



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

**OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE PIÑA Y PALMITO  
EN UNA INDUSTRIA DE ALIMENTOS**

**Norberto Daniel Alvarez Gatica**

Asesorado por la Inga. Yoselin Niyam Mackenzie Gómez

Guatemala, mayo de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE PIÑA Y PALMITO  
EN UNA INDUSTRIA DE ALIMENTOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**NORBERTO DANIEL ALVAREZ GATICA**

ASESORADO POR LA INGA. YOSSELIN NIYAM MACKENZIE GÓMEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, MAYO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

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

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

|             |                                       |
|-------------|---------------------------------------|
| DECANA      | Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada |
| EXAMINADORA | Inga. Sherly Gabriela Herrera Escobar |
| EXAMINADOR  | Ing. Juan Carlos Godínez Orozco       |
| EXAMINADOR  | Ing. Erwin Danilo González Trejo      |
| SECRETARIO  | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez       |

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE PIÑA Y PALMITO EN UNA INDUSTRIA DE ALIMENTOS**

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

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Norberto Daniel Alvarez Gatica', written over a light gray rectangular background.

**Norberto Daniel Alvarez Gatica**

Guatemala 18 de febrero de 2021

Ingeniero  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Ingeniero Urquizú

Por este medio hago de su conocimiento que he leído y revisado el trabajo de graduación del estudiante universitario **Norberto Daniel Alvarez Gatica** con CUI **1575 19023 0101** y registro académico **200915365** titulado: "**OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE PIÑA Y PALMITO EN UNA INDUSTRIA DE ALIMENTOS**", y considero que cumple con los parámetros y requisitos de la Facultad de Ingeniería en la carrera de Ingeniería Industrial, por lo que recomiendo su aprobación para continuar con el trámite correspondiente.

Atentamente,



*Yoselin Mackenzie  
Ingeniera Industrial  
Col. 12.500*

---

Inga. Yoselin Niyam Mackenzie Gómez

No. Colegiado 12500

ASESORA



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

REF.REV.EMI.024.021

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE PIÑA Y PALMITO EN UNA INDUSTRIA DE ALIMENTOS**, presentado por el estudiante universitario **Norberto Daniel Alvarez Gatica**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Renaldo Girón Alvarado  
Ingeniero Industrial  
Colegiado No. 5977

Ing. Renaldo Girón Alvarado  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, marzo de 2021.

/mgp



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

LNG.DIRECTOR.103.EMI.2022

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE PIÑA Y PALMITO EN UNA INDUSTRIA DE ALIMENTOS**, presentado por: **Norberto Daniel Alvarez Gatica** , procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Firmada digitalmente por Cesar Ernesto Urquizu Rodas  
Motivo: Dirección Ingeniería Industrial  
Ubicación: Facultad de Ingeniería, Escuela de  
Ingeniería Mecánica Industrial, USAC  
Colegiado 4,272  
Periodo: Abril a mayo año 2022

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

Guatemala, mayo de 2022.



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

LNG.DECANATO.OI.366.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE PIÑA Y PALMITO EN UNA INDUSTRIA DE ALIMENTOS**, presentado por: **Norberto Daniel Alvarez Gatica**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Inga. Aurelia Anabeía Cordova Estrada

Decana



Guatemala, mayo de 2022

AACE/gaoc



## **ACTO QUE DEDICO A:**

|                     |   |
|---------------------|---|
| <b>Dios</b>         | Porque es el creador de todas las cosas, por darme la fuerza, el entendimiento y la sabiduría para superar los obstáculos.  |
| <b>Mis padres</b>   | Jorge Alvarez e Irma Gatica, ustedes son el motivo que me impulsa a cumplir mis metas, por todo su esfuerzo, sacrificio, ser unos excelentes padres y de ustedes también es este éxito. |
| <b>Mis hermanos</b> | Kevin y Sabrina Alvarez, por formar parte de mi vida e influir en mi carrera.   |
| <b>Mi abuela</b>    | Adelina Ramírez, por cuidarme y aconsejarme desde la etapa de mi niñez.   |
| <b>Mi sobrino</b>   | Luis Alvarez, para que este triunfo lo motive a cumplir sus metas.  |
| <b>Mi prima</b>     | Laura Diaz, por estar pendiente de mí y porque sus consejos me han ayudado a ser una mejor persona.   |
| <b>Mi familia</b>   | Porque cada uno de ellos me ha brindado de su apoyo y cariño.   |

## **AGRADECIMIENTOS A:**

|   |  |
|---|--|
| <b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>             | Por abrirme las puertas para cumplir este sueño y formarme como profesional.   |
| <b>Facultad de Ingeniería</b>                             | Por brindarme el conocimiento a través de sus catedráticos en mi camino como estudiante.                                       |
| <b>Ingeniero Mario Jiménez</b>                            | Por ayudarme a ser una mejor persona, buen profesional y compartir su tiempo conmigo en mi carrera como estudiante.            |
| <b>Mi asesora</b>   | Inga. Yoselin Niyam Mackenzie Gómez, por brindarme su tiempo y conocimiento para la realización de este trabajo de graduación. |
| <b>Inga. Deidy Valladares</b>                             | Por darme la oportunidad de realizar mi trabajo de graduación en la empresa.   |
| <b>Personal de la empresa de Alimentos Montesol, S.A.</b> | Por brindarme de su conocimiento y apoyo para la realización de este trabajo de graduación.                                    |
| <b>Mis amigos en general</b>                              | Por su amistad y apoyo a lo largo de estos años.   |

## ÍNDICE GENERAL

|  |       |
|--|-------|
| INDICE DE ILUSTRACIONES.....                       | IX    |
| LISTA DE SÍMBOLOS .....                            | XV    |
| GLOSARIO .....                                     | XVII  |
| RESUMEN.....                                       | XXI   |
| OBJETIVOS.....                                     | XXIII |
| INTRODUCCIÓN .....                                 | XXV   |
| <br>   |       |
| 1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA .....               | 1     |
| 1.1. Antecedentes de la empresa .....              | 1     |
| 1.2. Descripción de la empresa .....               | 3     |
| 1.2.1. Misión .....                                | 4     |
| 1.2.2. Visión.....                                 | 4     |
| 1.2.3. Valores .....                               | 4     |
| 1.3. Ubicación de la empresa .....                 | 5     |
| 1.4. Distribución de la planta de producción ..... | 5     |
| 1.4.1. Bodega de materia prima .....               | 6     |
| 1.4.2. Muelle de carga y descarga.....             | 6     |
| 1.4.3. Área de Lavado .....                        | 7     |
| 1.4.4. Área de Etiquetado .....                    | 9     |
| 1.4.5. Área de Tratamiento Térmico .....           | 10    |
| 1.4.6. Caldera .....                               | 10    |
| 1.4.7. Torre de enfriamiento .....                 | 11    |
| 1.4.8. Bodega de cartón .....                      | 12    |
| 1.4.9. Limpieza .....                              | 12    |
| 1.4.10. Mantenimiento .....                        | 13    |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 1.5.     | Eficiencia de la empresa .....  | 15 |
| 1.5.1.   | Descripción de puestos .....  | 15 |
| 1.5.2.   | Descripción del sistema de control de la<br>producción.....           | 17 |
| 1.5.2.1. | Tipo de análisis .....  | 18 |
| 1.5.3.   | Descripción del sistema de aceptación o rechazo<br>del producto.....  | 20 |
| 1.5.4.   | Descripción del sistema de control de entradas y<br>salidas .....     | 20 |
| 2.       | SITUACIÓN ACTUAL .....  | 21 |
| 2.1.     | Descripción del producto.....   | 21 |
| 2.2.     | Descripción de la maquinaria .....                                    | 22 |
| 2.2.1.   | Lavadora de piña.....   | 22 |
| 2.2.2.   | Ginaca.....   | 23 |
| 2.2.3.   | Elevador .....  | 23 |
| 2.2.4.   | Peladora y troqueladora .....   | 24 |
| 2.2.5.   | Bandas transportadoras .....  | 25 |
| 2.2.6.   | Túnel de vapor .....  | 25 |
| 2.2.7.   | Cortadora de palmito.....   | 26 |
| 2.2.8.   | Cerradora .....   | 27 |
| 2.2.9.   | Codificadora .....  | 27 |
| 2.3.     | Diagramas.....  | 28 |
| 2.3.1.   | Árbol de problemas .....  | 28 |
| 2.3.2.   | Diagramas de flujo .....  | 29 |
| 2.3.3.   | Diagrama de recorrido.....  | 35 |
| 2.4.     | Estructura actual y organizacional de la empresa de<br>alimentos..... | 38 |
| 2.4.1.   | Organigrama .....   | 38 |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 2.4.2.   | Gerente general.....                      | 39 |
| 2.4.3.   | Gerencia de producción.....               | 39 |
| 2.4.4.   | Gerencia de ventas.....                   | 39 |
| 2.5.     | Jefes de división .....                   | 40 |
| 2.5.1.   | Jefe de producción .....                  | 40 |
| 2.5.2.   | Jefe de mantenimiento .....               | 40 |
| 2.5.3.   | Jefe de aseguramiento de calidad .....    | 40 |
| 2.6.     | Departamentos de la empresa .....         | 41 |
| 2.6.1.   | Departamento de Calidad.....              | 41 |
| 2.6.1.1. | Puntos críticos de control actuales ..... | 41 |
| 2.6.2.   | Departamento de Producción .....          | 41 |
| 2.6.3.   | Departamento de Recursos Humanos.....     | 42 |
| 2.6.4.   | Departamento de Mantenimiento.....        | 42 |
| 2.7.     | Materia prima.....                        | 42 |
| 2.8.     | Procesos de producción .....              | 43 |
| 2.8.1.   | Pesado .....                              | 44 |
| 2.8.2.   | Lavado.....                               | 44 |
| 2.8.3.   | Preselección .....                        | 45 |
| 2.8.4.   | Troquelado.....                           | 46 |
| 2.8.5.   | Depurado .....                            | 46 |
| 2.8.6.   | Rodajeado .....                           | 47 |
| 2.8.7.   | Selección .....                           | 48 |
| 2.8.8.   | Llenado.....                              | 48 |
| 2.8.9.   | Enfriamiento.....                         | 48 |
| 2.8.10.  | Pelado .....                              | 49 |
| 2.8.11.  | Cortado.....                              | 50 |
| 2.8.12.  | Rotulado de latas.....                    | 51 |
| 2.8.13.  | <i>Exhauster</i> .....                    | 51 |
| 2.8.14.  | Cerrado de latas .....                    | 52 |

|            |  |    |
|------------|--|----|
| 2.8.15.    | Proceso térmico .....  | 53 |
| 2.8.16.    | Etiquetado .....   | 53 |
| 2.9.       | Responsabilidad de la calidad total .....                                  | 54 |
| 2.9.1.     | Planificación .....  | 55 |
| 2.9.2.     | Aseguramiento .....  | 55 |
| 2.9.3.     | Control.....   | 56 |
| 2.9.3.1.   | Pruebas según parámetros<br>especificados por la orden de<br>trabajo ..... | 56 |
| 2.9.3.2.   | Inspección en las líneas de<br>producción.....                             | 57 |
| 3.         | PROPUESTA PARA OPTIMIZAR LOS RECURSOS EN LAS<br>LÍNEAS DE PRODUCCIÓN.....  | 59 |
| 3.1.       | Evaluación y acondicionamiento de la iluminación .....                     | 59 |
| 3.1.1.     | Tipos de iluminación.....  | 59 |
| 3.1.1.1.   | Iluminación natural .....  | 59 |
| 3.1.1.1.1. | Techo de la planta.....  | 61 |
| 3.1.1.1.2. | Medidas de la planta .....   | 62 |
| 3.1.1.1.3. | Número de láminas<br>plásticas .....                                       | 62 |
| 3.1.1.2.   | Iluminación artificial .....   | 66 |
| 3.1.1.2.1. | Techo de la planta.....  | 68 |
| 3.1.1.2.2. | Propuesta para el<br>cambio de luminarias .....                            | 68 |
| 3.1.1.2.3. | Número de luminarias<br>requeridas .....                                   | 69 |
| 3.1.2.     | Niveles de iluminación.....  | 70 |
| 3.1.3.     | Deslumbramientos .....   | 71 |

|          |  |     |
|----------|--|-----|
| 3.1.4.   | Reflejos molestos .....  | 71  |
| 3.1.5.   | Desequilibrios de luminancia .....                                     | 72  |
| 3.1.6.   | Contraste de la tarea .....  | 73  |
| 3.1.7.   | Sombras .....  | 73  |
| 3.1.8.   | Reproducción del color .....   | 74  |
| 3.1.9.   | Mantenimiento .....  | 74  |
| 3.2.     | Evaluación de la producción .....                                      | 75  |
| 3.2.1.   | Análisis de procesos .....   | 79  |
| 3.2.1.1. | Diagrama de operaciones del<br>proceso .....                           | 81  |
| 3.2.1.2. | Diagrama de flujo de procesos .....                                    | 87  |
| 3.2.1.3. | Diagrama de recorrido .....  | 94  |
| 3.2.2.   | Estudio de tiempos .....   | 97  |
| 3.2.2.1. | Tiempo promedio .....  | 98  |
| 3.2.2.2. | Tiempo normal .....  | 101 |
| 3.2.2.3. | Suplementos .....  | 103 |
| 3.2.2.4. | Tolerancias .....  | 104 |
| 3.2.2.5. | Tiempo estándar .....  | 105 |
| 3.2.3.   | Balance de líneas .....  | 108 |
| 3.2.3.1. | Eficiencia de la línea .....   | 109 |
| 3.2.3.2. | Índice de producción .....   | 111 |
| 3.2.3.3. | Determinación del número de<br>operarios por estación de trabajo ..... | 112 |
| 3.2.4.   | Actualización de formatos de control de la<br>producción .....         | 115 |
| 3.2.5.   | Pronósticos de producción .....  | 116 |
| 3.2.5.1. | Demanda ascendente .....   | 118 |
| 3.3.     | Evaluación de mantenimiento .....                                      | 121 |
| 3.3.1.   | Diseño y creación de formatos .....                                    | 123 |

|          |  |     |
|----------|--|-----|
| 3.3.2.   | Programa de mantenimiento preventivo.....                            | 123 |
| 3.4.     | Evaluación de control de calidad.....                                | 124 |
| 3.4.1.   | Implementación de formato de control .....                           | 125 |
| 3.4.2.   | Registro de entradas y salidas dentro y fuera de los parámetros..... | 125 |
| 4.       | DESARROLLO DE LA IMPLEMENTACIÓN .....                                | 127 |
| 4.1.     | Implementación del plan .....  | 127 |
| 4.2.     | Entidades responsables .....   | 127 |
| 4.2.1.   | Gerencia general.....  | 127 |
| 4.2.2.   | Departamento de Producción.....                                      | 128 |
| 4.3.     | Planificación del sistema de optimización .....                      | 128 |
| 4.3.1.   | Introducción del sistema.....  | 130 |
| 4.3.1.1. | Capacitación.....  | 130 |
| 4.3.2.   | Documentación .....  | 130 |
| 4.3.3.   | Revisión de la dirección .....                                       | 131 |
| 4.3.4.   | Indicadores de calidad .....   | 131 |
| 4.3.4.1. | Lotes no conformes .....   | 131 |
| 4.3.4.2. | Número de quejas .....   | 132 |
| 4.4.     | Herramientas propuestas para la mejora continua.....                 | 132 |
| 4.4.1.   | Diagrama Ishikawa.....   | 133 |
| 4.4.2.   | Gráfico de control .....   | 134 |
| 4.5.     | Infraestructura para la implementación del sistema .....             | 135 |
| 4.5.1.   | Edificio.....  | 135 |
| 4.5.2.   | Áreas de trabajo .....   | 136 |
| 4.5.3.   | Maquinaria.....  | 137 |
| 4.6.     | Documentación para el control de los procesos de producción.....     | 138 |
| 4.6.1.   | Muestreo .....   | 139 |



|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 4.6.2. | Aplicación de los gráficos de control.....        | 140 |
| 4.7.   | Propuestas de mantenimiento .....                 | 143 |
| 4.7.1. | Programas de mantenimiento.....                   | 143 |
| 4.7.2. | Programas de inspección .....                     | 144 |
| 4.8.   | Análisis de la propuesta de optimización.....     | 145 |
| 4.8.1. | Sistema actual .....                              | 145 |
| 4.8.2. | Basado en la evaluación.....                      | 151 |
| 4.8.3. | Comparación de resultados actuales y obtenidos    | 156 |
| 4.9.   | Costos de implementación .....                    | 159 |
| 4.9.1. | Valor presente neto (VPN).....                    | 161 |
| 4.9.2. | Costo anual equivalente (CAUE) .....              | 167 |
| 4.9.3. | Relación beneficio/costo(B/C).....                | 168 |
| 4.9.4. | Tasa interna de retorno .....                     | 169 |
| 5.     | SEGUIMIENTO Y MEJORA .....                        | 171 |
| 5.1.   | Auditorías internas.....                          | 172 |
| 5.1.1. | Evaluación de los puntos críticos de control..... | 172 |
| 5.1.2. | Procesos documentados .....                       | 173 |
| 5.1.3. | Estructura organizacional .....                   | 173 |
| 5.1.4. | Auditoría de la infraestructura.....              | 174 |
| 5.1.5. | Inspecciones.....                                 | 176 |
|        | 5.1.5.1. Preventiva.....                          | 176 |
|        | 5.1.5.2. Predictiva.....                          | 177 |
| 5.2.   | Resultados obtenidos .....                        | 177 |
| 5.2.1. | Interpretación.....                               | 177 |
| 5.2.2. | Aplicación .....                                  | 178 |
| 5.2.3. | Beneficios .....                                  | 178 |
| 5.2.4. | Acciones correctivas.....                         | 178 |

|          |   |     |
|----------|---|-----|
| 6.       | IMPACTO AMBIENTAL .....   | 179 |
| 6.1.     | Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.....                        | 179 |
| 6.1.1.   | Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente, decreto 68_86..... | 179 |
| 6.1.1.1. | Uso del agua .....  | 180 |
| 6.1.1.2. | Manejo de desechos .....  | 180 |
| 6.2.     | Acuerdo ministerial no.199-2016, listado taxativo .....                 | 180 |
| 6.3.     | Leyes y reglamentos ambientales municipales .....                       | 181 |
| 6.3.1.   | Residuos sólidos del municipio de Villa Nueva .....                     | 181 |
| 6.3.2.   | Gestión ambiental .....   | 183 |
| 6.3.3.   | Aguas del municipio de Villa Nueva .....                                | 183 |
| 6.4.     | Medidas de mitigación.....  | 184 |
| 6.4.1.   | Emisión de humo.....  | 184 |
| 6.4.2.   | Manejo de desechos de la empresa.....                                   | 185 |
| 6.4.3.   | Optimización del agua.....  | 185 |
|          | CONCLUSIONES.....   | 187 |
|          | RECOMENDACIONES .....   | 189 |
|          | BIBLIOGRAFÍA.....   | 191 |
|          | APÉNDICES.....  | 195 |
|          | ANEXOS.....   | 205 |

## INDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1.  | Ubicación de la empresa.....   | 5  |
| 2.  | Lavado de piña.....  | 8  |
| 3.  | Lavado de palmito.....   | 8  |
| 4.  | Etiquetado.....  | 9  |
| 5.  | Tratamiento térmico.....   | 10 |
| 6.  | Caldera.....   | 11 |
| 7.  | Torre de enfriamiento.....   | 11 |
| 8.  | Bodega de cartón.....  | 12 |
| 9.  | Limpieza de instalaciones.....   | 13 |
| 10. | Croquis de la empresa.....   | 14 |
| 11. | Lavadora de piña.....  | 22 |
| 12. | Ginaca.....  | 23 |
| 13. | Elevador.....  | 24 |
| 14. | Troqueladora.....  | 24 |
| 15. | Bandas transportadoras.....  | 25 |
| 16. | <i>Exhauster</i> .....   | 26 |
| 17. | Cortadora de palmito.....  | 26 |
| 18. | Cerradora.....   | 27 |
| 19. | Codificadora.....  | 28 |
| 20. | Árbol de problemas.....  | 29 |
| 21. | Diagrama de flujo de operaciones del proceso de piña en almíbar.....     | 30 |
| 22. | Diagrama de flujo de operaciones del proceso de palmito en salmuera..... | 33 |

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 23. | Diagrama de recorrido del proceso de piña en almíbar .....                    | 36 |
| 24. | Diagrama de recorrido del proceso de palmito en salmuera.....                 | 37 |
| 25. | Organigrama de la empresa .....   | 38 |
| 26. | Báscula .....   | 44 |
| 27. | Lavado de piña .....  | 45 |
| 28. | Troquelado.....   | 46 |
| 29. | Depurado .....  | 47 |
| 30. | Rodajeado .....   | 47 |
| 31. | Llenado .....   | 48 |
| 32. | Pelado de piña .....  | 49 |
| 33. | Pelado de palmito .....   | 50 |
| 34. | Cortado .....   | 50 |
| 35. | Rotulado .....  | 51 |
| 36. | <i>Exhauster</i> .....  | 52 |
| 37. | Cerrado de latas .....  | 52 |
| 38. | Proceso térmico autoclave.....  | 53 |
| 39. | Etiqueta de palmito en conserva.....  | 54 |
| 40. | Iluminación natural.....  | 60 |
| 41. | Medidas de la planta de producción .....                                      | 62 |
| 42. | Lado del techo de dos aguas.....  | 63 |
| 43. | Medidas del techo industrial .....  | 64 |
| 44. | Deslumbramiento.....  | 71 |
| 45. | Reflejos molestos.....  | 72 |
| 46. | Sombras .....   | 73 |
| 47. | Diagrama propuesto de operaciones del proceso de piña en<br>almíbar .....     | 82 |
| 48. | Diagrama propuesto de operaciones del proceso de palmito en<br>salmuera ..... | 85 |

|     |   |     |
|-----|---|-----|
| 49. | Diagrama propuesto de flujo de operaciones del proceso de producción de piña .....  | 88  |
| 50. | Diagrama propuesto de flujo de operaciones del proceso de palmito en salmuera ..... | 91  |
| 51. | Diagrama propuesto de recorrido del proceso de producción de piña .....             | 95  |
| 52. | Diagrama propuesto de recorrido del proceso de producción de palmito.....           | 96  |
| 53. | Suplementos .....   | 104 |
| 54. | Ventas reales: línea de palmito .....   | 117 |
| 55. | Ventas reales: línea de piña.....   | 119 |
| 56. | Diagrama de Ishikawa.....   | 133 |
| 57. | Posibles causas en los procesos productivos .....                                   | 135 |
| 58. | Gráfico de control: línea de producción de piña .....                               | 141 |
| 59. | Gráfico de control: línea de producción de palmito .....                            | 142 |
| 60. | Flujo de efectivo: piña en almíbar .....  | 165 |
| 61. | Flujo de efectivo: palmito en salmuera .....  | 166 |

## **TABLAS**

|      |   |    |
|------|---|----|
| I.   | Luz artificial .....  | 67 |
| II.  | Costos de lámparas led.....   | 69 |
| III. | Niveles básicos de iluminación .....                                      | 70 |
| IV.  | Índice de reproducción cromática de las lámparas .....                    | 74 |
| V.   | Mediciones para la línea de producción de piña .....                      | 78 |
| VI.  | Mediciones para la línea de producción de palmito .....                   | 78 |
| VII. | Tiempo promedio para las operaciones de la línea de piña en almíbar ..... | 99 |

|         |  |     |
|---------|--|-----|
| VIII.   | Tiempo promedio para las operaciones de la línea de palmito en salmuera .....          | 100 |
| IX.     | Tiempo normal para las operaciones de la línea de piña en almíbar .....                | 102 |
| X.      | Tiempo normal para las operaciones de la línea de palmito en salmuera .....            | 102 |
| XI.     | Listado de tolerancias .....   | 105 |
| XII.    | Tiempos estándar de las operaciones de la línea de piña en almíbar .....               | 106 |
| XIII.   | Tiempos estándar de las operaciones de la línea de palmito en salmuera .....           | 107 |
| XIV.    | Número de operarios para la línea de piña en almíbar .....                             | 113 |
| XV.     | Número de operarios para la línea de palmito en salmuera .....                         | 114 |
| XVI.    | Registros de producción actuales .....   | 116 |
| XVII.   | Proyección de ventas: línea de palmito .....   | 118 |
| XVIII.  | Ecuación lineal.....   | 120 |
| XIX.    | Proyección de ventas: línea de piña .....  | 121 |
| XX.     | Formatos propuestos de mantenimiento.....  | 123 |
| XXI.    | Programas de mantenimiento necesarios para una planta de producción de alimentos ..... | 124 |
| XXII.   | Cronograma para la planificación de la implementación.....                             | 129 |
| XXIII.  | Posibles causas de los procesos productivos.....                                       | 134 |
| XXIV.   | Maquinaria de producción.....  | 137 |
| XXV.    | Reporte trimestral de la línea de producción de piña.....                              | 140 |
| XXVI.   | Reporte trimestral de la línea de producción de palmito .....                          | 142 |
| XXVII.  | Desarrollo de las operaciones de la línea de piña en almíbar .....                     | 147 |
| XXVIII. | Desarrollo de las operaciones de la línea de palmito en salmuera .....                 | 148 |
| XXIX.   | Costos del sistema actual de la línea de producción de piña .....                      | 149 |
| XXX.    | Costos del sistema actual de la línea de producción de palmito.....                    | 150 |

|          |   |     |
|----------|---|-----|
| XXXI.    | Resumen de la cantidad de láminas .....   | 151 |
| XXXII.   | Iluminación por lámparas led .....  | 152 |
| XXXIII.  | Desarrollo de las operaciones de la línea de piña en almíbar<br>basado en la evaluación.....      | 152 |
| XXXIV.   | Desarrollo de las operaciones de la línea de palmito en salmuera<br>basado en la evaluación.....  | 153 |
| XXXV.    | Costos basados en la evaluación de la línea de producción de<br>piña .....                        | 155 |
| XXXVI.   | Costos basados en la evaluación de la línea de producción de<br>palmito.....                      | 155 |
| XXXVII.  | Comparativo de consumo eléctrico .....  | 156 |
| XXXVIII. | Indicador de eficiencia de la línea de producción de piña .....                                   | 157 |
| XXXIX.   | Indicador de eficiencia de la línea de producción de palmito .....                                | 157 |
| XL.      | Comparativo del número de operarios de la línea de piña en<br>almíbar .....                       | 158 |
| XLI.     | Comparativo del número de operarios de la línea de palmito en<br>salmuera .....                   | 158 |
| XLII.    | Resumen del sistema actual y propuesto.....   | 159 |
| XLIII.   | Costos de piña en almíbar para presentación de 29 onz .....                                       | 160 |
| XLIV.    | Costos de palmito en salmuera para presentaciones de 15 onz y<br>29 onz .....                     | 161 |
| XLV.     | Tasa de interés pasiva .....  | 163 |
| XLVI.    | Tasa de inflación .....   | 164 |
| XLVII.   | Ingresos y costos anuales en la línea de piña en almíbar para<br>presentación de 29 onz R70 ..... | 165 |
| XLVIII.  | Ingresos y costos anuales en la línea de palmito en salmuera<br>para presentación de 15 onz.....  | 166 |
| XLIX.    | Tasa por servicio .....   | 182 |





## LISTA DE SÍMBOLOS

| <b>Símbolo</b> | <b>Significado</b>  |
|----------------|---|
| <b>°C</b>      | Grados Celsius  |
| <b>hr</b>      | Hora  |
| <b>kWh</b>     | Kilo watt hora  |
| <b>kW</b>      | Kilowatt  |
| <b>lb</b>      | Libra   |
| <b>PSI</b>     | Libras de presión por pulgada cuadrada (unidad de presión). |
| <b>LC</b>      | Límite central de control                                   |
| <b>LCI</b>     | Límite de control inferior                                  |
| <b>LCS</b>     | Límite de control superior                                  |
| <b>m</b>       | Metro   |
| <b>min</b>     | Minutos   |
| <b>Q</b>       | Moneda nacional (quetzal)                                   |
| <b>Oz</b>      | Onza  |
| <b>%</b>       | Porcentaje  |
| <b>q</b>       | Quintal   |
| <b>seg</b>     | Segundos  |
| <b>u</b>       | Unidad  |



## **GLOSARIO**

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>APPCC</b>             | Análisis de peligros y puntos críticos de control.  |
| <b>Auditoría</b>         | Proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar el alcance al que se cumplan los procedimientos o requisitos contra los que se compara la evidencia basada en datos medidos o asumidos. |
| <b>Balance de líneas</b> | Es una herramienta para la planificación y el control de la producción ya que permite la ejecución de los procesos de una línea de producción de forma equilibrada.   |
| <b>Calidad</b>           | Conjunto de méritos o deméritos del producto comparado contra las especificaciones físicas, químicas, biológicas o sus combinaciones que satisfacen las necesidades del uso a que está destinado el producto.   |
| <b>Cefalalgia</b>        | Sensación dolorosa en cualquier parte de la cabeza, que va desde un dolor agudo a un dolor leve y puede ocurrir con otros síntomas.   |

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>Claraboya</b>         | Ventana abierta en el techo o en la parte alta de las paredes, por donde entra la luz.   |
| <b>Corrosión</b>         | Ataque químico y electroquímico gradual sobre un metal producido por la atmósfera, la humedad y otros agentes.   |
| <b>Cuello de botella</b> | Se refiere a diferentes actividades que disminuyen la velocidad de procesos, incrementan los tiempos de espera y reducen la productividad teniendo como consecuencia el aumento de costos. |
| <b>DAV</b>               | Desviación aparente visual.  |
| <b>Efectividad</b>       | Es la capacidad de lograr un efecto deseado, esperado o anhelado.  |
| <b>Eficiencia</b>        | Es la capacidad de lograr el efecto en cuestión con el mínimo de recursos posibles viables.  |
| <b>Estrategia</b>        | Modo o sistema de dirigir un asunto para lograr un fin.  |
| <b>Fatiga</b>            | Efecto del trabajo sobre la mente y el cuerpo de un individuo y gracias a ello tiende a rebajar la calidad de su producción.   |
| <b>Galvanizado</b>       | Revestimiento del acero con zinc para así evitar la corrosión.   |

|                        |  |
|------------------------|--|
| <b>Incidente</b>       | El incidente laboral es un acontecimiento repentino que tiene lugar en el lugar de trabajo y, al representar un peligro potencial, puede derivar en un accidente laboral.  |
| <b>Industria</b>       | Actividad económica que se desarrolla para obtener, transformar uno o varios productos.  |
| <b>Mano de obra</b>    | El costo total que representa el montante de trabajadores que tenga la empresa incluyendo los salarios y todo tipo de impuestos que van ligados a cada trabajador.   |
| <b>Manufactura</b>     | Describe la transformación de materias primas en productos terminados para su venta.   |
| <b>MARN</b>            | Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.   |
| <b>Materia prima</b>   | Materia extraída de la naturaleza y que es transformada para elaborar materiales que más tarde se convertirán en bienes de consumo.  |
| <b>Mejora continua</b> | Es un enfoque para la mejora de procesos operativos que se basa en la necesidad de revisar continuamente las operaciones de los problemas, la reducción de costos de oportunidad, la racionalización, y otros factores que en conjunto permiten la optimización. |

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Optimización</b>  | En términos generales, se refiere a la capacidad de hacer o resolver alguna cosa de la manera más eficiente posible y, en el mejor de los casos, utilizando la menor cantidad de recursos. |
| <b>Potencia</b>      | Cantidad de trabajo realizada en una unidad de tiempo. La potencia de un motor se mide en kilovatios (kW) en el sistema internacional.   |
| <b>Productividad</b> | Es el cociente que se obtiene de dividir la producción por uno de los factores de producción.  |
| <b>PVC</b>           | Policloruro de vinilo.   |
| <b>Watt</b>          | Es la energía consumida por un elemento y se obtiene de multiplicar el voltaje por corriente.  |

## RESUMEN

La planta de alimentos se dedica a la producción, venta y distribución de diversos productos enlatados siendo los productos de piña y palmito los de mayor aceptación. La propuesta de optimización de recursos se realiza para ambas líneas de producción.

Se realiza un diagnóstico de la situación actual de la empresa con el fin de determinar las causas que reflejan las dificultades en el manejo de recursos en las distintas áreas de producción tales como la iluminación, maquinaria y tiempos de los procesos productivos.

Para realizar la optimización de recursos en ambas líneas de producción fue necesario analizar cada una de las causas y evaluar distintas áreas de ambas líneas. Se señalan las condiciones actuales de la iluminación y las mejoras que se pueden obtener tanto de la iluminación natural como artificial.

Se realiza un estudio de los diferentes procesos de producción para determinar los factores que afectan a las líneas de producción, estandarizar el procedimiento de cada operación a través de los diagramas de operaciones, flujo y recorrido para luego realizar un estudio de tiempos que permite encontrar el tiempo estándar de las operaciones y determinar un equilibrio en cuanto a las operaciones y el número de operarios.

Se determina la eficiencia de ambas líneas de producción con base a las disposiciones propuestas y la velocidad a la que debe de trabajar cada línea de producción.

Para llevar el control de los cambios propuestos se realizan modificaciones y se crean formatos tanto para el área de Producción, mantenimiento y control de calidad. Se realiza una proyección de ventas con base a la situación actual por medio de pronósticos de producción.

A través de la evaluación se puede determinar que existen deficiencias en el departamento de Mantenimiento, para lo cual se crean programas de mantenimiento preventivos para evitar los paros en la producción.

Después de realizar el diagnóstico de la situación actual y proponer las mejoras, ahora se realizan los procedimientos para alcanzar una mejor eficiencia en todas las áreas y para la calidad del mismo, basado en la comparación del sistema actual y basado en la evaluación.

Se evalúan los costos de la implementación para demostrar la viabilidad de la inversión a través de herramientas económicas y los lineamientos que se deben seguir para la mejora.

Posteriormente se realiza una evaluación del impacto ambiental que genera la empresa y determinar así las medidas que deben aplicarse.



# OBJETIVOS

## General

Optimizar los recursos en las líneas de producción de piña y palmito en una industria alimenticia.

## Específicos

1. Describir la situación actual del departamento de Producción en la elaboración de los productos.
2. Determinar las causas que provocan pérdidas en el departamento de Producción.
3. Mejorar las operaciones en los diferentes procesos a través de la reducción de pérdidas.
4. Identificar los puntos críticos en los diferentes procesos y analizar cada uno de ellos en cada fase de entrada y salida de su fabricación.
5. Disminuir el uso de energía eléctrica a través de mediciones en las líneas de producción.
6. Determinar los factores que inciden en el tiempo del proceso de producción.

7. Evaluar económicamente la propuesta de optimización dentro de la empresa comparando con los costos actuales.
8. Minimizar los costos de consumo de energía eléctrica a través del estudio de iluminación.

## INTRODUCCIÓN

A través de las inspecciones realizadas en la planta de producción de alimentos se han detectado causas que generan pérdidas y que inciden en el tiempo del proceso de las líneas de producción.

Es por eso la idea de desarrollar procedimientos que permitan realizar mejoras, buscando como fin principal aumentar la producción puesto que toda empresa busca ser económicamente rentable y que el valor de sus productos sea suficiente para cubrir los egresos que se producen en el desarrollo de sus actividades.

La optimización como herramienta lleva a obtener mejores resultados no solo en el área económica sino en el mejor aprovechamiento de los recursos. Durante las inspecciones realizadas a los procesos, existe la necesidad de utilizar un análisis de iluminación, estudio de tiempos, balance de líneas y un análisis de procesos para cada una de las líneas de producción para reducir costos y mejorar la eficiencia de los procesos. La optimización se debe ver reflejada en los recursos de una planta de producción.

Para obtener una respuesta y mejores resultados en cuanto al aprovechamiento de los recursos en la planta de producción de alimentos, es necesario realizar una mejora en las operaciones para evitar todo tipo de pérdidas económicas.

Es importante la corrección de las deficiencias encontradas a través de las evaluaciones de herramientas mencionadas en el presente trabajo de graduación.

Se realiza un análisis del impacto que se produce en el medio ambiente debido a las emanaciones de la planta industrial y se recomiendan medidas apropiadas de mitigación.

# **1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

## **1.1. Antecedentes de la empresa**

Nombre, razón o denominación social Alimentos Montesol S.A.

Alimentos Montesol, S.A., inició sus operaciones en 1996 distribuyendo productos importados, iniciando también con el montaje de su planta de producción en dónde inicio el proceso de envasado de palmito en el año 2000 contando con 7 empleados aproximadamente en el área Administrativa y 65 en el área de Producción. Su objetivo principal fue exportar su producto logrando sus primeras exportaciones a México y Portugal.

Los productos más importantes con los que se dio a conocer la planta de producción de alimentos fueron: los melocotones, pasta de tomate, espárragos verdes y blancos, yuca, sardinas, mango en almíbar, tamales colorados, verdes de chipilín y de frijol, pasta de tomate, nance en almíbar, frijol negro y colorado, coctel de frutas y champiñones.

Actualmente Alimentos Montesol, S.A. está formada por el área Administrativa, Aseguramiento de la calidad, Producción, Mantenimiento y Despacho.

La estrategia de *marketing* de la empresa en el 2002 encontró mercados que demandaban productos de piña en almíbar, esta estrategia se enfoca en aprovechar la oportunidad de exportar piña en almíbar bajo otras marcas comerciales provenientes de México, se gestionaron los recursos para la implementación de la respectiva línea de envasado, logrando hasta la fecha la exportación del 80 % de la producción de piña y palmito.

Con el objetivo de aumentar la producción la empresa pensó en productos nuevos, piña en almíbar, palmito enlatado en salmuera, higo en almíbar, salchichas en salmuera, tamales en salmuera y pasta de tomate en el año 2004. Estos productos cumplen con los estándares de calidad requeridos por el mercado, la mayoría de estos productos en la empresa son para exportación.

Al inicio los procesos en la planta de producción de alimentos se realizaban de forma manual para las líneas de producción de piña y palmito, el pelado y corte de piña, así también, se realizaba de forma manual la operación de cocimiento y corte de palmito, luego vino la optimización de varias operaciones que ha permitido incrementar los índices de rendimiento en las líneas de producción y exportación de sus productos.

La implementación y documentación de principios HACCP inician en el año 2008 en los procesos de producción, esto para cumplir con los estándares internacionales de las exportaciones de la industria alimenticia, lo cual lleva a la empresa a posicionarse por el cumplimiento de los estándares más altos en la calidad de dicho ramo productivo.

## **1.2. Descripción de la empresa**

Alimentos Montesol es una empresa que forma parte del grupo LAYTA. Esta es una empresa dedicada a la transformación de productos alimenticios envasados, en hojalata y vidrio, se llevan a cabo procesos de producción y métodos de conservación de productos agrícolas y pecuarios. Las operaciones de producción se realizan en condiciones controladas para garantizar la inocuidad de sus productos.

La planta de producción de alimentos cuenta con 55 empleados en diferentes áreas, y es fuente de empleo para los habitantes más cercanos de Bárcena, Villa Nueva.

El nivel de producción neto es de 50 000 a 100 000 kg. Al mes. Se trabaja en un solo turno.

Algunos de los productos elaborados en la empresa de Alimentos Montesol son:

- Piña en rodajas
- Trozos y pulpa de piña
- Corazón de palmito
- Piña en almíbar
- Palmito en almíbar
- Higo en almíbar
- Salchicha en agua
- Salchicha ranchera

Se envasan en hojalatas selladas herméticamente y procesadas térmicamente en presentaciones de 5,5 oz, 15 oz, 29 oz, 3 100 g.

### **1.2.1. Misión**

Fabricar alimentos procesados inocuos de alta calidad, cumpliendo con normas internacionales en un ambiente que garantiza la inocuidad, calidad, excelencia, productividad y desarrollo humano y de la comunidad, conservando el medio ambiente. Satisfacer las expectativas del consumidor en el mercado global, a precios competitivos, alcanzando la rentabilidad esperada que fomente el desarrollo continuo de la empresa.<sup>1</sup>

### **1.2.2. Visión**

“Ser una de las opciones preferidas en nuestras categorías de alimentos; siendo competitivos, satisfaciendo a nuestros clientes y consumidores, recurso humano, accionistas y directores”<sup>2</sup>.

### **1.2.3. Valores**

- “Ética
- Respeto
- Diligencia y agilidad
- Compromiso y pasión por lo que hacemos
- Innovación”<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Montesol, S.A. *Misión y visión*. <https://www.facebook.com/montesolgt/>. Consulta: 23 de noviembre de 2020.

<sup>2</sup> *Ibíd.*

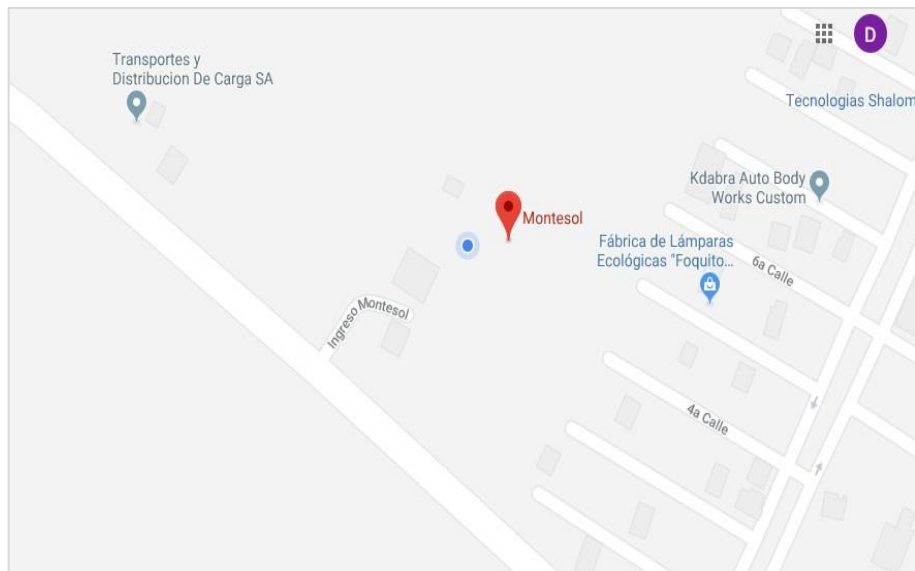
<sup>3</sup> *Ibíd.*



### 1.3. Ubicación de la empresa

La empresa tiene dos ubicaciones: su planta de producción que está ubicada en el km.1,3 carretera a Bárcena Villa Nueva Zona 3 y sus oficinas administrativas en la zona 12 de la ciudad de Guatemala.

Figura 1. Ubicación de la empresa



Fuente: elaboración propia, empleando Google Maps.

### 1.4. Distribución de la planta de producción

La planta de producción de alimentos está conformada por 10 áreas que son fundamentales para que la empresa opere de manera correcta, estas áreas se describen a continuación.

#### **1.4.1. Bodega de materia prima**

La bodega de materia prima es una subdivisión de la bodega principal cómo parte fundamental que tiene que ver con el departamento de Producción. Es el espacio donde se almacena temporalmente la materia prima, material de empaque, materiales varios, que se utilizan para el proceso de producción al que se dedica la planta de producción de alimentos, y se debe abastecer continuamente de materia prima de calidad, para que los procesos productivos se puedan realizar de manera correcta.

La bodega de materia prima se divide en:

- Cuarto de ingredientes
- Materiales

#### **1.4.2. Muelle de carga y descarga**

El muelle de carga y descarga es un equipamiento de la planta de producción diseñado para facilitar el trasiego de materiales entre la nave industrial y los vehículos de transporte de productos y mercaderías. Se recibe la materia prima de los proveedores que es almacenada en cajones o canastas para luego ser trasladada a la siguiente operación. Dentro de la materia prima se encuentra:

- Piña

Se almacenan dentro de canastas plásticas. Se han almacenado piñas por no más de 2 días.

- Palmito

Son apilados sobre tarimas. Se han almacenado por no más de un día.

### **1.4.3. Área de Lavado**

En esta área se desinfecta la materia prima a través de una máquina. Se inicia antes de comenzar el proceso de producción.

- Lavado de piña

El proceso de lavado se realiza en un tanque de 10,9 mt<sup>3</sup>, este es llenado a la mitad del total de su capacidad. El agua utilizada en el proceso es abastecida de la bomba que distribuye agua sin clorar por tal razón se añade cloro líquido para su desinfección. Los recursos para realizar el lavado de piña son: energía eléctrica, agua, cloro y aire comprimido.

Para este proceso se realiza un segundo llenado, solo si el agua se encuentra muy sucia, porque no se puede recibir materia prima con exceso de suciedad debido al control estricto de calidad. Esta misma se puede reutilizar en otras áreas para labores de limpieza.

Figura 2. **Lavado de piña**



Fuente: Área de Lavado, Alimentos Montesol, S.A.

- Lavado de palmito

El área donde se realiza el lavado de palmito también es utilizable para otras operaciones, por ejemplo: corte, selección y llenado de lata.

Figura 3. **Lavado de palmito**



Fuente: Área de Lavado, Alimentos Montesol, S.A.

#### 1.4.4. Área de Etiquetado

El área de Etiquetado es una parte primordial del producto, porque permite distinguir o diferenciar el producto antes de salir al mercado. Tiene como función cumplir con la normativa legal, incentivar el interés del comprador, comunicar al consumidor o usuario, información que puede ser de su interés respecto del producto, comunicar los cuidados y forma de manejo referente al producto. Las etiquetas son útiles para:

- Cumplir con la normatividad oficial vigente al respecto
- Incentivar el interés del posible comprador
- Distinguir o diferenciar el producto
- Comunicar al consumidor o usuario información que puede ser de su interés respecto al producto.
- Comunicar los cuidados y forma de manejo referente al producto, a quien lo transporte, almacene o maneje.

Figura 4. **Etiquetado**



Fuente: elaboración propia.

#### **1.4.5. Área de Tratamiento Térmico**

En esta área se lleva el tratamiento térmico que consiste en un proceso de esterilización del producto y se monitorea con veinticuatro presiones y temperaturas ya establecidas para obtener un producto de alta calidad.

Figura 5. **Tratamiento térmico**



Fuente: elaboración propia.

#### **1.4.6. Caldera**

Las calderas son máquinas que generan el vapor necesario para realizar varios de los procesos productivos. En la planta de producción se encuentra instalada una caldera, y es utilizada para calentar el agua o generar el vapor a una presión mayor a la atmosférica. La caldera de la planta de producción se compone de un comportamiento a base de combustible sólido (leña), con la opción a combustible.

Figura 6. **Caldera**



Fuente: Área de Caldera, Alimentos Montesol, S.A.

#### **1.4.7. Torre de enfriamiento**

Las torres de enfriamiento se utilizan en la planta de producción para enfriar grandes volúmenes de agua a través de los métodos de conducción y evaporación. Este proceso es económico comparado con otros equipos de enfriamiento.

Figura 7. **Torre de enfriamiento**



Fuente: Revista Cero Grados. *Torre de enfriamiento*. <https://0grados.com.mx/torres-de-enfriamiento/>. Consulta: 23 de noviembre de 2020.

#### **1.4.8. Bodega de cartón**

Proporciona un lugar de almacenamiento para el material de empaque. La bodega de empaque tiende a convertirse en un focal para la planta de producción. El cartón se utiliza para el empaque de la diversidad de productos elaborados por la industria de alimentos.

Figura 8. **Bodega de cartón**



Fuente: Cartones Bogota.com. *Bodega de cartón*. <https://www.cartonesbogota.com/>.

Consulta: 23 de noviembre de 2020.

#### **1.4.9. Limpieza**

Dentro de las instalaciones de la empresa se cuenta con un equipo especial, el cual se encarga de la limpieza, desinfección y esterilización tanto de la red de distribución, de las tuberías y equipo que se emplea para realizar los diversos procesos de producción.



Figura 9. **Limpieza de instalaciones**



Fuente: personal de limpieza, Alimentos Montesol, S.A.

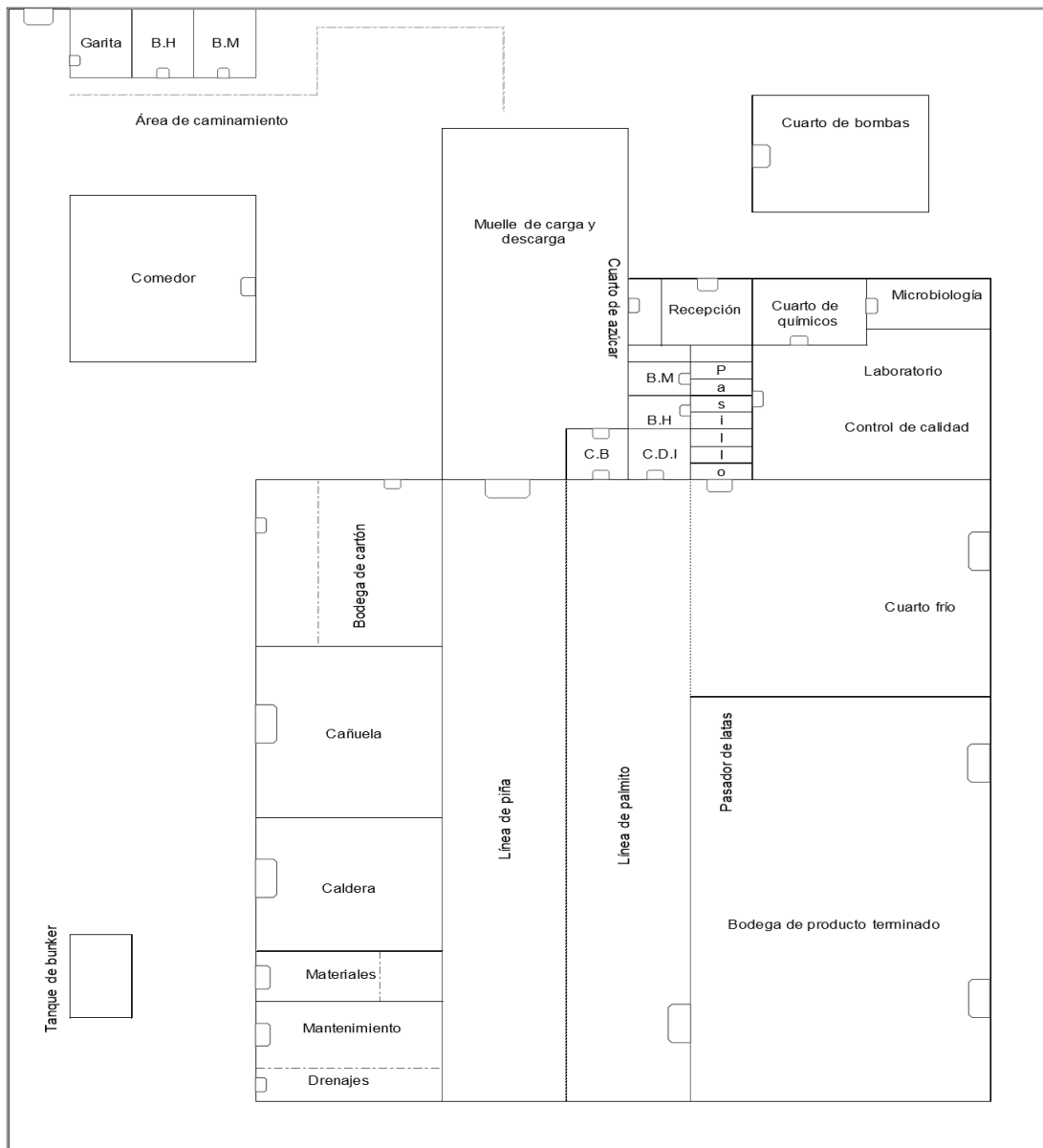
#### **1.4.10. Mantenimiento**

Tiene como función primordial mantener a disposición y en óptimas condiciones todos los equipos y maquinarias que sean requeridos para el buen rendimiento productivo de la planta de producción. Cumple con las inspecciones de la maquinaria e infraestructura y planifica los trabajos pertinentes. Debe cumplir con los procedimientos del sistema de inocuidad en todas las intervenciones que realice dentro de la planta de producción o zonas sensibles fuera de ella. Es importante darle mantenimiento a la maquinaria y equipo para optimizar los recursos de energía, retrasos, gastos innecesarios para que se puedan ejecutar correctamente los procesos y reducir la probabilidad de fallas que afecten el proceso de producción; cuenta también con un área para el equipo y materiales de mantenimiento. La instalación física del taller de mantenimiento se ubica en la parte externa del edificio de la planta industrial.

La empresa cuenta con otros departamentos que al final representan bienes y servicios para la misma y todos tienen que ver con el proceso o con las

actividades de producción, estas áreas se representan el croquis de la planta, ver figura:

Figura 10. Croquis de la empresa



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

## **1.5. Eficiencia de la empresa**

Sí se tiene un rendimiento óptimo en la planta de producción, se obtiene la mejor eficiencia. En el caso de la maquinaria, sí se brinda un correcto mantenimiento se prolonga la vida de la maquinaria, y una adecuada estrategia de gestión de activos que minimicen los períodos de inactividad de la planta. Se detalla a continuación la eficiencia actual de la planta de producción.

### **1.5.1. Descripción de puestos**

Cada uno de los departamentos y los puestos que representan en la Empresa deben cumplir determinados objetivos trazados por la organización, para lograr la eficiencia en todos los procesos.

- Director general

Es parte fundamental en la toma de decisiones en todos los aspectos de la empresa, impulsa las estrategias gerenciales, planifica actividades para alcanzar objetivos y llevar a cabo la misión para lograr la visión, controla la forma de operar de la empresa a través de planes estratégicos que permitan optimizar el funcionamiento de la organización a la que sirve, estableciendo alianzas y relaciones con otras empresas para así obtener más beneficios, toma decisiones en temas de proyectos, vela porque la empresa se dirija por un buen rumbo, de manera que sea rentable.

- Encargado de producción

Realiza las actividades que están planificadas. Es responsable de dirigir, organizar y controlar el recurso humano del área de Producción, aprovechar al

máximo la materia prima para que los procesos se lleven a cabo de manera eficiente. Tiene a su cargo a los operadores que están directamente en el proceso productivo.

La planta de producción cuenta con un supervisor para las dos líneas de producción, piña y palmito para velar por el cumplimiento del programa de producción y velar por las actividades de mecánica para mantener el buen funcionamiento de los equipos y maquinaria.

- Asistente administrativo

Organiza, dirige y controla a los operarios de la bodega; realiza despachos, compras, recepción y contabilidad. Tiene a su cargo la recepción de documentos y entrega de reportes de ventas semanales, reportes de visitas de los proveedores y clientes, el control de algunas de las entradas y salidas de accesorios de bodega, cuarto de azúcar, cuarto de ingredientes, recepción, bodega de cartón y en ocasiones se le asigna el control del producto que es enviado a la distribuidora.

- Encargado de caldera

Realiza las actividades del área Caldera, controla el funcionamiento y mantenimiento de la caldera y equipos auxiliares.

- Operador de producción

El operador de producción debe tener un control en todas las actividades que realiza dentro de la producción, opera los equipos, herramientas y máquinas determinadas para cada proceso para lograr la fabricación de un

producto; tomando en cuenta los estándares de calidad trazados por el departamento.

- Operador de bodega

Lleva el control de las entradas y salidas de materias primas y materiales necesarios para la producción y otros departamentos a través de un inventario, también tiene la responsabilidad del almacenamiento de cada uno de los insumos.

- Mecánico

Ejecuta las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y maquinaria industrial, también es el encargado de ejecutar las mejoras continuas en los procesos.

### **1.5.2. Descripción del sistema de control de la producción**

El control inicia desde gerencia debido a que ellos dan la autorización de los registros, planes y normas de producción y así realizar las actividades operativas de los trabajos a realizar, para que se puedan cumplir los objetivos trazados, en el tiempo y la cantidad producida; así como modificar las ideas establecidas, respondiendo a situaciones cambiantes.

El ingeniero de la planta es el encargado de que todas las ideas establecidas por gerencia se ejecuten y así se puedan obtener mejores resultados optimizando recursos, tiempo, materiales, materias primas y mano de obra. Otro punto que el ingeniero de planta tiene entre sus atribuciones es el control del mantenimiento de la maquinaria y equipo dentro del área de

Producción, también lleva el control de la ventilación, agua, energía eléctrica, vapor de agua ,aire comprimido y el mantenimiento de la infraestructura, paredes, techos, piso y tuberías, teniendo inspecciones rutinarias y un plan de mantenimiento preventivo que reduzca la posibilidad de poner en riesgo tanto la inocuidad como la calidad de los productos finales.

### **1.5.2.1. Tipo de análisis**

La industria de alimentos cuenta con una línea de producción para cada uno de sus principales productos enlatados de piña y palmito en almíbar y salmuera.

Los productos se realizan a través de procesos de manufactura, con ayuda de equipos y máquinas para la producción de la materia prima y de los enlatados.

Cada línea de producción está diseñada para producir un solo producto. Los equipos y las máquinas están distribuidas de forma específica, para que la producción de las materias primas se realice de forma lineal y continua. Cuentan con el espacio adecuado para ejecutar de forma continua, ordenada y libre de contaminación. Debido a que los equipos tienen contacto con el alimento, están elaborados de acero inoxidable o plástico de grado sanitario para su fácil limpieza y no contaminar el alimento.

- Línea de producción de piña en almíbar

La maquinaria, equipos y materias primas que se necesitan para este proceso son de alta calidad, el pelado, corte en forma de rodaja y llenado de almíbar y el proceso térmico que lleva cada uno de ellos, cada una de estas

actividades son controladas por una persona, aunque también existen operaciones que se realizan en forma manual como la selección de la fruta y materias primas, llenado de envases, depurado, troceado y pesado.

- Línea de producción de palmito en salmuera

El palmito sin cáscara y cortes simétricos es sometido a precocción y llenado en envases de hojalata con salmuera acidificada, luego del sellado y por último al proceso térmico en autoclaves. Estas líneas de producción tienen máquinas y equipos donde se llevan a cabo operaciones que contribuyen a la transformación de la materia prima a producto final.

La maquinaria, equipos y materias primas que se necesitan para este proceso son de alta calidad, la precocción, corte, llenado de medio de gobierno en salmuera, cerrado y *exhausting* son operaciones que son controladas por una persona, aunque también existen operaciones que se realizan en forma manual como las actividades de pelado, preselección, selección, llenado de envases y pesado. Existe una línea encargada de la clasificación y limpieza de envase, inspecciona y lleva las latas a la línea de producción.

Para ambos productos, el proceso inicia en el muelle de carga y descarga, donde se inspecciona y clasifican las materias primas, luego pasa al proceso de lavado, y cumpliendo con los requerimientos de calidad ingresa a la planta de producción en dónde continua con el proceso de pelado, el palmito debe ser precocido para evitar su contaminación, el siguiente paso son los cortes para las diferentes presentaciones. Luego de pasar por el proceso de corete es envasado en latas y luego se envía a un proceso térmico, luego se coloca la tapa a la lata y pasa por el proceso de sellado, posteriormente estas latas son ingresadas a una autoclave para producir la esterilización comercial.

### **1.5.3. Descripción del sistema de aceptación o rechazo del producto**

La revisión de todos los procesos es importante porque aseguran una buena calidad del producto y su aceptación. Dentro del muestreo se realizan pruebas de laboratorio para saber si el producto está dentro o fuera de la norma. Los rechazos se registran en el sistema Unix el cual genera un reporte como muestra de la no aceptación del producto.

### **1.5.4. Descripción del sistema de control de entradas y salidas**

Para la aceptación de la mercadería se llevan registros a través de notas de ingreso en el que se llenan algunos campos como, proveedor, transportista, no. Factura, hora de ingreso, hora de salida y descripción. El sistema PEPS es utilizado para determinar la entrada y salida de mercadería de la planta de producción quedando en el inventario productos comprados y despachados recientemente llevando el control de los registros a través de hojas de control o Kardex.



## **2. SITUACIÓN ACTUAL**

### **2.1. Descripción del producto**

Estableciendo estándares de calidad para los productos. Debido al tipo de producto, la planta de producción de alimentos también se rige con las normas de calidad y buenas prácticas de manufactura e inocuidad en el proceso de fabricación del producto.

Actualmente, la empresa desarrolla las especificaciones de sus productos a través de las normas regionales, COGUANOR, COGUANOR AGUA POTABLE NTG 29001, CTN-34 INDUSTRIAL AGRÍCOLAS Y ALIMENTICA, RTCA, normas internacionales, CODEX, FDA, México, NOM Etiquetado, debido a que el producto es de consumo alimenticio humano. Por motivos de confidencialidad, únicamente se presentan breves descripciones de cada producto.

- Piña en almíbar

La conservación de piña por envasado o enlatado aísla la piña del contacto con el aire, al sumergirse en almíbar y el sellado de latas en presentaciones de 29,63 oz, un tiempo de vida de 30 meses y sus condiciones de almacenamiento son menores a los 5 °C.

- Palmito en salmuera

Es sometido a una precocción, se llena con una salmuera acidificada y envasado en latas de 14,10 oz y 29,63 oz, su tiempo de vida es de 30 meses y sus condiciones de almacenamiento son menores a los 5 °C.

## 2.2. Descripción de la maquinaria

En la planta de producción se cuenta con distintos tipos de maquinaria industrial, y se dará la descripción de esta.

### 2.2.1. Lavadora de piña

Este equipo está destinado y diseñado para una producción industrial a gran escala. Está hecha de acero inoxidable y entra en contacto con todas las partes del alimento; retirando completamente cualquier impureza con precisión.

Figura 11. Lavadora de piña



Fuente: Made-in-China. *Lavadora de piña*. [https://es.made-in-china.com/co\\_longerinc/product\\_Industrial-Potato-Pineapple-Citrus-Washing-Machine\\_ryhirhogg.html](https://es.made-in-china.com/co_longerinc/product_Industrial-Potato-Pineapple-Citrus-Washing-Machine_ryhirhogg.html). Consulta: 11 de noviembre de 2019.

### 2.2.2. Ginaca

Aquí comienza la transformación de la piña, realiza la operación de pelado y consta de un conjunto de cuchillas cilíndricas y planas que eliminan la cáscara, puntas y corazón del fruto. Su estructura es de hierro negro, con partes de acero inoxidable y otras piezas de cobre; cuenta con cadenas, banda transportadora y ventilador de aire, los cuales trabajan por medio de un motor.

Figura 12. **Ginaca**



Fuente: Tropical Food. *Ginaca*. <https://www.tropicalfood.net/en/pineapple-processing-machine/>.  
Consulta: 11 de noviembre de 2019.

### 2.2.3. Elevador

Se utiliza para trasladar la cáscara de piña hacia el cuarto de cañuela por medio de una banda transportadora conectada a un motor trifásico.

Figura 13. **Elevador**



Fuente: AGICO. *Elevador*. <http://www.ticomachine.com/machinery/pretreatment-system/Bucket-Elevator.html>. Consulta: 15 de noviembre de 2019.

#### 2.2.4. **Peladora y troqueladora**

Este equipo se utiliza para extraer la cáscara de la piña.

Figura 14. **Troqueladora**



Fuente: DANMIX. *Troqueladora piña*. <http://www.danmix.es/productos/maquinaria-para-fruta-y-verdura/troqueladoras>. Consulta: 15 de noviembre de 2019.

### 2.2.5. Bandas transportadoras

Se utilizan para transporte del producto durante el proceso en ambas líneas de producción.

Figura 15. **Bandas transportadoras**



Fuente: ARGENBELT. *Banda transportadora*. <https://argenbelt.com/product/banda-transportadora-linea-1000/>. Consulta: 15 de noviembre de 2019.

### 2.2.6. Túnel de vapor

Después del cortado del producto, se envasa en las latas y se trasladan a un proceso térmico a través del túnel de vapor o *exhauster*.

Figura 16. **Exhauster**



Fuente: Alibaba.com. *Túnel de vapor*. <https://spanish.alibaba.com/product-detail/steam-tunnel-pasteurizer-for-beer-bottle-60409559091.html>. Consulta: 15 de noviembre de 2019.

### 2.2.7. **Cortadora de palmito**

Constituye el corte de la cáscara de palmito en trozos más pequeños para su mejor disposición en las diferentes etapas del proceso de producción.

Figura 17. **Cortadora de palmito**



Fuente: ASTIMEC, S.A. *Cortadora de palmito*. <https://astimec.net/producto/cortadora-de-tallos/>. Consulta: 15 de noviembre de 2019.

### 2.2.8. Cerradora

Es una maquina industrial que realiza la operación de cerrado de latas a presión, las cuales se transportan en una banda durante el proceso de producción de piña y palmito.

Figura 18. Cerradora



Fuente: Pneumatic Scale. *Cerradora de latas*. <https://psangelus.com/es-mx/modelo/cerradoras-de-latas/cerradoras-de-latas-angelus-serie-legacy/cerradora-de-latas-angelus-serie-legacy-modelo-56p>. Consulta: 15 de noviembre de 2019.

### 2.2.9. Codificadora

Es utilizada para el grabado o impresión de lotes de forma semiautomática y lleva el registro de cada alimento enlatado, como fecha de elaboración y caducidad.

Figura 19. **Codificadora**



Fuente: DOMINO. *Codificadora de latas*. <https://dominoprintingmexico.mx/subsolucion/14/codificadoras-para-latas-de-metal.html>. Consulta: 15 de noviembre de 2019.

## 2.3. **Diagramas**

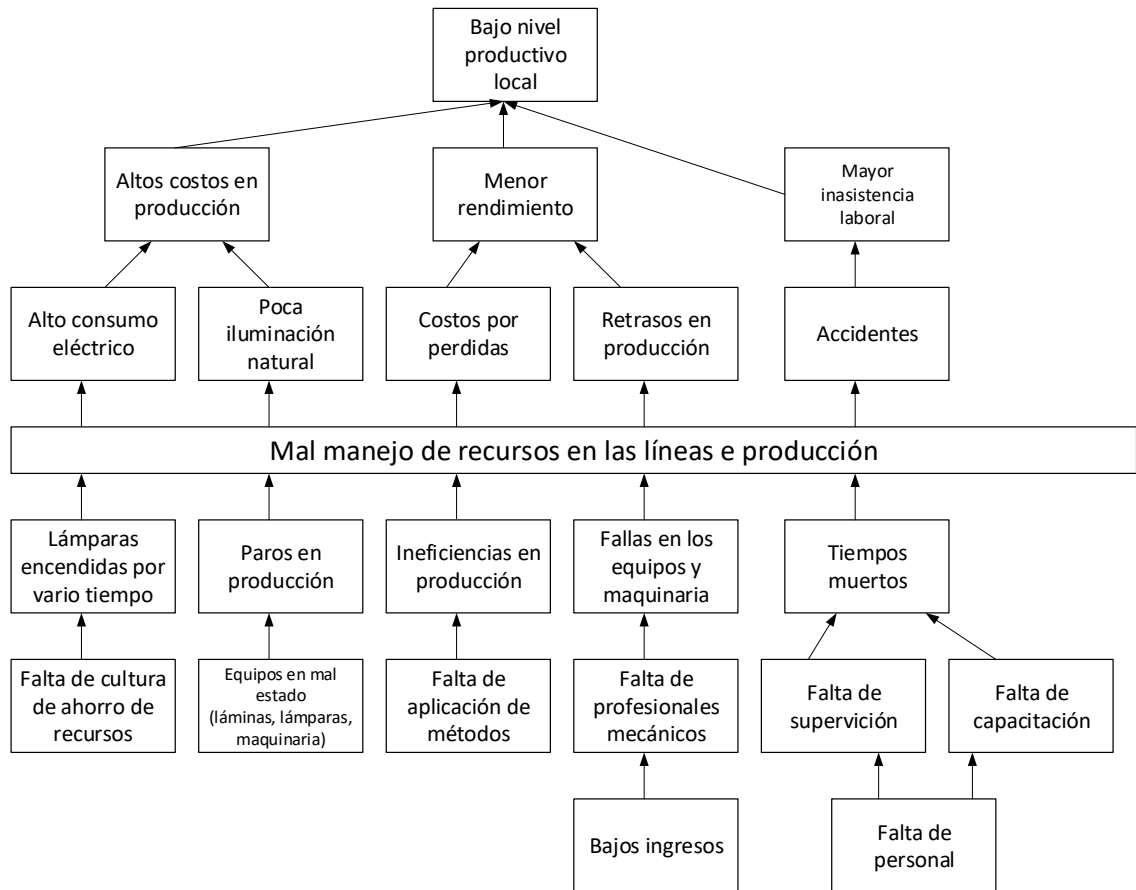
Los diagramas en una planta de producción son importantes porque muestran de forma gráfica el análisis de los problemas y los procesos que se realizan en las líneas de producción. Los diferentes diagramas que se presentan son, árbol de problemas, flujo de operaciones de proceso, diagrama de operaciones y recorrido.

### 2.3.1. **Árbol de problemas**

El árbol de problemas representa un análisis en la inspección de la planta de producción de alimentos, mostrando las causas y efectos que lo producen.



Figura 20. **Árbol de problemas**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

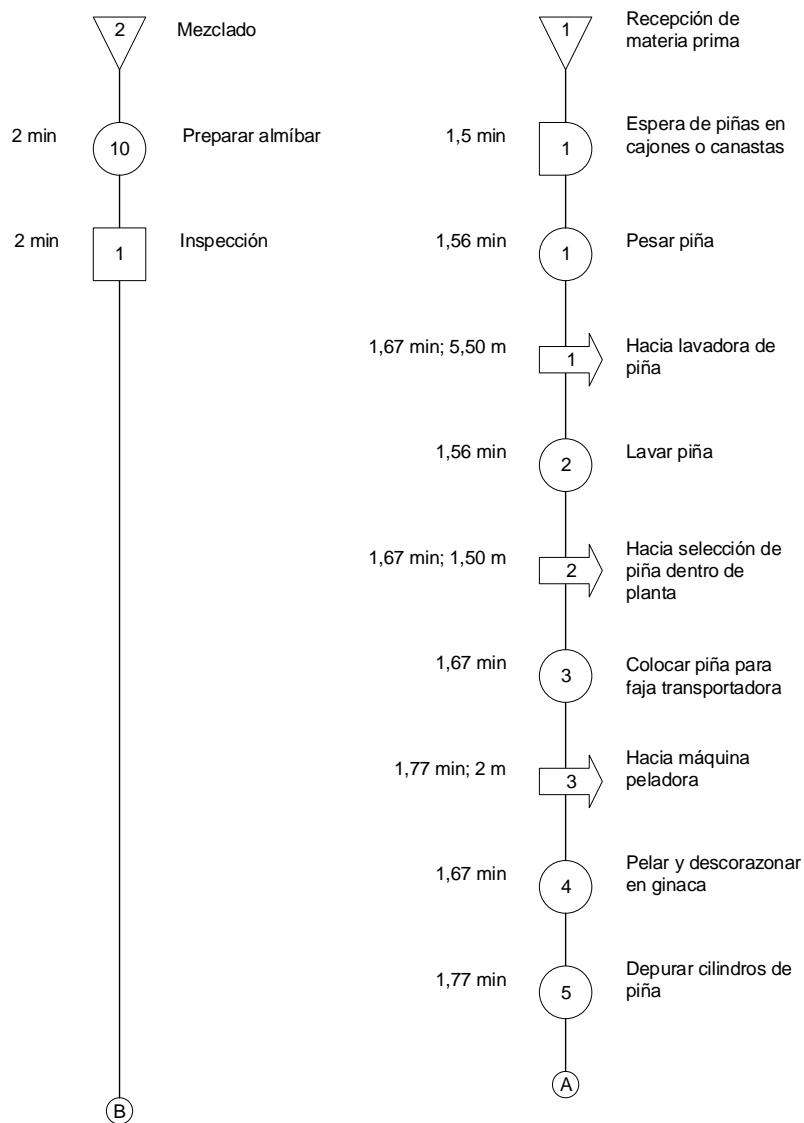
### 2.3.2. Diagramas de flujo

Es la representación gráfica que muestra la secuencia de operaciones que se realizan para la elaboración de un bien o un producto mostrando los costos ocultos.

Figura 21. **Diagrama de flujo de operaciones del proceso de piña en almíbar**

|  |                          |
|--|--------------------------|
| Nombre de la empresa: Alimentos Montesol, S.A. | Página: 1 de 3           |
| Departamento: Producción                       | Fecha: octubre de 2019   |
| Nombre del proceso: Piña en almíbar            | Método: Actual           |
| Inicia: Muelle de carga y descarga             | Analista: Daniel Alvarez |
| Termina: Bodega de producto terminado          |                          |

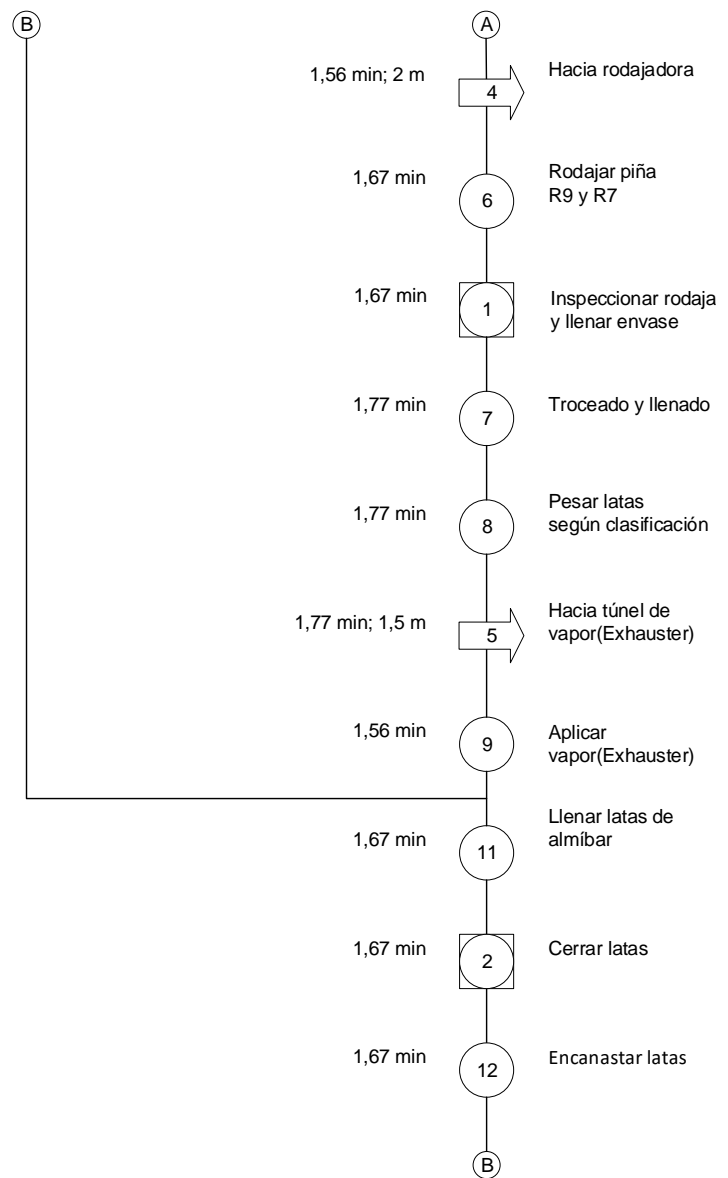
**DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO**



Continuación de la figura 21.

|  |                          |
|--|--------------------------|
| Nombre de la empresa: Alimentos Montesol, S.A. | Página: 2 de 3           |
| Departamento: Producción                       | Fecha: octubre de 2019   |
| Nombre del proceso: Piña en almíbar            | Método: Actual           |
| Inicia: Muelle de carga y descarga             | Analista: Daniel Alvarez |
| Termina: Bodega de producto terminado          |                          |

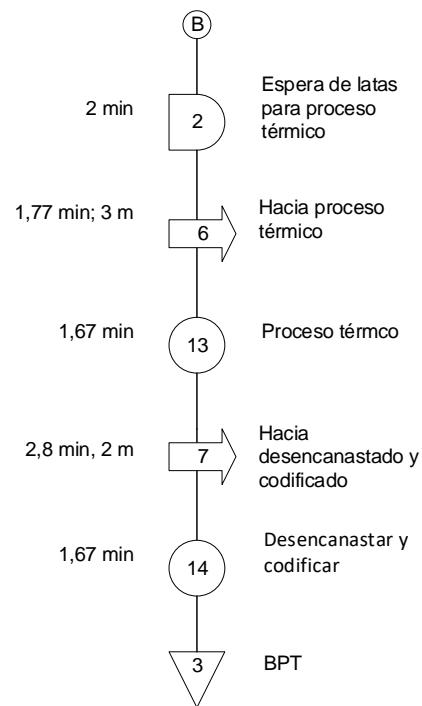
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO



Continuación de la figura 21.

|  |                          |
|--|--------------------------|
| Nombre de la empresa: Alimentos Montesol, S.A. | Página: 3 de 3           |
| Departamento: Producción                       | Fecha: octubre de 2019   |
| Nombre del proceso: Piña en almíbar            | Método: Actual           |
| Inicia: Muelle de carga y descarga             | Analista: Daniel Alvarez |
| Termina: Bodega de producto terminado          |                          |

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO



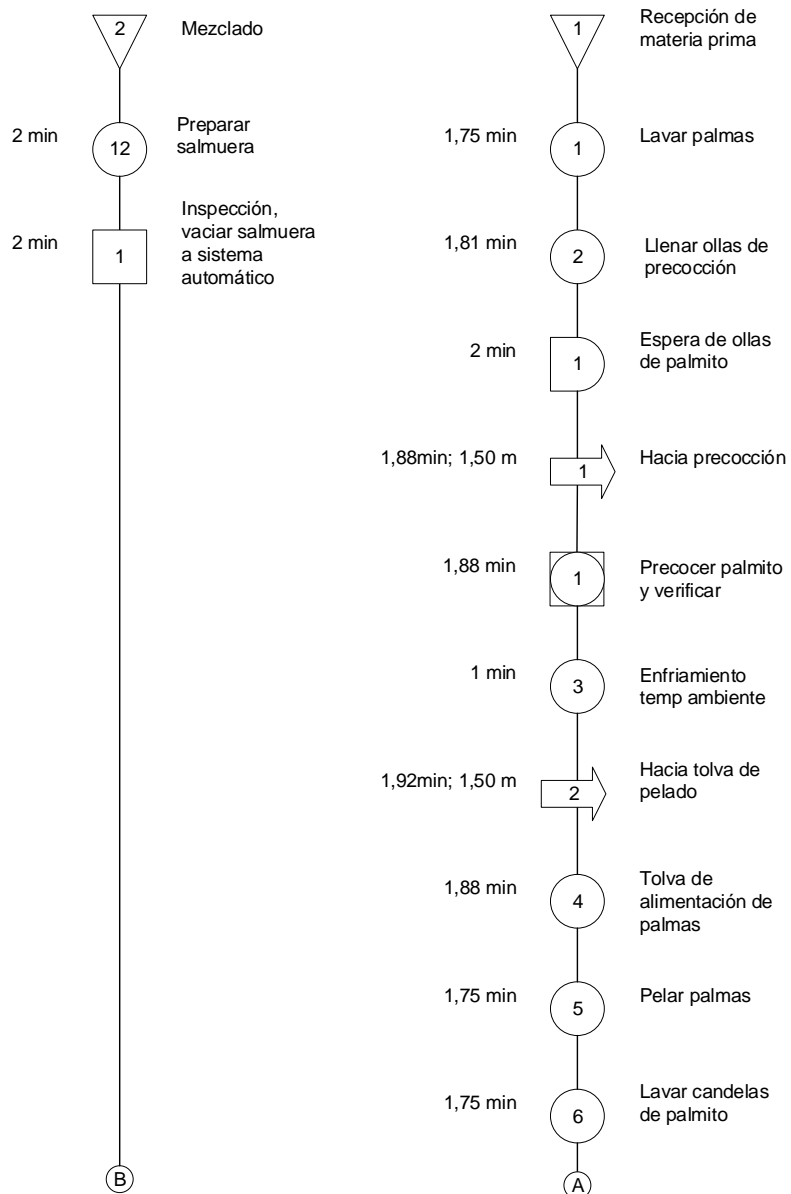
| TABLA RESUMEN |                          |           |              |              |
|---------------|--------------------------|-----------|--------------|--------------|
| Símbolo       | Descripción              | Cantidad  | Tiempo(min)  | Distancia(m) |
| ○             | Operación                | 14        | 23,68        | 0            |
| ◻             | Operación/<br>Inspección | 2         | 3,34         | 0            |
| ◻             | Inspección               | 1         | 2,00         | 0            |
| ➡             | Transporte               | 7         | 13,01        | 17,50        |
| ◐             | Demora                   | 2         | 3,50         | 0            |
| ▽             | Almacenaje               | 3         | INDET        | 0            |
|               | <b>Total</b>             | <b>29</b> | <b>45,53</b> | <b>17,50</b> |

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

Figura 22. **Diagrama de flujo de operaciones del proceso de palmito en salmuera**

|  |                          |
|--|--------------------------|
| Nombre de la empresa: Alimentos Montesol, S.A. | Página: 1 de 3           |
| Departamento: Producción                       | Fecha: octubre de 2019   |
| Nombre del proceso: Palmito en salmuera        | Método: Actual           |
| Inicia: Muelle de carga y descarga             | Analista: Daniel Alvarez |
| Termina: Bodega de producto terminado          |                          |

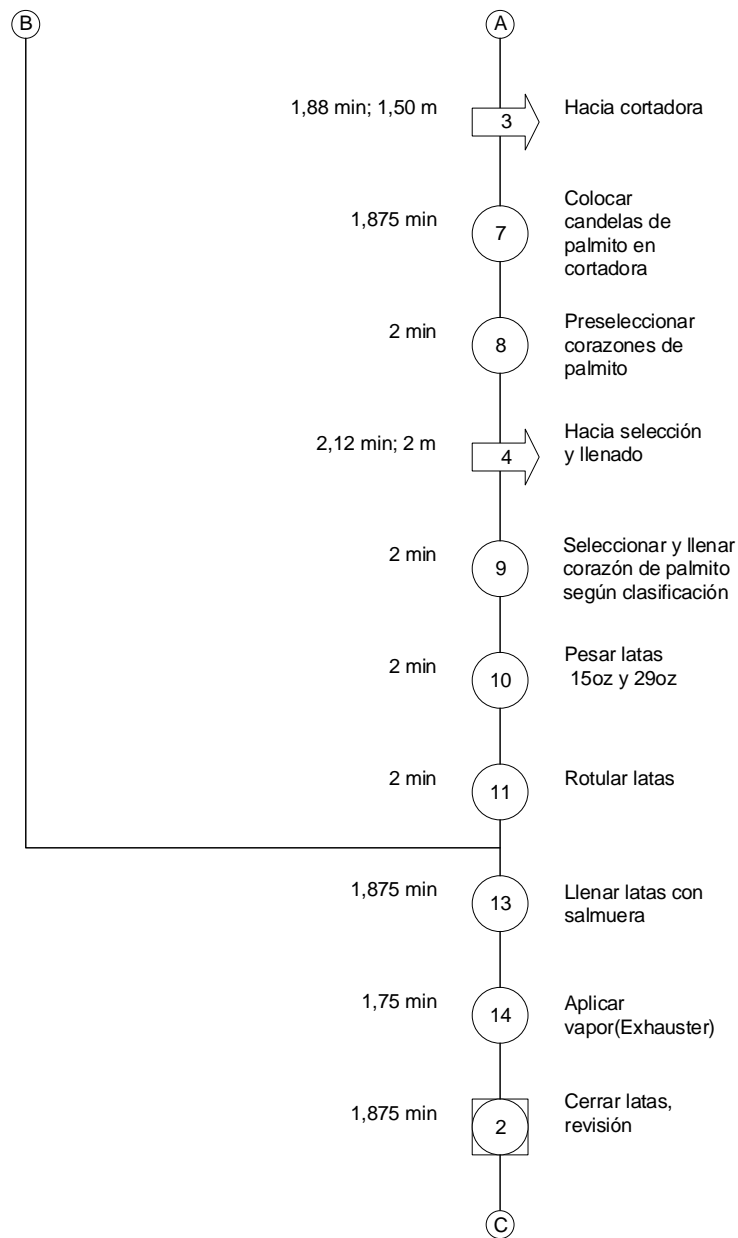
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO



Continuación de la figura 22.

|  |                          |
|--|--------------------------|
| Nombre de la empresa: Alimentos Montesol, S.A. | Página: 2 de 3           |
| Departamento: Producción                       | Fecha: octubre de 2019   |
| Nombre del proceso: Palmito en salmuera        | Método: Actual           |
| Inicia: Muelle de carga y descarga             | Analista: Daniel Alvarez |
| Termina: Bodega de producto terminado          |                          |

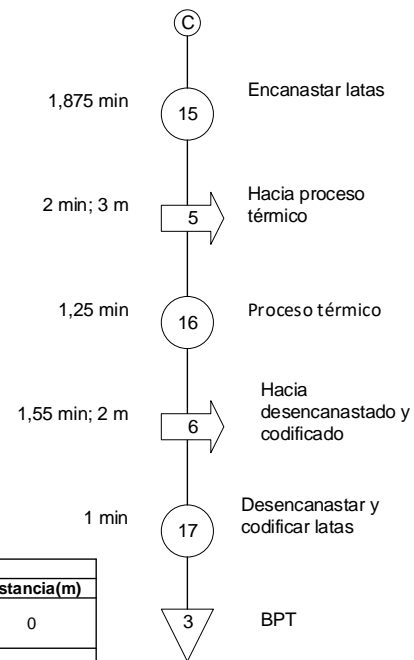
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO



Continuación de la figura 22.

|  |                          |
|--|--------------------------|
| Nombre de la empresa: Alimentos Montesol, S.A. | Página: 3 de 3           |
| Departamento: Producción                       | Fecha: octubre de 2019   |
| Nombre del proceso: Palmito en salmuera        | Método: Actual           |
| Inicia: Muelle de carga y descarga             | Analista: Daniel Alvarez |
| Termina: Bodega de producto terminado          |                          |

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO



| TABLA RESUMEN |                          |           |              |              |
|---------------|--------------------------|-----------|--------------|--------------|
| Símbolo       | Descripción              | Cantidad  | Tiempo(min)  | Distancia(m) |
| ○             | Operación                | 17        | 29,58        | 0            |
| ◻             | Operación/<br>Inspección | 2         | 3,76         | 0            |
| ◻             | Inspección               | 1         | 2,00         | 0            |
| ➡             | Transporte               | 6         | 11,35        | 11,50        |
| D             | Demora                   | 1         | 2,00         | 0            |
| ▽             | Almacenaje               | 3         | INDET        | 0            |
|               | <b>Total</b>             | <b>30</b> | <b>48,69</b> | <b>11,50</b> |

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

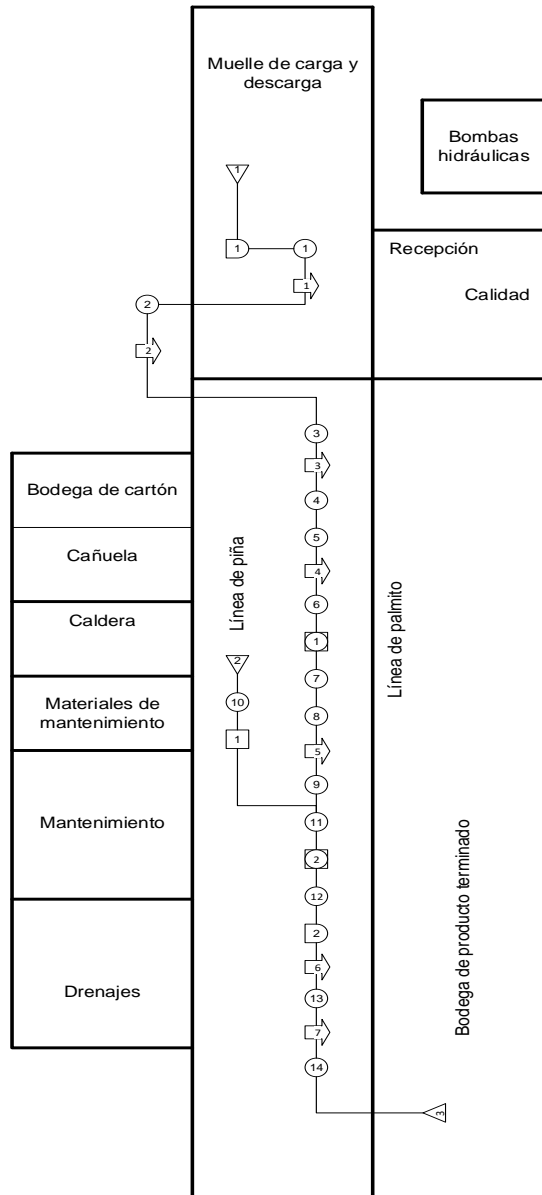
### 2.3.3. Diagrama de recorrido

Es una representación gráfica que muestra la ubicación del flujo de las operaciones que se realizan en un proceso de producción.

Figura 23. Diagrama de recorrido del proceso de piña en almíbar

|  |                          |
|--|--------------------------|
| Nombre de la empresa: Alimentos Montesol, S.A. | Página: 1 de 1           |
| Departamento: Producción                       | Fecha: octubre de 2019   |
| Nombre del proceso: Piña en almíbar            | Método: Actual           |
| Inicia: Muelle de carga y descarga             | Analista: Daniel Alvarez |
| Termina: Bodega de producto terminado          |                          |

DIAGRAMA DE RECORRIDO DEL PROCESO



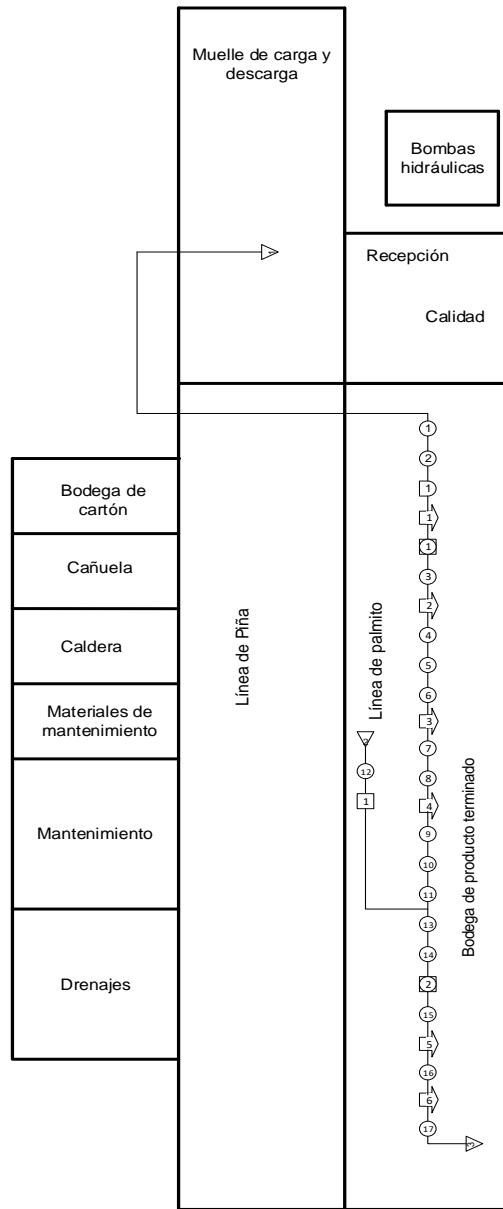
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.



Figura 24. Diagrama de recorrido del proceso de palmito en salmuera

|  |                          |
|--|--------------------------|
| Nombre de la empresa: Alimentos Montesol, S.A. | Página: 1 de 1           |
| Departamento: Producción                       | Fecha: octubre de 2019   |
| Nombre del proceso: Palmito en salmuera        | Método: Actual           |
| Inicia: Muelle de carga y descarga             | Analista: Daniel Alvarez |
| Termina: Bodega de producto terminado          |                          |

DIAGRAMA DE RECORRIDO DEL PROCESO



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

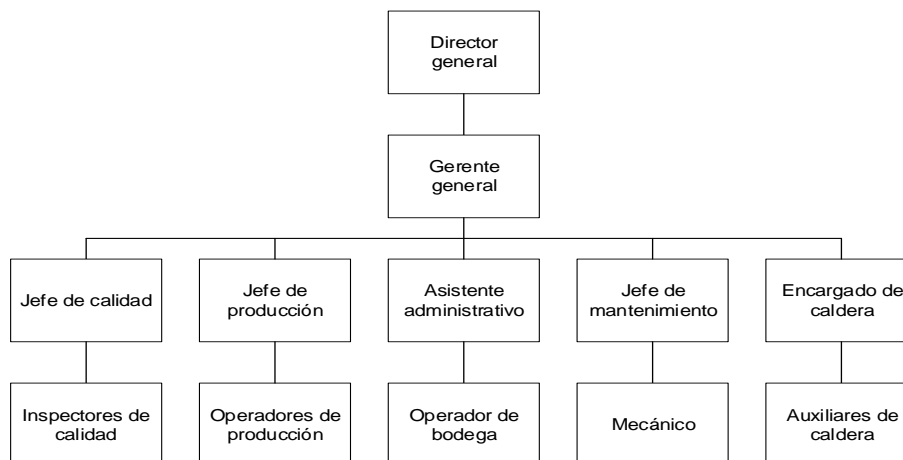
## 2.4. Estructura actual y organizacional de la empresa de alimentos

Dentro de la empresa se opera a través de organización funcional, y las unidades se encuentran ramificadas de arriba a abajo a partir de varios supervisores, cada cual, especializado en determinadas ramas, cada supervisor o jefe supervisa únicamente a los empleados que tiene a cargo, y los trabajadores en una situación problemática deben recurrir o dar razón de cualquier resultado al supervisor inmediato; evitando así pasos intermedios con jefes de otras áreas.

### 2.4.1. Organigrama

La empresa de alimentos está constituida por las siguientes unidades: Gerencia General, Gerencia de Producción, Gerencia de Ventas, que llevan a su cargo las áreas directivas, administrativo y de dirección para el correcto funcionamiento de la planta de producción.

Figura 25. Organigrama de la empresa



Fuente: empresa Alimentos Montesol, S.A.

#### **2.4.2. Gerente general**

Tiene la responsabilidad de la dirección de la empresa y la representación legal de la misma, dirige y controla a los encargados de las áreas de Producción, Calidad y Asistente Administrativo. Se encarga de mantener la rentabilidad de la empresa, atiende a los clientes más importantes, entre ellos los clientes de exportación, gestiona los recursos ante las instituciones financieras en lo concerniente al capital propio y de deuda, revisa las metas internas y el presupuesto asignado a la empresa.

#### **2.4.3. Gerencia de producción**

Se establecen las metas diarias y semanales para cada proceso de producción, se le da a cada jefe de área las instrucciones necesarias para que todo salga de la mejor manera posible. Es responsable de organizar, dirigir y controlar el recurso humano para que los procesos sean de calidad y se hagan conforme a las normas establecidas, aumentando el índice de productividad y reducción de costos de producción.

#### **2.4.4. Gerencia de ventas**

Es el encargado de incrementar las ventas de la empresa, sus decisiones son importantes para el éxito o fracaso de la empresa, encargándose que los objetivos se cumplan.

## **2.5. Jefes de división**

Reportan a la gerencia los resultados obtenidos de los procesos que se llevan a cabo en cada una de las áreas para cumplir con las metas de la empresa.

### **2.5.1. Jefe de producción**

Se encarga de supervisar la línea de producción de piña y palmito y los diversos productos elaborados por la empresa, tiene a su cargo a los auxiliares de producción y a los operarios encargados de realizar los procesos de producción de la empresa.

### **2.5.2. Jefe de mantenimiento**

Se encarga del funcionamiento del equipo y maquinaria industrial de la empresa, tiene a su cargo un asistente y personal que vela por el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria, equipo e instalaciones de la empresa.

### **2.5.3. Jefe de aseguramiento de calidad**

Se encarga de que todas las operaciones se realicen de acuerdo con las especificaciones, organiza, planifica, supervisa, asegura y controla la calidad de los productos que se producen en las líneas de producción de piña y palmito.

El jefe de aseguramiento de calidad, tiene bajo su responsabilidad, auxiliares de calidad, quienes se encargan de realizar las diferentes pruebas e

inspecciones de la materia prima y los productos producidos por la planta de producción.

## **2.6. Departamentos de la empresa**

La empresa cuenta con departamentos y áreas importantes, por ejemplo:

### **2.6.1. Departamento de Calidad**

Realizan pruebas a la materia prima, durante el proceso de producción y producto final con el objetivo de analizar cada lote de producción y que cumpla con las normas de calidad para su aceptación. Este departamento está conformado por las áreas de:

- Cuarto de Químicos
- Microbiología
- Laboratorio de Calidad

#### **2.6.1.1. Puntos críticos de control actuales**

Los puntos de control actuales con los que cuenta la empresa de alimentos son: recepción de materia prima, mezcla de ingredientes y envasado.

### **2.6.2. Departamento de Producción**

Se encarga de que los procesos se realicen correctamente a través de un buen control y supervisión. Las actividades realizadas en este departamento son muy importantes debido a que un mal proceso puede alterar la calidad y con ello el producto final al cliente. El personal que labora en el área de

Producción debe estar capacitado para asegurar que los procesos se realicen como se han establecido y así garantizar que el producto final sea de calidad.

### **2.6.3. Departamento de Recursos Humanos**

Este departamento es importante para la selección del personal necesario para realizar cada una de las operaciones de los procesos productivos y administrativos de manera eficiente.

### **2.6.4. Departamento de Mantenimiento**

Es el encargado del mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y los equipos logrando la disponibilidad de cada uno de ellos y así evitar paros en la producción.

El departamento de Mantenimiento también vela por el buen desempeño de los proveedores de servicios de mantenimiento; así como las empresas que proveen de insumos y repuestos.

## **2.7. Materia prima**

La empresa se debe abastecer continuamente de materia prima, para que los procesos en las líneas de producción se puedan realizar acorde a los estándares de calidad. La materia prima que se emplea en la planta de alimentos, tanto la piña como el palmito, se almacenan tanto en el muelle de carga y descarga debido a que no pueden ser almacenadas por mucho tiempo porque sus propiedades se verían afectadas.

Para que la piña no sea rechazada debe cumplir requerimientos que la norma del CODEX establece para la piña, llamada también CODEX STAN 182-1993 donde establece que la materia prima debe contar con los siguientes requisitos:

- Deben estar completas
- Deben estar sanas y libres de deterioro para que se lleve a cabo su transformación.
- Cumplir con la limpieza y deben estar libres de cualquier contaminante, como físicos, químicos y microbiológicos.
- El grado de maduración debe ser ideal al 75 % del fruto maduro como requisito mínimo, no debe presentar señales de falta de madurez como la opacidad, falta de sabor, pulpa demasiado porosa o pulpa demasiado translúcida o fermentadas.
- Estar libres de daños causados por el incremento (o decremento), de bajas temperaturas tales como: deformaciones fisiológicas, quemaduras en cáscara, entre otras características.
- Deben estar libres de manchas oscuras internas.

## **2.8. Procesos de producción**

El departamento de Producción es uno de los más importantes dentro de la empresa, es el eje del desarrollo de la misma cumpliendo diferentes logísticas y con la ayuda de la tecnología logra automatizar sus procesos logrando buenos resultados.

### 2.8.1. Pesado

El proceso de enlatado de piña y palmito inicia en el muelle de recepción de producto, donde se inspecciona y clasifica. La piña es pesada en canastas pequeñas en una balanza mecánica con una capacidad máxima de pesaje de 1 200 lb.

Figura 26. **Báscula**



Fuente: Direct INDUSTRY. *Balanza mecánica.*

<https://www.directindustry.es/prod/fairbanks/product-7419-892339.html>. Consulta: 17 de noviembre de 2019.

### 2.8.2. Lavado

- Palmito

Los procesos de corte, selección, lavado y llenado de lata se realizan conjuntamente en una misma área de trabajo, primero las piezas de palmito pasan por la máquina de corte de palmito que realiza un corte simétrico, posteriormente las mismas son inspeccionadas para decidir si son desechadas o envasadas, el personal que realiza la operación de selección está capacitado



con alto conocimiento sobre las características de calidad del palmito, siendo las más importantes, la suavidad, el color; luego las piezas son lavadas y colocadas en un envase de lata.

- Piña

Los recursos para realizar la operación de lavado son: la energía eléctrica, agua, cloro y aire comprimido, el proceso de lavado se realiza en un tanque aproximadamente de 10,9 mts<sup>3</sup> de volumen con capacidad de 2 000 lb, el cual es llenado a la mitad de su capacidad para lavar las piñas; así mismo el agua es utilizada en el proceso agregando cloro líquido porque es abastecida de una bomba de agua sin clorar.

Figura 27. Lavado de piña



Fuente: Área de Lavado, Alimentos Montesol, S.A.

### 2.8.3. Preselección

Luego del proceso de lavado, la materia prima ingresa a el área de Producción a través de bandas transportadoras que pasan a través de compuertas de cortina, se preselecciona para alimentar a la ginaca para que

pueda ser transformada o sí es rechazada y enviada nuevamente al muelle de recepción; en el caso del palmito debe ser precocido.

#### **2.8.4. Troquelado**

Este proceso de producción es mecánico y cuenta con dos tipos de cilindro, R7 y R9. El troquel determina el tamaño de la rodaja de la piña.

Figura 28. **Troquelado**



Fuente: TROPICAL FOOD. *Troquelado*. <https://www.tropicalfood.net/en/pineapple-processing-machine>. Consulta: 27 de noviembre de 2020.

#### **2.8.5. Depurado**

Luego del proceso del pelado y troquelado, se hace un proceso de depuración de piña a través de tubos PVC partidos longitudinalmente por la mitad, ubicados a un lado de la mesa de selección. Aquí son trasladadas las piezas con remanentes de cáscaras que son eliminadas de forma manual a través de cuchillos y se transportan por medio de este canal a la mesa de troceado.

Figura 29. **Depurado**



Fuente: Área de Depurado, Alimentos Montesol, S.A.

#### **2.8.6. Rodajeado**

En este proceso de producción se rodajea la piña que fue troquelada y depurada de forma manual para luego pasar a la máquina troceadora, que es una máquina de acero inoxidable que se opera de forma manual, ubicada sobre soportes en la mesa de troceado, consta de un conjunto de cuchillas y un empujador sobre un riel donde se desliza para empujar las rodajas depuradas hacia las cuchillas para cortar trozos de pulpa de piña.

Figura 30. **Rodajeado**



Fuente: Área de Rodajeado, Alimentos Montesol, S.A.

### **2.8.7. Selección**

Este proceso es importante debido a que acá se separa tanto la piña como el palmito que no cumplen con las características de calidad, como el grado de madurez adecuado, tamaño, color y consistencia en cada línea de producción para luego ser transportada a través de las bandas.

### **2.8.8. Llenado**

En este proceso se realiza el envasado de los productos ya seleccionados y el líquido de cobertura, este puede ser salmuera (agua con sal), jarabe (agua y azúcar), o salsa.

Figura 31. **Llenado**



Fuente: Área de Llenado, Alimentos Montesol, S.A.

### **2.8.9. Enfriamiento**

Es un proceso que inicia después del ciclo del proceso térmico para reducir la temperatura del producto y evitar cambios que se puedan dar en el producto final.

### 2.8.10. Pelado

- Piña

El proceso de pelado y descorazonado de piña se realiza con una maquinaria llamada ginaca, esta separa la cascara y la traslada por una banda hacia el área de Cañuela donde un operario la recibe y la deposita en canastas plásticas pequeñas.

Figura 32. Pelado de piña



Fuente: TROPICAL FOOD. *Pelado y descorazonado*. <https://www.tropicalfood.net/en/pineapple-processing-machine>. Consulta: 27 de noviembre de 2020.

- Palmito

El procedimiento para el pelado de palmito necesita de la preparación de agua fría, vapor, consumo eléctrico y equipo de acero inoxidable para luego realizar la cocción. Luego pasa a la estación de enfriamiento para disminuir la temperatura y pueda realizarse el pelado de palmas.

Figura 33. **Pelado de palmito**



Fuente: Área de Pelado, Alimentos Montesol, S.A.

### 2.8.11. **Cortado**

Esta operación de corte se realiza junto con la selección, lavado y llenado de lata en una misma área de trabajo, el corte se realiza a través de la cortadora de palmito que realiza el corte simétrico de las piezas para luego ser seleccionadas y decidir cuáles serán envasadas o desechadas.

Figura 34. **Cortado**



Fuente: TROPICAL FOOD. *Cortado de palmas*. <https://www.tropicalfood.net/en/pineapple-processing-machine>. Consulta: 29 de noviembre de 2020.

### 2.8.12. Rotulado de latas

Este proceso se realiza a través de un operario quien asigna una codificación a la lata para identificar el tipo de producto que contienen las latas selladas antes de ser llevadas a la bodega de producto terminado.

Figura 35. Rotulado



Fuente: TROPICAL FOOD. *Rotulado manual de latas.*

<https://www.tropicalfood.net/en/pineapple-processing-machine>. Consulta: 29 de noviembre de 2020.

### 2.8.13. Exhauster

También llamando túnel de vapor y se utiliza para preesterilizar. Los recursos para este proceso de producción son: agua, vapor, energía eléctrica y aire comprimido, estos se monitorean con presiones y temperaturas ya establecidas para obtener un producto con esterilización de alta calidad.

Figura 36. **Exhauster**



Fuente: SERMEIND. *Exhauster*. <http://www.sermeind.com/exhauster.html>. Consulta: 29 de noviembre de 2020.

#### 2.8.14. **Cerrado de latas**

Al salir del proceso de preesterilización o *exhausting* se coloca la tapa de la lata y se sella en una máquina cerradora de latas específica para el tipo de lata.

Figura 37. **Cerrado de latas**



Fuente: TEYCOMUR. *Cerrado de latas*.  
<https://www.maquinariaparaconservasyalimentacion.es/>. Consulta: 29 de noviembre de 2020.



### **2.8.15. Proceso térmico**

Este proceso es llevado a través de una autoclave. Es un proceso de esterilización comercial en donde se ingresan las latas para aplicárseles el tratamiento térmico.

La temperatura que se utilizará, depende del alimento que se va a enlatar, esto es necesario para que los productos mantengan su inocuidad y así evitar la contaminación de los alimentos.

Figura 38. **Proceso térmico autoclave**



Fuente: Ferlo. *Autoclave*. <https://ferlo.com/portfolio/autoclave-rotativo/>. Consulta: 18 de noviembre de 2019.

### **2.8.16. Etiquetado**

Este proceso es en forma manual en donde los operarios, utilizan mecheros de goma para pegar la etiqueta correspondiente a cada presentación del producto en el área de Etiquetado, actualmente este proceso se realiza en

el muelle de carga y descarga de producto terminado y materia prima, parte de la información de la etiqueta son: la fecha de producción, caducidad y otros.

Figura 39. **Etiqueta de palmito en conserva**



Fuente: Skin. *Corazón de palmito en conserva*. <https://skin.elpalaciodehierro.com/36643976-corazon-de-palmito-lata-400-gr.html>. Consulta: 17 de noviembre de 2019.

## 2.9. **Responsabilidad de la calidad total**

Se requiere analizar el entorno interno y externo de la empresa para desarrollar un sistema de gestión de calidad con el fin de visualizar, que factores influyen en su estado.

Durante las diversas operaciones tienen que existir medidas de higiene para no contaminar el producto específicamente en el punto de sellado.

El alimento que entra al proceso debe cumplir con los estándares mencionados anteriormente, se debe tener un control en la temperatura para garantizar la inocuidad del producto.

La destrucción de los microorganismos y de las enzimas se logran a través del aislamiento del producto con el oxígeno junto con la aplicación de calor.

Se debe de llevar un control de calidad del producto terminado con la finalidad de determinar si cumple con las normativas expuestas antes de la comercialización.

### **2.9.1. Planificación**

La elaboración de planes estratégicos para un sistema de gestión de la calidad es de mucha importancia para la implementación de la elaboración de productos, por tal razón se deben establecer objetivos de forma estructurada y documentada.

Actualmente solo se llevan los registros de las pruebas a los productos que se realizan en el laboratorio de control de calidad porque no cuenta con la documentación necesaria para la implementación del sistema.

### **2.9.2. Aseguramiento**

Las normativas regionales e internacionales para asegurar la calidad de la materia prima y del producto como tal. Los procesos que se realizan para asegurar la calidad y la inocuidad en los distintos departamentos de la empresa son:

- El cuidado de la inocuidad de los productos

- Realizar ensayos de muestras microbiológicas por parte del laboratorio de control de calidad a los productos, para determinar si cumplen o no con los estándares de calidad.
- Capacitación a los operarios de la planta de producción por parte de profesionales externos de la empresa.
- Supervisión en cada una de las estaciones de trabajo de los diferentes procesos de producción.
- Conservación de la cadena en frío.

Todas estas operaciones se realizan con el propósito de prevenir errores que puedan afectar la calidad e inocuidad del producto. El producto final no siempre cumple con los estándares de inocuidad y de calidad, por tal razón se necesitan otras herramientas para el logro de los objetivos del sistema de gestión de calidad, estas herramientas se proporcionarán más adelante.

### **2.9.3. Control**

Es un procedimiento que se lleva para comparar los resultados esperados en las operaciones realizadas durante un proceso de producción.

#### **2.9.3.1. Pruebas según parámetros especificados por la orden de trabajo**

Las pruebas que se realizan en el laboratorio de calidad son a través del muestreo, los procedimientos para realizar las pruebas microbiológicas dentro de la planta de producción se realizan a través de placas 3M Petrifilm previamente hidratadas y preparadas, las muestras se colocan en el área de Muestreo por un tiempo determinado con el fin de tomar una muestra representativa.

### **2.9.3.2. Inspección en las líneas de producción**

Las supervisiones en las líneas de producción las realiza el jefe de producción y los inspectores de calidad en cada una de las estaciones de trabajo para la línea de piña y palmito.

El muestreo en el área de Producción se realiza a la mitad de la planta, se coloca la placa Petrifilm para hongos abierta sobre una de las superficies de las líneas de producción, alrededor de una altura de dos metros, la ubicación de la toma de la muestra es para que sea representativa.

Se lleva el control a través de varias hojas de especificaciones que se deben cumplir en cada lugar de trabajo con el fin de buscar la calidad en el producto final.



### **3. PROPUESTA PARA OPTIMIZAR LOS RECURSOS EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN**

#### **3.1. Evaluación y acondicionamiento de la iluminación**

Como resultado de un sistema con mala iluminación, en cualquier planta de producción surge:

- Enfermedades visuales
- Fatiga de parte del personal en cualquier actividad

##### **3.1.1. Tipos de iluminación**

Los diferentes tipos de iluminación son utilizados en una planta de producción para evitar problemas que se pueden dar en los operarios y, se clasifican en natural y artificial.

##### **3.1.1.1. Iluminación natural**

Cualquier planta de producción debe contar con la iluminación natural para no recaer en costos de producción en cuanto a la iluminación. Es necesario tener un buen diseño de distribución de las láminas plásticas para aprovechar la luz natural del día.

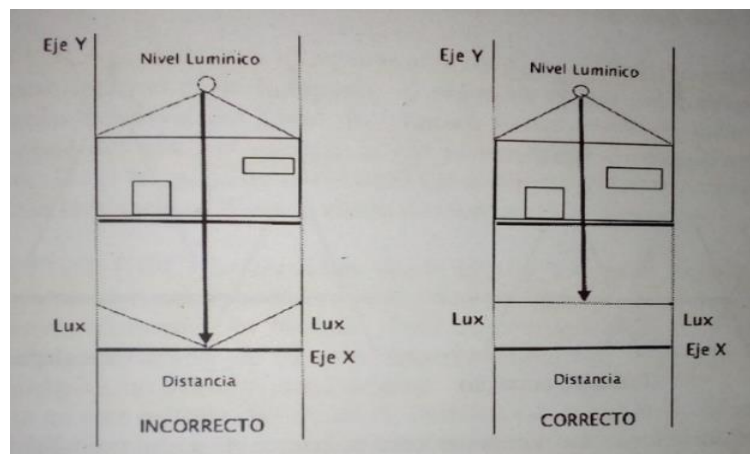
A continuación, se presentan los niveles mínimos de iluminación:

La luz natural, se obtiene de poner ventanales corridos a los extremos de las paredes laterales del edificio, y láminas de plástico de color claro en los techos, para que se pueda montar este tipo de láminas.

En los techos de fundición de cemento se pueden colocar blocks de vidrio a lo largo del techo para obtener el mismo efecto, el sillar de los ventanales laterales para propósitos de iluminación se acostumbra poner con valores muy altos con respecto a la altura del piso, o sea ventanas pequeñas muy cercanas al techo.

En la siguiente figura, se observa la contribución de luz de las ventanas superiores en el techo, que están proporcionando una iluminación teórica muy fuerte en el centro del edificio e intensidades bajas en los extremos del edificio, para mejorar este fenómeno el edificio debe tener otras fuentes de ingreso de iluminación como láminas plásticas, para aumentar el número de LUX y subir la eficiencia de iluminación en el centro del edificio.

Figura 40. Iluminación natural



Fuente: TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*. p. 101.



- Ventajas
  - Ahorro de energía y dinero
  - Proviene de una fuente de energía renovable
  - Puede provocar niveles de iluminación más elevados en las horas diurnas.
  - Introduce menos calor por lumen que la mayoría de fuentes de iluminación artificial.
  - Reduce el impacto ambiental.
  
- Desventajas
  - No se puede manipular la fuente de luz.
  - Aumento de calor.
  - Está limitada por las horas de la oscuridad.
  - Envejecimiento prematuro de la piel.
  - Daño en el sistema inmunológico.

Actualmente en la planta de producción, las láminas no producen suficiente iluminación debido a la falta de mantenimiento; algunas se encuentran con desgaste y esto es causa que ya no se vea con claridad dentro de la planta de producción.

#### **3.1.1.1.1. Techo de la planta**

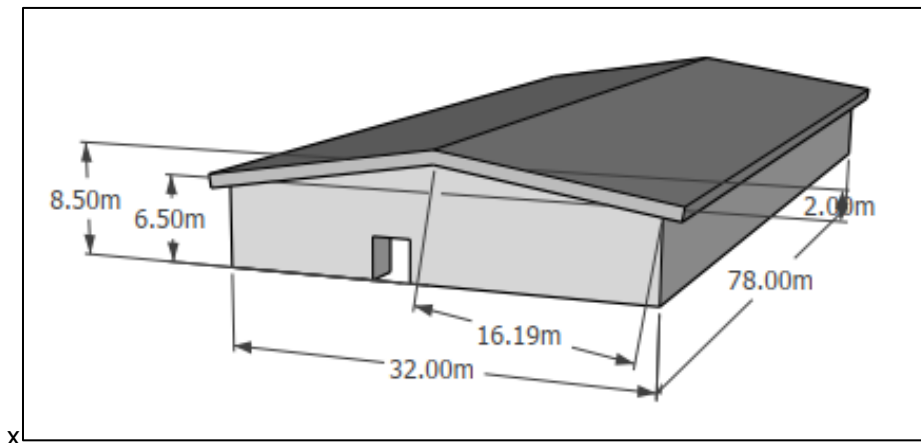
Actualmente el estado de las láminas plásticas del techo en donde se encuentra la planta de producción no es el esperado, debido a que su tiempo de vida útil ya finalizó, por tal razón, es necesario el cambio de dichas láminas; actualmente este problema produce cambios en el rendimiento del personal, algunas de estas causas que el problema produce son: fatiga física y fatiga visual.

Es importante que se le preste atención al mantenimiento de estas láminas y el cambio de las que están dañadas, debido a que esto está produciendo pérdidas económicas y un alto consumo de energía eléctrica.

#### 3.1.1.1.2. Medidas de la planta

La planta de producción se compone de las siguientes dimensiones, 32 metros de ancho, 6,50 metros de alto, 2 metros desde la base inferior del techo a la punta del triángulo, y 78 metros de largo. Las medidas de la planta se muestran en la siguiente figura:

Figura 41. Medidas de la planta de producción



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2019.

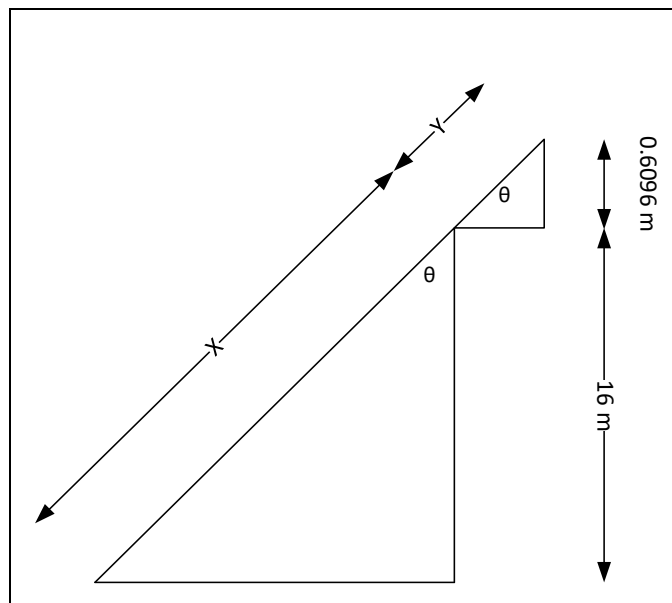
#### 3.1.1.1.3. Número de láminas plásticas

Las láminas plásticas son de vital importancia en los techos industriales y su mantenimiento preventivo, tal razón es la reducción de los costos de iluminación de energía eléctrica. Es necesario un estudio de ingeniería para el

techo actual de la planta de producción, este estudio se presenta en la siguiente figura.

Para determinar el número de láminas del techo industrial, es necesario el cálculo del área, la cual se determina a través de las longitudes de los lados del techo industrial, y se obtienen de la siguiente forma:

Figura 42. **Lado del techo de dos aguas**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

Para el cálculo de las variables se hace uso de la siguiente ecuación:

- Longitud del techo de dos aguas

$$\cos \theta = \frac{Ca}{h} = \frac{16 \text{ m}}{x}$$

Ecuación 1.

Dónde:

Cos  $\theta$  = ángulo del techo de dos aguas

Ca = lado del techo adyacente al ángulo

h = lado del techo a calcular

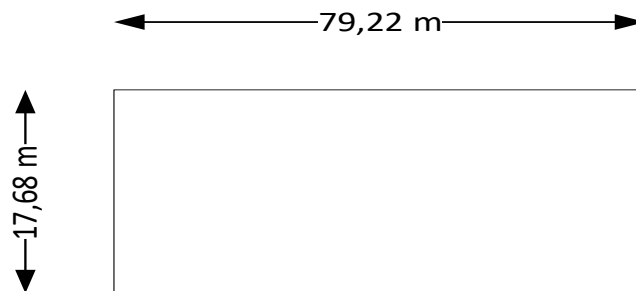
$$\cos 20 = \frac{16 \text{ m}}{h} = \frac{16 \text{ m}}{x}$$
$$x = \frac{16 \text{ m}}{\cos 20} = 17,03 \text{ m}$$
$$\cos 20 = \frac{16 \text{ m}}{h} = \frac{0,6096 \text{ m}}{y}$$
$$y = \frac{0,6096 \text{ m}}{\cos 20} = 0,65 \text{ m}$$

Para el cálculo del largo del techo de la planta se debe utilizar, el largo de la planta de producción y la longitud de las pestañas del techo industrial:

$$\text{Largo} = 78 \text{ m} + (0,6096 \text{ m} * 2) = 79,22 \text{ m}$$

La siguiente figura muestra los datos obtenidos:

Figura 43. **Medidas del techo industrial**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

Cálculo del área del techo industrial:

- Área para techo de dos aguas

$$A = [x + y](largo)$$

Ecuación 2.

Dónde:

A = área

x = longitud del lado del techo de dos aguas

y = longitud de las pestañas del techo de dos aguas

$$A = [17,03 \text{ m} + 0,65 \text{ m}](79,22\text{m}) = 1\,400,61 \text{ m}^2$$

$$A = 1\,400,61 \text{ m}^2$$

Para el cálculo del número de láminas, se toma en cuenta que el área de una lámina galvanizada es de  $2,96 \text{ m}^2$ , por lo tanto, el número de láminas es:

$$\#Láminas = \frac{1\,400,61 \text{ m}^2}{2,96 \text{ m}^2} = 474 \text{ láminas}$$

Dado que el 23 % de láminas tienen que ser plásticas, se obtiene lo siguiente:

$$\#Láminas \text{ plásticas} = \#Láminas \times 23 \%$$

El número de láminas plásticas que se deben de colocar en el techo de la planta industrial es de 219 láminas.

### 3.1.1.2. Iluminación artificial

La planta industrial debe estar diseñada para laborar en turnos nocturnos con niveles adecuados de iluminación para realizar tareas que en los turnos diurnos se realicen, este objetivo únicamente se logra con la iluminación artificial.

El diseño se basa en colocar lámparas a una distancia tal que la cobertura de luz de las lámparas no cruce unas con respecto de otras, para aprovechar al máximo la luz artificial; pues si las coberturas de luz de una lámpara con respecto a la otra se interceptan y si las coberturas están lejos una de la otra quiere decir que el número de lámparas es insuficiente.

La altura del techo, la cantidad de ventanas o posibles fuentes de iluminación natural son un factor que también va a definir una reducción de costos de instalación de lámparas. El diseño de instalación de los techos va a determinar la potencia de cada lámpara.

- Ventajas
  - Se puede manipular la dirección, potencia o ubicación
  - Se pueden corregir los contraluces indeseados
  - Es independiente de las condiciones climatológicas
  - Se puede tener una buena exposición de luz a cualquier hora del día.
  - Se pueden obtener características propias como el tono, la intensidad, el color y dirección de forma dinámica.
  
- Desventajas
  - Es costosa y representa una fuente de inversión.

- No es tan versátil como la luz natural.
- Daños al ADN.
- Trastornos oculares.
- Cefalalgias.
- Fatiga.
- Efectos anímicos.

En cuanto a las lámparas que se sitúan en el techo de la planta, son de gas neón de doble tubo; algunas de estas lámparas están ya defectuosas debido a que solamente funciona un tubo, este se sobrecarga y se genera más consumo de energía eléctrica.

La siguiente tabla muestra características de los tipos de lámparas que se han utilizado:

Tabla I. **Luz artificial**

| Lámpara        | Watts | Lumen | Vida útil |
|----------------|-------|-------|-----------|
| Incandescentes | 25    | 230   | 2 500     |
|                | 40    | 450   | 1 500     |
|                | 60    | 890   | 1 000     |
|                | 75    | 1 200 | 850       |
|                | 100   | 1 700 | 750       |
|                | 150   | 2 850 | 750       |
| Fluorescentes  | 38    | 2 900 | 12 000    |
|                | 56    | 4 400 | 12 000    |
|                | 73    | 6 300 | 12 000    |
|                | 40    | 3 000 | 12 000    |

Fuente: TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*. p. 104.

Es importante el cambio del sistema de iluminación a otro, se propone cambiar a sistema de iluminación con lámparas led o diodo. Esto ayudará a una mejor iluminación, reducir los costos del consumo de energía eléctrica y mantenimiento; porque el consumo de energía es un 60 % menos y proveen de un 25 % más de luminosidad que los tubos fluorescentes.

#### **3.1.1.2.1. Techo de la planta**

Actualmente se está consumiendo una alta cantidad de energía eléctrica utilizando lámparas fluorescentes, por tal razón se propone el uso de lámparas tipo LED para reducir estos costos.

- Actualmente el área de Producción cuenta con 25 tubos dobles fluorescentes tanto para la línea de producción de piña y palmito.
- El tiempo que pasan encendidas las lámparas depende del día de producción (tiempo variable).
- El consumo eléctrico (kWh), para las diferentes áreas de producción, se muestra en el siguiente capítulo en la sección 4.8.1, sistema actual.

#### **3.1.1.2.2. Propuesta para el cambio de luminarias**

Según se mencionó anteriormente, es mejor utilizar lámparas led porque tienen un mejor rendimiento y generarán menos costos en el consumo de energía eléctrica. Las lámparas tipo led que se proponen se muestran en la tabla II.



Tabla II. **Costos de lámparas led**

| No.          | Área          | Cantidad  | Lámparas led(W) | Proveedor | Precio unidad  | Total             |
|--------------|---------------|-----------|-----------------|-----------|----------------|-------------------|
| 1            | Producción    | 50        | 35              | Electroma | Q169,00        | Q8 450,00         |
| 2            | C. Calidad    | 16        | 20,5            | Electroma | Q136,55        | Q2 184,80         |
| 3            | Mantenimiento | 10        | 20,5            | Electroma | Q136,55        | Q1 365,50         |
| <b>Total</b> |               | <b>76</b> |                 |           | <b>Q442,10</b> | <b>Q12 000,00</b> |

Fuente: elaboración propia.

- Tiempo de uso

Se tomará en cuenta un día de producción con un turno de 8 horas diarias para realizar la evaluación del tiempo de uso de las lámparas led.

- Consumo eléctrico

Para reducir los costos de energía eléctrica, se deben utilizar tubos de 35 W y 20,5 W led, sustituyendo a los tubos fluorescentes de 100 W y 46 W respectivamente. Los cálculos de la propuesta para la modificación de lámparas fluorescentes, se muestran en el siguiente capítulo en la sección 4.8.2.

### **3.1.1.2.3. Número de luminarias requeridas**

A través de la observación o inspección, se ha determinado que la planta de producción cuenta con 25 lámparas de doble tubo en el área de Producción, 8 lámparas de doble tubo fluorescente para control de calidad y 5 lámparas de doble tubo fluorescente para el área de Mantenimiento; siendo este el número de lámparas necesarias para realizar la mejora.

### 3.1.2. Niveles de iluminación

La iluminación, con respecto a los puestos en cualquier área laboral es de vital importancia, porque ayuda a tener una mejor visualización en el momento que se realice cualquier actividad laboral. La mala iluminación puede producir errores hasta incluso accidentes y la mala toma de registros de determinados procesos.

La buena iluminación en cualquier departamento especialmente en una planta de producción, da una buena comodidad, incremento y rendimiento visual.

Tabla III. Niveles básicos de iluminación

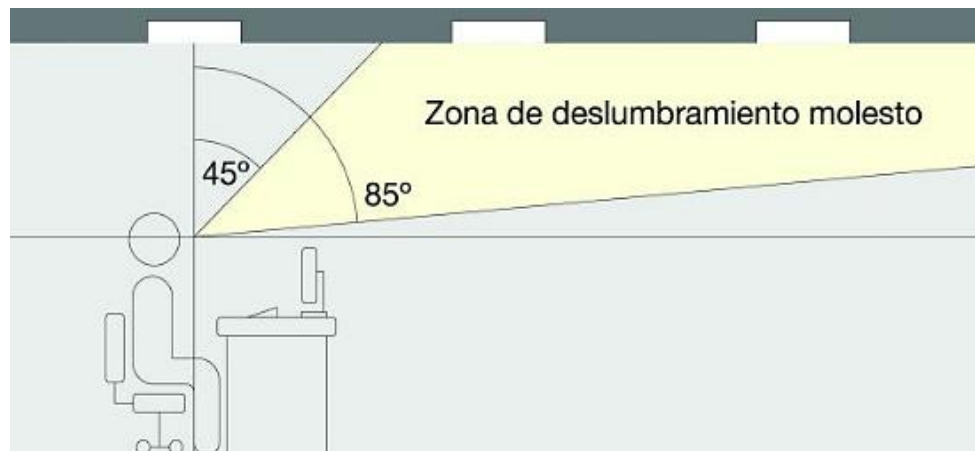
| <b>Iluminancia recomendada</b>                                 | <b>LUX</b> |
|--|------------|
| Espacios públicos  | 50         |
| Cuartos para visitas cortas                                    | 100        |
| Lugar de trabajo con tareas visuales ocasionales               | 200        |
| Tareas visuales de alto contraste                              | 500        |
| Tareas visuales de contraste medio                             | 1 000      |
| Tareas visuales de bajo contraste                              | 2 000      |
| Tareas visuales con objetos pequeños                           | 5 000      |
| Tareas visuales muy prolongadas                                | 10 000     |
| Tareas especiales de extremado bajo contraste y tamaño pequeño | 20 000     |

Fuente: TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*. p. 100.

### 3.1.3. Deslumbramientos

El deslumbramiento es un fenómeno que se produce por el exceso de iluminación en determinada área de trabajo, puede ser perturbador y provocar fatiga visual.

Figura 44. Deslumbramiento

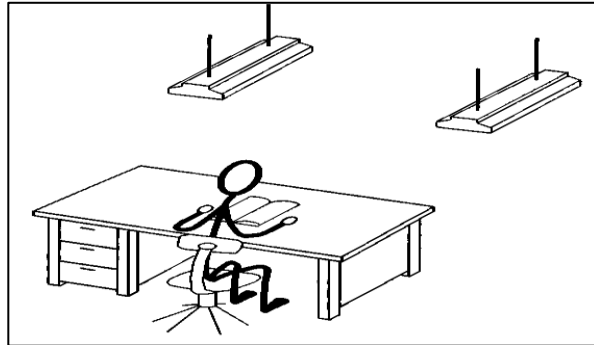


Fuente: iluminet. *Deslumbramiento*. <https://www.iluminet.com/indice-deslumbramiento-ugr/>.  
Consulta: 25 de noviembre de 2019.

### 3.1.4. Reflejos molestos

Cómo ya se ha mencionado anteriormente, la falta de iluminación produce fatiga ocular, fatiga física, y dolores de cabeza; las alteraciones de la iluminación pueden producir accidentes y producir otros cambios en el operario.

Figura 45. **Reflejos molestos**



Fuente: ALVAREZ BAYONA, Teresa. *Evaluación y acondicionamiento de la iluminación en puestos de trabajo*. p. 16.

Los siguientes son aspectos a tomar en cuenta para evitar los reflejos luminosos:

- El uso de colores claros para todos los ambientes, techos y paredes no solo ayuda a reducir costos de iluminación, sino que se evitan problemas causados por el exceso de iluminación.
- Es necesario analizar la posibilidad de tomar en cuenta superficies con aspecto mate.
- Cambio de ubicación del lugar de trabajo.
- Identificar las fuentes de dónde provienen los reflejos molestos.

### **3.1.5. Desequilibrios de luminancia**

La luminancia también es llamada brillo fotométrico y es la luz que procede de los objetos. Es necesario que en una planta de producción exista un equilibrio de iluminación, debido a que no puede haber exceso de iluminación y tampoco carencia de iluminación, para evitar problemas o daños de la salud de

los trabajadores y que esto pueda afectar el rendimiento del personal de producción.

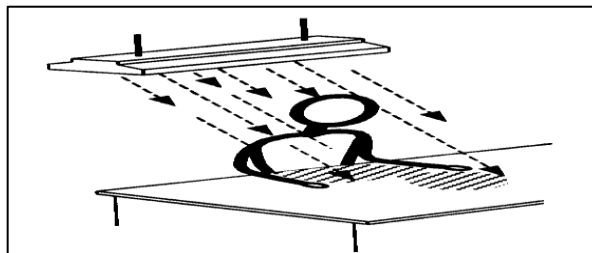
### 3.1.6. Contraste de la tarea

Es la relación entre las iluminaciones producidas por dos fuentes de luz que se proyectan sobre un mismo objeto. Se aplica también a la relación existente entre la luz principal y la que reflejan los objetos iluminados. Dado que la luz principal puede estar en cualquier posición con respecto a la ubicación del objeto, para evitarlo se suele situar cerca del punto de vista, lo que hace que se sume a la principal, en las áreas que están afectadas por ambas luces tanto natural como artificial.

### 3.1.7. Sombras

Son efectos que se producen por la mala ubicación de las lámparas y estas producen una iluminación no adecuada, dirigida sobre los objetos. Por tal razón es necesario incrementar la componente de luz indirecta usando colores claros para el techo y las paredes.

Figura 46. Sombras



Fuente: ALVAREZ BAYONA, Teresa. *Evaluación y acondicionamiento de la iluminación en puestos de trabajo*. p. 17.

### 3.1.8. Reproducción del color

Una fuente luminosa es la que reproduce los colores de varios objetos. Esta fuente puede ser natural o artificial y su capacidad es medida a través de un índice de reproducción cromática, que se encuentra en el rango de 0 a 100, tomando el valor máximo (100), como valor perfecto.

Tabla IV. Índice de reproducción cromática de las lámparas

| Tipo de lámpara               | Reproducción del color |
|-------------------------------|------------------------|
| Incandescente estándar        | Excelente              |
| Incandescente halógena        | Excelente              |
| Fluorescente de alta calidad  | Muy buena              |
| Fluorescente corriente        | Buena                  |
| Mercurio de (color corregido) | Mediocre               |
| Sodio de alta presión         | Mala                   |
| Sodio de baja presión         | Monocromática          |

Fuente: ALVAREZ BAYONA, Teresa. *Evaluación y acondicionamiento de la iluminación en puestos de trabajo*. p. 18.

### 3.1.9. Mantenimiento

Para lograr el tiempo de vida esperado de una lámpara, es necesario darles la debida supervisión y proceder a su rápida sustitución. En caso de avería o deterioro, la manera más eficaz de conseguir esto es implementar un programa de mantenimiento preventivo que incluya la limpieza periódica de

luminarias, ventanas, lucernarios, claraboyas, y la sustitución de las lámparas al final de su vida útil, antes de que funcionen de manera deficiente.

### **3.2. Evaluación de la producción**

Con base al recorrido realizado en la planta de producción, se observó lo siguiente:

- Tiempos de ocio por parte del personal, por ejemplo: de dos personas en un puesto, únicamente se observa eficiencia en uno, mientras que la otra persona demora mucho en su operación. Entonces no hay una buena coordinación del personal por parte de la supervisión y esto ocasiona que existan demoras que se tienen en las estaciones de trabajo; y las máquinas están en funcionamiento sin procesar.

El personal administrativo necesita capacitación para administrar de mejor manera el recurso humano en todos los procesos, y una buena ergonomía de tiempos y movimientos para la parte operativa.

- Lo más grave sería provocar que el cliente final este esperando el producto cuando una de las máquinas llegue a estar parada. No hay una buena planificación para el mantenimiento, y todos estos problemas están afectando el valor final del producto de cada una de las líneas de producción. Se necesita un plan de mantenimiento preventivo para llevar el control de la maquinaria y equipos, para evitar paros innecesarios en la producción.
- Se sabe la cantidad total del consumo de energía, a través de un contador que se encuentra ubicado en el cuarto eléctrico, pero se

desconoce la cantidad consumida de las máquinas en el proceso de cada línea de producción.

Se necesita realizar una medición en línea, en cuanto al consumo de energía de cada una de las máquinas y equipos, y estos datos deben ser tomados en cuenta para el análisis de los costos de producción.

- La empresa carece de un plan de capacitación para los colaboradores del área de Mantenimiento y Producción, esto provoca gastos innecesarios en los procesos. La mayoría de veces se contrata a personal externo para el mantenimiento de la maquinaria, lo que produce que solo exista una reparación correctiva y no un mantenimiento preventivo. Es necesario la creación de un plan de mantenimiento preventivo del edificio industrial, maquinaria y equipos; con esto se reducirán costos y se evitará la contratación de personal externo(proveedores).
- El etiquetado actualmente se realiza en el área de Carga y Descarga de producto y materias primas(muelle), no debe ser en el muelle, debido a que se pueden ocasionar daños en el producto terminado y al envase.
- Medición en líneas

La medición en líneas se realiza con base a la medición de cada una de las máquinas para la línea de producción de piña y palmito. Se ha utilizado un amperímetro de pinza para medir tanto la corriente como el voltaje. La medición eléctrica de las máquinas de producción es importante porque se puede llegar a determinar cuál es la máquina que consume más energía eléctrica, que



máquina necesita mantenimiento y analizar, si el aumento de los costos corresponde a los equipos o directamente al área de Producción.

Dado que los motores de las máquinas son trifásicos, se realiza un promedio de las tres líneas de corriente que suministran energía al motor trifásico y un voltaje convencional de 220 V. El cálculo de la potencia para un motor trifásico se realiza por la siguiente ecuación:

- Potencia para motor trifásico

$$P = \sqrt{3} \times V \times I$$

Ecuación 3.

Dónde:

P = potencia

V = voltaje

I = corriente

Según el estudio realizado, la empresa se encuentra ubicada en la tarifa BTDFP (baja tensión demanda fuera de punta) en la cual el costo por kilo watt hora (Q kWh), es de Q 0,994854, según la CNEE. El precio cambia cada 3 meses por ajustes trimestrales y su variación es mínima en centavos de quetzal.

Para obtener el costo del consumo eléctrico (Q kWh), de todas las máquinas, se utiliza la ecuación número 4 y el costo por kWh. Los resultados se presentan en la siguiente tabla.

Tabla V. **Mediciones para la línea de producción de piña**

| <b>Máquina</b>       | <b>Costo diario (Q kWh)</b> | <b>Costo mensual (Q kWh)</b> |
|----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Ginaca               | 26,58                       | 531,60                       |
| Soplador             | 25,31                       | 506,20                       |
| Rodajadora           | 12,26                       | 245,20                       |
| Ginaquita            | 11,46                       | 229,20                       |
| Cerradora            | 10,43                       | 208,60                       |
| Tanque formulador    | 10,11                       | 202,20                       |
| Faja de selección    | 9,07                        | 181,40                       |
| Salida túnel         | 2,71                        | 54,20                        |
| Elevador             | 1,59                        | 31,80                        |
| Túnel                | 0,72                        | 14,40                        |
| <b>Total general</b> | <b>110,24</b>               | <b>2 204,80</b>              |

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Mediciones para la línea de producción de palmito**

| <b>Máquina</b>              | <b>Costo diario<br/>(Q kWh)</b> | <b>Costo mensual<br/>(Q kWh)</b> |
|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Cerradora Angelus, 15 onz   | 51,41                           | 1 028,20                         |
| Cerradora Varinge           | 18,38                           | 367,60                           |
| Máquina de tolva de palmito | 18,07                           | 361,40                           |
| Faja de marcado             | 11,62                           | 232,40                           |
| Faja de desecho de palmito  | 9,31                            | 186,20                           |
| Túnel de vapor              | 6,13                            | 122,60                           |
| Faja de atado de palmito    | 6,13                            | 122,60                           |

Continuación de la tabla VI.

|                           |               |                 |
|---------------------------|---------------|-----------------|
| Faja de pelado de palmito | 5,97          | 119,40          |
| Cortadora de palmito      | 5,73          | 114,60          |
| Faja de caída de latas    | 4,85          | 97,00           |
| Faja de lata llena        | 2,70          | 54,00           |
| <b>Total general</b>      | <b>140,30</b> | <b>2 806,00</b> |

Fuente: elaboración propia.

### 3.2.1. Análisis de procesos

Es el estudio de cada una de las operaciones a través de técnicas administrativas con base en la planificación estratégica de una organización.

- Procedimientos aislados

Una de las operaciones del proceso, por ejemplo, el etiquetado del producto terminado en el área de Carga y Descarga, es incorrecta; porque es un área no adecuada para esta operación.

El etiquetado es una operación que se debe realizar dentro de la planta de producción, junto con el codificado; de tal manera que cuando ya esté en el punto de carga y de descarga, cumpla con las normas de inocuidad.

Se han encontrado demoras por el armado de cajas al momento de empaquetar el producto, por tal razón, se propone realizarla simultáneamente con el área de Llenado de latas; para así determinar la cantidad de cajas que se deben elaborar y evitar demoras de 1 hora o más.

- Incremento en la productividad de las máquinas

Se han observado varios paros en la línea de producción de piña, a causa de las continuas fallas mecánicas en la Ginaca. Se recomienda un mantenimiento preventivo por parte de un profesional y el aumento de la velocidad de la misma para lograr:

- Eliminar tiempos de ocio de la máquina para evitar paros en producción.
- Aumentar la producción por día de producción.
- Se producen mayores ingresos debido a la mejora de la productividad.

Con respecto a los tiempos de utilización de las demás máquinas, se ha observado que pasan encendidas en las horas de descanso.; se recomienda evaluar si es posible quedar apagadas, para permitir el ahorro de costos de energía eléctrica.

Para la operación de codificado, se propone utilizar Video Jet. Este sistema funciona a través de impresión por voltaje, que direcciona la tinta hacia la posición correcta, para formar las letras de la fecha de producción a través de un sensor.

Los procesos de producción que se realizan actualmente son: piña en almíbar y palmito en salmuera. En seguida se describen las operaciones de cada uno de ellos.

### **3.2.1.1. Diagrama de operaciones del proceso**

Para llevar un control de todos los procesos en una planta de producción, es necesario el uso del diagrama de operaciones de proceso.

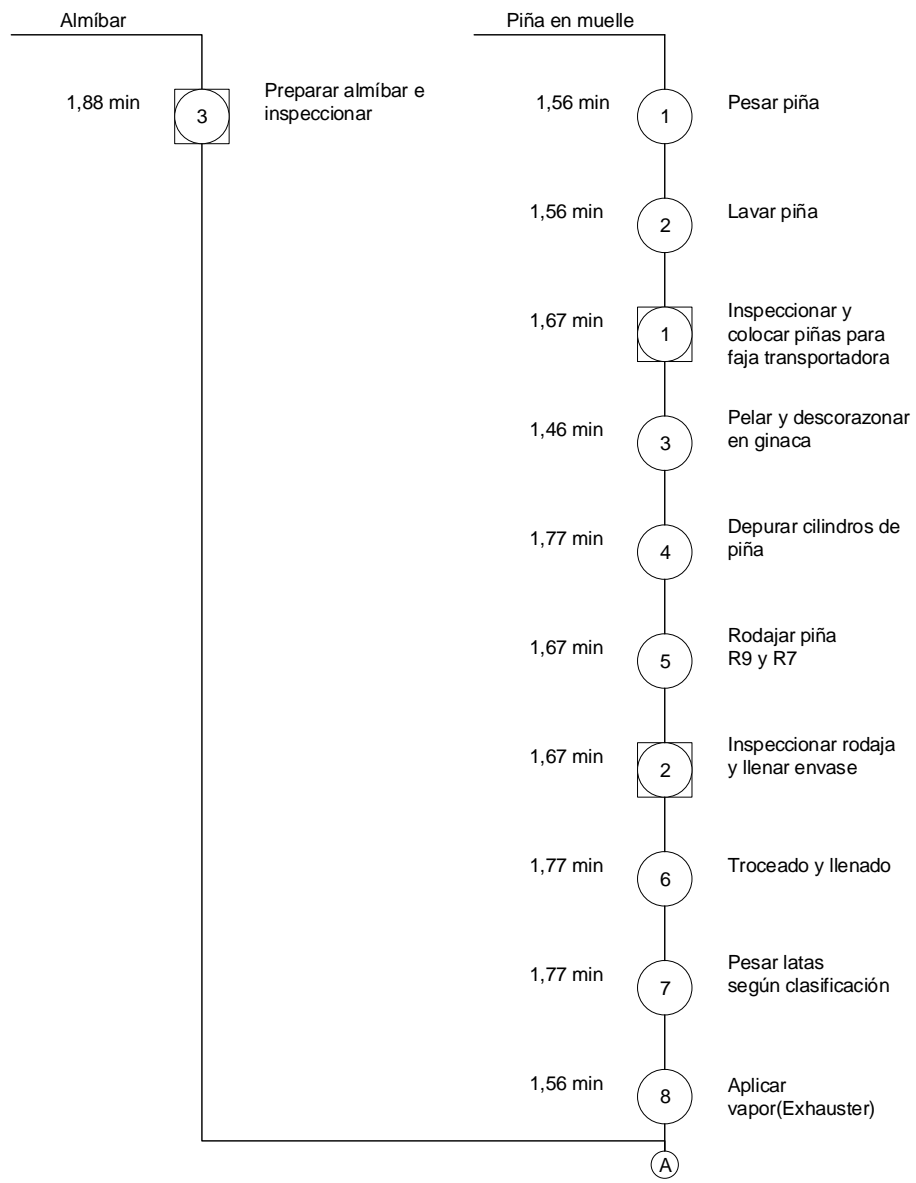
Este diagrama muestra sus actividades y los tiempos de todas las operaciones, inspecciones y operaciones combinadas.

Cada una de ellas, deben de ir identificadas con sus determinados tiempos e identificación de la operación, desde el despacho de materia prima hasta el producto terminado.

Figura 47. **Diagrama propuesto de operaciones del proceso de piña en almíbar**

|  |                          |
|--|--------------------------|
| Nombre de la empresa: Alimentos Montesol, S.A. | Página: 1 de 2           |
| Departamento: Producción                       | Fecha: abril de 2020     |
| Nombre del proceso: Piña en almíbar            | Método: Propuesto        |
| Inicia: Muelle de carga y descarga             | Analista: Daniel Alvarez |
| Termina: Bodega de producto terminado          |                          |

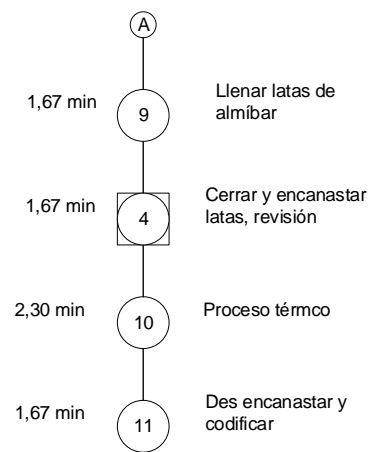
DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO



Continuación de la figura 47.

|  |                          |
|--|--------------------------|
| Nombre de la empresa: Alimentos Montesol, S.A. | Página: 2 de 2           |
| Departamento: Producción                       | Fecha: abril de 2020     |
| Nombre del proceso: Piña en almíbar            | Método: Propuesto        |
| Inicia: Muelle de carga y descarga             | Analista: Daniel Alvarez |
| Termina: Bodega de producto terminado          |                          |

**DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO**



| TABLA RESUMEN |                          |           |              |
|---------------|--------------------------|-----------|--------------|
| Símbolo       | Descripción              | Cantidad  | Tiempo(min)  |
| ○             | Operación                | 11        | 18,76        |
| ◻             | Operación/<br>Inspección | 4         | 6,89         |
| □             | Inspección               | 0         | 0            |
| <b>Total</b>  |                          | <b>17</b> | <b>25,65</b> |

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

En la figura 47, se muestra el diseño de un diagrama de operaciones propuesto con base al flujo de operaciones actual del proceso de producción de piña, que incluye las siguientes modificaciones:

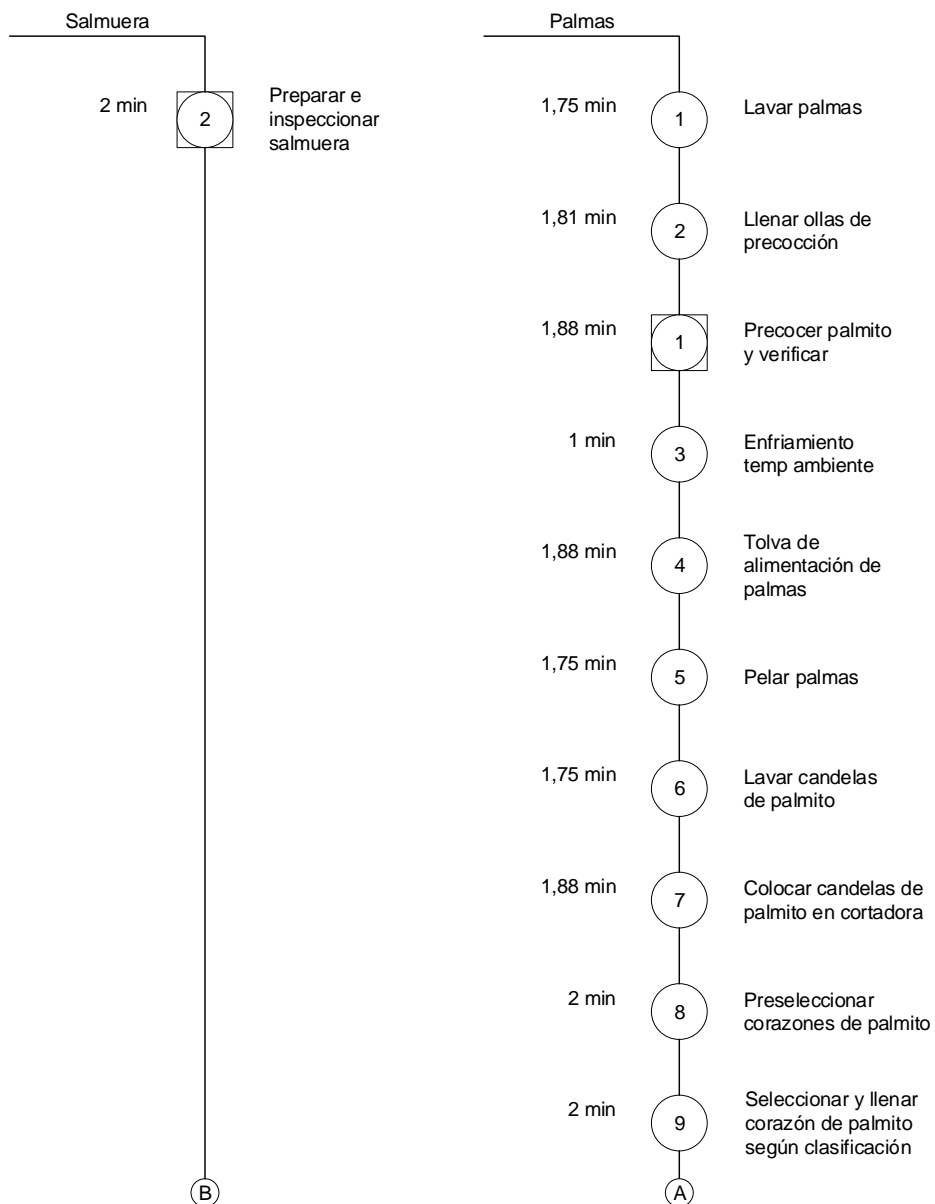
- La inspección y colocación de piñas en la faja transportadora para la alimentación de la ginaca, porque se repite la misma inspección por parte de los operarios de pesado.
- La operación de cerrado y encanastado de latas puede ser realizada por el mismo operario, debido a que la operación de encanastado de latas no requiere de mucho tiempo para realizarse.
- Ahora se realiza de manera conjunta la preparación e inspección de almíbar, como el cerrado y encanastado de latas; permitiendo un ahorro de tiempo.

En la siguiente figura, se muestra el diseño de un diagrama de operaciones propuesto para la línea producción de palmito, con base al flujo de operaciones actual de la figura 48.



Figura 48. **Diagrama propuesto de operaciones del proceso de palmito en salmuera**

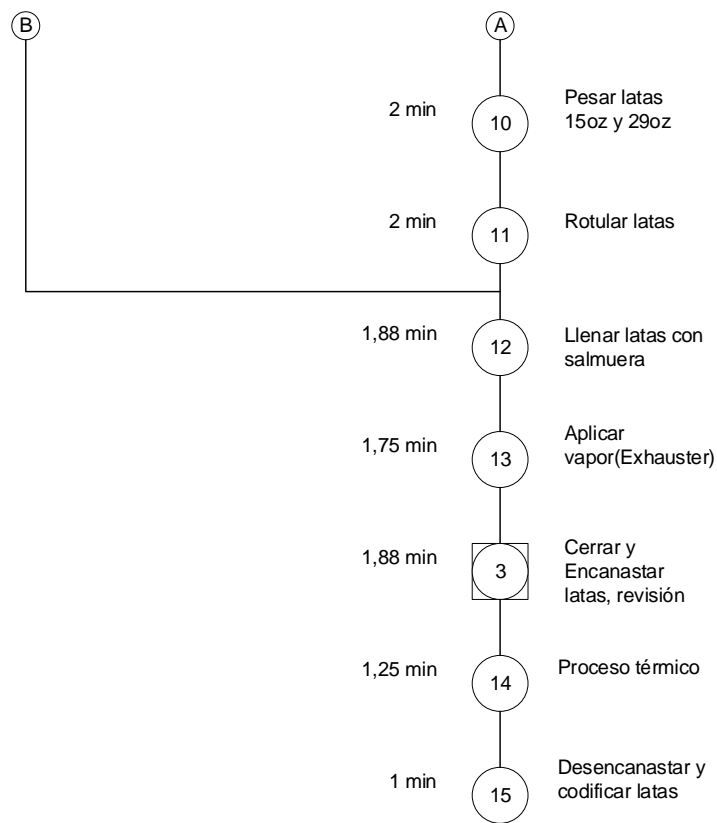
|  |   |
|--|---|
| Nombre de la empresa: Alimentos Montesol, S.A.<br>Departamento: Producción<br>Nombre del proceso: Palmito en salmuera<br>Inicia: Muelle de carga y descarga<br>Termina: Bodega de producto terminado | Página: 1 de 2<br>Fecha: abril de 2020<br>Método: Propuesto<br>Analista: Daniel Alvarez |
| <b>DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO</b>  |   |



Continuación de la figura 48.

|  |                          |
|--|--------------------------|
| Nombre de la empresa: Alimentos Montesol, S.A. | Página: 2 de 2           |
| Departamento: Producción                       | Fecha: abril de 2020     |
| Nombre del proceso: Palmito en salmuera        | Método: Propuesto        |
| Inicia: Muelle de carga y descarga             | Analista: Daniel Alvarez |
| Termina: Bodega de producto terminado          |                          |

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO



| TABLA RESUMEN |                          |           |              |
|---------------|--------------------------|-----------|--------------|
| Símbolo       | Descripción              | Cantidad  | Tiempo(min)  |
| ○             | Operación                | 15        | 25,70        |
| ◻             | Operación/<br>Inspección | 3         | 5,76         |
| □             | Inspección               | 0         | 0            |
| <b>Total</b>  |                          | <b>18</b> | <b>31,46</b> |

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

El diagrama anterior incluye las siguientes modificaciones:

- Las operaciones de cerrado y encanastado de latas, debido a que pueden realizarse de forma conjunta para disminuir el tiempo del proceso de producción.
- Se ha eliminado la inspección de la elaboración de salmuera debido a que el trabajador la puede realizar juntamente con la preparación.

### **3.2.1.2. Diagrama de flujo de procesos**

Es una representación gráfica que muestra el flujo de las operaciones de un proceso. Ayuda a llevar un mejor control y a tener un registro de los tiempos y actividades. Además de los símbolos mencionados anteriormente se agregan el transporte, demora y las líneas que indican los subprocesos.

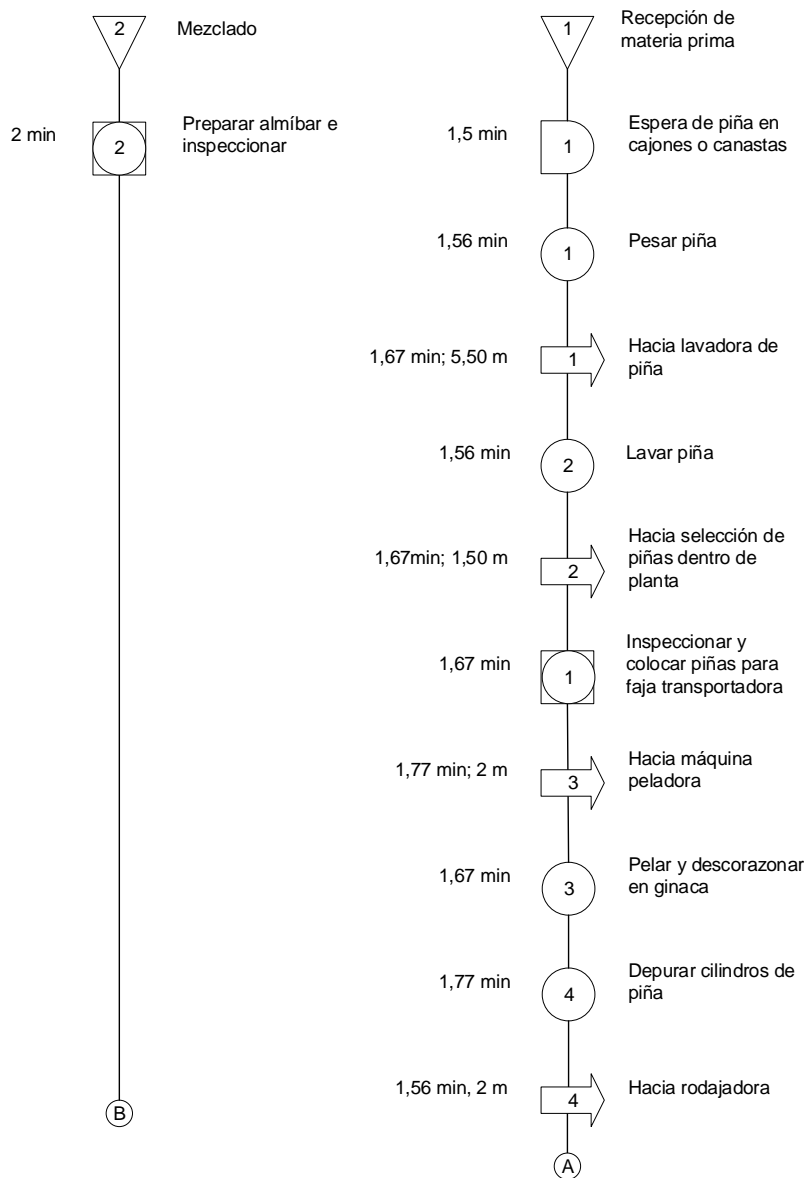
El ingreso de materiales o subprocesos se clasifican en:

- Línea horizontal: cuando material va a ser transformado en el proceso, entonces se utiliza la línea horizontal.
- Línea en forma de flecha horizontal: En comparación con la línea horizontal este suministro no va a ser transformado en el proceso por tal razón es necesario colocar una flecha horizontal.

Figura 49. **Diagrama propuesto de flujo de operaciones del proceso de producción de piña**

|  |                          |
|--|--------------------------|
| Nombre de la empresa: Alimentos Montesol, S.A. | Página: 1 de 3           |
| Departamento: Producción                       | Fecha: abril de 2020     |
| Nombre del proceso: Piña en almíbar            | Método: Propuesto        |
| Inicia: Muelle de carga y descarga             | Analista: Daniel Alvarez |
| Termina: Bodega de producto terminado          |                          |

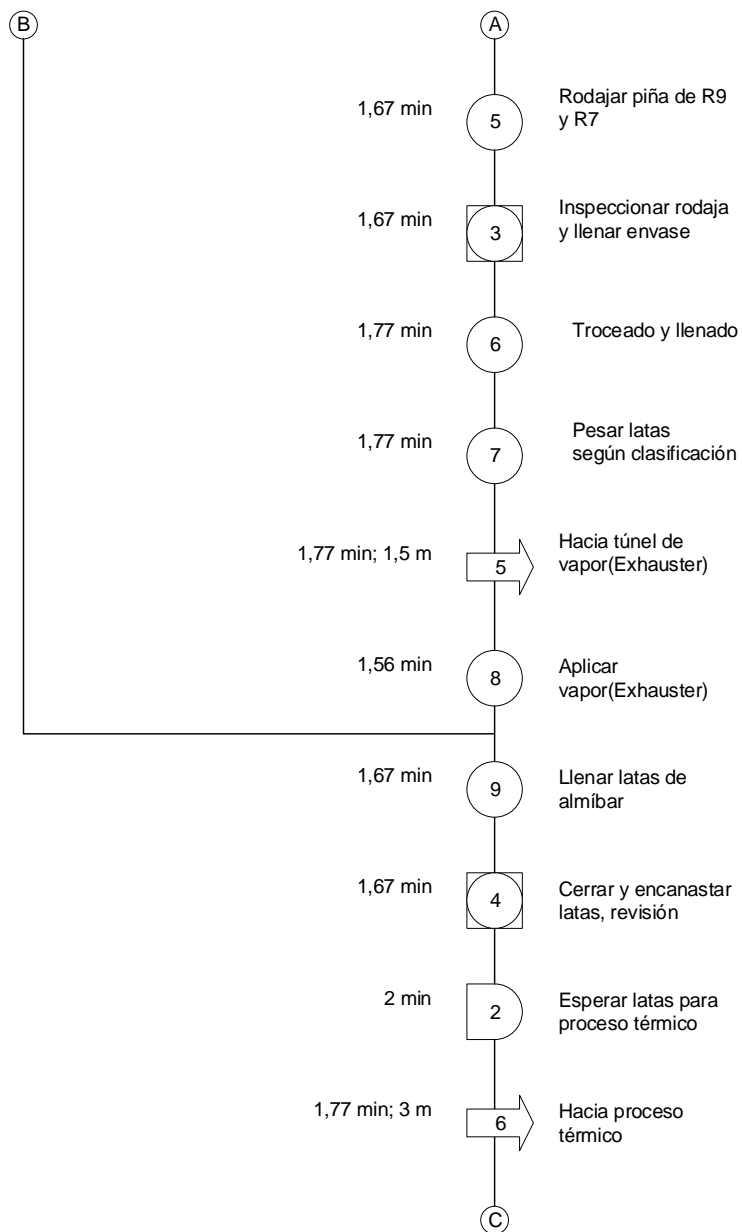
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO



Continuación de la figura 49.

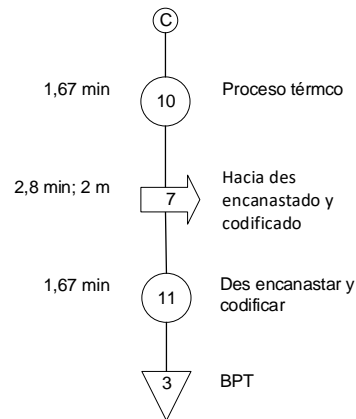
|  |                          |
|--|--------------------------|
| Nombre de la empresa: Alimentos Montesol, S.A. | Página: 2 de 3           |
| Departamento: Producción                       | Fecha: abril de 2020     |
| Nombre del proceso: Piña en almíbar            | Método: Propuesto        |
| Inicia: Muelle de carga y descarga             | Analista: Daniel Alvarez |
| Termina: Bodega de producto terminado          |                          |

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO



Continuación de la figura 49.

|  |                          |
|--|--------------------------|
| Nombre de la empresa: Alimentos Montesol, S.A. | Página 3 de 3            |
| Departamento: Producción                       | Fecha: abril de 2020     |
| Nombre del proceso: Piña en almíbar            | Método: Propuesto        |
| Inicia en: Muelle de carga y descarga          | Analista: Daniel Alvarez |
| Termina en: Bodega de producto terminado       |                          |
| DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO                   |                          |



| TABLA RESUMEN |                          |           |              |              |
|---------------|--------------------------|-----------|--------------|--------------|
| Símbolo       | Descripción              | Cantidad  | Tiempo(seg)  | Distancia(m) |
| ○             | Operación                | 11        | 18,34        | 0            |
| ◻             | Operación/<br>Inspección | 4         | 7,01         | 0            |
| □             | Inspección               | 0         | 0            | 0            |
| →             | Transporte               | 7         | 13,01        | 17,50        |
| D             | Demora                   | 2         | 3,50         | 0            |
| ▽             | Almacenaje               | 3         | INDET        | 0            |
|               | <b>Total</b>             | <b>27</b> | <b>41,86</b> | <b>17,50</b> |

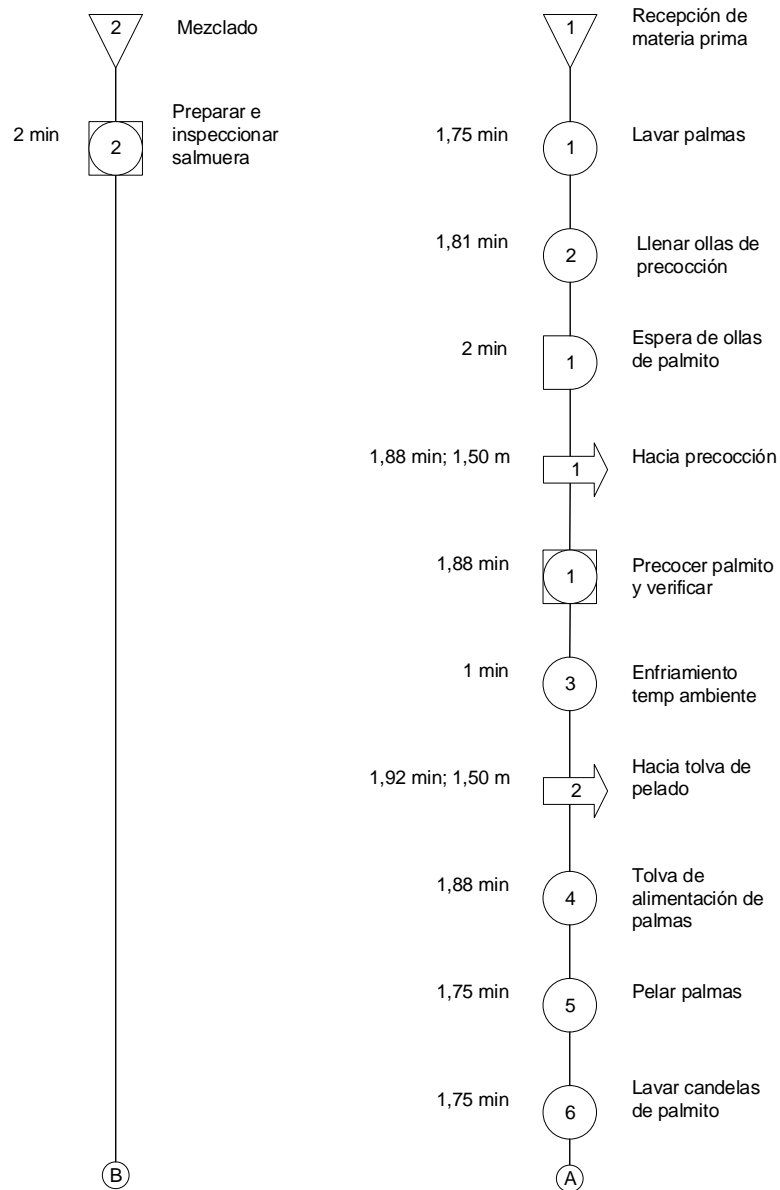
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

Actualmente según se muestra en la figura 21, el trabajador de pesado de piña debe llenar las canastas de malla e inspeccionar a la vez, misma que es realizada por un trabajador dentro de producción al colocar la piña en la faja transportadora por tal razón se propone eliminarla para disminuir el tiempo y con ello la espera de piña en cajones o canastas.

Figura 50. **Diagrama propuesto de flujo de operaciones del proceso de palmito en salmuera**

|  |                          |
|--|--------------------------|
| Nombre de la empresa: Alimentos Montesol, S.A. | Página: 1 de 3           |
| Departamento: Producción                       | Fecha: abril de 2020     |
| Nombre del proceso: Palmito en salmuera        | Método: Propuesto        |
| Inicia: Muelle de carga y descarga             | Analista: Daniel Alvarez |
| Termina: Bodega de producto terminado          |                          |

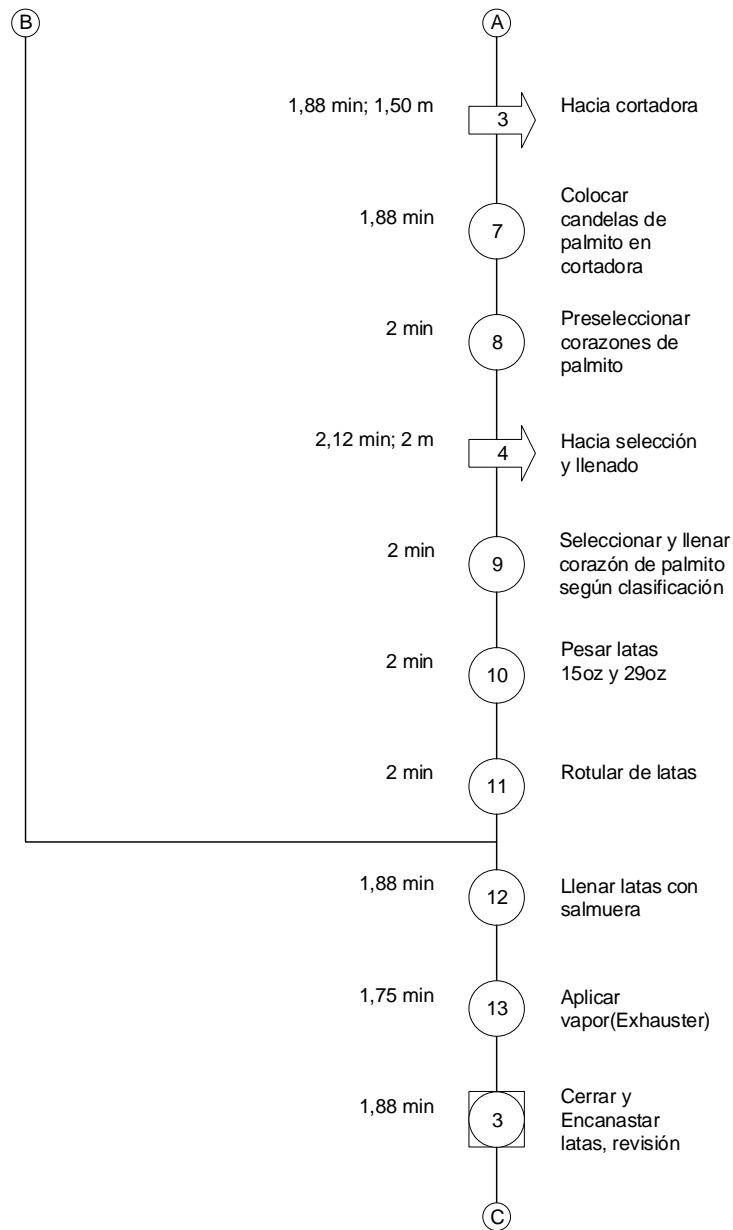
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO



Continuación de la figura 50.

|  |                          |
|--|--------------------------|
| Nombre de la empresa: Alimentos Montesol, S.A. | Página: 2 de 3           |
| Departamento: Producción                       | Fecha: abril de 2020     |
| Nombre del proceso: Palmito en salmuera        | Método: Propuesto        |
| Inicia: Muelle de carga y descarga             | Analista: Daniel Alvarez |
| Termina: Bodega de producto terminado          |                          |

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

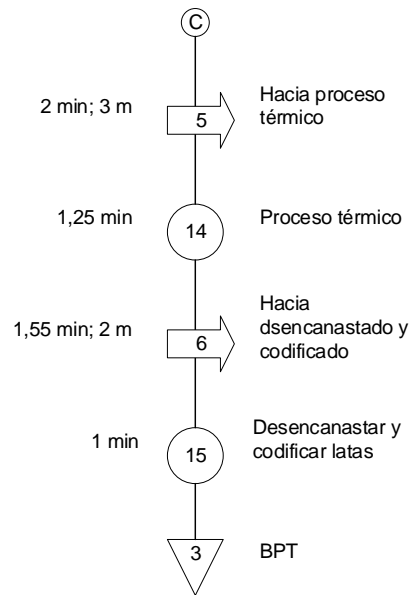




Continuación de la figura 50.

|  |                          |
|--|--------------------------|
| Nombre de la empresa: Alimentos Montesol, S.A. | Página: 3 de 3           |
| Departamento: Producción                       | Fecha: abril de 2020     |
| Nombre del proceso: Palmito en salmuera        | Método: Propuesto        |
| Inicia: Muelle de carga y descarga             | Analista: Daniel Alvarez |
| Termina: Bodega de producto terminado          |                          |

**DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO**



| TABLA RESUMEN |                          |           |              |              |
|---------------|--------------------------|-----------|--------------|--------------|
| Símbolo       | Descripción              | Cantidad  | Tiempo(min)  | Distancia(m) |
| ○             | Operación                | 15        | 25,70        | 0            |
| ◻             | Operación/<br>Inspección | 3         | 5,76         | 0            |
| ◻             | Inspección               | 0         | 0            | 0            |
| ➡             | Transporte               | 6         | 11,35        | 11,50        |
| ◐             | Demora                   | 1         | 2,00         | 0            |
| ▽             | Almacenaje               | 3         | INDET        | 0            |
|               | <b>Total</b>             | <b>28</b> | <b>44,81</b> | <b>11,50</b> |

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

A través del diagrama actual de la figura 22, se observan operaciones innecesarias como la demora de ollas con palmito a precocción, cuando debería de haber una secuencia de operaciones de llenado de ollas de precocción y precocción de palmito sin que se dé la demora.

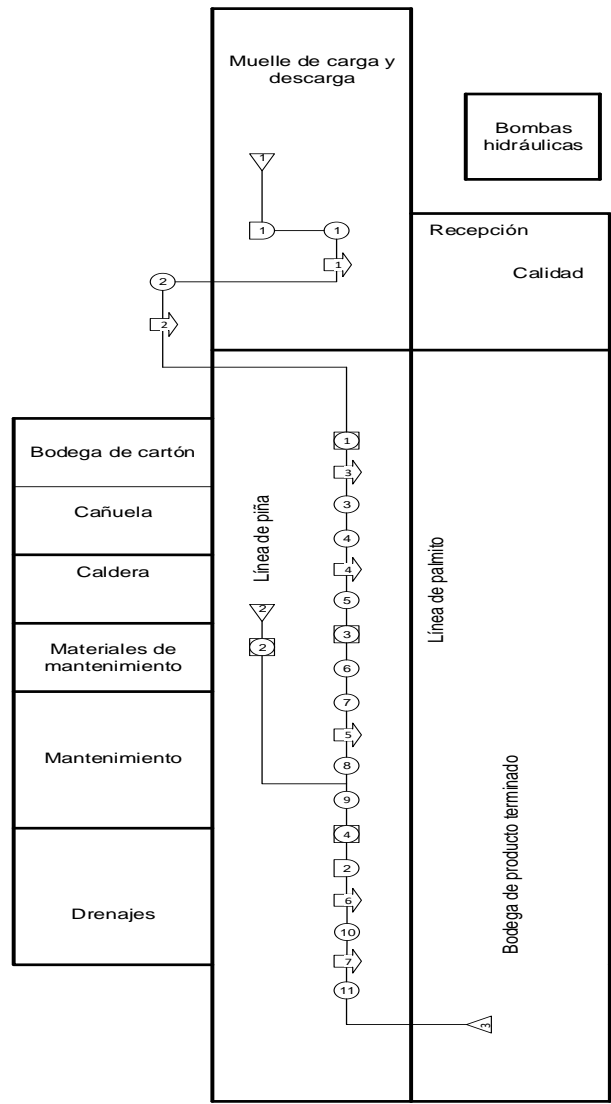
### **3.2.1.3. Diagrama de recorrido**

Es una representación gráfica que muestra la ubicación de las áreas de una planta de producción y tiene que ver con el proceso que se realice en cada subdepartamento del departamento de Producción, muestra el movimiento del material de una actividad a otra. Este diagrama se diseña con base a las modificaciones realizadas en los flujos de los procesos de producción, respetando el croquis de la empresa.

Figura 51. Diagrama propuesto de recorrido del proceso de producción de piña

|  |   |
|--|---|
| Nombre de la empresa: Alimentos Montesol, S.A.<br>Departamento: Producción<br>Nombre del proceso: Piña en almíbar<br>Inicia: Muelle de carga y descarga<br>Termina: Bodega de producto terminado | Página: 1 de 1<br>Fecha: abril de 2020<br>Método: Propuesto<br>Analista: Daniel Alvarez |
|--|---|

DIAGRAMA DE RECORRIDO DEL PROCESO

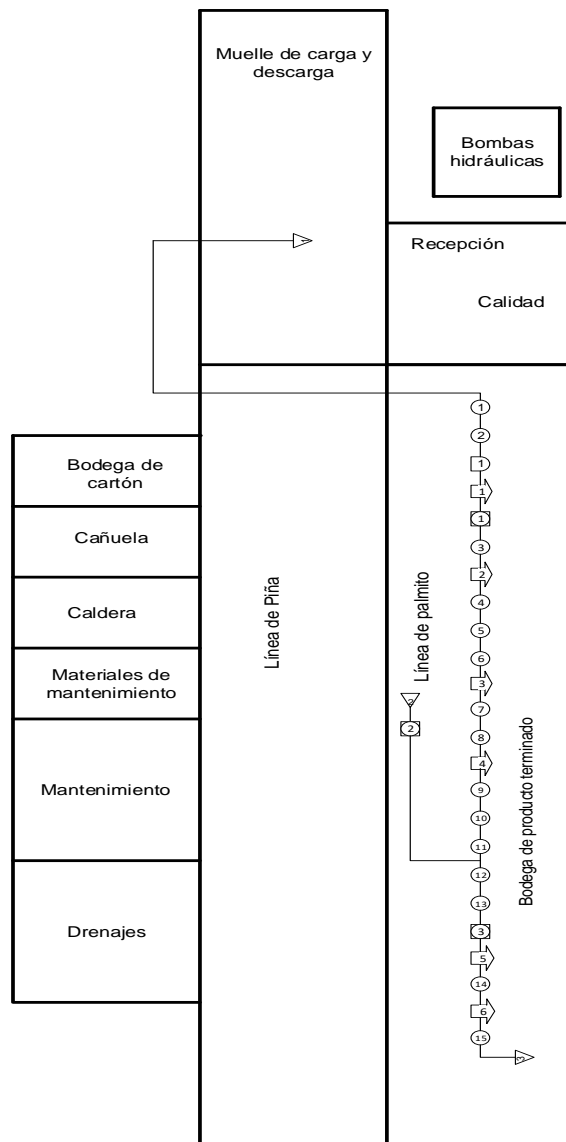


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

Figura 52. Diagrama propuesto de recorrido del proceso de producción de palmito

|  |   |
|--|---|
| Nombre de la empresa: Alimentos Montesol, S.A.<br>Departamento: Producción<br>Nombre del proceso: Palmito en salmuera<br>Inicia: Muelle de carga y descarga<br>Termina: Bodega de producto terminado | Página: 1 de 1<br>Fecha: abril de 2020<br>Método: Propuesto<br>Analista: Daniel Alvarez |
|--|---|

DIAGRAMA DE RECORRIDO DEL PROCESO



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

### **3.2.2. Estudio de tiempos**

El estudio de tiempos es una técnica para determinar el tiempo estándar utilizado para realizar una tarea determinada, considerando un porcentaje de tolerancia que incluye, los suplementos por fatiga, condiciones laborales y necesidades personales.

Para realizar este estudio son necesarias varias herramientas:

Físicas, administrativas con el objetivo de aumentar la eficiencia no solo de los equipos sino también del personal operativo. De esta manera se reducen costos altos, resistencias al cambio de personal y la reducción de actividades administrativas mal diseñadas por parte de la organización y esto lleva a tener éxito en todos los procesos.

Es necesario la toma de los tiempos de cada operación en los procesos de producción con la ayuda de un cronómetro y esto va significar información y registros de todos los problemas que se han dado o que se puedan dar en el departamento de Producción.

- Línea de piña

De los datos obtenidos a través del diagrama de operaciones del proceso de producción de piña de la figura 47, el tiempo total del proceso es de 25,65 (min), lo que representa 0,21 (hr), por unidad. La producción actual supera las 10 000 unidades por año, y en la tabla Westinghouse del anexo se tienen tiempos por ciclo (hr), de 0,2 y 0,3 y se realiza una interpolación dando como resultado 12 iteraciones para realizar el estudio de tiempos.

- Línea de palmito en salmuera

En los datos que se obtuvieron a través del diagrama de operaciones de proceso de palmito en salmuera de la figura 48, el tiempo total del proceso es de 31,46 (min), lo que representa 0,010 (hr) por unidad. La producción actual supera las 10 000 unidades por año, y en la tabla Westinghouse del anexo se tienen tiempos por ciclo (hr) de 0,008 y 0,012 por lo cual se realiza una interpolación dando como resultado 54 iteraciones para realizar el estudio de tiempos.

### 3.2.2.1. Tiempo promedio

En la toma de los tiempos de cada operación, es necesario calcular varias iteraciones con el objetivo de tener un tiempo promedio; debido a lo observado, hay operarios que cuentan con tiempo de ocio y esto es debido a que otros operarios realizan la tarea por ellos, tendría que haber supervisión en todos los procesos para evitar los tiempos de ocio y se tenga mayor productividad en todos los procesos.

Para determinar el tiempo promedio que un operario realiza en cada una de las operaciones del proceso de producción, se utiliza la siguiente ecuación:

- Tiempo promedio

$$T_{prm} = \frac{\sum Tx}{n}$$

Ecuación 4.

Dónde:

x= tiempo cronometrado

n = número de tiempos observados

Los resultados del tiempo cronometrado se presentan en la siguiente tabla:

Tabla VII. **Tiempo promedio para las operaciones de la línea de piña en almíbar**

| <b>No. Operación</b> | <b>Descripción</b>                                    | <b>Tiempo medio por unidad (seg)</b> |
|----------------------|---|--------------------------------------|
| 1                    | Pesar piña  | 46,80                                |
| 2                    | Lavar piña  | 46,80                                |
| 3                    | Inspeccionar y colocar piñas para faja transportadora | 50,10                                |
| 4                    | Pelar y descorazonar en ginaca                        | 43,80                                |
| 5                    | Depurar cilindros de piña                             | 53,10                                |
| 6                    | Rodajar piña R9 y R7                                  | 50,10                                |
| 7                    | Inspeccionar rodaja y llenar envase                   | 50,10                                |
| 8                    | Troceado y llenado                                    | 53,10                                |
| 9                    | Pesar latas según clasificación                       | 53,10                                |
| 10                   | Aplicar vapor( <i>exhauster</i> )                     | 46,80                                |
| 11                   | Preparar almíbar e inspeccionar                       | 56,40                                |
| 12                   | Llenar latas de almíbar                               | 50,10                                |
| 13                   | Cerrar y encanastar latas, revisión                   | 50,10                                |
| 14                   | Proceso térmico                                       | 69,00                                |
| 15                   | Des encanastar y codificar                            | 50,10                                |

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Tiempo promedio para las operaciones de la línea de palmito en salmuera**

| <b>No. Operación</b> | <b>Descripción</b>  | <b>Tiempo unidad(seg)</b> |
|----------------------|---|---------------------------|
| 1                    | Lavar palmas  | 2,10                      |
| 2                    | Llenar ollas de precocción                                  | 2,17                      |
| 3                    | Precocer palmito y verificar                                | 2,26                      |
| 4                    | Enfriamiento temperatura ambiente                           | 1,20                      |
| 5                    | Tolva de alimentación de palmas                             | 2,26                      |
| 6                    | Pelar palmas  | 2,10                      |
| 7                    | Lavar candelas de palmito                                   | 2,10                      |
| 8                    | Colocar candelas de palmito en cortadora                    | 2,26                      |
| 9                    | Preseleccionar corazones de palmito                         | 2,40                      |
| 10                   | Seleccionar y llenar corazón de palmito según clasificación | 2,40                      |
| 11                   | Pesar latas 15oz y 29oz                                     | 2,40                      |
| 12                   | Rotular latas   | 2,40                      |
| 13                   | Preparar e inspeccionar salmuera                            | 2,40                      |
| 14                   | Llenar latas con salmuera                                   | 2,26                      |
| 15                   | Aplicar vapor ( <i>exhauster</i> )                          | 2,10                      |
| 16                   | Cerrar y Encanastar latas, revisión                         | 2,26                      |
| 17                   | Proceso térmico   | 1,50                      |
| 18                   | Des encanastar y codificar latas                            | 1,20                      |

Fuente: elaboración propia.



### 3.2.2.2. Tiempo normal

Es el tiempo que requerirá un operario normal para realizar una actividad, sin demoras por causas personales o inevitables. El tiempo normal se obtiene del tiempo promedio y del factor de actuación correspondiente a la valorización del trabajo. Es importante la buena supervisión de las actividades que se realicen para cada proceso de producción por parte de los superiores.

A través de la siguiente ecuación, se procederá a calcular el tiempo normal que un operario debe de realizar en cada una de las tareas:

- Tiempo normal

$$T_n = T_{prm}(F_a)$$

Ecuación 5.

Dónde:

$T_n$  = tiempo normal

$T_{prm}$  = tiempo promedio

$F_a$  = factor de actuación

Los resultados son los siguientes:

Tabla IX. **Tiempo normal para las operaciones de la línea de piña en almíbar**

| No. Operación | Descripción   | T. Medio(seg) | Fa   | T. Normal(seg) |
|---------------|---|---------------|------|----------------|
| 1             | Pesar piña  | 46,80         | 1,11 | 51,95          |
| 2             | Lavar piña  | 46,80         | 1,14 | 53,35          |
| 3             | Inspeccionar y colocar piñas para faja transportadora | 50,10         | 1,11 | 55,61          |
| 4             | Pelar y descorazonar en ginaca                        | 43,80         | 1,23 | 53,87          |
| 5             | Depurar cilindros de piña                             | 53,10         | 1,13 | 60,00          |
| 6             | Rodajar piña R9 y R7                                  | 50,10         | 1,08 | 54,11          |
| 7             | Inspeccionar rodaja y llenar envase                   | 50,10         | 1,11 | 55,61          |
| 8             | Troceado y llenado                                    | 53,10         | 1,11 | 58,94          |
| 9             | Pesar latas según clasificación                       | 53,10         | 1,13 | 60,00          |
| 10            | Aplicar vapor( <i>exhauster</i> )                     | 46,80         | 1,23 | 57,56          |
| 11            | Preparar almíbar e inspeccionar                       | 56,40         | 1,07 | 60,35          |
| 12            | Llenar latas de almíbar                               | 50,10         | 1,23 | 61,62          |
| 13            | Cerrar y encanastar latas, revisión                   | 50,10         | 1,08 | 54,11          |
| 14            | Proceso térmico                                       | 69,00         | 1,23 | 84,87          |
| 15            | Des encanastar y codificar                            | 50,10         | 1,14 | 57,11          |

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Tiempo normal para las operaciones de la línea de palmito en salmuera**

| No. Operación | Descripción                  | T. Medio(s) | Fa   | T. Normal(s) |
|---------------|------------------------------|-------------|------|--------------|
| 1             | Lavar palmas                 | 2,10        | 1,11 | 2,33         |
| 2             | Llenar ollas de precocción   | 2,17        | 1,08 | 2,34         |
| 3             | Precocer palmito y verificar | 2,26        | 1,13 | 2,55         |

Continuación de la tabla X.

|    |   |      |      |      |
|----|---|------|------|------|
| 4  | Enfriamiento temp ambiente                                  | 1,20 | 1,28 | 1,54 |
| 5  | Tolva de alimentación de palmas                             | 2,26 | 1,28 | 2,89 |
| 6  | Pelar palmas  | 2,10 | 1,17 | 2,46 |
| 7  | Lavar candelas de palmito                                   | 2,10 | 1,16 | 2,44 |
| 8  | Colocar candelas de palmito en cortadora                    | 2,26 | 1,07 | 2,42 |
| 9  | Preseleccionar corazones de palmito                         | 2,40 | 1,16 | 2,78 |
| 10 | Seleccionar y llenar corazón de palmito según clasificación | 2,40 | 1,19 | 2,86 |
| 11 | Pesar latas 15oz y 29oz                                     | 2,40 | 1,17 | 2,81 |
| 12 | Rotular latas   | 2,40 | 1,17 | 2,81 |
| 13 | Preparar e inspeccionar salmuera                            | 2,40 | 1,19 | 2,86 |
| 14 | Llenar latas con salmuera                                   | 2,26 | 1,20 | 2,71 |
| 15 | Aplicar vapor ( <i>exhauster</i> )                          | 2,10 | 1,24 | 2,60 |
| 16 | Cerrar y Encanastar latas, revisión                         | 2,26 | 1,19 | 2,69 |
| 17 | Proceso térmico   | 1,50 | 1,24 | 1,86 |
| 18 | Des encanastar y codificar latas                            | 1,20 | 1,19 | 1,43 |

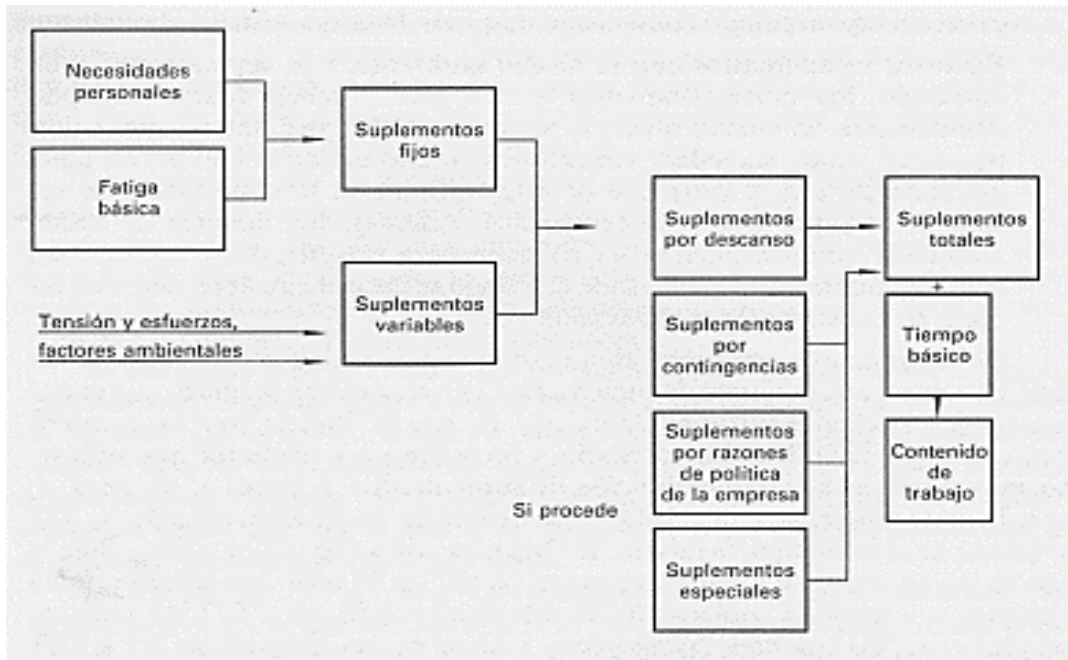
Fuente: elaboración propia.

### 3.2.2.3. Suplementos

Al igual que para el tiempo normal es necesario la valoración del trabajo a través de factores cómo la habilidad, esfuerzo, condiciones de trabajo y la consistencia. Los suplementos también son ajustes para alcanzar un tiempo estándar práctico y alcanzable.

La siguiente figura muestra el modelo básico para el cálculo de los suplementos en dónde puede observarse que los suplementos por descanso o fatiga son la parte esencial que se añade al tiempo normal.

Figura 53. **Suplementos**



Fuente: KANAWATY, George. *Introducción al estudio del trabajo*. p. 338.

### 3.2.2.4. Tolerancias

Las tolerancias o concesiones son el tiempo añadido que no forma parte del proceso. El tiempo que se le concede a los trabajadores para sus necesidades personales es a través de los suplementos, éstos se han clasificado en las siguientes categorías: personales, por fatiga y retrasos.

La siguiente tabla muestra el listado de tolerancias:

Tabla XI. **Listado de tolerancias**

| <b>Tolerancia</b>                       | <b>Porcentaje</b> |
|---|-------------------|
| Necesidades personales                  | 5 %               |
| Básico por fatiga                       | 4 %               |
| Trabajo de pie                          | 2 %               |
| Postura anormal,<br>incómoda(inclinado) | 2 %               |
| Monotonía mental                        | 1 %               |
| <b>Total</b>                            | <b>14 %</b>       |

Fuente: elaboración propia.

### **3.2.2.5. Tiempo estándar**

Es el tiempo que se requiere para que un operario calificado y capacitado trabaje a paso normal para realizar una operación. Se necesita un plan de capacitación al personal de producción con el fin de minimizar los tiempos de todas las operaciones en el proceso y así evitar pérdidas económicas en el gasto innecesario de tiempo.

Para determinar el tiempo estándar se hace uso de la siguiente ecuación:

- Tiempo estándar

$$Test = Tn(1 + \%Tolerancias)$$

Ecuación 6.

Dónde:

Test = tiempo estándar

Tn = tiempo normal

Los resultados del tiempo estándar se presentan en la siguiente tabla:

Tabla XII. **Tiempos estándar de las operaciones de la línea de piña en almíbar**

| <b>No. Operación</b> | <b>T. Normal(s)</b> | <b>Suplementos</b> | <b>T. Estándar(s)</b> |
|----------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|
| 1                    | 51,95               | 1,14 %             | 59,22                 |
| 2                    | 53,35               | 1,14 %             | 60,82                 |
| 3                    | 55,61               | 1,14 %             | 63,40                 |
| 4                    | 53,87               | 1,14 %             | 61,41                 |
| 5                    | 60,00               | 1,14 %             | 68,40                 |
| 6                    | 54,11               | 1,14 %             | 61,69                 |
| 7                    | 55,61               | 1,14 %             | 63,40                 |
| 8                    | 58,94               | 1,14 %             | 67,19                 |
| 9                    | 60,00               | 1,14 %             | 68,40                 |
| 10                   | 57,56               | 1,14 %             | 65,62                 |
| 11                   | 60,35               | 1,14 %             | 68,80                 |
| 12                   | 61,62               | 1,14 %             | 70,25                 |
| 13                   | 54,11               | 1,14 %             | 61,69                 |
| 14                   | 84,87               | 1,14 %             | 96,75                 |
| 15                   | 57,11               | 1,14 %             | 65,11                 |
|                      |                     | Total              | 1 002,15              |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Tiempos estándar de las operaciones de la línea de palmito en salmuera**

| <b>No. Operación</b> | <b>T. Normal(s)</b> | <b>Suplementos</b> | <b>Tiempo estándar(s)</b> |
|----------------------|---------------------|--------------------|---------------------------|
| 1                    | 2,33                | 1,14 %             | 2,66                      |
| 2                    | 2,34                | 1,14 %             | 2,67                      |
| 3                    | 2,55                | 1,14 %             | 2,91                      |
| 4                    | 1,54                | 1,14 %             | 1,76                      |
| 5                    | 2,89                | 1,14 %             | 3,29                      |
| 6                    | 2,46                | 1,14 %             | 2,80                      |
| 7                    | 2,44                | 1,14 %             | 2,78                      |
| 8                    | 2,42                | 1,14 %             | 2,76                      |
| 9                    | 2,78                | 1,14 %             | 3,17                      |
| 10                   | 2,86                | 1,14 %             | 3,26                      |
| 11                   | 2,81                | 1,14 %             | 3,20                      |
| 12                   | 2,81                | 1,14 %             | 3,20                      |
| 13                   | 2,86                | 1,14 %             | 3,26                      |
| 14                   | 2,71                | 1,14 %             | 3,09                      |
| 15                   | 2,60                | 1,14 %             | 2,96                      |
| 16                   | 2,69                | 1,14 %             | 3,07                      |
| 17                   | 1,86                | 1,14 %             | 2,12                      |
| 18                   | 1,43                | 1,14 %             | 1,63                      |
|                      |                     | <b>Total</b>       | <b>50,59</b>              |

Fuente: elaboración propia.

### **3.2.3. Balance de líneas**

Es una de las herramientas más importantes para la planificación y el control de la producción, debido a que una línea de producción debe de estar equilibrada y para ello, depende de la optimización de variables como los tiempos de los procesos de producción; con el objetivo de tener éxito en todos los procesos de una producción es importante tener en cuenta el control de las actividades de todos los operarios, basándose en el balanceo de la línea, porque esta herramienta proporciona un mejor panorama de lo que está pasando en la línea de producción para alcanzar una buena productividad en todos los procesos.

Los tiempos necesarios para cada operación en una línea de producción deben ser aproximadamente iguales. Las operaciones que se logran realizar con un balance de líneas son: determinar el número de operarios dado que se conocen los tiempos de las operaciones, minimizar el número de estaciones de trabajo dado que se conoce el tiempo de ciclo; conociendo el número de estaciones de trabajo se pueden asignar elementos a la misma.

- La carga de trabajo no está bien distribuida

En algunas estaciones de trabajo se trabaja más que en otras, el trabajo no está bien distribuido y se debe igualar la carga de trabajo entre todo el personal de la planta de producción. Esto ayudará a que las actividades operativas sean más eficientes, por ejemplo: quitar parte del trabajo a una estación ocupada y dárselo a la que no tenga suficiente.



- No está determinado el cuello de botella

Durante el proceso de producción se observaron dos equipos, la ginaca y la cerradora de latas, estas máquinas hacen que la producción se detenga; por tal razón se considera un cuello de botella.

- La ginaca

Tiene problemas mecánicos y tiene que llegar un encargado para lograr solventarlo y así seguir el flujo de producción.

- La cerradora de latas

Se detiene al momento de estar cerrando las latas, lo que hace que todas se amontonen y de alguna manera se estanque el proceso. Para evitar paros en la producción se propone dar un mantenimiento preventivo adecuado y que se ataquen los puntos críticos para evitar paros en la producción.

### **3.2.3.1. Eficiencia de la línea**

La eficiencia de una línea puede calcularse a través de la cantidad de minutos estándar reales y el total de minutos estándar permitidos.

No hay eficiencia en las líneas de producción de piña y palmito debido a que se presentan demoras en el proceso y desperfectos en la maquinaria y algunos tiempos de ocio que es debido a la falta de supervisión en algunas operaciones.

Se pretende encontrar la eficiencia de las líneas de producción con base a las condiciones propuestas a través de la siguiente ecuación:

- Eficiencia de la línea

$$Efl = \frac{\sum Test}{\#Estaciones * Test + Lento}$$

Ecuación 7.

Dónde:

Efl = eficiencia de la línea

$\sum Te$  = sumatoria de tiempos estándar

Test + Lento = tiempo estándar más lento

Al resolver la ecuación anterior se obtiene lo siguiente:

- Línea de producción de piña

Dado que el tiempo estándar más lento corresponde a la operación número 14 correspondiente al proceso térmico, la eficiencia de la línea de producción de piña es del 70 %.

- Línea de producción de palmito

Dado que el tiempo estándar más lento corresponde a la operación número 9 de la tolva de alimentación de palmas, la eficiencia de la línea de producción de palmito es del 85 %.

### 3.2.3.2. Índice de producción

Son indicadores que ayudan a medir el nivel de producción. Estos indicadores se miden con base a metas, exportaciones, importaciones, entre otros, tomando en cuenta la calidad desde el proceso, envasado, etiquetado, carga y transporte. Para calcular el índice de producción se utiliza la siguiente ecuación:

- Índice de producción

$$IP = \frac{\textit{Unidades a fabricar}}{\textit{Tiempo disponible}}$$

Ecuación 8.

Dónde:

IP = Índice de producción

Entonces:

- Línea de producción de piña

Actualmente en la línea de producción de piña se procesan 575 quintales para un tiempo disponible de 8 horas por día, y se obtiene que la velocidad a la que debe de trabajar la línea de producción es de 1,20 quintales por minuto.

- Línea de producción de palmito

Actualmente en la línea de producción de palmito se procesan 12 000 palmas para un tiempo disponible de 8 horas por día, y se obtiene que la

velocidad a la que debe de trabajar la línea de producción es de 25 palmas por minuto.

### **3.2.3.3. Determinación del número de operarios por estación de trabajo**

El número de operarios por estación de trabajo se obtiene de acuerdo con la eficiencia previamente calculada y el índice de producción para determinar cuántas personas se deben tener en cada estación de trabajo. Para las operaciones semi automáticas se ha asignado un valor de 1 y para las automáticas ninguno.

El número de operarios se determina a partir de la siguiente ecuación:

- Número de operarios teóricos

$$\#Operarios \ x \ estación = \frac{Test * IP}{Efl}$$

Ecuación número 9.

Dónde:

Test = Tiempo estándar

IP = Índice de producción

Efl = Eficiencia de la línea

Los resultados se presentan en la tabla siguiente:

Tabla XIV. **Número de operarios para la línea de piña en almíbar**

| <b>Descripción</b>                                    | <b>Tiempo estándar(seg)</b> | <b>Operadores teóricos</b> | <b>Operadores reales</b> |
|---|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Pesar piña  | 59,22                       | 1,72                       | 2                        |
| Lavar piña  | 60,82                       | 1,76                       | 2                        |
| Inspeccionar y colocar piñas para faja transportadora | 63,40                       | 1,84                       | 2                        |
| Pelar y descorazonar en ginaca (semi automática)      | 61,41                       | 1,78                       | 1                        |
| Depurar cilindros de piña                             | 68,40                       | 1,98                       | 2                        |
| Rodajar piña R9 y R7(semi automática)                 | 61,69                       | 1,79                       | 1                        |
| Inspeccionar rodaja y llenar envase                   | 63,40                       | 1,84                       | 2                        |
| Troceado y llenado                                    | 67,19                       | 1,95                       | 2                        |
| Pesar latas según clasificación                       | 68,40                       | 1,98                       | 2                        |
| Aplicar vapor ( <i>exhauster</i> automático)          | 65,62                       | 1,90                       | 0                        |
| Preparar almíbar e inspeccionar                       | 68,80                       | 1,99                       | 2                        |
| Llenar latas de almíbar                               | 70,25                       | 2,04                       | 2                        |
| Cerrar y encanastar latas, revisión                   | 61,69                       | 1,79                       | 2                        |
| Proceso térmico (semi automático)                     | 96,75                       | 2,80                       | 1                        |
| Des encanastar y codificar                            | 65,11                       | 1,89                       | 2                        |
| <b>Totales</b>  | <b>1 002,15</b>             | <b>29,05</b>               | <b>25</b>                |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Número de operarios para la línea de palmito en salmuera**

| <b>Descripción</b>  | <b>Tiempo estándar(s)</b> | <b>Operarios teóricos</b> | <b>Operarios reales</b> |
|---|---------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Lavar palmas Cl[200ppm]                                     | 2,66                      | 1,31                      | 2                       |
| Llenar ollas de precocción                                  | 2,67                      | 1,32                      | 2                       |
| Precocer palmito y verificar                                | 2,91                      | 1,44                      | 2                       |
| Enfriamiento temp ambiente                                  | 1,76                      | 0,87                      | 0                       |
| Tolva de alimentación de palmas (semi automática)           | 3,29                      | 1,63                      | 1                       |
| Pelar palmas  | 2,80                      | 1,38                      | 2                       |
| Lavar candelas de palmito                                   | 2,78                      | 1,37                      | 2                       |
| Colocar candelas de palmito en cortadora (semi automática)  | 2,76                      | 1,36                      | 1                       |
| Preseleccionar corazones de palmito                         | 3,17                      | 1,57                      | 2                       |
| Seleccionar y llenar corazón de palmito según clasificación | 3,26                      | 1,61                      | 2                       |
| Pesar latas 15oz y 29oz                                     | 3,20                      | 1,58                      | 2                       |
| Rotular latas   | 3,20                      | 1,58                      | 2                       |
| Preparar e inspeccionar salmuera                            | 3,26                      | 1,61                      | 2                       |
| Llenar latas con salmuera                                   | 3,09                      | 1,53                      | 2                       |
| Aplicar vapor( <i>exhauster</i> automática)                 | 2,96                      | 1,46                      | 0                       |
| Cerrar y Encanastar latas, revisión                         | 3,07                      | 1,52                      | 2                       |
| Proceso térmico   | 2,12                      | 1,05                      | 1                       |
| Des encanastar y codificar latas                            | 1,63                      | 0,81                      | 1                       |
| <b>Totales</b>  | <b>50,59</b>              | <b>25,00</b>              | <b>28</b>               |

Fuente: elaboración propia.

- Estación más lenta

La estación más lenta o cuello de botella se determina a través del tiempo estándar y el número de operarios:

- Estación más lenta

$$Estación\ más\ lenta = \frac{Test}{\#Ope\ x\ estación}$$

Ecuación 10.

Se obtiene lo siguiente:

Para la línea de producción de piña la estación más lenta es la número 14 y corresponde al proceso térmico. En la línea de producción de palmito la estación más lenta es el número 5 y corresponde a la estación de alimentación de palmas.

#### **3.2.4. Actualización de formatos de control de la producción**

Los formatos son una estructura matricial que se utilizan para llevar el control de uno o más registros. Se deben definir los campos necesarios para el determinado control, debido a que estos facilitan la forma de obtener mejor la información de determinado proceso y el almacenamiento de los datos que en el futuro se utilizaran como historial de producción; y son de vital importancia para la empresa debido a que representan la información necesaria de cada uno de los procesos.

En la siguiente tabla se presentan los registros que se llevan en la planta de producción:

Tabla XVI. **Registros de producción actuales**

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Control de salmuera para palmito | Formato de producto no conforme                    |
| Control de llenado de piña       | Formato de producto terminado conforme             |
| Control de llenado de palmito    | Formato de orden de producción (formato propuesto) |
| Control de pelado de palmas      | Formato de pesado de insumos (formato propuesto)   |
|                                  | Bitácora general (preproducción)                   |

Fuente: elaboración propia.

No existe ningún documento, ni el espacio correspondiente en los formatos que represente el número de orden de cada proceso de producción, de producto terminado, de distribución y de despacho. Es necesario la creación de este control en los formatos determinados para que cada proceso tenga un respaldo.

### **3.2.5. Pronósticos de producción**

Se puede analizar un pronóstico tanto cualitativo como cuantitativo. Las diferencias entre uno y otro son, por ejemplo. El cualitativo es buscar una meta. Acá se conoce el producto y todo el canal de producción por lo que se debe producir con base a metas.



El cuantitativo no es una meta, es una inferencia estadística. Los modelos de producción estables, que al *plotear* los valores tienen un mismo comportamiento en el espacio, y tienen como función primordial realizar una predicción de lo que va suceder más adelante con la mayor exactitud posible, para esto se necesitará de una fuente de datos de ventas y de producción ya sea del bien, producto o servicio que se esté analizando.

- Línea de producción de palmito

Figura 54. Ventas reales: línea de palmito



Fuente: elaboración propia.

A través de la gráfica anterior, se puede determinar que es de tipo cíclico, manteniendo similares demandas de ventas para meses en común de distinto año. Los períodos para los últimos 4 meses se valúan con el período congelado de ventas del último período completo.

La manera para calcular el pronóstico de ventas para una familia cíclica se presenta en la siguiente ecuación:

- Cálculo del pronóstico de evaluación

$$P_n = V_n * i_n$$

Ecuación 11.

Dónde:

$P_n$  = pronóstico de evaluación

$V_n$  = ventas nuevas

$i_n$  = índice estacional para el n-ésimo mes

La proyección de ventas se detalla en la tabla siguiente:

Tabla XVII. **Proyección de ventas: línea de palmito**

| <b>Mes</b> | <b>Ventas</b> | <b>Proyección</b> |
|------------|---------------|-------------------|
| 33         | 28 852        | 45 387            |
| 34         | 26 889        | 39 423            |
| 35         | 16 465        | 14 781            |
| 36         | 14 084        | 10 816            |

Fuente: elaboración propia.

### **3.2.5.1. Demanda ascendente**

La demanda es el aumento del flujo de consumidores del producto determinado y esto va depender del pronóstico de producción, del control de calidad, y del control del producto terminado.

No hay mercadeo, no hay publicidad, no tiene promoción el producto. El producto se vende más en el extranjero que a nivel local; por lo mismo no hay muchas existencias en las tiendas locales.

Es importante que haya una identificación con la marca desde los colaboradores hasta los consumidores y una reingeniería en el departamento de Ventas, promociones y mercadeo, para dar a conocer el producto a nivel local.

- Línea de producción de piña

Figura 55. **Ventas reales: línea de piña**



Fuente: elaboración propia.

A través de la gráfica anterior, se puede observar que tiene un comportamiento cíclico que crece conforme avanza el tiempo. Están presentes dos tipos de análisis, cíclico y de correlación, por tal razón se procede a realizar un análisis comparativo para determinar cuál es la demanda real y el pronóstico de evaluación.

Para determinar los pronósticos se trabajan dos períodos completos de ventas conocidas de 24 meses de tal manera que primero se realiza una regresión para encontrar los valores de a, b y r.

Al evaluar las ventas de los primeros dos períodos se determina que el modelo que arroja el coeficiente más alto de correlación r, es el modelo lineal. Los valores se muestran en la siguiente tabla:

Tabla XVIII. **Ecuación lineal**

| <b>LINEAL</b> | <b>Y=a + bx</b> |
|---------------|-----------------|
| A=            | 13 395,2971     |
| B=            | 1 865,64957     |
| R=            | 0,44155079      |

Fuente: elaboración propia.

A través de los datos obtenidos anteriormente, se realiza el cálculo de las ventas nuevas:

- Ventas nuevas

$$Ventas\_nuevas = Voriginales - b \times t$$

Ecuación 12.

Dónde:

b = pendiente de la ecuación de regresión con el mejor coeficiente de correlación.

t = período de tiempo (en meses)

A través de las ventas nuevas es posible calcular el pronóstico de ventas y se obtiene que:

- Pronóstico de ventas

$$P_n = X_{original} * i + b * t$$

Ecuación 13.

Dónde:

X original = promedio de la demanda real original de los dos períodos

t = Período de tiempo(meses)

El resultado del pronóstico de ventas se muestra en la tabla:

Tabla XIX. **Proyección de ventas: línea de piña**

| <b>Mes</b> | <b>Ventas</b> | <b>Proyección</b> |
|------------|---------------|-------------------|
| 33         | 36 236        | 71 847            |
| 34         | 48 000        | 96 844            |
| 35         | 103 800       | 227 216           |
| 36         | 76 642        | 158 954           |

Fuente: elaboración propia.

### **3.3. Evaluación de mantenimiento**

Es importante que, en la planta de producción, con el objetivo de tomar medidas en cuanto a los puntos críticos y no críticos del mantenimiento, porque estos pueden producir paros innecesarios en la producción.

- Mantenimiento preventivo

Se define como el conjunto de actividades de mantenimiento, que llenan los requisitos para evitar el deterioro prematuro de los mecanismos que forman los sistemas de los equipos mecánicos y eléctricos.

El mantenimiento se clasifica en: Mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo y mantenimiento predictivo. Por ejemplo, en el mantenimiento preventivo se incluyen las siguientes actividades básicas:

- Inspecciones continuas a los equipos durante la producción
- Inspecciones a la forma de operación de los equipos por parte de los operarios.
- Realización de un plan de mantenimiento con el objetivo de no realizar paros de los equipos durante la producción.
- Análisis de los puntos críticos ya que estos necesitan mucha atención y así contar con la disponibilidad de los equipos para los diferentes procesos.

La falta de personal calificado en el departamento de Mantenimiento ha sido razón del aumento de costos en la planta de producción por tal razón no existe un programa de mantenimiento adecuado para los equipos. Es por ello que la empresa contrata servicios externos que a la larga aumentan los costos.

Las supervisiones continuas durante el proceso de producción son necesarias y éstas deben ser diarias, mensuales, trimestrales, semestrales y anuales porque permiten hacer una evaluación de cómo se encuentra la maquinaria y equipos.

### 3.3.1. Diseño y creación de formatos

Un formato es un documento, físico o digital, que se diseña con el propósito de que una empresa lleve el control de sus registros. El objetivo principal de un formato es almacenarlo y guardarlo para que la información quede registrada y utilizarlo posteriormente.

En la tabla siguiente se presentan los formatos necesarios de mantenimiento, para una planta de producción de alimentos:

Tabla XX. **Formatos propuestos de mantenimiento**

| No. | Formato  |
|-----|--|
| 1   | Control de refacciones                                       |
| 2   | Inventario de maquinaria y equipo                            |
| 3   | Fichas técnicas de los equipos                               |
| 4   | Orden de trabajo de actividades y mantenimiento              |
| 5   | Requerimiento de refacciones                                 |
| 6   | Plan de mantenimiento preventivo para los diferentes equipos |
| 7   | Inspección para tratamiento de aguas                         |
| 8   | Inspección y mantenimiento de lámparas LED                   |
| 9   | Inspección y mantenimiento de láminas                        |

Fuente: elaboración propia.

### 3.3.2. Programa de mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es un conjunto de procedimientos a realizar con el fin de mantener los equipos disponibles para la producción y que garantizan su buen funcionamiento.

El objetivo del mantenimiento preventivo es evitar paros en los equipos y maquinaria durante cualquier proceso en la producción, y evitar cualquier accidente que se pueda dar.

En la siguiente tabla se presentan los programas necesarios para una planta de alimentos:

Tabla XXI. **Programas de mantenimiento necesarios para una planta de producción de alimentos**

| <b>No.</b> | <b>Programa de mantenimiento</b>                   |
|------------|--|
| 1          | Mantenimiento preventivo de caldera                |
| 2          | Mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipo |
| 3          | Mantenimiento preventivo de sistema eléctrico      |
| 4          | Mantenimiento preventivo del techo                 |
| 5          | Mantenimiento preventivo de bombas de agua         |
| 6          | Mantenimiento preventivo de torre de enfriamiento  |
| 7          | Mantenimiento preventivo de motores eléctricos     |

Fuente: elaboración propia.

### **3.4. Evaluación de control de calidad**

Con el objetivo de alcanzar un éxito en el producto y la satisfacción del cliente es necesario que el control de calidad tenga control en los siguientes aspectos: nutrición, microbiología y buenas prácticas de manufactura. Con estas evaluaciones se logra que el producto sea sano y proteger a la empresa de problemas comerciales o campañas negativas y al consumidor mismo.



Se han encontrado latas dañadas a través de la corrosión que es ocasionada a través de la temperatura ambiente en el muelle de carga y descarga, y según calidad este sería un producto no conforme.

#### **3.4.1. Implementación de formato de control**

Es importante la implementación de los registros de cada proceso con el objetivo de que el producto terminado cumpla con los requerimientos del cliente y no existan costos innecesarios en el departamento de Producción, carga, transporte y otros.

Formatos:

- Rutina de inspección de calidad
- Control de rechazos materia prima
- Control de la calidad de agua para proceso
- Registro de rechazo de proceso

#### **3.4.2. Registro de entradas y salidas dentro y fuera de los parámetros**

La importancia de la calidad de los insumos que se necesitan para cada proceso en la producción de alimentos es indispensable y debe cumplir con los requerimientos que el plan de producción determina y esto llevaría a reducir costos en cada proceso de producción, mano de obra, energía, mantenimiento y otros.

Cómo mejoras a las entradas y salidas dentro y fuera de los parámetros se realizarán algunas modificaciones a los formatos ya establecidos para llevar

un mejor control en cuanto a la calidad del producto, estos registros se llevarán a cabo a través de los siguientes formatos: producto no conforme y producto terminado conforme.

## **4. DESARROLLO DE LA IMPLEMENTACIÓN**

### **4.1. Implementación del plan**

Con base a la evaluación realizada de la situación actual de la empresa anteriormente, se ha realizado la propuesta para la optimización; y en este capítulo se presentarán los procedimientos para llevarse a cabo la implementación.

### **4.2. Entidades responsables**

Se presentan los diferentes roles o puestos responsables de llevar a cabo el plan de implementación.

#### **4.2.1. Gerencia general**

El termino de gerente general es usado para referirse a uno de los más altos cargos de la estructura jerárquica en una empresa u organización. Arriba de este nivel únicamente está la junta directiva o sus dueños. Dentro de las funciones que debe realizar un gerente general están:

- Planificar, organizar y supervisar las actividades de las jefaturas de producción, mantenimiento, calidad, despacho y almacén.
- La administración y coordinación de recursos de la empresa.
- Tomar decisiones importantes para los asuntos críticos de la empresa.

#### **4.2.2. Departamento de Producción**

Es el departamento que realiza la transformación de la materia prima en producto terminado. La energía, materia prima y mano de obra directa; son recursos con los que cuenta el departamento de Producción.

El departamento puede ser liderado por un profesional de la industria, un profesional en la industria en alimentos; debido al conocimiento para llevar a cabo actividades dentro de un proceso y procedimiento productivo.

Los puestos que intervienen en el departamento de Producción son los coordinadores y supervisores de la mano de obra, encargados de bodega, encargados de limpieza, mecánica, calidad y transporte para la comercialización del producto al cliente.

#### **4.3. Planificación del sistema de optimización**

Anteriormente se mencionan factores involucrados con la implementación, sin embargo, es necesario realizar otra serie de actividades que van desde la puesta en marcha del sistema, hasta su mejoramiento y seguimiento. Para ello es necesaria la integración de todos los estudios para que la optimización se vea reflejada no solo en el área de Producción sino en las demás áreas de la empresa.

La siguiente tabla muestra una planificación propuesta para que la empresa pueda comprender de una manera más detallada las actividades para una implementación correcta y el seguimiento de la misma:

Tabla XXII. **Cronograma para la planificación de la implementación**

| <b>Nombre de actividad</b>                          | <b>Fecha inicio</b> | <b>Duración en días</b> | <b>Fecha fin</b> |
|---|---------------------|-------------------------|------------------|
| <b>Implementación</b>                               |                     |                         |                  |
| Difusión de la optimización, objetivos del proyecto | 14-jun              | 5,00                    | 18-jun           |
| Capacitación al personal                            | 21-jun              | 5,00                    | 25-jun           |
| Puesta en marcha del sistema                        | 28-jun              | 5,00                    | 02-jul           |
| <b>Control</b>                                      |                     |                         |                  |
| Seguimiento del proyecto                            | 28-jun              | 124,00                  | 29-oct           |
| Supervisión del proyecto                            | 28-jun              | 124,00                  | 29-oct           |
| Auditoría interna 1                                 | 15-jul              | 1,00                    | 15-jul           |
| Auditoría interna 2                                 | 22-sep              | 1,00                    | 22-sep           |
| Auditoría interna 3                                 | 15-oct              | 1,00                    | 15-oct           |
| Recepción de los registros 1                        | 15-jul              | 1,00                    | 15-jul           |
| Recepción de los registros 2                        | 22-sep              | 1,00                    | 22-sep           |
| Recepción de los registros 3                        | 15-oct              | 1,00                    | 15-oct           |
| Análisis de la información 1                        | 15-jul              | 1,00                    | 15-jul           |
| Análisis de la información 2                        | 22-sep              | 1,00                    | 22-sep           |
| Análisis de la información 3                        | 15-oct              | 1,00                    | 15-oct           |
| <b>Seguimiento</b>                                  |                     |                         |                  |
| Aplicación de herramientas de mejora continua       | 19-jul              | 3,00                    | 21-jul           |
| Aplicación de herramientas de mejora continua 2     | 27-sep              | 3,00                    | 29-sep           |
| Análisis de las herramientas de mejora continua     | 27-sep              | 3,00                    | 29-sep           |
| Seguimiento de las causas y efectos                 | 08-oct              | 3,00                    | 29-oct           |

Fuente: elaboración propia.

### **4.3.1. Introducción del sistema**

Es la primera fase en donde se iniciará formalmente con la implementación a todos los empleados de la empresa. La introducción al sistema de optimización de recursos se realizará a través de una capacitación a los empleados.

#### **4.3.1.1. Capacitación**

Para llevar a cabo la implementación, es necesario realizar una capacitación principalmente a los empleados de producción. Todos ellos deben de tener conocimiento del ahorro que se requiere alcanzar, por tal razón, esto permitirá cometer menos errores al momento de realizarse los cambios. La capacitación será impartida por el encargado de producción quien deberá tener el conocimiento sobre la optimización de recursos debido a que es el responsable de cada uno de los procesos productivos en las distintas líneas de producción.

### **4.3.2. Documentación**

La documentación debe estar presente en cada una de las actividades que se lleven a cabo para la implementación y para ello se ha hecho un análisis en cada una de las líneas de producción para tener más claridad de los procesos productivos. Se ha hecho un análisis y diseño de procesos a través de diagramas de operaciones, flujo y recorrido. Sin embargo, los registros son de gran importancia porque permiten evaluar los resultados del plan y realizar auditorías internas para validar si se está cumpliendo con los lineamientos; analizar los resultados y conocer las causas que pueden estar ocasionando el aumento de los costos.

### **4.3.3. Revisión de la dirección**

La dirección forma parte muy importante en la toma de decisiones y acciones dentro de la empresa y es por eso que es importante que se involucre en los nuevos cambios que conducen a la optimización.

La información que debe proporcionarse a la dirección o a la alta gerencia para la revisión es la siguiente:

- Resultado de las auditorías internas
- Planificación de las actividades
- Consumos de energía
- Plan de mantenimiento preventivo a los equipos
- Recomendaciones para la mejora

### **4.3.4. Indicadores de calidad**

Con base a las propuestas mencionadas anteriormente se establecen ciertos indicadores que permiten determinar el avance en cuanto a la optimización de los recursos, algunos de estos indicadores son los siguientes:

#### **4.3.4.1. Lotes no conformes**

Este indicador ayudará a la empresa a determinar qué tan eficiente es en cuanto a las nuevas propuestas de optimización y se calculará al final de cada día de labores con base a las pruebas efectuadas en cada lote de producción. Para determinar el indicador de lotes no conformes se hace uso de la siguiente ecuación:

- Indicador para lotes no conformes

$$\%LNC = \frac{\#LNC}{CI}$$

Ecuación 14.

Dónde:

CI = capacidad instalada

Si el porcentaje LNC es mayor que cero, la empresa buscará reducirlo hasta que sea lo más cercano a cero o igual que cero para buscar que la eficiencia sea alta.

#### **4.3.4.2. Número de quejas**

Este indicador es una evaluación directa por parte del cliente, este se mide a través del número de quejas o insatisfacciones diarias. Para este indicador no es necesario realizar un cálculo, bastará con que el nivel de quejas se mantenga en cero.

#### **4.4. Herramientas propuestas para la mejora continua**

Las herramientas de calidad son utilizadas para el análisis, solución de problemas y mejora continua en las distintas áreas de la organización. Las siete herramientas de la calidad son: gráfica de frecuencias o histogramas, diagrama de Pareto, Ishikawa, hoja de verificación, diagrama de flujo, gráficas de dispersión y gráficos de control. Se utilizan el diagrama de Ishikawa, gráficos de control y gráficos de dispersión para analizar la realidad de la empresa y presentar resultados para la mayoría de sus problemas.



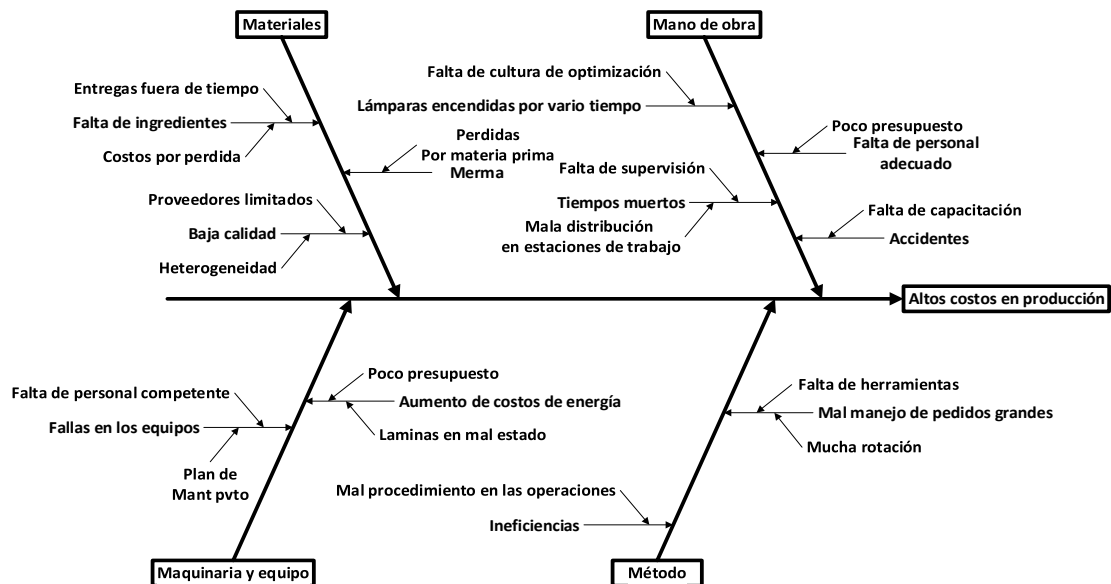
### 4.4.1. Diagrama Ishikawa

El diagrama de Ishikawa es utilizado para representar gráficamente los efectos y sus causas. Se utiliza para encontrar las posibles soluciones a un problema.

- 4 M'S

Los problemas en la producción de los productos alteran al producto final, accidentes en las áreas de trabajo, fallas por mantenimiento y deficiencias en los materiales suman pérdidas económicas para una planta de producción. Las 4M's se refieren a la mano de obra, maquinaria, método y materiales.

Figura 56. Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2019.

#### 4.4.2. Gráfico de control

Los gráficos de control se utilizan para analizar el comportamiento de determinado proceso de producción y prever fallas a través de herramientas estadísticas.

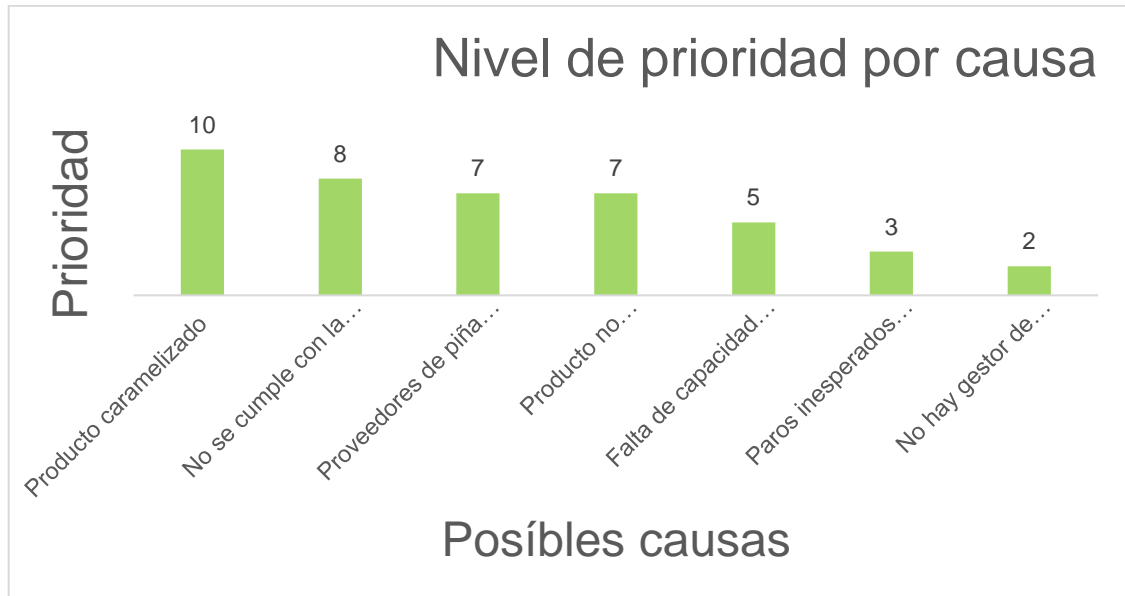
Se han clasificado 7 posibles causas que originan la insatisfacción de los clientes, estableciendo una ponderación por criterio propio; como prioridad a solucionar. El detalle de las posibles causas se muestra en la tabla:

Tabla XXIII. Posibles causas de los procesos productivos

| No. | POSIBLES CAUSAS                                       | PRIORIDAD |
|-----|---|-----------|
| 1   | Producto caramelizado                                 | 10        |
| 3   | No se cumple con la solicitud de los clientes         | 8         |
| 6   | Proveedores de piña no cumplen con los requerimientos | 7         |
| 2   | Producto no entregado a tiempo                        | 7         |
| 4   | Falta de capacidad en las líneas de producción        | 5         |
| 5   | Paros inesperados por falta de mantenimiento          | 3         |
| 7   | No hay gestor de calidad                              | 2         |

Fuente: elaboración propia.

Figura 57. Posibles causas en los procesos productivos



Fuente: elaboración propia.

#### 4.5. Infraestructura para la implementación del sistema

Las instalaciones de la empresa están construidas con base a las áreas de trabajo, la maquinaria y servicios básicos.

##### 4.5.1. Edificio

El edificio de la planta industrial actualmente se encuentra en buen estado, y la parte operativa cuenta con equipo de inocuidad, botiquín de primeros auxilios; aunque es recomendable se realicen las siguientes mejoras:

- Aumentar las medidas de ingreso de plagas a través de una buena planificación y control.

- El mantenimiento preventivo al techo de la planta para evitar la acumulación de polvo, grietas o filtraciones.
- Mejorar el área de Carga y Descarga con la colocación de rampas para mejorar las operaciones en la recepción de materia prima y despachos de producto terminado.
- Se sugiere dentro de las instalaciones una clínica médica para evitar la ausencia de personal operativo y gastos innecesarios.
- La utilización de equipo industrial al personal operativo de bodega para prevenir riesgos y accidentes.

#### **4.5.2. Áreas de trabajo**

Todas las áreas de trabajo en una planta de producción deben contar con los recursos y ambientes aptos de tal manera que los colaboradores tengan la facilidad de realizar las actividades de forma que no afecte a la seguridad de ellos mismos, para que en algún momento no se conviertan en costos inesperados u ocultos.

Aspectos a tomar en cuenta en las áreas de trabajo:

- Las buenas prácticas de manufactura son un requisito indispensable para las plantas procesadoras de alimentos porque garantiza la inocuidad y calidad de los productos a los clientes.
- Manejar el orden en los procesos de manera que los procedimientos en las operaciones finales no retornen a las operaciones iniciales porque se generaría una contaminación cruzada.
- Es importante la vigilancia y mantenimiento del tratado de aguas residuales de tal manera que se cumpla con los requisitos para las cuales son destinadas.

- Se deben de mejorar los procedimientos de limpieza y desinfección en cada estación por turno de trabajo de manera que no sean interrumpidos los procesos en las líneas de producción.

#### 4.5.3. Maquinaria

La maquinaria y equipos que se utilizan para la elaboración de los productos en la línea de producción de piña y palmito se presenta en la tabla:

Tabla XXIV. **Maquinaria de producción**

| No. | Maquinaria                 |
|-----|----------------------------|
| 1   | Secador de latas           |
| 2   | Selladora de latas         |
| 3   | Marmitas                   |
| 4   | Salmuerador                |
| 5   | Llenadora                  |
| 6   | Cortadora de fruta         |
| 7   | Lavadora de piña           |
| 8   | Peladora y descorazonadora |
| 9   | Rodajadora de fruta        |
| 10  | Pulpero                    |
| 11  | Torre de enfriamiento      |
| 12  | Codificador de latas       |
| 13  | Dosificador de almíbar     |
| 14  | Lavadora de latas          |
| 15  | Compresor                  |
| 16  | Caldera                    |

Continuación de la tabla XXIV.

|    |                                    |
|----|------------------------------------|
| 17 | Caldera piro tubular o acuotubular |
| 18 | Ginaca                             |
| 19 | Balanza para pesaje de piña        |
| 20 | Transportadores                    |
| 21 | Túnel de vapor                     |

Fuente: elaboración propia.

Es importante se tenga un profesional en el área de Mantenimiento, que sea responsable de los planes de mantenimiento preventivo, correctivo y de la inspección diaria de cada uno de los equipos y de las máquinas, ya que en gran medida de estos depende la producción de cada uno de los productos.

#### **4.6. Documentación para el control de los procesos de producción**

La documentación de la producción es una valiosa herramienta que permite formalizar los procesos en la fabricación y en la elaboración de los productos con el fin de tener un mejor control de todas las actividades relacionadas con la calidad y el rendimiento de la organización.

Facilita un seguimiento interno continuo de control de la producción asegurando que todos los productos que se elaboren cumplan las especificaciones requeridas por la organización; permitiendo corregir aspectos que puedan llegar a tener un impacto negativo sobre la calidad e inocuidad de los productos fabricados.

Es importante tener un manual de procedimientos de los diferentes procesos de la fabricación de los productos con el fin de mejorar la calidad de ellos. Los registros son importantes y se deben analizar estadísticamente para darles seguimiento para una mejora continua.

Por otra parte, la documentación permite establecer un sistema de trazabilidad en la organización que rastrea paso a paso la elaboración de un producto desde la obtención de las materias primas hasta su disposición final garantizando el control de las características del mismo en cada etapa del proceso de producción.

#### **4.6.1. Muestreo**

El muestreo se determina a través de la selección de una lata del total del lote de producción, se examina para determinar si el producto cumple con las características establecidas en formulación; si no cumple se dirige a la bodega de diagonal (producto rechazado), y si cumple, entonces el lote es aceptado.

- Normas aplicadas en la manipulación de los productos fabricados

El presente trabajo de graduación estará legalmente diseñado por normas nacionales regionales, COGUANOR, COGUANOR Agua Potable NTG 29001 COGUANOR CTN-34 Industrial Agrícolas y Alimenticia, RTCA, Nacional IGSS, INAB, MARN, Ministerio de Salud, Ministerio de Trabajo, Ley Forestal 97, Reglamento de Transporte, Internacional CODEX, FDA, México NOM Etiquetado; debido a que el producto es de consumo alimenticio humano.

#### 4.6.2. Aplicación de los gráficos de control

Esta herramienta se utilizará para controlar y observar un proceso de producción en el tiempo y compararlo con los límites de variación fijados especialmente para la toma de decisiones.

- Línea de producción de piña

En la siguiente tabla se presenta el reporte trimestral, con la cantidad de productos conformes y no conformes del proceso de producción de piña:

Tabla XXV. **Reporte trimestral de la línea de producción de piña**

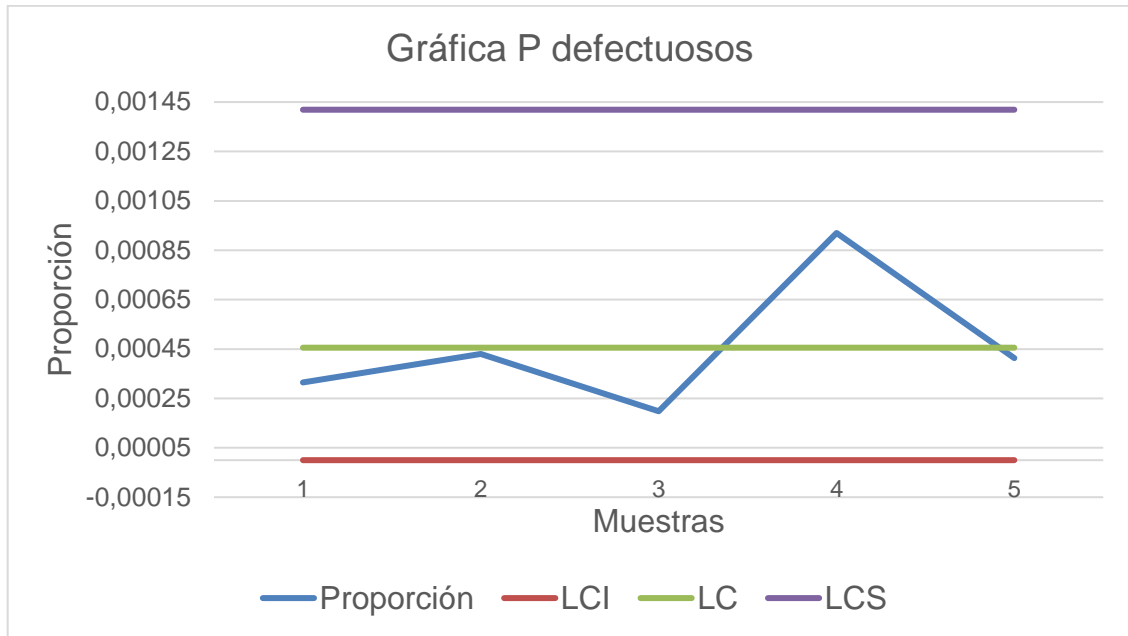
| No. Lote | Cantidad ni | Cantidad de errores | Proporción N pi | LCI | LC      | LCS     |
|----------|-------------|---------------------|-----------------|-----|---------|---------|
| 1        | 3 176       | 1                   | 0,00031         | 0   | 0,00046 | 0,00142 |
| 2        | 4 645       | 2                   | 0,00043         | 0   | 0,00046 | 0,00142 |
| 3        | 5 051       | 1                   | 0,00020         | 0   | 0,00046 | 0,00142 |
| 4        | 4 349       | 4                   | 0,00092         | 0   | 0,00046 | 0,00142 |
| 5        | 4 836       | 2                   | 0,00041         | 0   | 0,00046 | 0,00142 |
| Total    | 4 411,400   | 10                  | 0,00046         |     | ,       | ,       |

Fuente: Área de Producción, Alimentos Montesol, S.A.

En la siguiente figura se observa los límites de control, superior e inferior del proceso de producción de piña en almíbar.



Figura 58. **Gráfico de control: línea de producción de piña**



Fuente: elaboración: propia.

La proporción de elementos defectuosos es estable debido a que todos los subgrupos están bajo control.

- Línea de producción de palmito

En la tabla siguiente, se presenta el reporte trimestral, con la cantidad de productos conformes y no conformes del proceso de producción de palmito.

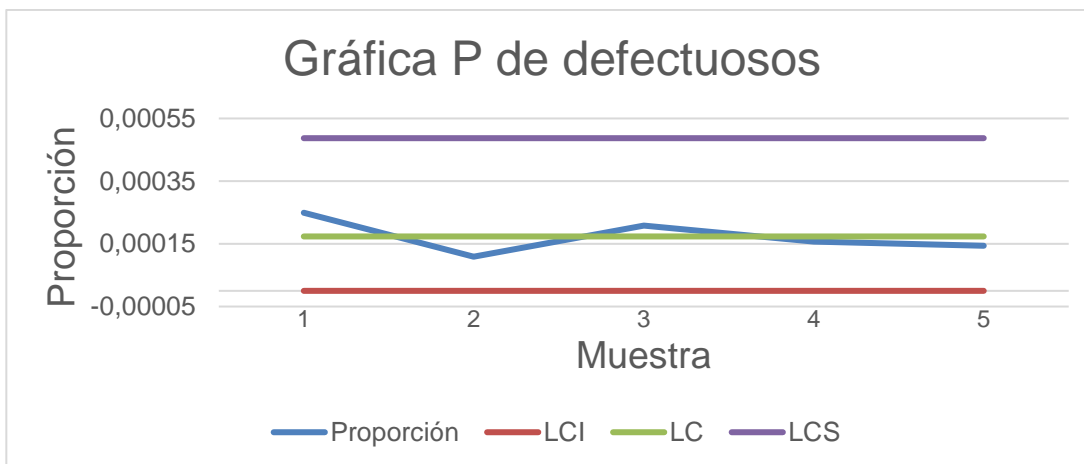
Tabla XXVI. **Reporte trimestral de la línea de producción de palmito**

| No. Lote     | Cantidad ni           | Errores di | Proporción N pi | LCI      | LC       | LCS      |
|--------------|-----------------------|------------|-----------------|----------|----------|----------|
| 1            | 20 066                | 5          | 0,00025         | 0        | 0,00017  | 0,00049  |
| 2            | 18 347                | 2          | 0,00011         | 0        | 0,00017  | 0,00049  |
| 3            | 14 424                | 3          | 0,00021         | 0        | 0,00017  | 0,00049  |
| 4            | 12 693                | 2          | 0,00016         | 0        | 0,00017  | 0,00049  |
| 5            | 13 898                | 2          | 0,00014         | 0        | 0,00017  | 0,00049  |
| <b>Total</b> | <b>15 885<br/>600</b> | <b>14</b>  | <b>0,00017</b>  | <b>,</b> | <b>,</b> | <b>,</b> |

Fuente: Área de Producción, Alimentos Montesol, S.A.

En la siguiente figura se observa los límites de control, superior e inferior del proceso de producción de palmito en salmuera.

Figura 59. **Gráfico de control: línea de producción de palmito**



Fuente: elaboración propia, empleando Minitab.

La proporción de elementos defectuosos es estable debido que todos los subgrupos están bajo control.

#### **4.7. Propuestas de mantenimiento**

Siempre el Sistema de Gestión de Mantenimiento, ha sido de vital importancia y requiere de una mejora para garantizar el buen cumplimiento de los mantenimientos de los equipos y así realizar las actividades más eficientes y servir de apoyo para los diferentes departamentos. Con base al inventario de equipos con que cuenta la planta de producción y el historial de mantenimiento de cada uno se deben seleccionar los puntos críticos de mantenimiento con el objetivo de atacarlos y analizarlos para que no sean causa de paros inesperados durante la producción.

Se deben tomar en cuenta algunos aspectos, por ejemplo:

- Revisión del presupuesto de mantenimiento
- Revisión de puntos críticos de mantenimiento
- Revisión de atribuciones del personal de mantenimiento
- Creación de manuales de procedimiento de mantenimiento
- Revisión del plan de mantenimiento si es que hay alguno actual
- Creación de un plan de mantenimiento en caso de que no halla alguno

##### **4.7.1. Programas de mantenimiento**

Un plan de mantenimiento es la realización de las tareas de mantenimiento llevadas de forma programada, generalmente de todos los equipos de una planta de producción.

En seguida, se muestran actividades para realizar un plan de mantenimiento:

- Inventario e identificación de maquinaria y equipos
- Historial de mantenimiento
- Plan de mantenimiento preventivo y correctivo
- Fichas técnicas de las máquinas
- Fichas de mantenimiento preventivo y correctivo
- Crear carpeta de mantenimiento

#### **4.7.2. Programas de inspección**

Uno de los objetivos del mantenimiento es prevenir las fallas de las máquinas y de los equipos en operación, para ello se deben realizar tareas que van desde el cambio de piezas desgastadas, aceite y lubricantes.

La inspección es una acción realizada por un profesional del área de Mantenimiento, la cual se realiza de forma programada y es utilizada para descubrir situaciones que puedan generar fallas y desgaste en las máquinas y los equipos.

La inspección se divide en dos tipos:

- Inspección generalizada
- Inspección especializada

- Inspección generalizada

Este tipo de inspección es realizada para empresas pequeñas y medias, que llevan una administración sencilla. Se recomienda que sea realizada al menos tres veces al día dependiendo de las máquinas y su utilización.

- Inspección especializada

La inspección especializada se realiza en empresas grandes y de forma general en empresas medias. Un programa de inspección se basa en el medio en el que son utilizadas las máquinas y los equipos, el tiempo de uso, el desgaste y el tiempo de trabajo.

#### **4.8. Análisis de la propuesta de optimización**

El análisis es la evaluación del tiempo, costo, capacidad y calidad de los procesos a través de técnicas estadísticas, modelos matemáticos y registros con el fin de optimizar recursos y generar ahorros.

##### **4.8.1. Sistema actual**

- Iluminación

Actualmente las lámparas utilizadas por la planta de producción son fluorescentes y el costo del consumo eléctrico se determina a través de la siguiente ecuación:

- Consumo eléctrico

$$\frac{\#Lámparas * potencia * tiempo uso}{1000}$$

Ecuación 15.

- Área de Producción

Es el área que cuenta con la mayor cantidad de lámparas, según lo observado se tienen 25 lámparas de doble tubo fluorescente T8 de 100 W cada uno; se tiene un consumo eléctrico de 40 kWh y un costo de Q3 9,79 para un día de producción de 8 horas diarias.

- Área de Control de Calidad

Según lo observado se cuenta con 8 lámparas de doble tubo fluorescente T8 de 46 W cada uno, y se tiene un consumo eléctrico de 5,89 kW para un costo de Q 5,86 en 8 horas diarias.

- Área de Mantenimiento

Es el área más pequeña dentro de la planta de producción de alimentos, se reparan los equipos y las máquinas. Se tienen 5 lámparas de doble tubo fluorescente T8 de 46 W, consumiéndose 3,68 kWh de energía eléctrica por día equivalente a Q 3,66.

- Procesos de producción

En la siguiente tabla se presenta el detalle de las operaciones que se llevan en cada uno de los procesos de producción:

Tabla XXVII. **Desarrollo de las operaciones de la línea de piña en almíbar**

| <b>No</b>    | <b>Operación</b>                       | <b>Tiempo promedio(min)</b> |
|--------------|--|-----------------------------|
| 1            | Pesar piña                             | 1,56                        |
| 2            | Lavar piña                             | 1,56                        |
| 3            | Colocar piñas para faja transportadora | 1,67                        |
| 4            | Pelar y descorazonar en ginaca         | 1,46                        |
| 5            | Depurar cilindros de piña              | 1,77                        |
| 6            | Rodajar piña R9 y R7                   | 1,67                        |
| 7            | Inspeccionar rodaja y llenar envase    | 1,67                        |
| 8            | Troceado y llenado                     | 1,77                        |
| 9            | Pesar latas según clasificación        | 1,77                        |
| 10           | Aplicar vapor ( <i>exhauster</i> )     | 1,56                        |
| 11           | Preparar almíbar                       | 2,00                        |
| 12           | Inspeccionar mezcla                    | 2,00                        |
| 13           | Llenar latas de almíbar                | 1,67                        |
| 14           | Cerrar latas, revisión                 | 1,67                        |
| 15           | Encanastar latas cerradas              | 1,67                        |
| 16           | Proceso térmico                        | 2,3                         |
| 17           | Desencanastar y codificar              | 1,67                        |
| <b>Total</b> |  | <b>29,44</b>                |

Fuente: elaboración propia.

A través de la tabla anterior se puede determinar que actualmente el tiempo que tarda la línea de producción de piña en completar un proceso es de 29,44 min.

Tabla XXVIII. **Desarrollo de las operaciones de la línea de palmito en salmuera**

| <b>No</b>    | <b>Operación</b>  | <b>Tiempo promedio(min)</b> |
|--------------|---|-----------------------------|
| 1            | Lavar palmas  | 1,75                        |
| 2            | Llenar ollas de precocción                                  | 1,81                        |
| 3            | Precocer palmito y verificar                                | 1,88                        |
| 4            | Enfriamiento temp ambiente                                  | 1,00                        |
| 5            | Tolva de alimentación de palmas                             | 1,88                        |
| 6            | Pelar palmas  | 1,75                        |
| 7            | Lavar candelas de palmito                                   | 1,75                        |
| 8            | Colocar candelas de palmito en cortadora                    | 1,88                        |
| 9            | Preseleccionar corazones de palmito                         | 2,00                        |
| 10           | Seleccionar y llenar corazón de palmito según clasificación | 2,00                        |
| 11           | Pesar latas 15oz y 29oz                                     | 2,00                        |
| 12           | Rotular latas   | 2,00                        |
| 13           | Preparar salmuera   | 2,00                        |
| 14           | Inspección, vaciar salmuera a sistema automático            | 2,00                        |
| 15           | Llenar latas con salmuera                                   | 1,88                        |
| 16           | Aplicar vapor ( <i>exhauster</i> )                          | 1,75                        |
| 17           | Cerrar latas, revisión                                      | 1,88                        |
| 18           | Encanastar latas  | 1,88                        |
| 19           | Proceso térmico   | 1,25                        |
| 20           | Desencanastar y codificar latas                             | 1,00                        |
| <b>Total</b> |   | <b>35,34</b>                |

Fuente: elaboración propia.



A través de la tabla anterior se puede determinar que actualmente el tiempo que tarda la línea de producción de palmito en completar un proceso es de 35,34 min.

- Número de operarios

Basado en las observaciones e inspecciones, el número de operarios con que cuentan ambas líneas de producción son los siguientes:

En la línea de producción de piña se cuenta con 27 operarios y el costo por mano de obra directa para un día de producción es de Q 91,41 equivalente a Q 74 042,10 mensual.

En la línea de producción de palmito se cuenta con 29 operarios y el costo por mano de obra directa para un día de producción es de Q 91,41, equivalente a Q 79 526,70 mensual.

En la siguiente se presenta el resumen del sistema actual de la línea de producción de piña y palmito:

Tabla XXIX. **Costos del sistema actual de la línea de producción de piña**

| Insumos       | Costo diario(Q) |
|---------------|-----------------|
| Operarios     | 2 468,07        |
| Producción    | 550,00          |
| Materia prima | 50 241,43       |
| Lata          | 52 000,00       |
| Etiqueta      | 5 000,00        |

Continuación de la tabla XXIX.

|                            |                   |
|----------------------------|-------------------|
| Consumo eléctrico máquinas | 110,24            |
| Lámparas fluorescentes     | 49,31             |
| M.O. Indirecta             | 3 062,50          |
| Gastos de administración   | 292,00            |
| <b>Total</b>               | <b>113 773,55</b> |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. **Costos del sistema actual de la línea de producción de palmito**

| <b>Costos</b>              | <b>Costo diario(Q)</b> |
|----------------------------|------------------------|
| Operarios                  | 2 650,89               |
| Producción                 | 550,00                 |
| Materia prima              | 30 737,82              |
| Lata                       | 14 280,00              |
| Etiqueta                   | 3 000,00               |
| Consumo eléctrico máquinas | 140,30                 |
| Lámparas fluorescentes     | 49,31                  |
| M.O. Indirecta             | 3 062,50               |
| Gastos de administración   | 292,00                 |
| <b>Total</b>               | <b>54 762,82</b>       |

Fuente: elaboración propia.

#### 4.8.2. Basado en la evaluación

- Iluminación
  - Iluminación natural

En la siguiente tabla se muestra el resumen de la cantidad de láminas propuestas para el techo industrial:

Tabla XXXI. **Resumen de la cantidad de láminas**

| <b>No.</b> | <b>Descripción</b>                             | <b>Cantidad de láminas</b> |
|------------|--|----------------------------|
| 1          | Lámina galvanizada                             | 948                        |
| 2          | Lámina plástica                                | 219                        |
|            | <b>Total de láminas en el techo industrial</b> | <b>1 167</b>               |

Fuente: elaboración propia.

- Iluminación artificial

Se muestra en la siguiente tabla, el consumo eléctrico de las lámparas led o diodo, utilizando tubos de 35W y 20,5 W.

Tabla XXXII. **Iluminación por lámparas led**

| No. | Área          | Cantidad  | Lámpara LED(W) | Consumo diario(kWh) | Costo diario(Q kWh) |
|-----|---------------|-----------|----------------|---------------------|---------------------|
| 1   | Producción    | 50        | 35             | 14                  | 13,93               |
| 2   | C. Calidad    | 16        | 20,5           | 2,62                | 2,61                |
| 3   | Mantenimiento | 10        | 20,5           | 1,64                | 1,63                |
|     | <b>Total</b>  | <b>76</b> |                | <b>18,26</b>        | <b>18,17</b>        |

Fuente: elaboración propia.

- Procesos de producción

Se muestra el detalle de las operaciones con base a los diagramas de operaciones propuestos, del proceso de producción de piña y palmito:

Tabla XXXIII. **Desarrollo de las operaciones de la línea de piña en almíbar basado en la evaluación**

| No | Operación   | Tiempo promedio(min) |
|----|---|----------------------|
| 1  | Pesar piña  | 1,56                 |
| 2  | Lavar piña  | 1,56                 |
| 3  | Inspeccionar y colocar piñas para faja transportadora | 1,67                 |
| 4  | Pelar y descorazonar en ginaca                        | 1,46                 |
| 5  | Depurar cilindros de piña                             | 1,77                 |
| 6  | Rodajar piña R9 y R7                                  | 1,67                 |
| 7  | Inspeccionar rodaja y llenar envase                   | 1,67                 |

Continuación de la tabla XXXIII.

|              |                                     |              |
|--------------|-------------------------------------|--------------|
| 8            | Troceado y llenado                  | 1,77         |
| 9            | Pesar latas según clasificación     | 1,77         |
| 10           | Aplicar vapor ( <i>exhauster</i> )  | 1,56         |
| 11           | Preparar almíbar e inspeccionar     | 1,88         |
| 12           | Llenar latas de almíbar             | 1,67         |
| 13           | Cerrar y encanastar latas, revisión | 1,67         |
| 14           | Proceso térmico                     | 2,3          |
| 15           | Desencanastar y codificar           | 1,67         |
| <b>Total</b> |                                     | <b>25,65</b> |

Fuente: elaboración propia.

El tiempo que tarda la línea de producción de piña en realizar un proceso, basado en la evaluación es de 25,65 min.

Tabla XXXIV. **Desarrollo de las operaciones de la línea de palmito en salmuera basado en la evaluación**

| No | Operación                                | Tiempo(min) |
|----|--|-------------|
| 1  | Lavar palmas                             | 1,75        |
| 2  | Llenar ollas de precocción               | 1,81        |
| 3  | Precocer palmito y verificar             | 1,88        |
| 4  | Enfriamiento temp ambiente               | 1,00        |
| 5  | Tolva de alimentación de palmas          | 1,88        |
| 6  | Pelar palmas                             | 1,75        |
| 7  | Lavar candelas de palmito                | 1,75        |
| 8  | Colocar candelas de palmito en cortadora | 1,88        |

Continuación de la tabla XXXIV.

|              |   |              |
|--------------|---|--------------|
| 9            | Preseleccionar corazones de palmito                         | 2,00         |
| 10           | Seleccionar y llenar corazón de palmito según clasificación | 2,00         |
| 11           | Pesar latas 15oz y 29oz                                     | 2,00         |
| 12           | Rotular latas   | 2,00         |
| 13           | Preparar e inspeccionar salmuera                            | 2,00         |
| 14           | Llenar latas con salmuera                                   | 1,88         |
| 15           | Aplicar vapor ( <i>exhauster</i> )                          | 1,75         |
| 16           | Cerrar y Encanastar latas, revisión                         | 1,88         |
| 17           | Proceso térmico   | 1,25         |
| 18           | Desencanastar y codificar latas                             | 1,00         |
| <b>Total</b> |   | <b>31,46</b> |

Fuente: elaboración propia.

Cómo se observa en la tabla anterior, el tiempo que tarda la línea de producción de palmito en realizar un proceso, basado en la evaluación es de 31,46 min.

- Número de operarios

Con base al análisis del balance de líneas se ha determinado que: la línea de producción de piña debe contar con 25 operarios. y dado que el costo por mano de obra directa para un día de producción es de Q 91,41 se tendría un equivalente a Q 68 557,50 mensual. Según los resultados de la evaluación, la línea de producción de palmito debe contar con 28 operarios y dado que el

costo por mano de obra directa para un día de producción es de Q 91,41 se tendría un equivalente a Q 76 784,40 mensual.

Se presenta el resumen de los costos a través de la evaluación para ambas líneas de producción:

Tabla XXXV. **Costos basados en la evaluación de la línea de producción de piña**

| <b>Insumos</b>             | <b>Costo diario (Q)</b> |
|----------------------------|-------------------------|
| Operarios                  | 2 285,25                |
| Producción                 | 550,00                  |
| Materia prima              | 50 241,43               |
| Lata                       | 52 000,00               |
| Etiqueta                   | 5 000,00                |
| Consumo eléctrico máquinas | 110,24                  |
| Lámparas LED               | 18,17                   |
| M.O. Indirecta             | 3 062,50                |
| Gastos de administración   | 292,00                  |
| <b>Total</b>               | <b>113 559,59</b>       |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. **Costos basados en la evaluación de la línea de producción de palmito**

| <b>Costos</b> | <b>Costo diario(Q)</b> |
|---------------|------------------------|
| Operarios     | 2 559,48               |
| Producción    | 550,00                 |

Continuación de la tabla XXXVI.

|                            |                  |
|----------------------------|------------------|
| Materia prima              | 30 737,82        |
| Lata                       | 14 280,00        |
| Etiqueta                   | 3 000,00         |
| Consumo eléctrico máquinas | 140,30           |
| Lámparas LED               | 18,17            |
| M.O. Indirecta             | 3 092,50         |
| Gastos de administración   | 292,00           |
| <b>Total</b>               | <b>54 670,27</b> |

Fuente: elaboración propia.

#### 4.8.3. Comparación de resultados actuales y obtenidos

Se presenta en la siguiente tabla el resumen de los resultados medibles entre el sistema actual, y basado en la evaluación de los diferentes estudios.

- Iluminación
  - Iluminación artificial

Tabla XXXVII. **Comparativo de consumo eléctrico**

| Área          | Consumo mensual(kWh) lámpara incandescente | Consumo mensual(kWh) lámpara LED | Ahorro mensual(kWh) | Ahorro económico (Q kWh) |
|---------------|--|----------------------------------|---------------------|--------------------------|
| Producción    | 800,00                                     | 280,00                           | 520,00              | 517,32                   |
| C. Calidad    | 117,80                                     | 52,40                            | 65,40               | 65,06                    |
| Mantenimiento | 73,60                                      | 32,80                            | 40,80               | 40,59                    |
| <b>Total</b>  | <b>991,40</b>                              | <b>365,20</b>                    | <b>626,20</b>       | <b>622,97</b>            |

Fuente: elaboración propia.



- Procesos de producción

Se presenta el resumen de las comparaciones y mejoras en los diferentes tiempos y la eficiencia basado en los diagramas de operaciones de la sección 3,2.1,1.

Tabla XXXVIII. **Indicador de eficiencia de la línea de producción de piña**

| <b>Diagrama</b> | <b>Tiempo(min)</b> |
|-----------------|--------------------|
| Actual          | 29,44              |
| Propuesto       | 25,65              |
| Tiempo ahorrado | 3,79               |
| Eficiencia      | 13 %               |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIX. **Indicador de eficiencia de la línea de producción de palmito**

| <b>Diagrama</b> | <b>Tiempo(min)</b> |
|-----------------|--------------------|
| Actual          | 35,34              |
| Propuesto       | 31,46              |
| Tiempo ahorrado | 3,88               |
| Eficiencia      | 11 %               |

Fuente: elaboración propia.

- Del análisis del balance de líneas

A través del estudio del balance de líneas, se presenta el resumen de las comparaciones y mejoras:

Tabla XL. **Comparativo del número de operarios de la línea de piña en almíbar**

| <b>Método</b> | <b>Operarios</b> | <b>Salario diario(Q)</b> | <b>Costo diario(Q)</b> |
|---------------|------------------|--------------------------|------------------------|
| Actual        | 27               | 91,41                    | 2 468,07               |
| Propuesto     | 25               | 91,41                    | 2 285,25               |
| Ahorro        | 2                | 91,41                    | 182,82                 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLI. **Comparativo del número de operarios de la línea de palmito en salmuera**

| <b>Método</b> | <b>Operarios</b> | <b>Salario diario(Q)</b> | <b>Costo diario(Q)</b> |
|---------------|------------------|--------------------------|------------------------|
| Actual        | 29               | 91,41                    | 2 650,89               |
| Propuesto     | 28               | 91,41                    | 2 559,48               |
| Ahorro        | 1                | 91,41                    | 91,41                  |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLII. **Resumen del sistema actual y propuesto**

| Proceso          | Proceso de producción de piña |                 | Proceso de producción de palmito |                 |
|------------------|-------------------------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|
|                  | Diario(Q)                     | Mensual(Q)      | Diario(Q)                        | Mensual(Q)      |
| <b>Actual</b>    | 113 773,55                    | 2 336 276,70    | 54 762,82                        | 1 157 890,30    |
| <b>Propuesto</b> | 113 559,59                    | 2 330 169,30    | 54 670,27                        | 1 155 425,20    |
| <b>Ahorro</b>    | <b>213,96</b>                 | <b>6 107,40</b> | <b>92,55</b>                     | <b>2 465,10</b> |

Fuente: elaboración propia.

#### 4.9. Costos de implementación

Los costos de implementación determinados a través del estudio de la evaluación y de las mejoras realizadas, se ven reflejados en el valor del producto. Estos costos se distribuyen en directos(variables) e indirectos(fijos). A través de la información proporcionada y los resultados obtenidos se obtiene lo siguiente:

- Precio unitario del producto

$$Pu = \frac{Ct}{(1 - \%utilidad)}$$

Ecuación 16.

Dónde:

Pu = precio unitario del producto

Ct = costo total

- Línea de producción de piña

En la siguiente tabla se muestran los costos de implementación y el valor del producto para la presentación de 29 onz de piña en rodaja r70 utilizando un margen de utilidad del 20 %:

Tabla XLIII. **Costos de piña en almíbar para presentación de 29 onz**

| <b>Presentación</b>           | <b>29 oz día de producción (Q)</b> |
|-------------------------------|------------------------------------|
| Operarios                     | 0,29                               |
| Producción                    | 0,07                               |
| Materia prima                 | 6,28                               |
| Lata                          | 6,50                               |
| Etiqueta                      | 0,63                               |
| Consumo eléctrico<br>máquinas | 0,01                               |
| Lámparas LED                  | 0,00                               |
| M.O. Indirecta                | 0,38                               |
| Gastos de administración      | 0,04                               |
| <b>Costo unitario</b>         | <b>14,19</b>                       |
| <b>Precio unitario</b>        | <b>17,03</b>                       |

Fuete: elaboración propia.

- Línea de producción de palmito

En la siguiente tabla se muestran los costos de implementación y el valor de los productos para las presentaciones de 15 onz y 29 onz de palmito ec y ek utilizando un margen de utilidad del 20 %.

Tabla XLIV. **Costos de palmito en salmuera para presentaciones de 15 onz y 29 onz**

| <b>Presentación</b>        | <b>15 onz día de producción (Q)</b> | <b>29 onz día de producción (Q)</b> |
|----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Operarios                  | 0,5019                              | 1,2188                              |
| Producción                 | 0,1078                              | 0,2619                              |
| Materia prima              | 6,0270                              | 14,6371                             |
| Lata                       | 2,8000                              | 6,5000                              |
| Etiqueta                   | 0,5882                              | 1,6667                              |
| Consumo eléctrico máquinas | 0,0275                              | 0,0668                              |
| Lámparas led               | 0,0036                              | 0,0087                              |
| Costos indirectos          | 0,6005                              | 1,4583                              |
| Gastos de administración   | 0,0573                              | 0,1390                              |
| <b>Costo unitario</b>      | <b>10,71</b>                        | <b>25,95</b>                        |
| <b>Costo real</b>          | <b>12,85</b>                        | <b>31,14</b>                        |

Fuente: elaboración propia.

#### **4.9.1. Valor presente neto (VPN)**

Es una alternativa para la toma de decisiones financiera, que determina si se realiza o no una inversión para que en un futuro no se produzcan pérdidas. Es necesario realizar este estudio para demostrar a la empresa la viabilidad del proyecto para realizar la implementación.

Para el cálculo del valor presente neto se hace uso de la siguiente ecuación:

- Cálculo del VPN

$$VPN = VPB - VPC$$

Ecuación 17.

Donde:

VPN = valor presente neto

VPB = valor presente beneficio

VPC = valor presente costo

- El valor presente neto puede desplegar tres posibles resultados, estos son:
  - $VPN < 0$
  - $VPN = 0$
  - $VPN > 0$

Cuando el  $VPN < 0$ , se presenta un valor negativo que significa que el proyecto a realizar no es rentable.

Cuando un  $VPN = 0$ , indica que se está generando el porcentaje de utilidad adecuado y para un  $VPN > 0$  se está generando una rentabilidad que podría aumentar el porcentaje de utilidad.

- **TMAR O TREMA**

La TMAR o TREMA, es la tasa que mide la rentabilidad mínima del proyecto para cubrir la inversión inicial.

- Estimación de la tasa de inversión TMAR

TMAR= Tasa de ganancia + Tasa de interés pasiva + Tasa de inflación

Ecuación 18.

- Tasa de interés pasiva

Tasa de interés pasiva año 2020 del mes de mayo.

Tabla XLV. **Tasa de interés pasiva**

| Mes/Año | 2020   |
|---------|--------|
| Enero   | 4,87 % |
| Febrero | 4,84 % |
| Marzo   | 4,82 % |
| Abril   | 4,74 % |
| Mayo    | 4,73 % |

Fuente: Banco de Guatemala. *Tasa de interés pasiva*. <http://www.banguat.gob.gt/page/pasiva>.

Consulta: 17 de diciembre de 2020.

- Tasa de inflación

Tasa de inflación año 2020 del mes de mayo.

Tabla XLVI. **Tasa de inflación**

| <b>Periodo</b> | <b>2020</b> |
|----------------|-------------|
| Enero          | 1 78        |
| Febrero        | 1 24        |
| Marzo          | 1 77        |
| Abril          | 1 88        |
| Mayo           | 1 80        |

Fuente: Banco de Guatemala. *Tasa de interés pasiva*. <http://www.banguat.gob.gt/page/pasiva>.

Consulta: 17 de diciembre de 2020.

Dada la ecuación anterior, se obtiene una TMAR del 10 % para evaluar la inversión.

Debido a que se cuenta con dos opciones de inversión, se realizará el estudio para cada una de ellas y una comparación para elegir la mejor.

- Línea de producción de piña

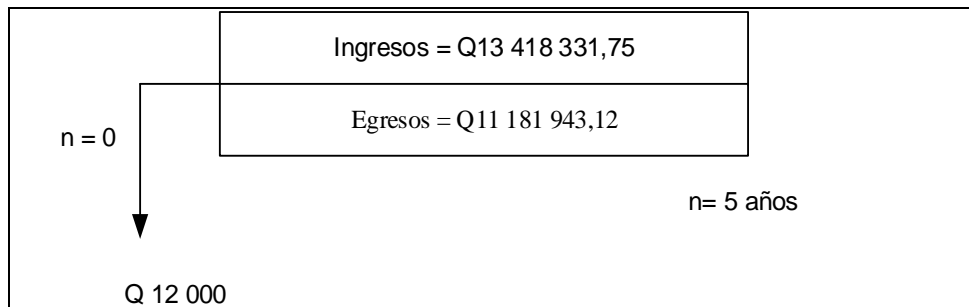


Tabla XLVII. **Ingresos y costos anuales en la línea de piña en almíbar para presentación de 29 onz R70**

| <b>Año</b>   | <b>Demanda</b> | <b>INGRESOS(Q)</b>   | <b>EGRESOS(Q)</b>    |
|--------------|----------------|----------------------|----------------------|
| Año1         | 129 030,00     | 2 197 889,08         | 1 831 574,24         |
| Año2         | 141 933,00     | 2 417 677,99         | 2 014 731,66         |
| Año3         | 156 126,00     | 2 659 440,68         | 2 216 200,57         |
| Año4         | 171 739,00     | 2 925 391,56         | 2 437 826,30         |
| Año5         | 188 913,00     | 3 217 932,42         | 2 681 610,35         |
| <b>Total</b> |                | <b>13 418 331,75</b> | <b>11 181 943,12</b> |

Fuente: elaboración propia.

Figura 60. **Flujo de efectivo: piña en almíbar**



Fuente: elaboración propia.

$$VPN = (Q2\ 236\ 388,62) \left( \frac{P}{A}, 10\%, 5 \right) - 12\ 000$$

$$VPN = Q1\ 490\ 788,45$$

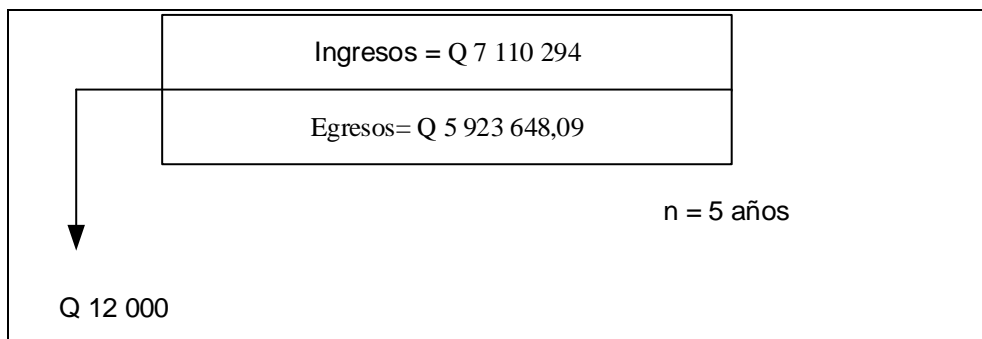
- Línea de palmito

Tabla XLVIII. **Ingresos y costos anuales en la línea de palmito en salmuera para presentación de 15 onz**

| <b>Año</b>   | <b>Demanda</b> | <b>INGRESOS<br/>(Q)</b> | <b>EGRESOS<br/>(Q)</b> |
|--------------|----------------|-------------------------|------------------------|
| Año1         | 90 564,00      | 1 164 653,04            | 970 282,63             |
| Año2         | 99 620,00      | 1 281 113,20            | 1 067 306,61           |
| Año3         | 109 582,00     | 1 409 224,52            | 1 174 037,27           |
| Año4         | 120 540,00     | 1 550 144,40            | 1 291 438,85           |
| Año5         | 132 594,00     | 1 705 158,84            | 1 420 582,74           |
| <b>Total</b> |                | <b>7 110 294,00</b>     | <b>5 923 648,09</b>    |

Fuente: elaboración propia.

Figura 61. **Flujo de efectivo: palmito en salmuera**



Fuente: elaboración propia.

$$VPN = (Q 1 186 645,91) \left( \frac{P}{A}, 10 \%, 5 \right) - 12 000$$

$$VPN = Q 780 271,31$$

#### 4.9.2. Costo anual equivalente (CAUE)

Es un método que se utiliza para tomar decisiones de inversión. Con este método se pueden determinar todos los valores puntuales sin importar el tiempo, o una renta que no sea uniforme durante el período de la vida útil, a una renta uniforme, en todo el flujo del período de tiempo a evaluar.

Para el cálculo del costo anual equivalente se utiliza la siguiente ecuación:

- Cálculo para el CAUE

$$CAUE = VPN((1 + i)^n * i) / ((1 + i)^n - 1)$$

Ecuación número 19.

Dónde:

CAUE = Costo anual uniforme equivalente

i = interés anual

n = duración

Al resolver la ecuación se obtiene lo siguiente:

- Línea de producción de piña

$$CAUE = 1 490 788,45((1 + 0,10)^5 * 0,10) / ((1 + 0,10)^5 - 1)$$

$$CAUE = Q 393 266,24$$

- Línea de producción de palmito

$$CAUE = 780\,271,31((1 + 0,10)^5 * 0,10)/((1 + 0,10)^5 - 1)$$

$$CAUE = Q\,205\,833,61$$

#### 4.9.3. Relación beneficio/costo(B/C)

Es un método que se utiliza para evaluar la eficiencia con que utiliza los recursos un proyecto determinado.

Para realizar la evaluación se emplean los siguientes criterios:

- $B/C > 1$  implica que los ingresos son mayores a los egresos, por lo tanto, el proyecto es aceptado.
- $B/C = 1$  implica que los ingresos son iguales a los egresos, de modo que, el proyecto es indiferente.
- $B/C < 1$  implica que los ingresos son menores que los egresos, en consecuencia, el proyecto se rechaza.

Los resultados se obtienen a continuación:

A través de la comparación tanto del VPN cómo del VAUE en el estudio realizado con base a los productos de ambos procesos de producción, se puede determinar que la mejor opción para realizar la inversión es en la línea de producción de palmito; por lo tanto:

$$B/C = Q\,7\,110\,294,00/Q\,5\,923\,648,09$$

$$B/C = 1,20$$

Con este resultado, se puede concluir que sí la empresa llegase a realizar la implementación, la inversión se justifica.

#### 4.9.4. Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno es la tasa de rentabilidad que genera un proyecto, se determina a partir que el VPN sea cero, es decir, el valor presente de los beneficios sea igual al valor presente de los costos. La TIR puede ser utilizada por la empresa para evaluar la factibilidad de la inversión.

Para el cálculo de la TIR se realiza la siguiente ecuación:

- Cálculo de la TIR

$$TIR = i_1 + \frac{(i_2 - i_1)(VPN_1)}{\sum(VPN_1 + |VPN_2|)}$$

Ecuación 20.

Dónde:

TIR = Tasa interna de retorno

$i_2$  = Tasa mayor

$i_1$  = Tasa menor

$VPN_2$  = Valor presente neto de la tasa mayor

$VPN_1$  = Valor presente neto de la tasa menor.

Los resultados son los siguientes:

Para una tasa  $i_1$  de 1 580 % el VPN = Q 22,65 y para una tasa  $i_2$  de 1 680 % el VPN = -Q 20,88, por lo que al evaluar los datos en la ecuación anterior se obtiene una TIR de 1 632,01 %

Dado al resultado anterior, se puede determinar que la TIR supera el 100 % y esto es debido a que la inversión que se debería de realizar no es significativa al compararla con los ingresos, de modo que, no afecta la rentabilidad de la empresa.

## 5. SEGUIMIENTO Y MEJORA

En toda organización debe haber cambios no solo en actividades administrativas sino en cualquier actividad que involucre beneficio para la empresa. Aunque siempre van a existir situaciones a nivel administrativos como operativos que se transformaran en resistencia al cambio.

Los cambios que se deben hacer para que una empresa este en constante crecimiento, con éxito y rentabilidad, se conoce como procesos de mejora continua. Estos permiten una visualización amplia en busca de la excelencia y la innovación; todos los cambios que se puedan realizar deben ser observados, analizados y se les debe dar seguimiento para que se puedan implementar, para obtener la eficiencia basada en los objetivos trazados o planificados.

Se presentan algunas características que pueden tener los procesos de mejora continua:

- Cada proceso debe ser supervisado continua y progresivamente.
- Deben tomarse en cuenta todas las actividades realizadas dentro de la empresa y en todos los niveles.
- La capacitación es importante sobre todo la revisión del presupuesto porque estas actividades pueden ser inversiones en maquinaria y en el personal y una supervisión continua para que estos no se conviertan en costos y así los colaboradores puedan estar motivados y se sientan comprometidos con los procesos.

## **5.1. Auditorías internas**

Las auditorías internas son de vital importancia en todos los departamentos porque son un medio de control de los diferentes procesos, de esta manera la empresa puede ver el seguimiento que tienen todas las actividades y su respectivo avance. Estas deben ser continuas y supervisadas por un departamento de Auditorías Internas con el fin de corregir las acciones o errores que se puedan dar.

### **5.1.1. Evaluación de los puntos críticos de control**

Todas las actividades o procesos dentro del departamento de Producción deben ser evaluadas y supervisadas en marcha porque durante determinado proceso se pueden ver operaciones de producción que pueden afectar no solo al producto mismo sino también al cliente, de tal manera que el lote completo de producción pueda ser rechazado por el cliente y esto al final se convierte en pérdidas para la misma empresa.

Se presentan algunas actividades críticas que se observaron durante la inspección en la planta de producción y que deben ser solucionadas para que no afecte a los objetivos trazados de producción.

- Recepción de materia prima
- Demoras observadas en los procesos
- Proceso de etiquetado debe ser dentro de la planta de producción
- Paros inesperados por falta de un plan de mantenimiento
- Falta de capacitación al personal de producción



### **5.1.2. Procesos documentados**

Todos los procesos deben tener un soporte que ayude a tener determinados registros como sistema de información y estos registros se convierten en un historial de producción que después servirán como apoyo en el momento de hacerle una mejora a un proceso. Estas mejoras deben de ir desde:

- La capacitación al personal involucrado
- Rediseño a la maquinaria
- Coordinación en cuanto al recorrido de cada proceso
- Rediseño a los formatos indicados por el departamento de Auditoría Interna.

### **5.1.3. Estructura organizacional**

Es importante que en cada departamento de la empresa exista un organigrama para que el personal vea la jerarquía de los puestos. La estructura en la empresa es de tipo vertical debido a que los puestos están estructurados de arriba hacia abajo y es donde inicia toda estructura organizacional de aquí inicia todo.

A continuación algunas características organizacionales recomendadas:

- Junta Directiva
- Organigrama
- Gerente general

Sus atribuciones principales son: ser el representante legal de la sociedad y la responsabilidad de la dirección de la empresa.

- Gerente de administrativo y de operaciones

Son los encargados de asistir al gerente general dentro de la empresa en caso de su ausencia por algún caso de actividad laboral y que se cumplan todas las operaciones administrativas y operacionales dentro de la empresa.

- Jefaturas de divisiones

Son los encargados de ejecutar las actividades planeadas por gerencia y reportar los resultados obtenidos de los diferentes procesos y que se cumplan las metas establecidas. Estas jefaturas están formadas por un jefe de producción, jefe de mantenimiento, jefe de control de calidad, jefe de ventas, jefe de distribución y jefe de recursos humanos.

#### **5.1.4. Auditoría de la infraestructura**

Es importante que las gerencias proporcionen a todos los subordinados los recursos necesarios para que estos cumplan con las actividades planificadas, con esto todo el personal subordinado debe reportar informes numéricos, estadísticos y sus recomendaciones para la mejora de estos; las auditorías se deben establecer con el fin de supervisar y al mismo tiempo corregir los errores que se puedan dar en los diferentes procesos.

La auditoría prácticamente supervisa a todos los niveles administrativos y operativos, es la encargada de que se cumplan todos los objetivos planificados tanto por gerencia general como por la junta directiva de la empresa.

Actividades fundamentales que el departamento de Auditoría Interna debe supervisar:

- Resultados obtenidos

El departamento de Auditoría Interna supervisa los resultados obtenidos con el fin de descubrir la verdadera eficiencia y determinar la calidad en todos los procesos y busca las medidas correctivas a problemas que se pudieron dar.

- Interpretación de resultados

Los resultados de las auditorías internas son importantes, es necesario también analizar los resultados obtenidos productivos por medio de los registros obtenidos de los procesos buscando los siguientes aspectos: características y tendencias de los procesos productivos, conformidad con los requisitos del producto y la satisfacción del cliente sobre todo.

- Aplicación de resultados

La empresa debe aplicar los resultados y la información obtenida a la mejora del sistema por medio de acciones correctivas y preventivas que permitan mejorarlo.

- **Beneficios**

Los buenos resultados obtenidos en los diferentes procesos de informacion, provienen del éxito de lo planificado. A continuacion, ejemplos de estos beneficios:

- Mejorar algunas situaciones en los procesos
- Se obtiene mejor calidad en los procesos
- La satisfaccion del cliente es excelente
- Mejor control en todas las gestiones
- Aumento de la productividad de la empresa
- Reduccion de costos en todos los proceso

#### **5.1.5. Inspecciones**

Las inspecciones contínuas a los diferentes procesos son de vital importancia por que solo así se dan cuenta de los avances que tienen los objetivos planificados. La empresa debe determinar acciones para eliminar las causas de los paros o problemas que afectan a la produccion.

##### **5.1.5.1. Preventiva**

Las inspecciones preventivas dan informacion de acciones en la produccion que pueden suceder. Es necesario inspeccionar durante los procesos a la maquinaria, el personal operativo, los controles de calidad, controles de auditoría interna, normas de seguridad industrial, y buenas practicas de manufactura e inocuidad.

### **5.1.5.2. Predictiva**

Las inspecciones predictivas como parte de las inspecciones son importantes, aunque en este caso se necesitan equipos especiales para la toma de información de los equipos y procesos, por ejemplo, las pruebas de termografía, a equipos necesarios durante el proceso, análisis de radiografía a tuberías para evitar fugas de producto en áreas o uniones soldadas, análisis de vibraciones, análisis por ultrasonido y análisis de aceite a equipos.

## **5.2. Resultados obtenidos**

Los resultados de la optimización se pueden ver reflejados en las auditorías internas, registros, reportes de iluminación, mantenimiento y producción. Estos son analizados para determinar el tiempo, capacidad y calidad de los procesos según las disposiciones propuestas. A través de las herramientas de la calidad como los diagramas de causa y efecto y hojas de inspección, se puede llevar el seguimiento y mejora de los procesos productivos para la línea de producción de piña y palmito.

### **5.2.1. Interpretación**

El análisis realizado de los resultados obtenidos es presentado a la alta dirección para evaluar si es necesario tomar alguna decisión.

Con respecto de las auditorías internas, se puede determinar si las disposiciones propuestas se están llevando a cabalidad o si alguna debe de ser mejorada a través de las hojas de verificación.

A través de los gráficos de control, se pueden analizar e interpretar los registros de series de lotes correspondientes a un proceso productivo y validar si es necesario aplicar alguna acción correctiva para mantenerlo dentro de los límites de control.

### **5.2.2. Aplicación**

A través del análisis e interpretación de los resultados obtenidos, la alta dirección puede realizar acciones que permitan aportar soluciones para la mejora de la optimización dentro de la empresa, estas acciones pueden realizarse de forma correctiva y preventiva.

### **5.2.3. Beneficios**

Se espera que al implementar y dar seguimiento a la propuesta de optimización la empresa pueda: mejorar sus procesos, debido a que si mejora sus procesos, la calidad de sus productos y la satisfacción del cliente aumenta. Se tiene clientes con menos quejas y aumento de productividad en sus productos, mayores remuneraciones para sus empleados y una disminución en los costos.

### **5.2.4. Acciones correctivas**

La empresa debe tomar acciones para preservar los nuevos cambios con el fin de optimizar recursos, hacer evaluaciones constantes de las quejas de los clientes, evaluar las causas de los rechazos de los productos y no se vuelvan a producir; así también evaluar los resultados de las acciones correctivas tomadas.

## **6. IMPACTO AMBIENTAL**

Se ha considerado realizar un estudio de impacto ambiental debido a la importancia con el medio ambiente que tendría el proyecto si es implementado. El sistema de optimización de recursos no impactará de manera significativa al medio ambiente debido a que no se crearan mecanismos, estructuras y nuevos procesos que lo deterioren. Los cambios que el proyecto contempla son en cuanto a la evaluación de la iluminación, producción, mantenimiento y calidad. De igual manera se estudiarán los procedimientos que realiza actualmente la empresa para determinar el impacto ambiental y proporcionar una solución.

### **6.1. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales**

Conocido por sus siglas MARN. Es una entidad pública dedicada a los temas ambientales, bienes y servicios naturales del sector público y tiene como función principal, proteger los sistemas y los recursos naturales.

Se emitió el acuerdo gubernativo 431-2007 y sus reformas con el objetivo de evaluar, y supervisar el impacto ambiental en proyectos agrícolas, industriales y cualquier actividad que tenga que ver con el ambiente.

#### **6.1.1. Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente, decreto 68\_86**

Según el decreto 68\_56 su objetivo es mantener el equilibrio ecológico y la calidad del medio ambiente para garantizar la calidad de vida de los habitantes.

#### **6.1.1.1. Uso del agua**

Como parte primordial todas las organizaciones gubernamentales proporcionarán el desarrollo social, ecológico, científico y tecnológico con el objetivo de mantener un equilibrio en el ambiente y aprovechar mejor la fauna, la flora, suelo, subsuelo y el agua especialmente.

#### **6.1.1.2. Manejo de desechos**

Esta ley según el artículo 15 y numeral d), determina las disciplinas en cuanto al vertimiento de los residuos con el objetivo de preservar la calidad del agua.

### **6.2. Acuerdo ministerial no.199-2016, listado taxativo**

En el acuerdo gubernativo 431-2007 en su artículo 36 se muestra el procedimiento de evaluación para actividades o industrias que ya operan. Este procedimiento depende de la categoría del riesgo ambiental que se crea a través de la consulta en el listado taxativo según el acuerdo ministerial No. 199-2016. Este sistema se basa en el código internacional industrial uniforme.

La empresa de alimentos se basa en un proceso agrícola que produce y comercializa productos alimenticios a partir de frutas, legumbres y hortalizas, comportas, mermeladas y jaleas y se encuentra en la categoría C de bajo impacto ambiental y clase 1030 del listado taxativo.

El artículo antes mencionado en su numeral a), exime a las industrias que no producen deterioro a los recursos renovables, que no introducen situaciones nocivas o notorias y por lo mismo no están obligadas a elaborar el diagnóstico



ambiental debido a que no es un caso en el que se haya presentado alguna denuncia en contra de la actividad y está generando algún tipo de contaminación ambiental, en este caso el MARN determinará el procedimiento a seguir.

### **6.3. Leyes y reglamentos ambientales municipales**

Las leyes y reglamentos para proteger el medio ambiente en cuanto a la Municipalidad de Villa Nueva son:

- Reglamento de recolección de residuos sólidos
- Reglamento de Gestión Ambiental
- Reglamento de Aguas del Municipio De Villa Nueva

#### **6.3.1. Residuos sólidos del municipio de Villa Nueva**

La Dirección de Servicios Públicos impulsa acciones en favor del ambiente concientizando e informando acerca del tratamiento de residuos y apostándole a la ladinización en el municipio.

Villa Nueva trabaja constantemente en la búsqueda de basureros clandestinos con el objetivo de reducirlos y llevarlos a un sistema de mejor administración. La recolección de residuos sólidos es un servicio público que compete a las municipalidades.

En el artículo tres señala las personas obligadas. Para toda persona, individual o jurídica, e instituciones públicas y privadas que residan, tengan su sede, oficinas, centro de actividades o actividades de otra naturaleza en el Municipio de Villa Nueva o que sea declarada como servicio con cobro

municipal, están obligadas a contratar un servicio de recolección y transporte de residuos sólidos.

Tabla XLIX. **Tasa por servicio**

| <b>A) Recolección y Transporte:</b>                          |                    |
|--|--------------------|
| <b>TIPO DE USUARIOS</b>                                      | <b>TASA</b>        |
| Tasa Social/Residencial Unifamiliar                          | Q. 25,00 al mes    |
| Domiciliar (de 1 a 5 personas)                               | Q. 40,00 a mes     |
| Multifamiliar (varios apartamentos, cuartos un solo predio)  | Q. 40/familia/mes  |
| Microempresa (de 1 a 5 personas)                             | Q. 80,00 al mes    |
| Pequeña empresa (de 6 a 9 personas)                          | Q. 160,00 al mes   |
| Empresa Intermedia (de 10 a 19 personas)                     | Q. 320,00 al mes   |
| Empresa Mediana (de 20 a 49 personas)                        | Q. 800,00 al mes   |
| Empresa Grande (de 50 a 99 personas)                         | Q. 1 200,00 al mes |
| Empresa Especial (de 100 en adelante)                        | Q. 4 000,00 al mes |
| Locales de mercado y ventas de vía pública                   | Q. 10,00 al mes    |
| Establecimientos educativos públicos                         | Q. 40,00 al mes    |
| Caseta de centro escolar público                             | Q. 20,00/mes       |
| Establecimiento educativo privado                            | Q. 500,00/mes      |
| Tasa Especial (Eventos, actividades y ferias en vía pública) | Q. 50,00/evento    |
| <b>B) Disposición Final</b>                                  |                    |
| <b>Tasa por Tonelada</b>                                     | Q. 34,00 tonelada  |
| <b>Tasa Especial según convenio específico</b>               |                    |

Fuente: Municipalidad de Villa Nueva. *Residuos sólidos del Municipio de Villa Nueva*. Artículo 21. p. 16.

### **6.3.2. Gestión ambiental**

En el Reglamento de Gestión Municipal de Villa Nueva se declara que compete al municipio el cuidado y la administración del medio ambiente de los recursos naturales y para lograr este objetivo se debe de crear una Unidad Ambiental Municipal que tanto a nivel municipal como internacional promueva las políticas, proyectos y acciones a crear en el Municipio a favor de la población. Es deber de la Unidad Ambiental Municipal la denuncia de quien cometa infracciones, faltas o delitos en contra del ambiente en el municipio.

### **6.3.3. Aguas del municipio de Villa Nueva**

La dirección de agua y saneamiento es la dependencia municipal encargada de la gestión del servicio del agua.

Le compete al municipio de Villa Nueva, el abastecimiento domiciliar de agua potable, el alcantarillado y el tratamiento de aguas residuales, lo cual no es factible realizar sin una adecuada normativa sobre las fuentes, distribución, venta y disposición del agua. Es a través de la norma COGUANOR NGO 29001 que el agua destinada al consumo humano no debe contener elementos o sustancias químicas en concentraciones totales mayores indicadas. Al no cumplirse con esta norma, el ente responsable será el Ministerio de Asistencia Pública y Social que deberá actuar en función de la vigilancia y control de la calidad del agua, a través del Departamento de Regulación de los Programas de Salud y Medio Ambiente.

## **6.4. Medidas de mitigación**

En la planta de alimentos existen factores que pueden generar impacto considerable en el medio ambiente. Estos factores son los siguientes:

- Emisión del humo
- Manejo de desechos
- Uso del agua

Los factores antes mencionados ya se han estudiado anteriormente y la empresa ya ha tomado medidas con respecto a las medidas de mitigación. De igual manera se propone para mitigar el humo realizar la propuesta anteriormente mencionada en el departamento de Mantenimiento, realizando un mantenimiento preventivo para las calderas y llevar el control con los formatos elaborados para mantener la caldera en óptimas condiciones.

### **6.4.1. Emisión de humo**

Debido a que en la planta de producción de alimentos se utilizan calderas para la generación de vapor que es necesario para los procesos de producción. Se debe tener en cuenta que el mal manejo y falta de mantenimiento de estos equipos pueden provocar contaminación del aire debido a que pueden emitir dióxido de carbono si la combustión que se lleva a cabo durante el proceso de la caldera no es adecuada. Es por eso que el plan preventivo de Mantenimiento ayudará a evitar que esto suceda. De momento las calderas se encuentran en un buen estado y como consecuencia no hay emisión de humo contaminante.

Para los fines de conocer el nivel de contaminación provocado por la caldera, se empleó las cartas de Ringelmann para calcular la densidad aparente

visual (DAV) de la columna de humo. Este estudio se encuentra en los apéndices, se determinó que la DAV es de 31 %, la empresa no está contaminando el medio ambiente dado que a partir de valores mayores de 51 % de DAV son indicadores de una posible contaminación ambiental

#### **6.4.2. Manejo de desechos de la empresa**

Actualmente existen canales para salida de desechos y son analizados debido a su alto contenido de acidez para evitar la contaminación del medio ambiente y los lugares aledaños. Para el tratamiento de los desechos en la planta de producción se utiliza el equipo y herramientas adecuadas para su manipulación.

#### **6.4.3. Optimización del agua**

La optimización de recursos como sistema vela por el cuidado del medio ambiente y asimismo de todos los elementos y acciones implicadas en la fabricación del producto. Existen controles de cloración y análisis microbiológicos del agua que se utilizan dentro de la planta de producción de alimentos.



## CONCLUSIONES

1. Actualmente no existe un plan de mantenimiento preventivo para todos los equipos, falta de supervisión al personal en los diferentes procesos, falta de atención a situaciones que si no se le presta atención se convertirán en un futuro en grandes pérdidas. Es importante contar con los líderes administrativos en cada área de trabajo en la supervisión.
2. Durante las visitas realizadas a la planta de producción se encontraron altos costos de mano de obra, consumo de energía eléctrica y poca iluminación natural. Como parte del cuerpo administrativo se detectó o se observó la falta de un líder en el departamento de Mantenimiento. Se observó en algunas áreas de producción la falta de supervisión al personal provocando así el aumento del tiempo ocio.
3. Se modificó el diagrama de flujo del proceso de producción de piña para la operación de selección y alimentación a la ginaca, inspeccionando a la vez debido a que se realiza la misma inspección por los operadores de pesado ocasionando pérdida de tiempo. Se redujo el número de operarios a través del balanceo de las líneas de producción y los costos de mano de obra directa, tomando en cuenta las operaciones automáticas y semiautomáticas.
4. Se determinó que los puntos críticos de control dentro de los procesos de producción de piña y palmito son: los costos ocultos como las demoras y transportes, la recepción de insumos y materia prima en el muelle de

carga y descarga, el troquelado de piña en la ginaca, el cerrado de latas, el etiquetado y el almacenamiento del producto terminado.

5. Se identificó a través de mediciones en las líneas de producción, la potencia y el consumo eléctrico en kWh de cada una de las máquinas, y se realizó un análisis para conocer el gasto generado por día de producción.
6. Se definió que los factores que inciden en el tiempo de producción son: la falta de mantenimiento, falta de supervisión de los operarios, la falta de iluminación y la falta de capacitación al personal con el objetivo que el personal se sienta identificado con la empresa.
7. Se evaluó económicamente la propuesta a través del estudio beneficio/costo y se obtuvo el valor de 1,20 quetzales por cada quetzal invertido y se demostró la viabilidad debido a que no afecta la rentabilidad del negocio porque la inversión es significativa.
8. Se disminuyó el costo de consumo de energía eléctrica a través del cambio de lámparas incandescentes a lámparas led o diodo y el uso de láminas plásticas para el techo de la planta industrial, y aumentar la iluminación natural.



## RECOMENDACIONES

1. Dar seguimiento a las rutinas de inspección y supervisión en las diferentes áreas de producción, para reducir los tiempos de ocio y aumentar la eficiencia en las operaciones.
2. Llevar el control de los recursos que utiliza cada una de las áreas de la planta de producción para poder disminuir costos de mano de obra, el consumo de energía eléctrica a través del aprovechamiento de la luz natural y una adecuada administración.
3. Realizar auditorías internas por lo menos una vez al año para verificar que se cumplan los lineamientos establecidos por gerencia general, determinando además las operaciones en las líneas de producción que generan riesgo, y así reducir el número de accidentes y ausencias que al final se convierten en pérdidas.
4. Definir un área específica para el etiquetado, porque actualmente se realiza en el muelle de carga y descarga, y debería estar dentro de la planta de producción para disminuir la demora.
5. Mantener un seguimiento a la estructura adecuada de los formatos, con el objetivo de llevar un mejor control en los registros de las operaciones de las diferentes áreas de Producción.

6. Proporcionar la capacitación adecuada al personal operativo y administrativo, para lograr una verdadera eficiencia haciendo que el personal se involucre en la fabricación del producto y se sienta parte de él.
  
7. Colocar los aspectos que se requieren específicamente para tomarlos como registros en los formatos, de esta manera que sea de ayuda para el análisis que se le pueda hacer a los diferentes procesos que tienen que ver con la fabricación del producto y se pueda evaluar su rentabilidad.
  
8. Desarrollar en el personal una cultura de ahorro basado en supervisiones y reducir las posibles resistencias a cambios que se puedan realizar en cualquier área de Producción.

## BIBLIOGRAFÍA

1. AGICO. *Elevador*. [en línea]. <<http://www.ticomachine.com/machinery/pretreatment-system/Bucket-Elevator.html>>. [Consulta: 15 de noviembre de 2019].
2. Alibaba.com. *Túnel de vapor*. [en línea]. <<https://spanish.alibaba.com/product-detail/steam-tunnel-pasteurizer-for-beer-bottle-60409559091.html>>. [Consulta: 15 de noviembre de 2019].
3. ALVAREZ BAYONA, Teresa. *Evaluación y acondicionamiento de la iluminación en puestos de trabajo*. España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. 2015. 43 p.
4. ARGENBELT. *Banda transportadora*. [en línea]. <<https://argenbelt.com/product/banda-transportadora-linea-1000/>>. [Consulta: 15 de noviembre de 2019].
5. ASTIMEC, S.A. *Cortadora de palmito*. [en línea]. <<https://astimec.net/producto/cortadora-de-tallos/>>. [Consulta: 15 de noviembre de 2019].
6. Banco de Guatemala. *Tasa de interés pasiva*. [en línea]. <<http://www.banguat.gob.gt/page/pasiva>>. [Consulta: 17 de diciembre de 2020].

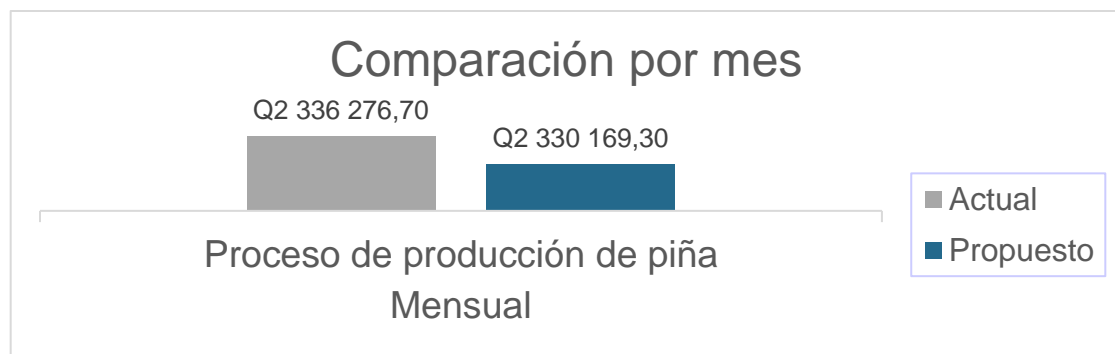
7. Cartones Bogota.com. *Bodega de cartón*. [en línea]. <<https://www.cartonesbogota.com/>>. [Consulta: 23 de noviembre de 2020].
8. DANMIX. *Troqueladora de piña*. [en línea]. <<http://www.danmix.es/productos/maquinaria-para-fruta-y-verdura/troqueladoras>>. [Consulta: 15 de noviembre de 2019].
9. Direct INDUSTRY. *Balanza mecánica*. [en línea]. <<https://www.directindustry.es/prod/fairbanks/product-7419-892339.html>>. [Consulta: 17 de noviembre de 2019].
10. DOMINO. *Codificadora de latas*. [en línea]. <<https://dominoprintingmexico.mx/subsolucion/14/codificadoras-para-latas-de-metal.html>>. [Consulta: 15 de noviembre de 2019].
11. Ferlo. *Autoclave*. [en línea]. <<https://ferlo.com/portfolio/autoclave-rotativo/>>. [Consulta: 18 de noviembre de 2019].
12. GARCIA CRIOLLO, Roberto. *Medición del trabajo*. 2a ed. México: McGraw-Hill. 2005. 458 p.
13. Iluminet. *Deslumbramiento*. [en línea]. <<https://www.iluminet.com/indice-deslumbramiento-ugr/>>. [Consulta: 25 de noviembre de 2019].
14. KANAWATY, George. *Introducción al estudio del trabajo*. 4a ed. Ginebra: OIT, 1996. 522 p.
15. Made-in-China. *Lavadora de piña*. [en línea]. <[https://es.made-in-china.com/co\\_longerinc/product\\_Industrial-Potato-Pineapple-](https://es.made-in-china.com/co_longerinc/product_Industrial-Potato-Pineapple-)

- Citrus-Washing-Machine\_ryhirhogg.html>. [Consulta: 11 de noviembre de 2019].
16. NIEBEL, Benjamín. *Ingeniería Industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo*. 12ª ed. 2009. 586 p.
  17. Pneumatic Scale. *Cerradora de latas*. [en línea]. <<https://psangelus.com/es-mx/modelo/cerradoras-de-latas/cerradoras-de-latas-angelus-serie-legacy/cerradora-de-latas-angelus-serie-legacy-modelo-56p>>. [Consulta: 15 de noviembre de 2019].
  18. Revista Cero Grados. *Torre de enfriamiento*. [en línea]. <<https://0grados.com.mx/torres-de-enfriamiento/>>. [Consulta: 23 de noviembre de 2020].
  19. SERMEIND. *Exhauster*. [en línea]. <<http://www.sermeind.com/exhauster.html>>. [Consulta: 29 de noviembre de 2020].
  20. Skin. *Corazón de palmito en conserva*. [en línea]. <<https://skin.elpalaciodehierro.com/36643976-corazon-de-palmito-lata-400-gr.html>>. [Consulta: 17 de noviembre de 2019].
  21. TEYCOMUR. *Cerrado de latas*. [en línea]. <<https://www.maquinariaparaconservasyalimentacion.es/>>. [Consulta: 29 de noviembre de 2020].
  22. TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas. Texto universitario*. Guatemala: Editorial c.c dapal, 2016. 273 p.

23. Tropical Food. *Cortado de palmas*. [en línea].  
<<https://www.tropicalfood.net/en/pineapple-processing-machine>>.  
[Consulta: 29 de noviembre de 2020].
24. \_\_\_\_\_. *Ginaca*. [en línea].  
<<https://www.tropicalfood.net/en/pineapple-processing-machine/>>.  
[Consulta: 11 de noviembre de 2019].
25. \_\_\_\_\_. *Pelado y descorazonado*. [en línea].  
<<https://www.tropicalfood.net/en/pineapple-processing-machine>>.  
[Consulta: 27 de noviembre de 2020].
26. \_\_\_\_\_. *Rotulado manual de latas*. [en línea].  
<<https://www.tropicalfood.net/en/pineapple-processing-machine>>.  
[Consulta: 29 de noviembre de 2020].
27. \_\_\_\_\_. *Troquelado*. [en línea].  
<<https://www.tropicalfood.net/en/pineapple-processing-machine>>.  
[Consulta: 27 de noviembre de 2020].

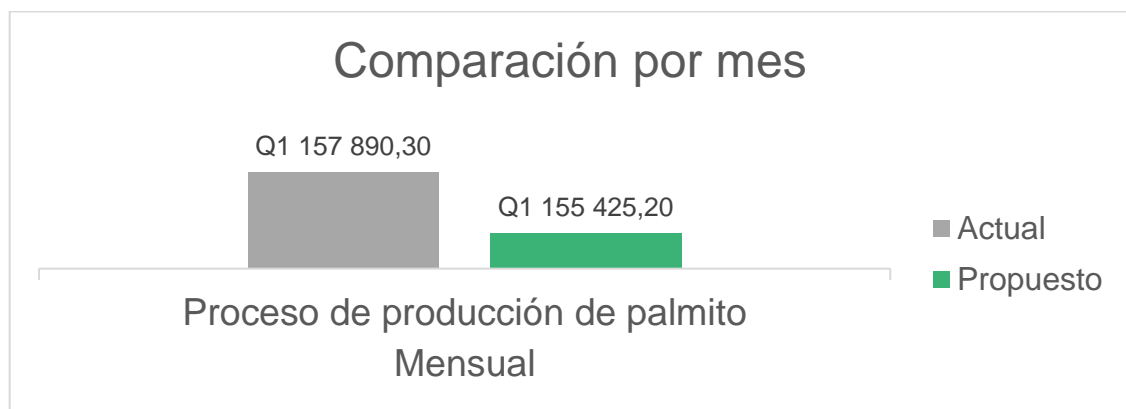
## APÉNDICES

### Apéndice 1. Comparación mensual proceso de producción de piña en almíbar



Fuente: elaboración propia.

### Apéndice 2. Comparación mensual proceso de producción de palmito en salmuera



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Registro de orden de trabajo de producción**

|   |   |                        |                      |               |  |
|---|---|------------------------|----------------------|---------------|--|
|                    | <b>Registro de Orden de Trabajo de Producción</b><br><br>ALIMENTOS MONTESOL, S.A. |                        | RE - PR - 001        |               |  |
|   |   |                        | Rev.: 001            | Versión: 1.0  |  |
|   |   |                        | Fecha de Aprobación: | abril de 2020 |  |
| <b>Orden de Trabajo de Producción</b>   |   |                        |                      |               |  |
|   |   |                        |                      | No. Orden:    |  |
| Solicitado por  |   | Fecha de la Solicitud: |                      |               |  |
| Descripción:  |   |                        |                      |               |  |
| Proceso/Área  |   | No. Lote.:             |                      |               |  |
| <b>Aspectos de Acabado</b>  |   |                        |                      |               |  |
| Fecha de inicio:  |   | Responsable 1:         |                      |               |  |
| Fecha de finalización:  |   | Responsable 2:         |                      |               |  |
| <b>Materiales y/o refacciones</b>   |   |                        |                      |               |  |
| <b>Observaciones</b>  |   |                        |                      |               |  |
| _____<br>Firma del Solicitante                      Firma de Recibido                      Gerencia |   |                        |                      |               |  |

Fuente: elaboración propia.



Apéndice 4. Registro de pesado de insumos

|   |                                      |                     |                      |               |
|---|--------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------|
|  | <b>Registro de Pesado de Insumos</b> |                     | RE - PR - 002        |               |
|   | ALIMENTOS MONTESOL, S.A.             |                     | Rev.: 001            | Versión: 1.0  |
|   |                                      |                     | Fecha de Aprobación: | abril de 2020 |
| <b>Pesado de Insumos</b>  |                                      |                     |                      |               |
|   |                                      |                     | No. Orden:           |               |
| Producto:   |                                      | Fecha de Recepción: |                      |               |
| Fecha de vencimiento:   |                                      | Peso:               |                      |               |
| No. Unidades:   |                                      | Proveedor:          |                      |               |
| <b>Datos específicos</b>  |                                      |                     |                      |               |
| Línea de producción   |                                      | No. Lote:           |                      |               |
| <b>Observaciones</b>  |                                      |                     |                      |               |
|   |                                      |                     |                      |               |
| Firma del Solicitante   |                                      | Firma de Recibido   |                      | Gerencia      |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. **Registro de rutina en sala de caldera**

|   |  |                       |                      |                    |  |
|---|--|-----------------------|----------------------|--------------------|--|
|  | <b>Registro de Rutina en Sala de Caldera</b><br><br>ALIMENTOS MONTESOL, S.A. |                       | RE - MT - 001        |                    |  |
|   |  |                       | Rev.: 001            | Versión: 1.0       |  |
|   |  |                       | Fecha de Aprobación: | abril de 2020      |  |
| <b>Control de calderas</b>  |  |                       |                      |                    |  |
|   |  |                       |                      | No. Orden:         |  |
| No. De caldera:   |  | Fecha de supervisión: |                      |                    |  |
| Nombre del supervisor:  |  |                       |                      |                    |  |
| Firma   |  |                       |                      |                    |  |
| <b>Datos de la inspección</b>   |  |                       |                      |                    |  |
| Inspección realizada  |  | Jornada matutina      |                      | Jornada vespertina |  |
|   |  |                       |                      |                    |  |
|   |  |                       |                      |                    |  |
| <b>Observaciones</b>  |  |                       |                      |                    |  |
|   |  |                       |                      |                    |  |
| Realizado por _____   |  | Autorizado por _____  |                      | Gerente            |  |


Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. **Registro de orden de trabajo de mantenimiento**

|   |  |                        |                                    |              |  |
|---|--|------------------------|------------------------------------|--------------|--|
|  | <b>Registro de Orden de Trabajo de Mantenimiento</b> |                        | RE - MT - 002                      |              |  |
|   |  |                        | Rev.: 001                          | Versión: 1.0 |  |
|   | ALIMENTOS MONTESOL, S.A.                             |                        | Fecha de Aprobación: abril de 2020 |              |  |
| <b>Orden de Trabajo de Mantenimiento</b>  |  |                        |                                    |              |  |
|   |  |                        |                                    | No. Orden:   |  |
| Solicitado por  |  | Fecha de la Solicitud: |                                    |              |  |
| Descripción:  |  |                        |                                    |              |  |
| Proceso/Área  |  | Código:                |                                    |              |  |
| <b>Aspectos de Acabado</b>  |  |                        |                                    |              |  |
| Fecha de inicio:  |  | Responsable mecánico:  |                                    |              |  |
| Fecha de finalización:  |  | Responsable eléctrico: |                                    |              |  |
| <b>Materiales y/o refacciones</b>   |  |                        |                                    |              |  |
| <b>Observaciones</b>  |  |                        |                                    |              |  |
| <hr/>   |  |                        |                                    |              |  |
| Firma del Solicitante   |  | Firma de Recibido      |                                    | Gerencia     |  |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. Registro de inspección y mantenimiento de lámparas

|  | <b>Registro de Inspección y<br/>Mantenimiento de Lámparas</b> |               | RE - MT - 003                                 |              |
|---|---|---------------|---|--------------|
|   |   |               | Rev.: 001                                     | Versión: 1.0 |
|   | ALIMENTOS MONTESOL, S.A.                                      |               | <b>Fecha de<br/>Aprobación:</b> abril de 2020 |              |
|   |   |               | No. Orden:                                    |              |
| Código de lámpara:  |   | Fecha actual: |   |              |
| Realizada por   |   | Reporte No.:  |   |              |
| Período   |   |               |   |              |
| Datos de la pieza   |   |               |   |              |
| Accesorios  |   | Hora inicio   |   | Hora fin     |
| Alimentación de lámparas  |   |               |   |              |
| Transformador   |   |               |   |              |
| Tarjeta electrónica   |   |               |   |              |
| Fuente de poder   |   |               |   |              |
| Difusor   |   |               |   |              |
| Casquillo   |   |               |   |              |
| Observaciones   |   |               |   |              |
|   |   |               |   |              |
| Anexos  |   |               |   |              |
|   |   |               |   |              |
| Realizado por   |   | Revisado por  |   | Gerente      |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 8. **Registro de rutina de inspección de calidad**

|  |           | <b>Registro de Rutina de Inspección de Calidad</b><br><br>ALIMENTOS MONTESOL, S.A. |             |            |                         |         | <b>RE - CC - 001</b>        |               |
|---|-----------|--|-------------|------------|-------------------------|---------|-----------------------------|---------------|
|   |           |  |             |            |                         |         | Rev.: 001                   | Versión: 1.0  |
|   |           |  |             |            |                         |         | <b>Fecha de Aprobación:</b> | abril de 2020 |
|   |           |  |             |            |                         |         | <b>No. Orden:</b>           |               |
| Fecha   | Proveedor | No. Lote   | Descripción | Cant. N.C. | Registro No.            | Proceso | Observaciones               |               |
|   |           |  |             |            |                         |         |                             |               |
|   |           |  |             |            |                         |         |                             |               |
|   |           |  |             |            |                         |         |                             |               |
|   |           |  |             |            |                         |         |                             |               |
| _____<br>Operario   |           | _____<br>Supervisor del Proceso  |             |            | _____<br>Inspector C.C. |         | _____<br>Gerente            |               |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 9. **Registro de rechazo de productos**

|   |   |                      |               |               |
|---|---|----------------------|---------------|---------------|
|  | <b>Registro de Rechazo de Productos</b><br><br>ALIMENTOS MONTESOL, S.A. |                      | RE - CC - 002 |               |
|   |   |                      | Rev.: 001     | Versión: 1.0  |
|   | Fecha de Aprobación:  |                      | abril de 2020 |               |
| <b>Datos generales</b>  |   |                      |               |               |
|   |   |                      | No. Orden:    |               |
| Fecha de la solicitud:  |   | Medida               |               |               |
| Descripción:  |   |                      |               |               |
| <b>Características</b>  |   |                      |               |               |
| Código Producto   | Cantidad  | Tipo                 | No. Ingreso   |               |
|   |   |                      |               |               |
|   |   |                      |               |               |
|   |   |                      |               |               |
| <b>Observaciones</b>  |   |                      |               |               |
|   |   |                      |               |               |
|   |   |                      |               |               |
| Realizado por _____   |   | Autorizado por _____ |               | Gerente _____ |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 10. **Lecturas de cartas de Ringelmann**

| No. | 0 | 15 | 30 | 45 |
|-----|---|----|----|----|
| 1   | 0 | 0  | 0  | 0  |
| 2   | 0 | 0  | 0  | 0  |
| 3   | 0 | 0  | 0  | 0  |
| 4   | 1 | 1  | 1  | 1  |
| 5   | 1 | 1  | 1  | 1  |
| 6   | 2 | 2  | 2  | 2  |
| 7   | 2 | 3  | 3  | 3  |
| 8   | 3 | 3  | 3  | 3  |
| 9   | 2 | 2  | 1  | 1  |
| 10  | 1 | 1  | 1  | 1  |
| 11  | 0 | 0  | 0  | 0  |
| 12  | 0 | 0  | 0  | 0  |
| 13  | 0 | 0  | 0  | 0  |
| 14  | 0 | 0  | 0  | 0  |
| 15  | 0 | 0  | 0  | 0  |
| 16  | 2 | 2  | 3  | 3  |
| 17  | 4 | 4  | 4  | 4  |
| 18  | 1 | 0  | 1  | 2  |
| 19  | 1 | 0  | 1  | 2  |
| 20  | 2 | 1  | 0  | 1  |
| 21  | 2 | 2  | 2  | 2  |
| 22  | 2 | 2  | 2  | 2  |
| 23  | 3 | 4  | 1  | 2  |
| 24  | 2 | 2  | 1  | 1  |
| 25  | 4 | 5  | 5  | 5  |
| 26  | 3 | 3  | 3  | 3  |
| 27  | 4 | 4  | 3  | 3  |
| 28  | 3 | 3  | 3  | 3  |
| 29  | 2 | 2  | 1  | 1  |
| 30  | 1 | 1  | 1  | 1  |

| Tarjeta                                      | Capacidad | Lectura    | Equivalente al No. |
|--|-----------|------------|--------------------|
| 0  | 0 %       | 35         | 0                  |
| 1  | 20 %      | 29         | 29                 |
| 2  | 40 %      | 25         | 50                 |
| 3  | 60 %      | 20         | 60                 |
| 4  | 80 %      | 8          | 32                 |
| 5  | 100 %     | 3          | 15                 |
| Total  |           | <b>120</b> | <b>186</b>         |
| $Dav = \frac{\sum N_e * e}{N}$ $Dav = 31 \%$ |           |            |                    |

Fuente: elaboración propia.





## ANEXOS

Anexo 1. **Tabla Westinghouse**

| Tiempo por ciclo en horas | Número de ciclos a estudiar     |                   |                |
|---------------------------|---------------------------------|-------------------|----------------|
|                           | Actividad más de 10 000 por año | De 1 000 a 10 000 | Menos de 1 000 |
| 1,000                     | 5                               | 3                 | 2              |
| 0,800                     | 6                               | 3                 | 2              |
| 0,500                     | 8                               | 4                 | 3              |
| 0,300                     | 10                              | 5                 | 4              |
| 0,200                     | 12                              | 6                 | 5              |
| 0,120                     | 15                              | 8                 | 6              |
| 0,080                     | 20                              | 10                | 8              |
| 0,050                     | 25                              | 12                | 10             |
| 0,035                     | 30                              | 15                | 12             |
| 0,020                     | 40                              | 20                | 15             |
| 0,012                     | 50                              | 25                | 20             |
| 0,008                     | 60                              | 30                | 25             |
| 0,005                     | 80                              | 40                | 30             |
| 0,003                     | 100                             | 50                | 40             |
| 0,002                     | 120                             | 60                | 50             |
| Menos de 0,002            | 140                             | 80                | 60             |

Fuente: GARCIA CRIOLLO, Roberto. *Medición del trabajo*. p. 32.

Anexo 2. **Calificación de actuación del Sistema Westinghouse**

| <b>Habilidad</b> |    |            |
|------------------|----|------------|
| 0,15             | A1 | Extrema    |
| 0,13             | A2 | Extrema    |
| 0,11             | B1 | Excelente  |
| 0,08             | B2 | Excelente  |
| 0,06             | C1 | Buena      |
| 0,03             | C2 | Buena      |
| 0                | D  | Normal     |
| -0,1             | E1 | Aceptable  |
| -0,1             | E2 | Aceptable  |
| -0,2             | F1 | Deficiente |
| -0,2             | F2 | Deficiente |

| <b>Esfuerzo</b> |    |            |
|-----------------|----|------------|
| 0,13            | A1 | Excesivo   |
| 0,12            | A2 | Excesivo   |
| 0,1             | B1 | Excelente  |
| 0,08            | B2 | Excelente  |
| 0,05            | C1 | Bueno      |
| 0,02            | C2 | Bueno      |
| 0               | D  | Normal     |
| -0,04           | E1 | Aceptable  |
| -0,08           | E2 | Aceptable  |
| -0,12           | F1 | Deficiente |
| -0,17           | F2 | Deficiente |

| <b>Condiciones</b> |   |             |
|--------------------|---|-------------|
| 0,06               | A | Ideales     |
| 0,04               | B | Excelentes  |
| 0,02               | C | Buenas      |
| 0                  | D | Regulares   |
| -0                 | E | Aceptables  |
| -0,1               | F | Deficientes |

| <b>Consistencia</b> |   |            |
|---------------------|---|------------|
| 0,04                | A | Perfectas  |
| 0,03                | B | Excelente  |
| 0,01                | C | Buena      |
| 0                   | D | Regular    |
| -0,02               | E | Aceptable  |
| -0,04               | F | Deficiente |

Fuente: NIEBEL, Benjamín. *Ingeniería Industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo.*

p. 361.