneado y de atomizado respectivamente. Para cada tipo de carmín, se calcula el costo total incurrido en el acondicionamiento de los homogeneizadores, lo cual se basa principalmente en la mano de obra para el llenado y vaciado de carmín. La tabla 77 muestra los costos por acondicionamiento de estos dos homogeneizadores.

Tabla 77. Cuadro de costos por acondicionamiento de los homogeneizadoras

<b>Costo por acondicionamiento en los homogeneizadores</b>		
<b>Hornos</b>		
Número de lotes a la semana	29	lotes/semana
Numero de ciclos en el homogeneizado por lote de carmín rojo	1	ciclos/lote
Tiempo de llenado y vaciado	15	minutos/ciclo
Tiempo de horas hombre para el llenado al homogeneizador	7.25	horas/semana
Costo de HH	5	soles/HH
Costo total por mezclar en el homogeneizador de carmín rojo	36.25	soles/semana
<b>Atomizado</b>		
Número de lotes a la semana	6	lotes/semana
Número de ciclos de homogeneizado por lote de carmín hidrosoluble	3	ciclos/lote
Tiempo de llenado y vaciado	15	minutos/ciclo
Tiempo de horas hombre para el llenado al homogeneizador	4.5	horas/semana
Costo de HH	5	soles/HH
Costo total por mezclar en el homogeneizador de carmín hidrosoluble	22.5	soles/semana
<b>Costo en mano de obra para los homogeneizadores</b>	<b>58.75</b>	<b>soles/semana</b>
<b>Costo en mano de obra para los homogeneizadores</b>	<b>235</b>	<b>soles/mes</b>

Sobre la base de los cálculos presentados previamente, se estimó un total de 235 soles mensuales incurridos por costo de acondicionamiento de los dos homogeneizadores.

- **Costo por energía consumida**

Se debe considerar también el costo de energía consumida para el mezclado en ambos homogeneizadores. Para los cálculos, se tuvo en consideración el tiempo de homogeneizado calculado previamente por regla de tres simple, el número de lotes para cada tipo de carmín, el costo de energía para el sector industrial, los números de ciclos por cada lote de carmín y la potencia del homogeneizador. Ver tabla 78.

Tabla 78. Costo por energía consumida

<b>Costo por Energía Consumida</b>		
<b>Hornos:</b>		
Número de lotes a la semana	29	a lotes/seman
Numero de ciclos en el homogeneizado por lote de carmín rojo	1	ciclos/lote
Tiempo en el homogeneizado	48	minutos/lote
Tiempo de mezclado a la semana	23.2	a horas/seman
Potencia consumida en el homogeneizador	3	KWH
Costo de energía soles/ KWH	0.52	soles/KWH
Costo semanal por energía consumida en el homogeneizador carmín rojo	36.19	soles/seman
	2	a
<b>Atomizado</b>		
Número de lotes a la semana	6	a lotes/seman
Numero de ciclos en el homogeneizado por lote de carmín rojo	3	ciclos/lote
Tiempo en el homogeneizado	48	minutos/lote
Tiempo de mezclado a la semana	14.4	a horas/seman
Potencia consumida en el homogeneizador	3	KWH
Costo de energía soles/ KWH	0.52	soles/KWH
Costo semanal por energía consumida en el homogeneizador carmín hidrosoluble	22.46	soles/seman
	4	a
<b>Costo total en energía consumida en los homogeneizadores(semanal)</b>	58.65	soles/seman
	6	a
<b>Costo total en energía consumida en los homogeneizadores(mensual)</b>	<b>234.6</b>	<b>soles/mes</b>
	2	

Fuente: Empresa, Alibaba, GlobalPetrolPrices

A partir de lo calculado previamente, se identifica un total de 234.62 soles mensuales incurridos por el consumo total de energía en ambos homogeneizadores.

## 5.2 Ahorro por implementación de mejoras

Se procederá a estimar el ahorro que se generaría por la puesta en marcha de las propuestas de mejoras planteadas anteriormente.

### 5.2.1 Ahorro generado por la implementación de las 5'S

El ahorro generado por la metodología de las 5'S, se basa principalmente a la reducción significativa en la ejecución del inventario, puesto que las bolsas de carmín rojo estarían ordenadas en el sistema de racks, de acuerdo con su código de producto semiterminado. En ese sentido, sería mucho más fácil de contabilizar el inventario. A continuación, la tabla 79 presenta los cálculos para hallar el ahorro monetario de las 5'S.

Tabla 79. Ahorro neto por la metodología de la 5'S

<b>Ahorro por las 5'S</b>		
Diferencia de tiempo ahorrado en inventario	25	minutos/inventario
Frecuencia de inventario a la semana	2	Inventario/semana
Numero de semanas por mes a considerar	4	Semanas/mes
Diferencia mensual	3.33	horas/mes
Costo de Hora-Hombre	5	Soles/HH
<b>Ahorro monetario 5'S</b>	<b>16.67</b>	<b>Soles/mes</b>

Cabe señalar que el ahorro de espacio disponible de 31.2m<sup>2</sup> sirvió de apoyo para la implementación de los homogeneizadores.

### 5.2.2 Ahorro generado por la implementación de homogeneizadores

La implementación de los homogeneizadores tiene como fin eliminar el ajuste de color cuya duración se estimó en 50 horas semanales. Esto se traduce en un incremento de la capacidad de la empresa, la cual puede ser aprovechada para complacer la demanda insatisfecha de carmín existente en el mercado, como se muestra en la tabla 80.

Tabla 80. Brecha de demanda insatisfecha de Carmín

<b>AÑO</b>	<b>OFERTA (kg)</b>	<b>DEMANDA (kg)</b>	<b>DEMANDA INSATISFECHA (kg)</b>
<b>2015</b>	563 386,92	699 279,56	135 892,60
<b>2016</b>	610 910,73	758 095,82	147 185,10
<b>2017</b>	662 443,36	821 859,09	159 415,70
<b>2018</b>	718 322,95	890 985,49	172 662,50
<b>2019</b>	778 916,21	965 926,09	187 009,90
<b>2020</b>	844 620,73	1 047 169,93	202 549,20
<b>2021</b>	915 867,67	1 135 247,17	219 379,50
<b>2022</b>	993 124,57	1 230 732,57	237 608,00
<b>2023</b>	1 076 898,37	1 334 249,23	257 350,86
<b>2024</b>	1 167 738,81	1 446 472,65	278 733,84
<b>2025</b>	1 266 241,99	1 568 135,16	301 893,17
<b>2026</b>	1 373 054,28	1 700 030,67	326 976,40

Fuente: Antezana, 2017

Según Antezana, en su estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta procesadora de cochinilla, se ha identificado que la demanda insatisfecha de Carmín está en crecimiento, debido principalmente al movimiento ecologista en todo el mundo, la cual está en tendencia e irá en aumento (Antezana, 2017).

Por ello, se puede afirmar que el aumento de la capacidad generaría un ingreso adicional a la empresa.

Para el cálculo del ingreso extra mensual, se ha tomado en cuenta el tiempo total requerido para producir un lote de carmín terminado. Este valor se identificó como un promedio de los tiempos de ciclo de las dos líneas de producción de carmín. Cada tiempo de ciclo resulta ser la suma de los tiempos del Diagrama de operaciones (DOP) desarrollado en el capítulo de descripción de la empresa.

Asimismo, se ha calculado una ganancia promedio de 24.18 soles por kilogramo de carmín terminado. Ver cuadro 81.

Tabla 81. Ganancia promedio por kilogramo de carmín

<b>Cálculo de la ganancia promedio de carmín</b>		
Precio promedio de carmín	210.05	Soles/Kilogramo
Costo promedio de Materia prima	185.88	Soles/Kilogramo
Ganancia promedio por el Carmín	24.18	Soles/Kilogramo

Para la cuantificación de la ganancia promedio, se ha usado una base de datos de los precios de producto terminado de la familia de carmín y los costos de materia prima. Entonces, la diferencia de ambos valores daría la ganancia promedio por Kilogramo de carmín vendido. Cabe señalar que en este caso se está considerando solo el costo de materia prima, puesto que representa el mayor porcentaje de los egresos en la producción de carmín.

Finalmente, con los datos anteriormente estimados, se procedió a cuantificar el ingreso adicional mensual por la producción de carmín. Ver tabla 82.

Tabla 82. Ahorro por implementación de homogeneizadores

<b>Ahorro por implementación de homogeneizadores</b>		
Horas netas ahorradas por ajuste de color	50	horas/semana
Horas netas ahorradas al mes	200.00	horas/mes
Tiempo total promedio para producir un lote de carmín	62.00	horas/lote
Tiempo estimado de traslado, cambio de turno u otro imprevisto	4.00	horas/lote
<b>Numero de lotes por mes</b>	3.03	lote/mes
Tamaño neto del lote	180.00	Kg de carmín neto/lote
<b>Cantidad de producción adicional de carmín</b>	545.45	Kg de carmín producido/mes
Ganancia neta por kilogramo de Carmín en promedio	24.18	soles/kg de carmín producido
<b>Ingreso adicional percibido al mes</b>	S/ 13,188.18	soles/mes

### 5.2.3 Flujo de caja del proyecto

Se realizó un análisis de los próximos 22 meses, de los cuales los tres primeros meses se realizará la implementación de la metodología de las 5'S, para fomentar la filosofía de orden y limpieza, y obtener un mayor espacio disponible en el almacén de producto semiterminado. Luego, durante un mes se implementarán los dos homogeneizadores de polvos para el carmín rojo e hidrosoluble.

Para poder estimar el costo de capital de la empresa (COK), se usó la metodología del Capital Asset Pricing Model (CAPM) ajustada para los países emergentes, cuyo cálculo se muestra en la tabla 83.

Para el cálculo del CAPM se aplica la siguiente fórmula:

$$R_i = r_f + \beta_i * (R_m - r_f) + \text{Spread Riesgo país}$$

Donde:

$R_i$ : Rendimiento esperado del activo financiero "i".

$r_f$ : Tasa de retorno sobre el activo libre de riesgo (Bonos del tesoro americano)

$\beta_i$ : Coeficiente beta que mide el riesgo sistemático sobre el activo financiero i-ésimo.

$R_m$ : Retorno esperado sobre el portafolio de mercado formado por todos los activos riesgosos (industria Specialty chemical).

Tabla 83. Cálculo del costo de capital anual de la empresa usando el modelo CAPM

<b>Modelo CAPM anual</b>		
<b>Componente</b>	<b>Valor</b>	<b>Descripción</b>
Beta	0.78	Beta del sector industrial de Chemical (Specialty)
Spread Riesgo país anual	1.16%	Proyección del riesgo país del Perú, basado en el S&P 500.
Prima riesgo mercado anual (Rm-rf)	5.88%	Proyección de la prima de riesgo del Perú, basado en el S&P 500.
Tasa libre de riesgo anual (rf)	1.44%	Promedio de la tasa de rendimiento de los EE. UU..
COK anual	<b>7.19%</b>	anual

Fuentes: Damodarán, 2021; Expansión, 2021

A partir de modelo CAPM, se obtuvo un costo de capital de la empresa de 7.19% anual. Como en el flujo de caja económico se evalúan los ingresos y egresos mensuales, entonces será necesario calcular el costo de capital mensual. Ver tabla 84.

Tabla 84. Costo de capital mensual

<b>Modelo CAPM mensual</b>	
<b>Componente</b>	<b>Valor</b>
Beta de la compañía	0.78
Spread Riesgo país mensual	0.10%
Prima riesgo mercado mensual (Rm-rf)	0.48%
Tasa libre de riesgo mensual (rf)	0.12%
COK mensual	<b>0.588%</b>

Fuentes: Damodarán, 2021; Expansión, 2021

Por lo tanto, se estimó un COK mensual actual de 0.588% para la empresa en estudio.

Con base en los flujos de ingresos y egresos calculados previamente, se procederá a desarrollar el flujo de caja para evaluar la viabilidad económica de las propuestas de mejora. Ver tablas 85 y 86.

Tabla 85. Flujo de caja económico-Parte I

Mes	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7
<b>Ingresos</b>											
Ahorro monetario por las 3S					16.67	16.67	16.67	16.67	16.67	16.67	16.67
Ahorro monetario por la implementación de homogeneizadores					13,188.18	13,188.18	13,188.18	13,188.18	13,188.18	13,188.18	13,188.18
<b>Total de ingresos</b>	-	-	-	-	13,204.85	13,204.85	13,204.85	13,204.85	13,204.85	13,204.85	13,204.85
<b>Egresos</b>											
Preliminar y 1ºS	- 1,270.00										
1ºS	- 40.00	- 40.00	- 40.00	- 40.00	- 40.00	- 40.00	- 40.00	- 40.00	- 40.00	- 40.00	- 40.00
2ºS		- 120,767.50									
3ºS, 4ºS, 5ºS			- 131.67	- 131.67	- 131.67	- 131.67	- 131.67	- 131.67	- 131.67	- 131.67	- 131.67
Costo Fijo por la implementación de homogeneizadores				- 12,421.80							
Costo por Energía Consumida					- 234.62	- 234.62	- 234.62	- 234.62	- 234.62	- 234.62	- 234.62
Costo por acondicionamiento en los homogeneizadores					- 235.00	- 235.00	- 235.00	- 235.00	- 235.00	- 235.00	- 235.00
<b>Total de egresos</b>	- 1,310.00	- 120,807.50	- 171.67	- 12,593.47	- 641.29	- 641.29	- 641.29	- 641.29	- 641.29	- 641.29	- 641.29
<b>Flujo efectivo</b>	- 1,310.00	- 120,807.50	- 171.67	- 12,593.47	12,563.55	12,563.55	12,563.55	12,563.55	12,563.55	12,563.55	12,563.55
<b>EBIT ACUMULADO</b>	- 1,310.00	- 122,117.50	- 122,289.17	- 134,882.63	- 122,319.08	- 109,755.52	- 97,191.97	- 84,628.41	- 72,064.86	- 59,501.30	- 46,937.75

Tabla 86. Flujo de caja económico-Parte2

Mes	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<b>Ingresos</b>											
Ahorro monetario por las 5'S	16.67	16.67	16.67	16.67	16.67	16.67	16.67	16.67	16.67	16.67	16.67
Ahorro monetario por la implementación de homogeneizadores	13,188.18	13,188.18	13,188.18	13,188.18	13,188.18	13,188.18	13,188.18	13,188.18	13,188.18	13,188.18	13,188.18
<b>Total de ingresos</b>	<b>13,204.85</b>	<b>13,204.85</b>	<b>13,204.85</b>	<b>13,204.85</b>	<b>13,204.85</b>	<b>13,204.85</b>	<b>13,204.85</b>	<b>13,204.85</b>	<b>13,204.85</b>	<b>13,204.85</b>	<b>13,204.85</b>
<b>Egresos</b>											
Preliminar y 1°S											
1°S	- 40.00	- 40.00	- 40.00	- 40.00	- 40.00	- 40.00	- 40.00	- 40.00	- 40.00	- 40.00	- 40.00
2°S											
3°S, 4°S, 5°S	- 131.67	- 131.67	- 131.67	- 131.67	- 131.67	- 131.67	- 131.67	- 131.67	- 131.67	- 131.67	- 131.67
Costo Fijo por la implementación de homogeneizadores											
Costo por Energía Consumida	- 234.62	- 234.62	- 234.62	- 234.62	- 234.62	- 234.62	- 234.62	- 234.62	- 234.62	- 234.62	- 234.62
Costo por acondicionamiento en los homogeneizadores	- 235.00	- 235.00	- 235.00	- 235.00	- 235.00	- 235.00	- 235.00	- 235.00	- 235.00	- 235.00	- 235.00
<b>Total de egresos</b>	<b>- 641.29</b>	<b>- 641.29</b>	<b>- 641.29</b>	<b>- 641.29</b>	<b>- 641.29</b>	<b>- 641.29</b>	<b>- 641.29</b>	<b>- 641.29</b>	<b>- 641.29</b>	<b>- 641.29</b>	<b>- 641.29</b>
<b>Flujo efectivo</b>	<b>12,563.55</b>	<b>12,563.55</b>	<b>12,563.55</b>	<b>12,563.55</b>	<b>12,563.55</b>	<b>12,563.55</b>	<b>12,563.55</b>	<b>12,563.55</b>	<b>12,563.55</b>	<b>12,563.55</b>	<b>12,563.55</b>
EBIT ACUMULADO	- 34,374.19	- 21,810.64	- 9,247.08	3,316.47	15,880.03	28,443.58	41,007.14	53,570.69	66,134.24	78,697.80	91,261.35

Basándose en el flujo de caja, a continuación, se evalúa la viabilidad del proyecto a través del cálculo de ciertos indicadores financieros, como se señala en la tabla 87.

Tabla 87. Indicadores financieros

Costo de capital propio COK	0.59%
Valor actual neto VAN	S/75,868.97
TIR mensual	4.96%
Periodo de recuperación	11 meses
<b>TIR mensual =4.96%&gt; COK mensual=0.59%=&gt; Es viable</b>	

Sobre la base de los cronogramas de las dos propuestas de mejora, se ha establecido un periodo de cuatro meses para toda la implementación. Durante el primer mes, se llevará a cabo la fase preliminar de las 5'S, que consiste en la capacitación de la supervisora y de los operarios, y la primera S de descarte, en la cual se aplican las tarjetas rojas. Durante el segundo mes, se ejecutará la segunda S que consiste en la implementación del sistema de racks de flujo dinámico y el ordenamiento de las bolsas de carmín por su tipo de código. Asimismo, cabe señalar que durante este segundo mes también se considera el costo de las tarjetas rojas, como parte del proceso de adaptación de la primera fase de las 5S. Durante el tercer mes, se terminan las tres últimas fases de la metodología de las 5'S, que consisten básicamente en incorporar los hábitos de limpieza, y la aplicación de los checklist de estandarización y disciplina. Por último, en el cuarto mes, se procederá con la implementación de los dos homogeneizadores.

Según la tabla 87, el Valor Actual Neto es positivo con un valor de 75,868.97soles, lo cual representa el valor que se tendría en la actualidad considerando todos los flujos de ingresos y egresos durante los 22 meses. Asimismo, se obtiene un TIR mensual de 4.96%, el cual es mayor al costo estimado de la empresa (COK). Además, el periodo de recuperación es de 11 meses contando a partir del mes 1, es decir, a partir del cual se empiezan a generar las ganancias. Por lo tanto, el proyecto es viable económicamente y resulta factible invertir en las propuestas de mejora para obtener los beneficios esperados.

## 6. Capítulo 6. Conclusiones y recomendaciones

### 6.1 Conclusiones

- La implementación de las 5'S generara dos tipos de ahorros. Por un lado, se genera un total de 31.2 metros cuadrados de espacio disponible adicional en el almacén de producto semiterminado, lo cual es fundamental para la implementación de los homogeneizadores. Por otro lado, se genera un ahorro de 25 minutos por cada vez que se realiza inventario, debido a la distribución de rápido acceso de las bolsas de carmín. Por lo tanto, se produce un ahorro monetario de 16.67 soles al mes como consecuencia de la reducción del tiempo de inventario.
- La implementación de los dos homogeneizadores genera ahorros por ajuste de color en los mezcladores blender y bicónico. En el primer mezclador se eliminan las 28 horas semanales destinados a ajuste de color mientras que en el segundo se suprimen 22 horas semanales. Por lo tanto, se genera un incremento de la capacidad productiva con un total de 50 horas semanales.
- La puesta en marcha de los homogeneizadores permite incrementar la capacidad productiva de la empresa y como existe una gran cantidad de demanda insatisfecha, es posible aprovechar la totalidad de las horas adicionales para producir más carmín. En consecuencia, se genera un ingreso adicional neto de 13,188.18 soles al mes.
- Si bien se requiere de una inversión elevada para la implementación de los homogeneizadores igual a 12442.84, esto genera un ahorro significativo de 50 horas semanales.
- Se concluye que el proyecto es viable, debido a que obtiene un TIR mensual de 4.96 % mensual, el cual es mayor al COK mensual estimado de la empresa igual a 0.59%.

- El valor actual neto de todos los flujos efectivos durante los 22 meses evaluados a la tasa COK es igual a 75,868.97 soles. Como el valor es positivo, entonces quiere decir que el proyecto es rentable.
- El periodo de recuperación de la inversión dura 11 meses, contando a partir del mes en la que se puso en marcha a los homogeneizadores, es decir, a partir del mes 1.

## 6.2 Recomendaciones

---

- Se recomienda ubicar los racks convencionales anteriores en el segundo piso del almacén de producto semiterminado, puesto que ese espacio se encuentra disponible.
- Ante un mayor incremento de la capacidad en las operaciones del proceso continuo, se podría aprovechar el espacio del segundo piso para almacenar las bolsas de carmín rojo. Para ello, se tendría que crear un ascensor pequeño que conecte el primer piso del almacén de producto semiterminado con el segundo piso. En consecuencia, se trasladaría las bolsas de carmín con apiladores o con estocas hacia el segundo piso.
- Se recomienda promover la participación de los operarios para poder brindar y recibir retroalimentación respecto a las actividades del plan de las 5'S. Asimismo, se podría ir actualizando el plan de recompensas para incentivar y elevar el compromiso de los operarios.
- Se recomienda incorporar un plan de mantenimiento para los homogeneizadores. Este plan sería ejecutado por el área de mantenimiento y debería realizarse con cierta frecuencia para evitar deterioros en las maquinarias.

- Se recomienda aplicar la metodología de los cinco porqués como una herramienta útil para identificar las causas raíz de los problemas futuros que puedan surgir en la empresa, y de esta manera plantear soluciones más efectivas.
- Asimismo, el ciclo de Deming puede ser incorporado para la implementación de los futuros proyectos o para solucionar cualquier nuevo problema que aparezca en la planta de Carmín. Para una mejor visualización de las fases, se puede hacer uso de un panel, en la cual se vaya registrando las actividades que se tienen que hacer en cada fase.



## 7. Referencias bibliográficas

Alibaba (s./f.). *Mezclador de polvo seco pequeño para uso en laboratorio, equipo de mezcla industrial de alimentos, mezclador de polvo seco/licuadora de cinta, 25kg*. Recuperado de [https://spanish.alibaba.com/product-detail/25kg-small-dry-powder-mixer-for-laboratory-use-mixing-equipment-industrial-food-dry-powder-mixer-ribbon-blender-1600163079106.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal\\_offer.d\\_title.6a26759cJMW8V2](https://spanish.alibaba.com/product-detail/25kg-small-dry-powder-mixer-for-laboratory-use-mixing-equipment-industrial-food-dry-powder-mixer-ribbon-blender-1600163079106.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.6a26759cJMW8V2).

Alibaba (s./f.). *Máquina mezcladora de café en polvo de doble tornillo, mezclador cónico Nauta de 80kg y 100kg*. Recuperado de [https://spanish.alibaba.com/product-detail/80kg-100kg-coffee-powder-mixing-machine-double-screw-cone-mixer-conical-nauta-mixer-machine-1600284808728.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal\\_offer.d\\_title.6a26759cJMW8V2](https://spanish.alibaba.com/product-detail/80kg-100kg-coffee-powder-mixing-machine-double-screw-cone-mixer-conical-nauta-mixer-machine-1600284808728.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.6a26759cJMW8V2)

Alibaba (s./f.). *No ángulo muerto GMP de acero inoxidable licuadora Cono doble mezclador para polvo químico seco*. Recuperado de [https://spanish.alibaba.com/product-detail/no-dead-angle-gmp-stainless-steel-blender-double-cone-mixer-for-dry-chemical-powder-1600168495771.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal\\_offer.d\\_title.6a26759cJMW8V2](https://spanish.alibaba.com/product-detail/no-dead-angle-gmp-stainless-steel-blender-double-cone-mixer-for-dry-chemical-powder-1600168495771.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.6a26759cJMW8V2)

Alibaba (s./f.). *Wanda Chemical-Mezclador de tambor giratorio de pintura en polvo seco con forma de cono doble y volumen grande, máquina mezcladora*. Recuperado de [https://spanish.alibaba.com/product-detail/wanda-chemical-big-volume-double-cone-shape-paint-dry-powder-rotary-drum-mixer-blender-machine-62482137975.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal\\_offer.d\\_title.1ca2593aKg1gO](https://spanish.alibaba.com/product-detail/wanda-chemical-big-volume-double-cone-shape-paint-dry-powder-rotary-drum-mixer-blender-machine-62482137975.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.1ca2593aKg1gO)  
y

Antezana (2017). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta procesadora de cochinilla (Dactylopius coccus costa) para la obtención de carmín en Pisco* [Tesis para optar el grado de Ingeniero Químico]. Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga. Recuperado de [http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/3427/TESIS%20Q496\\_Ant.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/3427/TESIS%20Q496_Ant.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Arias (2016). Efectos de los tratamientos térmicos sobre las propiedades nutricionales de las frutas y las verduras. Corporación Universitaria Lasallista. Recuperado de [http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1763/1/Tratamientos\\_termicos\\_propiedades\\_frutas\\_verduras.pdf](http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1763/1/Tratamientos_termicos_propiedades_frutas_verduras.pdf)

Bachiller50 (2020). *Mezcla de sólidos y polvos para la industria alimentaria, cosmética, farmacéutica y química*. Recuperado de <https://bachiller.com/es/mezcladores-de-solidos-y-polvos/>

Bermúdez, E; Gonzales, W; Quesada, Walter; y Vásquez, Waldir (2017), Planeamiento estratégico para el carmín de cochinilla del Perú. Centrum. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/9189>

Biscontini, T. (2020). Value stream mapping. Salem Press Encyclopedia. Recuperado de <http://eds.b.ebscohost.com.ezproxybib.pucp.edu.pe:2048/eds/detail/detail?vid=0&sid=cb6a6c0d-2fce-4fb2-bf70-84442942d1c2%40pdc-v-sessmgr01&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZSZzY29wZT1zaXRI#AN=125600332&db=ers>

Bonilla, E., Díaz, B., Kleeberg, F. & Noriega, M. T. (2010). Mejora continua de los procesos: herramientas y técnicas. Universidad de Lima, Fondo Editorial. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12724/10832>

Damodaran, A (2021). *Betas by Sector (US)*. Recuperado de [http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/datafile/Betas.html](http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html)

Damodaran, A (2021). *Country Default Spreads and Risk Premiums*. Recuperado de [https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/datafile/ctryprem.html](https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/ctryprem.html)

Dhumal, Yogesh & Teli, S. & Lad, Siddhesh. (2015). Problem Solving Methodology by Quality Control Story: A Review. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/317873255\\_Problem\\_Solving\\_Methodology\\_by\\_Quality\\_Control\\_Story\\_A\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/317873255_Problem_Solving_Methodology_by_Quality_Control_Story_A_Review)

El Comercio (2021). Restaurantes: ¿Cómo avanza su recuperación en la nueva normalidad? Recuperado de <https://elcomercio.pe/economia/negocios/restaurantes-como-avanza-su-recuperacion-en-la-nueva-normalidad-restaurantes-reactivacion-economica-inei-noticia/?ref=ecr>

El Comercio (2020). Ventas de supermercados crecerían 13% este año, ante mayor demanda por la pandemia. Recuperado de <https://elcomercio.pe/economia/peru/ventas-de-supermercados-crecerian-13-este-ano-ante-mayor-demanda-por-la-pandemia-nndc-noticia/?ref=ecr>

Esnova (2015). *Paletización por Rack Dinámico*. Recuperado de <https://esnova.com/es/>

Expansión (2021). *Bono de Estados Unidos a 10 años*. Recuperado de <https://datosmacro.expansion.com/bono/usa?dr=2021-10>

Gestión (2020). Producción de derivados lácteos sube 25% en primer semestre del 2020. Recuperado de <https://gestion.pe/economia/produccion-derivados-lacteos-suben-25-en-primer-semestre-del-2020-noticia/>

- Gestión (2020). Estrategia de empresarios de embutidos ante la contracción del consumo en el Perú. Recuperado de <https://gestion.pe/economia/estrategias-de-empresarios-de-embutidos-ante-la-contraccion-del-consumo-en-el-peru-noticia/>
- GlobalPetrolPrices (2021). *Perú precios de la electricidad*. Recuperado de [https://es.globalpetrolprices.com/Peru/electricity\\_prices/](https://es.globalpetrolprices.com/Peru/electricity_prices/)
- Hernández, Vizán (2013). Lean Manufacturing conceptos técnicas e implantación. Recuperado de <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/20730/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion>
- INOXPA (s./f.). *MBC Mezclador Tipo Bicónico*. Recuperado de <https://www.inoxpa.es/productos/equipos/equipos-de-mezcla/mezclador-tipo-biconico-mbc>
- INOXPA (s./f.). *MV Mezclador Tipo en V*. Recuperado de <https://www.inoxpa.es/productos/equipos/equipos-de-mezcla/mezclador-tipo-en-v>
- Instituto para la Calidad-PUCP (2021). *5S: Orden y Disciplina*. Recuperado de <https://calidad.pucp.edu.pe/educacion-ejecutiva/50/5s-orden-y-disciplina>
- IPE (2020). Sector cosméticos e higiene caería 14% en el 2020. Recuperado de <https://www.ipe.org.pe/portal/sector-cosmeticos-e-higiene-caeria-14-en-el-2020/>
- Luyster, Tapping (2006). *Creating Your Lean Future State How to Move from Seeing to Doing*. Taylor & Francis Group. Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?id=tpjSBQAAQBAJ&lpg=PR4&ots=KAvg5oAMyz&dq=978-1-4822-7818-7&hl=es&pg=PA4#v=onepage&q=978-1-4822-7818-7&f=false>
- Naranjo, Garate, Gómez, Vera, Caldera. (2015.). *Generación de conceptos del producto. El producto que ahorrará agua en la ducha*. Recuperado de <https://eq1itesmccm.weebly.com/generacioacuten-de-conceptos-del-producto.html>

- Ohno, T. (2000). El sistema de producción Toyota: Más allá de la producción a gran escala. Barcelona: Ediciones Gestión 2000. Recuperado de [https://pucep.ent.sirsi.net/client/es\\_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:\\$002f\\$002fSD\\_ILS\\$002f0\\$002fSD\\_ILS:37865/one](https://pucep.ent.sirsi.net/client/es_ES/campus/search/detailnonmodal/ent:$002f$002fSD_ILS$002f0$002fSD_ILS:37865/one)
- Pachas, J (2019). Aplicación de un programa de mejora continua utilizando Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing) en el nivel de gestión del proceso de cartonera de la empresa la Calera en la provincia de Chincha. Ricardo Palmar. Recuperado de [https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2733/T030\\_21793898\\_M%20Pachas%20Quispe%2C%20Jes%C3%BAAntonio.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2733/T030_21793898_M%20Pachas%20Quispe%2C%20Jes%C3%BAAntonio.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- PEINADO, JURANDIR, & REIS GRAEML, ALEXANDRE (2014). A produção científica em gestão de operações no brasil: uma análise de temas, autores e instituições de pesquisa no período entre 2001 e 2010. RAM. Revista de Administração Mackenzie, 15(5),224-255. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=195433507009>
- PROMART (s/f). *Cinta de seguridad Amarillo y Negro 2x36yd*. Recuperado de <https://www.promart.pe/cinta-de-seguridad-amarillo-y-negro-2x36yd/p>
- Salas, D (2020). Crianza de cochinilla y producción de Carmín. Proyectos Peruanos. Recuperado de <https://proyectosperuanos.com/cochinillas/#:~:text=En%20el%20Per%C3%BA%20se%20produce,alcanza%20en%20promedio%20el%2014%25>.
- Serrat O. (2017) The Five Whys Technique. In: Knowledge Solutions. Springer, Singapore. Recuperado de [https://doi.org/10.1007/978-981-10-0983-9\\_32](https://doi.org/10.1007/978-981-10-0983-9_32)
- Villaseñor, A y Galindo (2009). Manual de Lean Manufacturing Guía básica (segunda edición). Monterrey, México: LIMUSA. Recuperado de [https://www.academia.edu/32657061/Manual\\_de\\_Lean\\_Manufacturing\\_Guia\\_Basica\\_Alberto\\_Villasenor\\_1ra\\_Edicion](https://www.academia.edu/32657061/Manual_de_Lean_Manufacturing_Guia_Basica_Alberto_Villasenor_1ra_Edicion)

Viteri, J., Matute, E., Viteri Sánchez, C., & Rivera, N. (2016). Implementation of lean manufacturing in a food enterprise. SciELO. Recuperado de <https://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/index.php/revista/article/view/83>

