



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

**DISEÑO DE UN PLAN DE CALIDAD BASADO EN LA CERTIFICACIÓN DE  
SISTEMAS DE GESTIÓN DE SEGURIDAD ALIMENTARIA PARA LA PRODUCCIÓN  
DE AZÚCAR 150 EN UN INGENIO AZUCARERO**

**Erick Wilfrido Ramos Gómez**

Asesorado por el Ing. José Rolando Chávez Salazar

Guatemala, octubre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN PLAN DE CALIDAD BASADO EN LA CERTIFICACIÓN DE  
SISTEMAS DE GESTIÓN DE SEGURIDAD ALIMENTARIA PARA LA PRODUCCIÓN  
DE AZÚCAR 150 EN UN INGENIO AZUCARERO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**ERICK WILFRIDO RAMOS GÓMEZ**

ASESORADO POR EL ING. JOSÉ ROLANDO CHÁVEZ SALAZAR

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2019

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. Luis Diego Aguilar Ralón          |
| VOCAL V    | Br. Christian Daniel Estrada Santizo  |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez       |

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

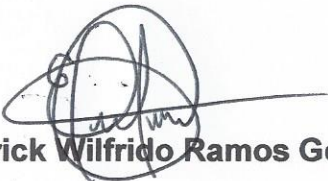
|             |                                     |
|-------------|-------------------------------------|
| DECANO      | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  |
| EXAMINADOR  | Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí       |
| EXAMINADOR  | Ing. Ismael Homero Jerez González   |
| EXAMINADORA | Inga. Rocío Carolina Medina Galindo |
| SECRETARIA  | Inga. Lesbia Magalí Herrera López   |

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **DISEÑO DE UN PLAN DE CALIDAD BASADO EN LA CERTIFICACIÓN DE SISTEMAS DE GESTIÓN DE SEGURIDAD ALIMENTARIA PARA LA PRODUCCIÓN DE AZÚCAR 150 EN UN INGENIO AZUCARERO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha 6 de febrero de 2019.

  
**Erick Wilfrido Ramos Gómez**

Guatemala 03 de octubre de 2019

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Mecánica industrial

Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas

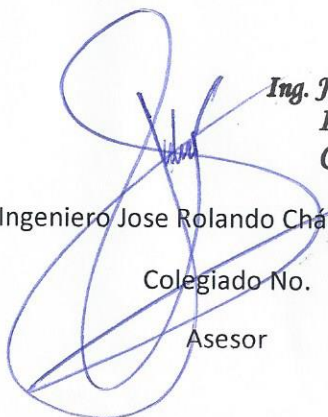
Director de Escuela

Presente

Atentamente y por este medio, me dirijo a usted informando que habiendo asesorado al estudiante Erick Wilfrido Ramos Gómez con carné No. 2011-46136, en el trabajo de graduación titulado DISEÑO DE UN PLAN DE CALIDAD BASADO EN LA CERTIFICACIÓN DE SISTEMAS DE GESTION DE SEGURIDAD ALIMENTARIA PARA LA PRODUCCION DE AZÚCAR 150 EN UN INGENIO AZUCARERO, llenando este los objetivos trazados, extendiendo la aprobación del mismo.

Por lo tanto, el autor y yo como asesor, nos hacemos responsables del contenido y conclusiones del mismo.

Sin otro particular, me suscribo atentamente


  
**Ing. José Rolando Chávez Salazar**  
**Ingeniero Industrial**  
**Colegiado No. 4,317**  
Ingeniero Jose Rolando Chávez Salazar  
Colegiado No.  
Asesor



REF.REV.EMI.082.019

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DE UN PLAN DE CALIDAD BASADO EN LA CERTIFICACIÓN DE SISTEMAS DE GESTIÓN DE SEGURIDAD ALIMENTARIA PARA LA PRODUCCIÓN DE AZÚCAR 150 EN UN INGENIO AZUCARERO**, presentado por el estudiante universitario **Erick Wilfrido Ramos Gómez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. Victor Hugo Garcia Roque  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

*Victor Hugo Garcia Roque  
INGENIERO INDUSTRIAL  
Elegido No. 5133*

Guatemala, septiembre de 2019.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.DIR.EMI.150.019

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor **DISEÑO DE UN PLAN DE CALIDAD BASADO EN LA CERTIFICACIÓN DE SISTEMAS DE GESTIÓN DE SEGURIDAD ALIMENTARIA PARA LA PRODUCCIÓN DE AZÚCAR 150 EN UN INGENIO AZUCARERO**, presentado por el estudiante universitario **Erick Wilfrido Ramos Gómez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Cesar Ernesto Urquiza Rodas', written over a horizontal line.

Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rodas  
**DIRECTOR**

**Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**



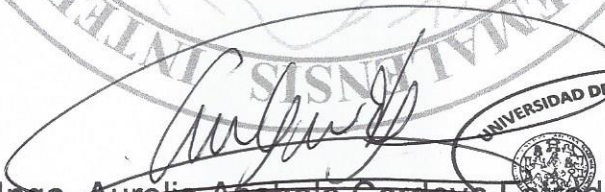
Guatemala, octubre de 2019.

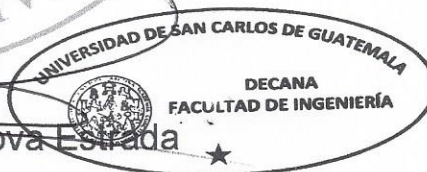
/mgp



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: **DISEÑO DE UN PLAN DE CALIDAD BASADO EN LA CERTIFICACIÓN DE SISTEMAS DE GESTIÓN DE SEGURIDAD ALIMENTARIA PARA LA PRODUCCIÓN DE AZÚCAR 150 EN UN INGENIO AZUCARERO**, presentado por el estudiante universitario: **Erick Wilfrido Ramos Gómez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada  
Decana



Guatemala, Octubre de 2019

/cc



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por ser la fuerza motriz de mi vida, por concederme haber culminado esta hermosa carrera, a ti mi Dios te doy las gracias de todas las bendiciones que derramas en mi vida.
- Mi padre** Erick Estuardo Ramos Bar, por haberme apoyado durante toda mi carrera y mostrarme, con su ejemplo, que con trabajo y perseverancia todo sueño es posible.
- Mi madre** Edith Elizabeth Gómez de Ramos (q.e.p.d), por haberme apoyado y creído en cada etapa de mi vida y mostrarme con su ejemplo que todo sueño es alcanzable con trabajo y empeño, este triunfo te lo dedico a tu memoria mami.
- Mi abuelita** Antonia Gómez de Bolvito, por ser esa persona que, con su amor, apoyo incondicional y sabiduría, hoy ha forjado un profesional.
- Mi abuelito** Pedro Ismael Bolvito, por ser esa persona llena de sabiduría y enseñanzas, y por su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida.

**Mi esposa**

Susana Mesías de Ramos, por tu amor y tu apoyo incondicional en las etapas decisivas de mi carrera.

**Mi hermano**

Luis Ramos, por tu inmenso apoyo en los momentos más cruciales de la carrera.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Por ser mi *alma mater* y darme la oportunidad de prepararme como profesional.

**Facultad de Ingeniería**

Por darme la oportunidad de prepararme como profesional en una de sus ramas de estudio.

**Mis amigos de  
la Facultad**

Ederson Sarceño, Sergio Portillo, Marlon Ochoa, Iván Rodríguez, Luis Cruz, Marlon Hernández, José Pablo Lucas, Govinda Montenegro, gracias por todo su apoyo y amistad durante el proceso de la carrera.

**Mis amigos**

Ederson Sarceño, Fredy Urrea, Mario Pérez, Augusto Maldonado, Ricardo Cambranes, por su amistad y apoyo en cada momento de mi vida.

**Amigos IPG**

Karen Castellanos, Esteban Marroquín, Steve Moya, Doris Roldán, Govinda Montenegro, Daniel Lucero, Rosy Alvarado, Ing. Sergio Godínez, por brindarme su amistad y compartir su conocimiento.

**Ing. Rolando Chávez**

Por ser el angular en el inicio de mi carrera y por brindarme su asesoría en la elaboración de este trabajo de graduación.

## ÍNDICE GENERAL

|  |      |
|--|------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....                                 | XI   |
| LISTA DE SÍMBOLOS .....                                      | XIII |
| GLOSARIO .....   | XV   |
| RESUMEN.....   | XVII |
| OBJETIVOS.....   | XIX  |
| INTRODUCCIÓN .....   | XXI  |
| <br>   |      |
| 1. ANTECEDENTES GENERALES .....                              | 1    |
| 1.1. Inicios de la empresa Ingenio Palo Gordo S. A. ....     | 1    |
| 1.2. Información general.....                                | 3    |
| 1.2.1. Ubicación.....  | 3    |
| 1.2.2. Misión .....  | 5    |
| 1.2.3. Visión.....   | 5    |
| 1.3. Tipo de organización .....                              | 5    |
| 1.3.1. Organigrama.....                                      | 7    |
| 1.3.2. Descripción de puestos .....                          | 7    |
| 1.4. Buenas Prácticas de Manufactura (BMP).....              | 12   |
| 1.4.1. Definición .....                                      | 13   |
| 1.4.2. Características.....                                  | 13   |
| 1.4.3. Ventajas para los clientes .....                      | 14   |
| 1.4.4. Ventajas para la organización.....                    | 14   |
| 1.4.5. Diagrama de flujo.....                                | 14   |
| 1.4.6. Diagrama de recorrido .....                           | 17   |
| 1.5. Inocuidad de los procesos de producción de azúcar ..... | 18   |
| 1.5.1. Generalidades .....                                   | 18   |

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 1.5.2.  | Definición.....   | 18 |
| 1.5.3.  | Posibles problemas a la salud.....  | 19 |
| 1.5.4.  | Procesos insalubres .....   | 21 |
| 1.6.    | Contaminación en los procesos .....   | 22 |
| 1.6.1.  | Tipos de contaminación .....  | 22 |
| 1.6.2.  | Contaminación química .....   | 22 |
| 1.6.3.  | Contaminación biológica .....   | 23 |
| 1.6.4.  | Contaminación física .....  | 23 |
| 1.7.    | Causas de una contaminación .....   | 23 |
| 1.7.1.  | Higiene .....   | 23 |
| 1.7.2.  | Condiciones insalubres .....  | 24 |
| 1.7.3.  | Contaminación cruzada.....  | 24 |
| 1.7.4.  | Almacenamiento inadecuado .....   | 24 |
| 1.7.5.  | Etapas posibles de contaminación .....  | 24 |
|         | 1.7.5.1. Producción .....   | 25 |
|         | 1.7.5.2. Transporte.....  | 27 |
|         | 1.7.5.3. Recepción y almacenamiento .....                                     | 27 |
| 1.8.    | Sistema de seguridad alimentaria .....  | 28 |
| 1.8.1.  | Definición.....   | 28 |
| 1.8.2.  | Características .....   | 29 |
| 1.8.3.  | Requisitos generales para la aplicación .....                                 | 30 |
| 1.9.    | Sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control<br>(HACCP) ..... | 30 |
| 1.9.1.  | Punto crítico de control.....   | 40 |
| 1.9.2.  | Descripción del sistema.....  | 42 |
| 1.9.3.  | Principios del sistema.....   | 42 |
| 1.10.   | Sistema de gestión de seguridad alimentaria (FSSC 22000) ...                  | 47 |
| 1.10.1. | Significado y aplicación general .....  | 47 |
| 1.11.   | Ministerios de Salud Pública y Asistencia Social .....                        | 47 |

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| 1.11.1.   | Ubicación .....  | 48 |
| 1.11.2.   | Generalidades .....  | 49 |
| 1.11.3.   | Acuerdo Gubernativo 712-99.....                                    | 49 |
| 1.11.3.1. | Definición.....  | 49 |
| 1.11.3.2. | Campo de aplicación .....  | 50 |
| 1.11.3.3. | Licencia sanitaria .....   | 50 |
| 1.11.4.   | Código de Salud, Decreto 90-97.....                                | 51 |
| 1.11.4.1. | Definición.....  | 51 |
| 1.11.4.2. | Campo de aplicación .....  | 51 |
| 1.12.     | Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación<br>(MAGA)..... | 52 |
| 1.12.1.   | Ubicación .....  | 53 |
| 1.12.2.   | Campo de aplicación .....  | 54 |
| 2.        | SITUACIÓN ACTUAL.....  | 55 |
| 2.1.      | Descripción del proceso de producción de azúcar .....              | 55 |
| 2.2.      | Cultivo.....   | 55 |
| 2.3.      | Corte y alce de caña.....  | 56 |
| 2.3.1.    | Maquinaria .....   | 56 |
| 2.3.2.    | Herramientas .....   | 60 |
| 2.4.      | Descripción del proceso .....                                      | 60 |
| 2.4.1.    | Área de cosecha.....   | 61 |
| 2.4.2.    | Área de cultivo .....  | 62 |
| 2.4.3.    | Área de corte .....  | 64 |
| 2.4.4.    | Área de alce.....  | 65 |
| 2.4.5.    | Área de fabrica .....  | 65 |
| 2.4.5.1.  | Cogeneración .....   | 66 |
| 2.4.5.2.  | Destilación .....  | 67 |
| 2.4.5.3.  | Azúcar blanca, morena y refinada .....                             | 67 |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 2.5.     | Equipo técnico actual .....   | 68 |
| 2.5.1.   | Descripción del equipo actual utilizado para cada<br>proceso de producción .....      | 68 |
| 2.5.1.1. | Cogeneración .....  | 68 |
| 2.5.1.2. | Destilación.....  | 68 |
| 2.5.1.3. | Azúcar blanca, morena y refinada.....   | 69 |
| 2.6.     | Almacenamiento de producto terminado.....   | 69 |
| 2.6.1.   | Características .....   | 70 |
| 2.6.2.   | Producto terminado .....  | 70 |
| 2.6.3.   | Puntos críticos.....  | 70 |
| 2.6.3.1. | Cogeneración .....  | 70 |
| 2.6.3.2. | Destilación.....  | 71 |
| 2.6.3.3. | Azúcar .....  | 71 |
| 2.7.     | Exportación .....   | 71 |
| 2.7.1.   | Almacenadora Kalel .....  | 71 |
| 2.7.2.   | Almacenadora Expogranel .....   | 72 |
| 2.7.3.   | Estándares de calidad.....  | 72 |
| 3.       | PROPUESTA PARA LA APLICACIÓN DEL SISTEMA DE<br>SEGURIDAD ALIMENTARIA FSSC 22000 ..... | 75 |
| 3.1.     | Área de aplicación.....   | 75 |
| 3.1.1.   | Área de producción de azúcar.....   | 75 |
| 3.1.2.   | Área de destilería .....  | 77 |
| 3.2.     | Seguridad alimentaria FSSC 22000 .....  | 77 |
| 3.2.1.   | Requisitos técnicos .....   | 78 |
| 3.2.2.   | Descripción de cada uno de los procesos.....  | 78 |
| 3.2.3.   | Puntos de control crítico .....   | 79 |
| 3.2.4.   | Acción correctiva .....   | 80 |
| 3.2.5.   | Plan FSSC 22000.....  | 80 |



|          |  |    |
|----------|--|----|
| 3.3.     | Gestión alimentaria y seguridad alimentaria.....                             | 82 |
| 3.3.1.   | Calidad y seguridad alimentaria.....   | 82 |
| 3.3.2.   | Control de los informes de calidad y seguridad alimentaria .....             | 82 |
| 3.3.3.   | Registros para calidad y seguridad de los productos.....                     | 83 |
| 3.3.4.   | Proveedores de agroquímicos y materia prima .....                            | 84 |
| 3.3.5.   | Agroquímicos.....  | 85 |
| 3.3.6.   | Acción correctiva .....  | 85 |
| 3.3.7.   | Trazabilidad .....   | 85 |
| 3.3.8.   | Gestión de reclamos.....   | 86 |
| 3.4.     | Instalaciones de la planta de producción.....                                | 87 |
| 3.4.1.   | Exterior de las instalaciones .....  | 89 |
| 3.4.1.1. | Requisitos indispensables .....  | 89 |
| 3.4.2.   | Seguridad del área de ingreso a las instalaciones.....                       | 90 |
| 3.4.2.1. | Requisitos básicos.....  | 91 |
| 3.4.3.   | Instalaciones, flujo de procesos y separación de cada unidad de negocio..... | 91 |
| 3.4.4.   | Equipo en contacto con la materia prima.....                                 | 91 |
| 3.4.4.1. | Agroquímicos apropiados .....  | 92 |
| 3.4.5.   | Mantenimiento de las instalaciones .....                                     | 93 |
| 3.4.5.1. | Requisitos indispensables .....  | 94 |
| 3.4.6.   | Instalaciones para el personal .....   | 94 |
| 3.4.6.1. | Requerimientos.....  | 95 |
| 3.4.7.   | Sistema de limpieza e higiene de la planta de producción .....               | 95 |
| 3.4.7.1. | Requerimientos mínimos .....   | 96 |
| 3.4.8.   | Residuos orgánicos .....   | 97 |

|      |          |   |     |
|------|----------|---|-----|
|      | 3.4.8.1. | Área de residuos .....  | 98  |
|      | 3.4.9.   | Control de plagas .....   | 98  |
|      | 3.4.9.1. | Proceso de eliminación de plagas.....   | 98  |
|      | 3.4.9.2. | Expedición y transporte .....   | 99  |
| 3.5. |          | Gestión para el control del producto.....   | 100 |
|      | 3.5.1.   | Diseño y desarrollo de azúcar 150 .....   | 102 |
|      | 3.5.2.   | Etiquetado de azúcar (sacos).....   | 103 |
|      | 3.5.3.   | Control de alérgenos (sacos) .....  | 104 |
|      | 3.5.4.   | Autenticidad del azúcar, afirmación y cadena de custodia .....                    | 104 |
|      | 3.5.5.   | Llenado de azúcar (sacos) .....   | 105 |
|      | 3.5.6.   | Inspección y análisis de laboratorio de empacadoras.....                          | 105 |
|      | 3.5.7.   | Liberación de azúcar .....  | 106 |
| 3.6. |          | Gestión para el control de procesos.....  | 107 |
|      | 3.6.1.   | Control de operaciones unitarias.....   | 107 |
|      | 3.6.2.   | Llenado y calibrado de sacos ( <i>jumbo</i> ).....                                | 108 |
|      | 3.6.3.   | Volumen y cantidad de unidades .....  | 109 |
| 3.7. |          | Manipulación de materia prima del personal en el área de producto terminado ..... | 110 |
|      | 3.7.1.   | Formación .....   | 110 |
|      | 3.7.2.   | Higiene personal .....  | 111 |
|      | 3.7.3.   | Revisiones médicas .....  | 112 |
|      | 3.7.4.   | Indumentaria adecuada bajo la norma de seguridad alimentaria FSCC 22000 .....     | 112 |
| 4.   |          | IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA .....  | 115 |
|      | 4.1.     | Área de producción en cada una de las unidades de negocios.....                   | 115 |

|          |   |     |
|----------|---|-----|
| 4.1.1.   | Plan de seguridad alimentaria .....   | 117 |
| 4.1.2.   | Formación del equipo de inocuidad FSCC 22000. Sistema de certificación de seguridad alimentaria ..... | 118 |
| 4.1.2.1. | Capacitación al personal de cada unidad de negocio .....  | 120 |
| 4.1.2.2. | Prerrequisitos para la elaboración de azúcar segura y bajo los regímenes legales .....                | 121 |
| 4.1.2.3. | Descripción de la fabricación de azúcar 150 .....   | 122 |
| 4.1.2.4. | Análisis de riesgo y puntos de control.....   | 122 |
| 4.1.2.5. | Establecimiento de un plan de acción correctiva.....  | 123 |
| 4.1.2.6. | Evaluación del plan FSCC 22000 .....  | 124 |
| 4.2.     | Sistema de gestión de calidad y seguridad alimentaria.....  | 124 |
| 4.2.1.   | Manual de calidad y seguridad alimentaria.....  | 125 |
| 4.2.2.   | Control de la documentación de procesos.....  | 126 |
| 4.2.3.   | Auditoría interna para el diseño del plan de seguridad alimentaria .....                              | 127 |
| 4.2.4.   | Aprobación de proveedores y materia prima .....   | 127 |
| 4.2.5.   | Especificaciones de materia prima y producto terminado.....   | 127 |
| 4.2.6.   | Acciones correctivas a partir de las no conformidades .....   | 128 |
| 4.3.     | Diseño de las instalaciones según la norma FSCC 22000....   | 128 |
| 4.3.1.   | Dimensiones óptimas .....   | 130 |
| 4.3.2.   | Seguridad apropiada .....   | 130 |

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 4.3.3. | Equipo apropiado .....  | 130 |
| 4.3.4. | Instalaciones adecuadas para el personal .....  | 131 |
| 4.3.5. | Sistema de higiene y limpieza .....   | 132 |
| 4.3.6. | Programa preventivo para control de plagas.....   | 133 |
| 4.3.7. | Instalación adecuada para almacenamiento de<br>producto terminado .....   | 134 |
| 4.3.8. | Mantenimiento óptimo del exterior de las<br>instalaciones.....  | 135 |
| 4.4.   | Control del producto .....  | 135 |
| 4.4.1. | Diseño y desarrollo del producto .....  | 136 |
| 4.4.2. | Etiquetado del producto .....   | 137 |
| 4.4.3. | Sistema de gestión de alérgenos .....   | 138 |
| 4.4.4. | Llenado adecuado del producto .....   | 138 |
| 4.4.5. | Procedimiento para liberación del producto .....  | 138 |
| 4.5.   | Control de procesos .....   | 139 |
| 4.5.1. | Control de operaciones unitarias.....   | 139 |
| 4.5.2. | Etiquetado y control de llenado .....   | 140 |
| 4.5.3. | Sistema de control de peso, volumen y cantidad<br>de unidades.....  | 140 |
| 4.6.   | Manipulación de materia prima del personal en el área de<br>producción de cada una de las líneas de producción de<br>azúcar 150 ..... | 141 |
| 4.6.1. | Formación del personal en las zonas de<br>manipulación .....  | 141 |
| 4.6.2. | Higiene adecuada .....  | 141 |
| 4.6.3. | Programa de revisiones médicas .....  | 142 |
| 4.6.4. | Indumentaria adecuada para cada área de<br>trabajo .....  | 142 |
| 4.7.   | Costos de operación .....   | 144 |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 4.7.1. | Auditoría externa .....                                    | 144 |
| 4.7.2. | Capacitaciones .....                                       | 145 |
| 4.7.3. | Infraestructura.....                                       | 146 |
| 5.     | SEGUIMIENTO O MEJORA.....                                  | 149 |
| 5.1.   | Plan de seguimiento .....                                  | 149 |
| 5.1.1. | Comunicación con las partes interesadas .....              | 149 |
| 5.1.2. | Verificación del sistema de seguridad<br>alimentaria ..... | 150 |
| 5.1.3. | Mejoras al sistema actual .....                            | 151 |
| 5.1.4. | Actualización del sistema .....                            | 151 |
| 5.2.   | Capacitación constante al personal.....                    | 152 |
| 5.3.   | Auditorías .....   | 152 |
| 5.3.1. | Auditorías internas.....                                   | 152 |
| 5.3.2. | Auditorías externas por entes certificados.....            | 155 |
| 5.4.   | Acciones correctivas.....                                  | 155 |
| 5.5.   | Evaluación del sistema .....                               | 158 |
| 5.6.   | Porcentaje de eficiencia del sistema .....                 | 159 |
|        | CONCLUSIONES .....   | 161 |
|        | RECOMENDACIONES .....                                      | 163 |
|        | BIBLIOGRAFÍA.....  | 165 |
|        | APÉNDICES .....  | 167 |



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

|     |  |     |
|-----|--|-----|
| 1.  | Ubicación de la empresa.....   | 4   |
| 2.  | Organigrama .....  | 7   |
| 3.  | Simbología de un diagrama de flujo .....   | 15  |
| 4.  | Diagrama de producción de caña de azúcar .....   | 17  |
| 5.  | Árbol de decisiones para determinación de puntos críticos .....  | 41  |
| 6.  | Ubicación del MSPAS .....  | 48  |
| 7.  | Ubicación del MAGA .....   | 53  |
| 8.  | Grúa de descarga de caña .....   | 57  |
| 9.  | Estructura de una grúa de descarga de caña .....   | 58  |
| 10. | Componentes de una grúa de descarga de caña .....  | 59  |
| 11. | Plan de control de la organización .....   | 118 |
| 12. | Organigrama del equipo de inocuidad.....   | 120 |
| 13. | Mapa de interacción para la mejora continua de la gestión de calidad y la seguridad alimentaria .....            | 125 |
| 14. | Cronograma de implementación del diseño del programa de seguridad alimentaria .....                              | 149 |
| 15. | Diagrama de flujo del procedimiento de auditorías internas.....  | 154 |
| 16. | Diagrama de flujo de procedimientos de acciones correctivas.....   | 157 |
| 17. | Matriz de la evaluación del sistema de seguridad alimentaria dentro de la línea de producción de azúcar 150..... | 158 |

## TABLAS

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| I.    | Esquema de fuentes de contaminación .....  | 25  |
| II.   | Riesgos químicos.....  | 28  |
| III.  | Decisión de puntos críticos de control .....                                     | 46  |
| IV.   | Hoja de control.....   | 46  |
| V.    | Informes de ingreso a bodegas de MP .....  | 83  |
| VI.   | Registro de cumplimiento de procedimientos .....                                 | 84  |
| VII.  | Indicador de reclamos a proveedores.....   | 86  |
| VIII. | Proveedores agroquímicos y usos.....   | 93  |
| IX.   | Diseño fisicoquímico blanco 150 .....  | 102 |
| X.    | Cantidad de estibas por tarima .....   | 109 |
| XI.   | Programa de capacitación .....   | 121 |
| XII.  | Evaluación de auditoría interna.....   | 124 |
| XIII. | Costos por auditorías externas .....   | 145 |
| XIV.  | Programa de capacitaciones con base en los costos por unidad de<br>negocio ..... | 146 |
| XV.   | Descripción de costos de proyecto de mejora en la fábrica.....                   | 147 |
| XVI.  | Matriz de comunicación .....   | 150 |



## LISTA DE SÍMBOLOS

| <b>Símbolo</b>        | <b>Significado</b>         |
|-----------------------|----------------------------|
| <b>cm<sup>3</sup></b> | Centímetros cúbicos        |
| <b>\$</b>             | Dólares                    |
| <b>ρ</b>              | Densidad                   |
| <b>€</b>              | Euros                      |
| <b>Kg</b>             | Kilogramos                 |
| <b>m<sup>2</sup></b>  | Metro cuadrado             |
| <b>μ</b>              | Micras                     |
| <b>Ω</b>              | Ohmios                     |
| <b>%</b>              | Porcentaje                 |
| <b>Q</b>              | Quetzales                  |
| <b>®</b>              | Signo de registro de marca |



## GLOSARIO

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>Acción correctiva</b>   | Acción que se debe tomar en el monitoreo de los resultados de los puntos críticos.                            |
| <b>Análisis de peligro</b> | Recopilación y evaluación de información de peligros y condiciones que afecten el desarrollo de la inocuidad. |
| <b>Árbol de decisiones</b> | Secuencia lógica de argumentos cuestionables en cada etapa de los procesos.                                   |
| <b>BPM'S</b>               | Buenas prácticas de manufactura en los procesos de transformación de la caña de azúcar.                       |
| <b>Cachaza</b>             | Residuo del proceso de clarificación del jugo de la caña de azúcar.   |
| <b>Capex</b>               | Capital para el uso de inversiones.   |
| <b>CAT</b>                 | Área agrícola destinada a los procesos de corte, alce y transporte de caña de azúcar.                         |
| <b>Codex</b>               | Normas y políticas en el ámbito alimenticio.  |
| <b>Diagrama de flujo</b>   | Representación gráfica de los procesos de producción.   |

|                        |  |
|------------------------|--|
| <b>HACCP</b>           | Programas de prerequisites de calidad para la implementación de sistemas de inocuidad.                       |
| <b>Ingenio</b>         | Empresa dedicada a la transformación de la caña en azúcar y sus derivados.                                   |
| <b>Inocuidad</b>       | Proceso de garantía de sanitación de los productos alimenticios que asegura el consumo de los mismos.        |
| <b>Melaza</b>          | Jugo obtenido de la caña de azúcar y con lo cual por medio de levadura se obtiene alcohol.                   |
| <b>Ósmosis inversa</b> | Proceso utilizado en el manejo de aguas residuales dentro de la fábrica.                                     |
| <b>PCC</b>             | Puntos críticos de control en áreas de alto riesgo.  |
| <b>Refinamiento</b>    | Proceso en el cual la materia prima es reprocesada con el objetivo de obtener un producto de mayor blancura. |

## RESUMEN

Actualmente la empresa Ingenio Palo Gordo S.A. se dedica a la transformación de recursos naturales en productos de calidad, creando de esta forma tres clases de azúcar y realizando procesos alternos que generan energía eléctrica que mueven una región y, con base en la fermentación del fruto, se procede a la destilación de etanol.

El cultivo y la molienda de azúcar fue una de las primeras aportaciones de la cultura europea. Desde entonces, la industria del azúcar ha ocupado un papel muy importante en la economía, pese a que esta industria mueve Guatemala no fue objeto de una política decidida al fomento por parte del estado ni en la época colonial, ni durante buena parte del siglo XIX. Es muy importante que en la producción de azúcar se siga un orden cronológico para las diferentes áreas que promueven la creación y el desarrollo del producto, también es relevante mencionar que el cultivo de caña de azúcar se realiza durante la época de invierno y en la época de otoño y verano se realiza la zafra (proceso de corte, alce y transformación de caña de azúcar y sus derivados).

En el presente trabajo de graduación, la seguridad alimentaria en el proceso de transformación de la materia prima se va a enfocar en la mejora de procesos que hacen mitigar los riesgos de seguridad en toda la cadena de suministros, por lo que aumentará la confianza en las partes interesadas y el compromiso con la gestión de peligros y riesgos de la seguridad alimentaria, por lo que también se abrirán nuevas oportunidades de negocios.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Generar un plan de diseño de inocuidad que vincule a cada uno de los procesos de producción dentro del Ingenio Palo Gordo.

### **Específicos**

1. Integrar el enfoque de inocuidad en los nuevos procesos de producción de azúcar refinada 150.
2. Armonizar la mejora continua, mejorando las políticas de comunicación y procedimientos a lo largo de cada uno de los procesos que abarca la cadena de suministros.
3. Establecer un sistema de acciones correctivas y control de las no-conformidades de productos.
4. Mantener un procedimiento documentado sobre el manejo de retiro de agroquímicos dentro de cada una de las bodegas que integran las unidades de negocio del ingenio.
5. Proporcionar recursos adecuados para la operación eficaz del sistema de gestión de la inocuidad alimentaria, incluyendo personal entrenado y calificado, suficiente infraestructura y un espacio de trabajo apropiado para garantizar la seguridad alimentaria.

6. Mantener y mejorar la confianza y garantía al consumidor, al momento de realizar operaciones comerciales.
  
7. Garantizar la inocuidad de los alimentos y promover medidas y hábitos que garanticen la seguridad de estos por parte de aquellas empresas que participan en alguno de los eslabones de la cadena alimentaria, esto se ha convertido en una meta obligada a alcanzar, mantener y superar.



## INTRODUCCIÓN

Para el presente trabajo se tomará como referencia el manual ISO 9001-2015, Normativo FSSC 22000-1, acuerdos gubernativos en los artículos 244 del Código de Salud, Decreto 90-97 del Congreso de la República de Guatemala, y 58 y 69 del Reglamento para el Control Sanitario de los Medicamentos y Productos Afines contenido en el Acuerdo Gubernativo 712-99, los cuales controlan los manejos de sustancias precursoras que se utilizan dentro de los procesos de cosecha y transformación de la materia prima, manuales que posee la empresa e información dada en cada una de las auditorías realizadas.

Desarrollada por la Fundación para la Certificación de la Inocuidad Alimentaria, FSSC 22000 representa un nuevo enfoque a la gestión de riesgos de inocuidad alimentaria en toda la cadena de suministro. FSSC 22000 es un esquema de certificación completo basado en la norma ISO 22000, el sistema internacional de inocuidad alimentaria, combinado con una de las especificaciones técnicas ISO 9001-2015. FSSC 22000 es aplicable a todos los productos e ingredientes alimenticios, y a los fabricantes de materiales de embalaje, independientemente del tamaño, sector y ubicación geográfica de la organización.

Debido a que la empresa Ingenio Palo Gordo S.A está en desarrollo de su nueva línea de producción azúcar 150 y de sus derivados, no cuenta con los lineamientos específicos y necesarios para cumplir con los estándares mundiales, lo que implica un estancamiento en el desarrollo de nuevas negociaciones en el mercado global, por lo que es necesario una certificación que asegure que los productos son inocuos y mantienen el estándar de

seguridad alimentaria, por lo que se realiza un plan de diseño de seguridad alimentaria basándose en la norma de certificación de seguridad alimentaria, de esta forma se mejoran los procesos de producción y las instalaciones para obtener un producto de altos estándares y que pueda ser comercializado a un precio competitivo.

## **1. ANTECEDENTES GENERALES**

### **1.1. Inicios de la empresa Ingenio Palo Gordo S. A.**

Palo Gordo, una hacienda de 17 caballerías ubicada en Guatemala, Centro América, cerca del Municipio de San Antonio, Suchitepéquez, fue adquirido en 1929 por la Central American Plantations Corporation (CAPCO). Comenzó a cultivar caña de azúcar en Palo Gordo, instaló un ingenio para moler mil toneladas de caña diaria, que inició operaciones en 1930. El Estado de Guatemala lo adquirió y estuvo bajo administración del Departamento de Fincas Rústicas Nacionales e Intervenidas.

En la cosecha de 1961-1962 molió 20 000 toneladas de caña propia y 162 957 toneladas de particulares, habiendo producido 342 820 quintales de azúcar de diferentes clases, con un rendimiento de 186 libras por tonelada de caña. El 12 de julio de 1962, el Crédito Hipotecario Nacional puso en remate el ingenio Palo Gordo. Fue adquirido en subasta pública por un grupo de 186 agricultores cañeros y empresarios, organizados en la Cooperativa Agrícola Industrial Ingenio Palo Gordo, S.A, que entregaban su caña al ingenio. El nuevo grupo propietario de Ingenio Palo Gordo, ubicado en el kilómetro 142 ½ de la carretera CA-2 hacia Mazatenango, inició programas para aumentar su capacidad de molienda y logró una ampliación significativa aumentando su capacidad de molienda a 4 000 toneladas diarias de caña de azúcar.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Ingenio Palo Gordo. *Memoria de labores 2016*. p. 12.

En 1975, la empresa de la industria agrícola Ingenio Palo Gordo (IPG) adquirió una maza de 64 pulgadas en una nueva serie de molinos de cinco años, un dormitorio con un martillo y una expansión diaria de la capacidad de procesamiento de 7 000 toneladas de caña de azúcar. También se adquirió una herramienta pesada de fundición y empacadora, con una gran parte de la planta. En el área de campo, en 1988, comenzó a trabajar con sistemas de corte de cultivos, alces y transporte a granel para trabajar mejor para CAT. La introducción de plagas y enfermedades de control técnico, incluida una prohibición completa del uso de pesticidas químicos en el cultivo de la caña de azúcar, utiliza un aumento en el riego, que afecta a todas las áreas del suelo para el análisis para lograr requisitos específicos de cultivo basados en la fertilización. La purificación de la producción de semillas ha evolucionado hasta tener un 100 % con base en esta semilla y ha aumentado con el área de maduración, con una renovación del 100 %.

En 2000-2002 Meladura instaló Taylor's para producir azúcar de mejor calidad y sistemas de purificación paso a paso para la automatización del ingenio. En 2002, se obtuvieron dos nuevos molinos, seis bujes de 84 pulgadas en serie para la primera y última posición, para una turbina de molienda en tándem con seis molinos de potencia Elliott 1 000 hp, lo que aumentó la capacidad de procesamiento en 10 por un aumento significativo en la producción diaria de 1 000 toneladas, que ha hecho posible el desarrollo agrícola en la región. En la reciente cosecha 2003/04, Palo Gordo produjo 1867 000 azúcares, un aumento de 9,33 veces año con año.

En 2008-2009 por primera vez en la historia de IPG, solo se produjeron 2 millones de cosechas en 149 días, y se cosecharon 925,000 toneladas de caña de azúcar, lo que aumentó la eficiencia de la cosecha de azúcar.

En 2011 2012 IPG superó sus expectativas de producción de azúcar en su proceso de mejora continua, alcanzando 2 773 000 quintales, lo que aumentó la producción de alcohol *premium* en un 40 % y creó una producción récord de 12 000 000 litros. Mejora general en todos los sectores, estos son los equipos que llevan a IPG a enfrentar los desafíos.

El proceso de producción de edulcorantes se lleva a cabo a través de un sistema de gestión de la calidad que cumple con la norma ISO 9001: 2000, que está certificado por la ANAB estadounidense (ANSI-ASQ National Certification Board) y revisado por SGS.

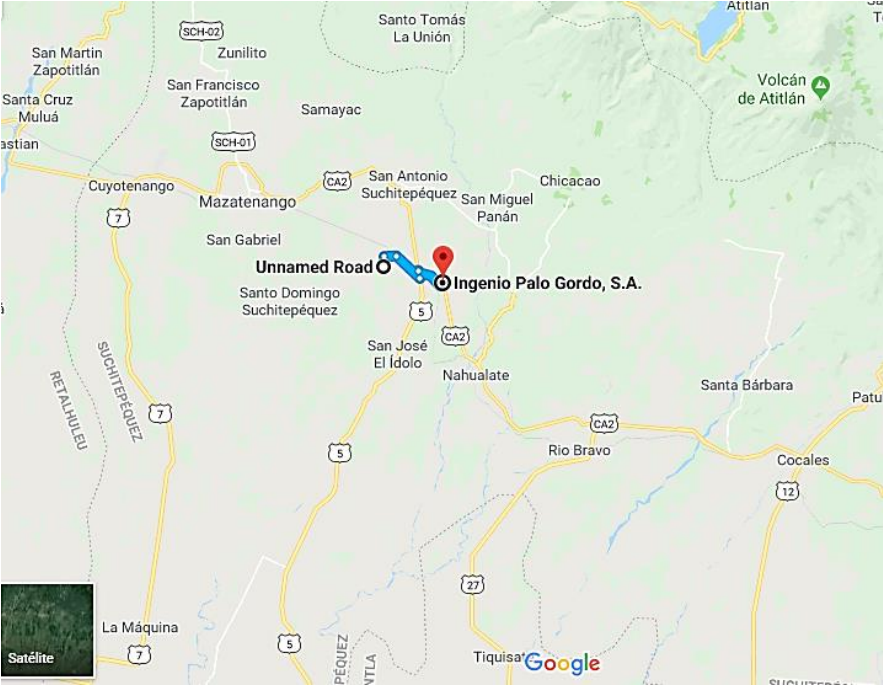
## **1.2. Información general**

Se describe la información general de la empresa en estudio.

### **1.2.1. Ubicación**

La planta de Ingenio Palo Gordo se encuentra ubicada en el kilómetro 142 de la carretera al pacífico, San Antonio Suchitepéquez.

Figura 1. Ubicación de la empresa



Fuente: Google Earth. <https://www.google.com/intl/es-419/earth/>. Consulta: 3 de mayo de 2018.

### **1.2.2. Misión**

“Transformar recursos naturales en energía para el desarrollo en beneficio de nuestros aliados estratégicos (clientes, accionistas, colaboradores, proveedores y las comunidades vecinas) respetando el ambiente”<sup>2</sup>.

### **1.2.3. Visión**

“Ser la mejor opción en Centroamérica para crear valor a nuestros aliados estratégicos”<sup>3</sup>.

## **1.3. Tipo de organización**

El tipo de organización es lineal, porque la autoridad es única y efectiva en la empresa, es el jefe de cada área en un nivel más alto que los trabajadores que operan, y por encima de estos niveles solo los propietarios y el fundador es el gerente general.

Las empresas necesitan una serie de comunicaciones formales y son de naturaleza directa para que las organizaciones lineales permitan a sus miembros saber a quién deben resolver cuando tienen las características de sus propias responsabilidades. La empresa describe así los tipos de organizaciones lineales utilizadas:

- Es un tipo de organización simple y clara.

---

<sup>2</sup> Ingenio Palo Gordo. *Información sobre la empresa*. Consulta: 3 de mayo de 2019.

<sup>3</sup> *Ibíd.*

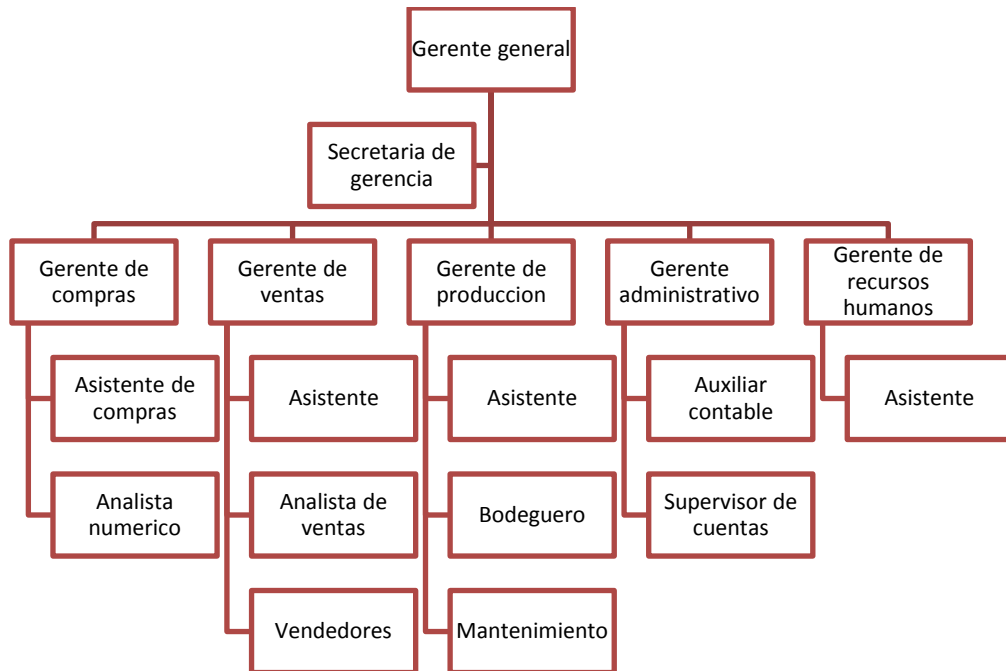
- Las responsabilidades y tareas de los diferentes miembros de la organización son claramente definidos al igual que las relaciones entre ellos.
- No existe conflicto de autoridad.
- Existe una disciplina definida, cada jefe adquiere la autoridad de su respectivo departamento, lo que lo hace de una forma autónoma.
- Cuando existen problemas que requieren una acción inmediata para su solución este tipo de organización permite una acción correctiva notoriamente rápida.
- Permite identificar el responsable de algún inconveniente de manera eficaz para actuar de manera justa.
- Es el tipo de organización que le ha sido útil por mucho tiempo a la empresa, por lo que no tienen planes de cambiarla.



### 1.3.1. Organigrama

Se presenta el organigrama de la empresa en estudio.

Figura 2. Organigrama



Fuente: elaboración propia.

### 1.3.2. Descripción de puestos

A continuación, se hace una descripción de los puestos con los que cuenta la empresa en estudio

- Área de gerencia

- Gerente general

Es la máxima autoridad y está determinada por la jurisdicción de todas las personas responsables en cada departamento. Su misión es coordinar las operaciones conjuntas de todos los departamentos de la empresa y a su vez supervisar la organización sin excepciones.

- Secretaria de gerencia

Persona responsable de coordinar las actividades que llevará a cabo el gerente general y ayudar en la implementación adecuada de los procesos establecidos para el funcionamiento ordenado de la administración, se encuentra únicamente bajo las órdenes del gerente general.

- Área de ventas

- Gerente de ventas

Las personas con el mejor conocimiento de coordinación, autorización, administración de empresas y administración de personal tienen como objetivo mejorar la venta de bienes, por lo tanto administrar a los vendedores como su capacitación, información de coordinación y otras personas responsables en cada región. La relación estrecha es publicada directamente por el Director General.

- Asistente de jefe de ventas

La persona responsable de ayudar al gerente de ventas en las actividades que se le asignen, ya sea en actividades administrativas o en el campo dentro de la conducción del negocio.

- Analista de ventas

La persona responsable de ayudar al gerente de ventas en las actividades que se le asignen, ya sea en actividades administrativas o en el campo en la conducción de negocios.

- Vendedores

Personas directamente responsables de la venta de los productos derivados de la caña de azúcar.

- Área de compras

- Gerente de compras

Persona capaz de optimizar los recursos y con un alto nivel de conocimiento de administración de empresas que es responsable de la coordinación y la concesión de licencias, con el objetivo de mejorar el proceso de obtención de productos, repuestos y químicos utilizados en el proceso de producción. Tiene una relación cercana con otras partes interesadas en cada área, que es emitida directamente por el gerente general.

- Asistente de jefe de compras

Responsable de asistir en la compra de bienes y servicios a supervisores en actividades administrativas o en operaciones de campo.

- Analista numérico

Una persona con conocimientos de análisis con base en datos, responsable de supervisar el procesamiento de la moneda de los bienes comprados.

- Área de producción

- Gerente de producción

El personal con conocimientos de ingeniería es responsable de planificar, controlar y supervisar la producción de diversos productos derivados de caña dentro del ingenio.

- Asistente de jefe de bodega

La persona responsable de ayudar al jefe de la bodega en las actividades asignadas a él, ya sea en actividades administrativas o actividades de campo en el movimiento de bienes, si es necesario.

- Bodegueros

La persona con la mejor condición física es responsable de todo el procesamiento y movimiento físico de la carga interna de la empresa, así como

de su control respectivo del informe superior, que es publicado directamente por el gerente de la tienda y el gerente auxiliar del almacén. Las autoridades son mejores que estas.

- Mantenimiento

La persona responsable de mantener todas las instalaciones de la empresa y la máquina es encargada directamente por el supervisor de producción.

- Área de administrativa

- Gerente administrativo

Profesional con conocimiento avanzado en finanzas y contabilidad es responsable de la gestión óptima de todos los movimientos financieros de la empresa, para evitar pérdidas económicas debido a la supervisión deficiente, la coordinación estrecha de la información con otras personas responsables en cada región y las órdenes directas de los gerentes generales.

- Auxiliares contables

El personal contable responsable de ayudar al gerente financiero en la asignación de actividades contables y administrativas es emitido por el gerente financiero y es excedido por la autoridad.

- Supervisor de cuentas

Un contador es responsable de ayudar al gerente financiero con la asignación de actividades contables y administrativas, es emitido por el gerente financiero y es violado por las autoridades.

- Área de recursos humanos

- Gerente de recursos humanos

Para el personal de administración y reclutamiento, aquellos que tienen un alto conocimiento de la legislación laboral, y el proceso de control de todos los procedimientos relacionados con el personal de la compañía es emitido directamente por el gerente general.

- Asistente de jefe de recursos humanos

Una persona a cargo de ayudar al gerente de recursos humanos en actividades orientadas a la actividad de contratar personal como procedimientos de integración de personal, se dirige directamente al gerente de recursos humanos como superior a él.

#### **1.4. Buenas Prácticas de Manufactura (BMP)**

Se hace una descripción de las buenas prácticas de manufactura en el área industrial

#### **1.4.1. Definición**

Las buenas prácticas de fabricación son herramientas esenciales para acceder a los productos de seguridad del consumidor humano con un enfoque en la higiene y el tratamiento a los mismos.

#### **1.4.2. Características**

Las Buenas Prácticas de Fabricación (GMP) o las Buenas Prácticas de Fabricación (GMP) son regulaciones obligatorias en muchos países, que buscan evitar riesgos físicos, químicos y biológicos en el proceso de fabricación de alimentos, lo que puede tener un impacto en la salud de los consumidores.

BPM se monitorean específicamente para que sus aplicaciones puedan lograr los resultados esperados por los procesadores, comercializadores y consumidores con base en las especificaciones de las regulaciones aplicables a ellos. Su uso no solo tiene una ventaja en cuestiones de salud, sino que los comerciantes se benefician de la reducción de las pérdidas de productos debido a la descomposición o alteración de diversos contaminantes y, por otro lado, mejoran el posicionamiento de sus productos al reconocer las propiedades positivas de sus productos.

GMP incluye actividades para implementar y monitorear instalaciones, equipos, electrodomésticos, servicios, procesos en cada etapa, control de plagas, manejo de productos, eliminación de desechos, higiene personal, entre otros.

Para cada punto especificado en el estándar de BPM se requiere el cumplimiento de los procedimientos, registros o viajes para demostrar el cumplimiento.

### **1.4.3. Ventajas para los clientes**

Las ventajas para los clientes al tener la empresa un programa de buenas prácticas de manufactura son:

- Proporciona evidencia de una manipulación segura y eficiente de los alimentos.
- Aumento de la competitividad y de la productividad de la empresa.
- Posicionamiento de la empresa.
- Fideliza a los cliente.
- Indispensable para comercializar en el TLC.

### **1.4.4. Ventajas para la organización**

Se enumeran las ventajas al tener un programa de buenas prácticas de manufactura para la empresa:

- Crece la conciencia del trabajo con calidad entre los empleados, así como su nivel de capacitación.
- Reducción de reclamos, devoluciones, reproceso y rechazos.
- Disminución en los costos y ahorro de recursos.

### **1.4.5. Diagrama de flujo**

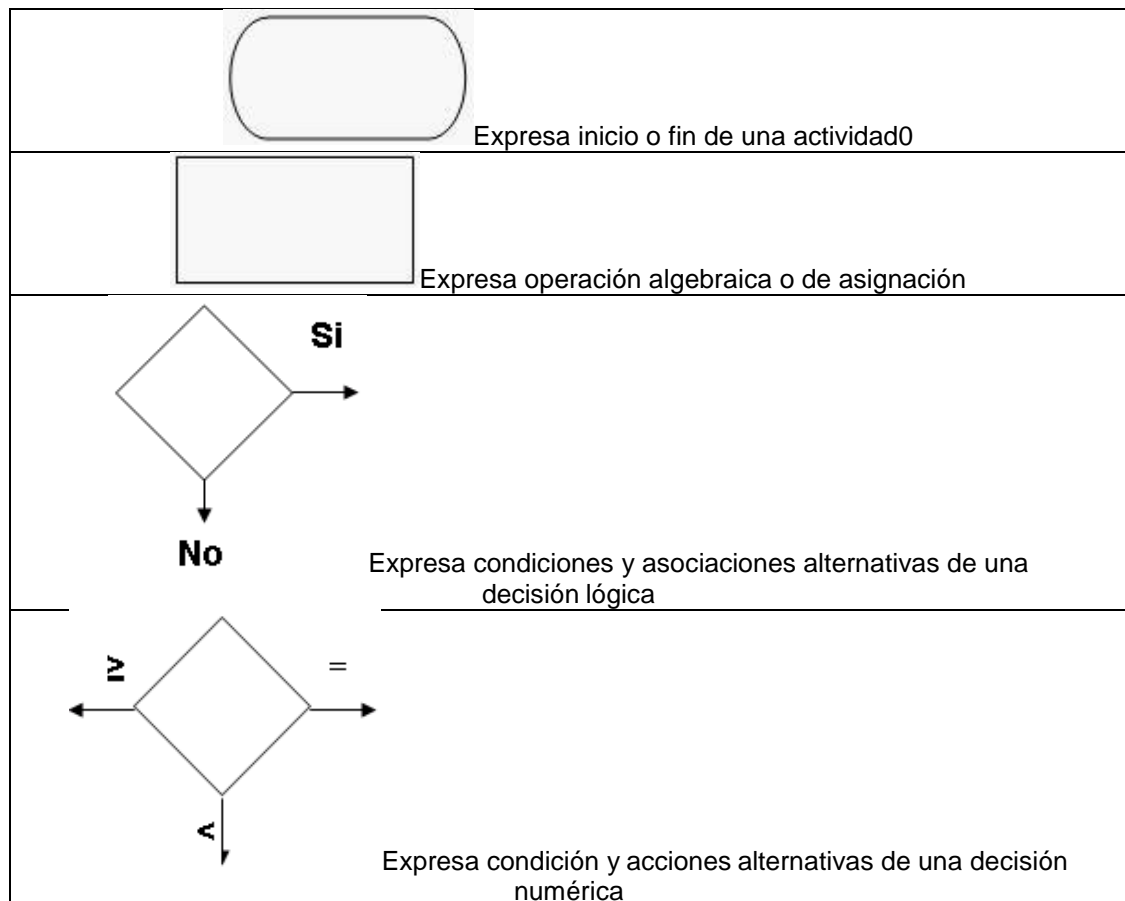
Un diagrama de flujo es un diagrama que muestra un proceso, un sistema o un algoritmo de computadora. Se utilizan ampliamente en muchos campos para registrar, investigar, planificar, mejorar y comunicar procesos complejos que a menudo se encuentra en cuadros claros y fáciles de entender. El diagrama de flujo utiliza rectángulos, elipses, diamantes y muchos otros





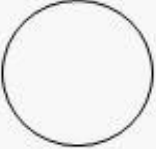

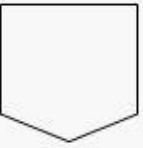
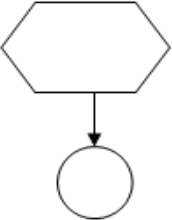



gráficos para definir el tipo de paso, así como para establecer flechas de conexión de flujo y secuencia. Pueden describir múltiples pasos y rutas, desde simples gráficos dibujados a mano hasta gráficos detallados generados por computadora.

Cada símbolo normal de diagrama de flujo tiene un significado especial:

Figura 3. **Simbología de un diagrama de flujo**



Continuación de la figura 3.

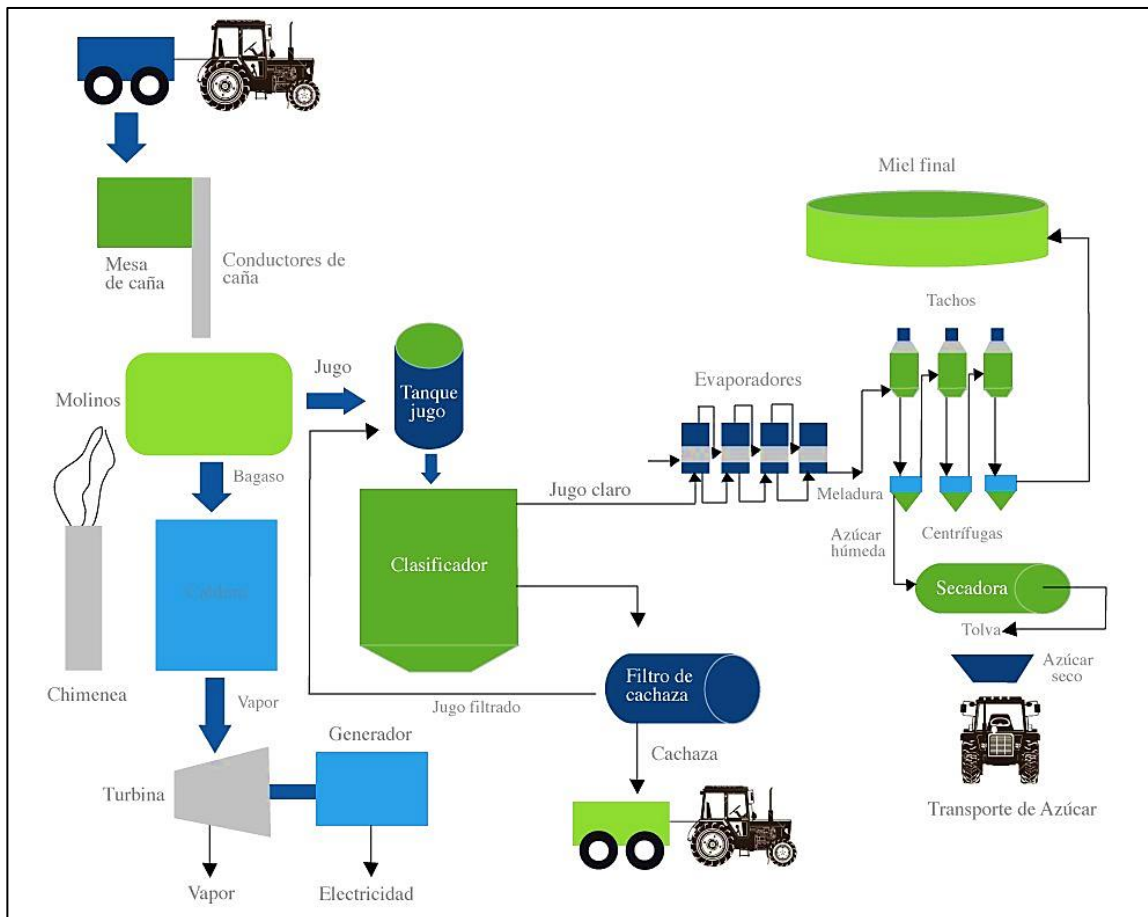
|   |   |
|---|---|
|    | Entrada / Salida: representa cualquier tipo de fuente de entrada y salida |
|    | Entrada: lectura de datos   |
|    | Conector dentro de página   |
|    | Representa resultado mediante un reporte impreso                          |
|   | Conector fuera de página  |
|  | Expresa operación cíclica repetitiva                                      |
|  | Expresa proceso de llamada a una subalterna                               |
|  | Representa datos grabados en una cinta magnética                          |
|  | Almacenamiento en línea de disco magnético                                |

Fuente: elaboración propia.

### 1.4.6. Diagrama de recorrido

Es un plan distribuido de fábrica en un plano escalado en 2D ó 3D que muestra las ubicaciones de ejecución de todas las actividades que aparecen en el diagrama de flujo del proceso.

Figura 4. Diagrama de producción de caña de azúcar



Fuente: Ingenio Palo Gordo. Memoria de labores 2016. p. 25.

## **1.5. Inocuidad de los procesos de producción de azúcar**

La seguridad alimentaria es un movimiento universal, un compromiso inseparable con la salud de los consumidores y una razón para la empresa. Es la responsabilidad principal de todos los productores de alimentos en Guatemala y en todo el mundo, a esto se le denomina inocuidad de los procesos.

En cualquier industria alimentaria la seguridad del producto debe ser considerada sin ninguna duda. Comida inocua es lo que cualquier cliente espera, lo que es obvio, no negociable y diferente de otras características del producto. Los consumidores esperan alimentos seguros, lo que significa que no causan ningún daño, dependiendo de su uso en la preparación y / o consumo, y la industria alimentaria debe cumplir con estas expectativas. Identifica las normas de aplicabilidad, la experiencia y las capacidades del personal, así como el diseño de equipos y herramientas, instalaciones y saneamiento, y documentación para todos los registros comerciales.

### **1.5.1. Generalidades**

Centrarse en la seguridad y el saneamiento en el lugar de trabajo es uno de los principios fundamentales de la estrategia de productividad de una empresa.

### **1.5.2. Definición**

La seguridad implica el cuidado de procesos industriales que convierten la caña de azúcar en azúcar para el consumo, donde se ha desarrollado una

estrategia de control de higiene para prevenir la contaminación cruzada y la contaminación del producto final.

### **1.5.3. Posibles problemas a la salud**

La seguridad es un concepto que se refiere a la existencia y el control de los peligros asociados con la ingesta de productos para el consumo humano, ya que pueden ser alimentos como el azúcar para evitar daños a la salud de los consumidores, aunque el concepto es conocido por la comida.

Las enfermedades transmitidas por las materias primas suelen ser contagiosas o tóxicas y son causadas por bacterias, virus, parásitos o sustancias químicas que ingresan al cuerpo a través de agua o alimentos contaminados. Los patógenos transmitidos por los alimentos pueden causar diarrea severa o infecciones debilitantes como la meningitis. La contaminación de sustancias químicas puede provocar envenenamiento agudo o enfermedad a largo plazo, como se describe a continuación, en forma de contaminación en el proceso de fabricación de azúcar.

- Bacterias
  - Salmonella, Campylobacter y enterohemorrágico E. coli son los patógenos transmitidos por los alimentos más comunes que afectan a millones de personas cada año, a veces con consecuencias graves o fatales. Los síntomas son fiebre, dolor de cabeza, náuseas, vómitos, dolor abdominal y diarrea. Los alimentos asociados con brotes de salmonelosis son, por ejemplo, huevos, aves de corral y otros productos derivados de animales. Los casos de infección por Campylobacter transmitida por los

alimentos son causados principalmente por la ingestión de leche cruda, aves de corral sin procesar o poco cocidos y agua potable. La E. coli enterohemorrágica se asocia con la leche no pasteurizada, la carne cruda y el consumo de frutas y verduras frescas.

- La infección por Listeria causa aborto espontáneo y muerte neonatal. Aunque la incidencia de la enfermedad es relativamente baja, la gravedad de las consecuencias puede ser fatal, especialmente en bebés, niños y ancianos, y la listeriosis es la infección más grave transmitida por los alimentos. La listeria está presente en productos lácteos no pasteurizados y en varios alimentos preformados y se puede cultivar a temperaturas refrigeradas.
- La infección por Vibrio cholerae se transmite al ingerir agua o alimentos contaminados. Los síntomas incluyen dolor abdominal, vómitos y diarrea acuosa masiva, que puede provocar una deshidratación grave y la muerte. El alimento asociado con el brote de cólera es el arroz, las verduras, las gachas de mijo y una variedad de mariscos.
- Virus: los síntomas característicos de las infecciones inducidas por el norovirus son náuseas, vómitos, diarrea acuosa y dolor abdominal. El virus de la hepatitis A puede causar una enfermedad hepática persistente, generalmente al ingerir mariscos crudos o poco cocidos o materias primas contaminadas. El tratamiento de los alimentos por parte de personas infectadas suele ser una fuente de contaminación.

- Parásitos: algunos parásitos, como los trematodos en los peces, solo pueden propagarse a través de los alimentos. Sin embargo, otros, como *Echinococcus* spp o *Taenia solium*, pueden infectar a los humanos a través de los alimentos o por contacto directo con los animales. Otros parásitos, como los áfidos, *Cryptosporidium*, *E. histolytica* o Jaldi, ingresan a la cadena alimenticia a través del agua o el suelo y pueden contaminar los productos frescos.
- Priones: el prión es un agente infeccioso compuesto de proteínas caracterizadas por ciertos tipos de enfermedades neurodegenerativas. La encefalopatía espongiforme bovina (enfermedad de las vacas locas) es una enfermedad priónica que afecta al ganado y está asociada con mutaciones en la enfermedad humana de Kreuzfeld-Jacob. El consumo de productos cárnicos que contienen sustancias de riesgo específico (como el tejido cerebral) en la carne de res es la forma más probable de que los priones se propaguen a los humanos.<sup>4</sup>

#### **1.5.4. Procesos insalubres**

Los alimentos poco saludables producen un círculo vicioso de diarrea y desnutrición que afecta el estado nutricional de los más vulnerables. Cuando los suministros de alimentos no son seguros, las personas tienden a adoptar dietas menos saludables y consumen más alimentos poco saludables que contienen sustancias químicas, microbios y otros peligros para la salud<sup>5</sup>.

La contaminación de los alimentos puede ocurrir en cualquier etapa del proceso de fabricación o distribución, aunque la responsabilidad es

---

<sup>4</sup> Priones. *Inocuidad de los alimentos*. <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>. Consulta: 3 de mayo de 2019.

<sup>5</sup> FORSYTH, S. J. *Higiene de los alimentos. Microbiología y HACCP*. p. 125.

principalmente del productor. Sin embargo, una buena parte de las enfermedades transmitidas por los alimentos son causadas por alimentos que han sido preparados o manipulados de forma incorrecta en el hogar, en establecimientos que sirven comida o en los mercados. No todos los procesadores y consumidores de alimentos entienden la importancia de adoptar prácticas de higiene básicas cuando compran, venden y preparan alimentos para proteger su salud y la población en general.

## **1.6. Contaminación en los procesos**

Por contaminación industrial se entiende la descarga de sustancias tóxicas o peligrosas, directa o indirectamente, de instalaciones o procesos industriales al medio ambiente natural.

### **1.6.1. Tipos de contaminación**

Existen diferentes formas de contaminación las cuales se describen a continuación.

### **1.6.2. Contaminación química**

“Es un cambio perjudicial en el estado natural del medio porque introduce un agente completamente diferente del medio (contaminante), causando inestabilidad, confusión, daño o malestar en el ecosistema, el entorno físico o el organismo”<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> FORSYTH, S. J. *Higiene de los alimentos. Microbiología y HACCP*. p. 125.



### **1.6.3. Contaminación biológica**

Cualquier sustancia anormal en los alimentos puede afectar la calidad del consumo humano. El *biofouling* proviene de seres vivos, tanto microscópicos como no microscópicos.

### **1.6.4. Contaminación física**

Ocurre cuando se detecta materia extraña en el alimento, manipulando o transportando alimentos. Los objetos extraños pueden ser vidrio, plástico, virutas, pelo, pendientes, anillos, entre otros.

## **1.7. Causas de una contaminación**

“La contaminación de los alimentos puede ocurrir debido a una manipulación incorrecta, medidas de seguridad y factores externos que se describen a continuación”.<sup>7</sup>

### **1.7.1. Higiene**

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, la higiene de los alimentos es un conjunto de condiciones y medidas que deben existir en todas las etapas de la producción, almacenamiento, procesamiento, transporte, conservación y cocción casera de los alimentos para garantizar la salud de la higiene de los alimentos.

---

<sup>7</sup> FORSYTH, S. J. *Higiene de los alimentos. Microbiología y HACCP*. p. 125.

### **1.7.2. Condiciones insalubres**

La preparación de alimentos implica un tratamiento que plantea un riesgo de contaminación si no se maneja adecuadamente. Las personas que preparan alimentos siempre deben usar agua caliente y lavarse las manos cuando se trata de carne y pescado. Las herramientas de cocina deben limpiarse y almacenarse en un lugar adecuado, y lavarse con agua caliente y jabón inmediatamente después del uso.

### **1.7.3. Contaminación cruzada**

“La contaminación cruzada es la propagación de microorganismos de un alimento a otro a través de un manipulador, una superficie o una herramienta de trabajo, generalmente debido a la falta de desinfección adecuada”.<sup>8</sup>

### **1.7.4. Almacenamiento inadecuado**

El empaque debe estar protegido de la humedad, incendios, chispas, colillas de cigarrillos y plagas, que pueden degradar el material de embalaje. En caso de incendio, debe usarse un extintor de incendios multiuso para extinguir el incendio. El azúcar es una sustancia inflamable, no debe colocarse sobre elementos que causen combustión (chispas, colillas de cigarrillos, entre otros)

### **1.7.5. Etapas posibles de contaminación**

“La contaminación en materias primas y productos terminados puede ocurrir en los diferentes entornos descritos a continuación”.<sup>9</sup>

---

<sup>8</sup> FORSYTH, S. J. *Higiene de los alimentos. Microbiología y HACCP*. p. 136.

<sup>9</sup> *Ibíd.*

Tabla I. **Esquema de fuentes de contaminación**

| <b>Etapas del proceso</b>        | <b>Riesgo</b>   |
|----------------------------------|---|
| Envasado                         | Biológico:<br>Contaminación con salmonella y escherichia coli por parte de los empleados.         |
|                                  | Químico: residuos de sanitizante.   |
|                                  | Físico: adición de joyería, sudor y/o residuos de material de empaque por parte de los empleados. |
| Almacenaje de producto terminado | Biológico:<br>Contaminación con hongos y levaduras debido a un ambiente húmedo.                   |
|                                  | Físico: presencia de tierra, ceniza y bagacillo en la bodega de producto terminado.               |

Fuente: elaboración propia.

### 1.7.5.1. Producción

En la fase de producción la contaminación puede ocurrir debido al exceso de aditivos en el producto; aditivos indirectos, como los aditivos que se agregan al agua de la caldera. Debe limpiarse y desinfectarse la máquina diariamente, el saneamiento adecuado del personal puede reducir el riesgo de contaminación por Salmonella. Los detergentes autorizados, el agua potable y los cepillos son a menudo esenciales para el lavado cuidadoso de las manos. Debe haber indicadores de que requieren lavado y control de las manos para garantizar el cumplimiento.

- ¿Cuándo?
  - Antes de empezar a trabajar o manejar alimentos.
  - Después de ir al baño, antes y después de comer.
  - Después de tocar cosas que otros han manejado con las manos sucias.

- Cuando se frotran las manos con toallas y trapos sucios.
- Cuando se toca la cara, nariz, oídos, boca o el cabello, después de sonarse la nariz
- Cuando se manejan objetos como cajas, perillas de puertas, trapeadores y trapos sucios. Cuando se efectúa un cambio de proceso.
- Después de limpiar algo derramado o de levantar del piso algo caído.
- Después de fumar en áreas autorizadas y de limpiar las mesas.
- En el caso de que lo empleados usen lentes de contacto no se deben tocar los ojos. Si lo hicieran accidentalmente, se deben lavar las manos.

Se deben mojar las manos, muñecas y antebrazos, así como cubrir las manos, muñecas y antebrazos con abundante espuma de jabón estéril. Es necesario cerrar las manos con un movimiento circular y frotar durante 20 o 25 segundos. Usar un cepillo de dientes para limpiar las áreas críticas, enjuagarse bien las manos con agua del grifo y colocarlas en el agua en los antebrazos. Si no hay un pedal de control, usar una toalla de papel para cerrar la boquilla.

Usar todo el equipo proporcionado como: cofia, guantes y uniforme completo si es necesario. Estos deben mantenerse limpios. La cabeza siempre debe cubrirse con una cofia para que el cabello suelto no caiga en el producto. Para las personas con puntos de sutura, deben estar cubiertas por las orejas. El tamaño de la red debe ser 21". Las uñas deben mantenerse limpias, cortadas y sin pintar. En el caso de un hombre recogido, el cabello debe estar limpio, peinado y correctamente recortado. La protección auditiva debe mantenerse limpia y solo pueden usarse en el lugar de trabajo.

No se debe tomar medidas que puedan contaminar los alimentos, como: comer en el trabajo, fumar chicle, meterse los dedos en la boca o nariz, escupir, toser o estornudar o realizar cualquier ejercicio personal antihigiénico en el área de fabricación. Los empleados siempre deben mantener el área de trabajo ordenada y limpia según sea necesario durante el día. Por cualquier razón, las herramientas de trabajo no deben colocarse en el piso o en una superficie sucia. Si ocurre lo contrario, deben limpiarse y desinfectarse antes de su uso. El cepillo de limpieza de uñas no debe quedar porque el agua sale de las cerdas en la parte inferior del cepillo, infiltrando y acelerando su deterioro. Este debe almacenarse en la solución desinfectante y reemplazarse constantemente para evitar la pérdida de la desinfección.

#### **1.7.5.2. Transporte**

Colocar el producto en el piso durante el transporte puede ser una fuente de acumulación de desechos, suciedad y otros contaminantes.

#### **1.7.5.3. Recepción y almacenamiento**

Bajo las siguientes condiciones de almacenamiento, el azúcar presenta un comportamiento estable por períodos de 2 años, en este tiempo el producto no debe presentar ningún tipo de alteración:

- Humedad relativa (%): 55 - 65
- Temperatura: 2°C sobre la temperatura ambiente
- Preferiblemente acondicionar un sistema regulador de humedad

Se puede presentar un riesgo químico en los siguientes procesos:

Tabla II. **Riesgos químicos**

| Localización                            | Riesgo   |
|---|--|
| Materia prima.                          | Pesticidas, fertilizantes, fungicidas.   |
| Procesamiento.                          | Exceso de aditivos al producto; aditivos indirectos como los que se agregan al agua de la caldera. |
| Construcción y mantenimiento de equipo. | Residuos de lubricantes, pinturas, recubrimientos.   |
| Almacenamiento y transporte.            | Todo tipo de químicos.   |

Fuente: Cámara de Industria de Guatemala. *Introducción al programa HACCP*. p. 45

## 1.8. Sistema de seguridad alimentaria

De acuerdo con el Decreto No. 32-2005 de Guatemala, la ley se refiere al establecimiento de un sistema nacional de inocuidad de los alimentos nutritivos, definido como el derecho a un acceso oportuno y permanente a los materiales, el acceso económico y social y cantidades adecuadas de alimentos. También se hace referencia a su uso biológico de calidad, culturalmente relevante, preferiblemente étnico y apropiado para mantener una vida sana y activa, independientemente de la raza, etnia, color, género, idioma, edad, religión, opinión política o de cualquier otro tipo; naturaleza discriminatoria, nacionalidad u origen social, estatus económico, nacimiento o cualquier otra condición social.<sup>10</sup>

### 1.8.1. Definición

Según el Instituto Centroamericano y Panameño de Nutrición (INCAP) y la Cumbre Presidencial Centroamericana (SICA, 2002), la seguridad alimentaria y

<sup>10</sup> OPS/OMS Guatemala. *Sistema de seguridad alimentaria*. [http://www.paho.org/gut/index.php?option=com\\_content&view=article&id=184:seguridad-alimentaria-y-nutricional&Itemid=254](http://www.paho.org/gut/index.php?option=com_content&view=article&id=184:seguridad-alimentaria-y-nutricional&Itemid=254). Consulta: 11 de mayo de 2019.

nutricional es un estado de acceso material, económico y social que todas las personas pueden disfrutar de manera oportuna y permanente. "La cantidad y calidad de los alimentos requeridos, así como su pleno consumo y biodisponibilidad, garantizan que contribuyan al bienestar general de su desarrollo".<sup>11</sup>

### **1.8.2. Características**

Los pilares de la seguridad alimentaria nutricional son:

- Disponibilidad de alimentos, es decir el suministro adecuado de alimentos a escala nacional, regional o local. Las fuentes de suministro pueden ser la producción familiar o comercial, las reservas de alimentos, las importaciones y la asistencia alimentaria.
- El acceso a los alimentos, que puede ser acceso económico, físico o cultural, existiendo diferentes posibilidades para favorecer el acceso a los alimentos, siendo estos el empleo, el intercambio de servicios, el trueque, crédito, remesas, vínculos de apoyo familiar o comunitario existentes.
- El consumo de alimentos, principalmente influido por las creencias, percepciones, conocimientos y prácticas relacionados con la alimentación y nutrición, donde la educación y cultura juegan un papel importante.
- Utilización o aprovechamiento biológico de los alimentos a nivel individual o a nivel de población.

---

<sup>11</sup> Cumbre Presidencial Centroamericana. *Seguridad alimentaria y nutricional 2002*. [https://www.scielosp.org/scielo.php?pid=S1020-49892001001200012&script=sci\\_abstract](https://www.scielosp.org/scielo.php?pid=S1020-49892001001200012&script=sci_abstract). Consulta: 11 de mayo de 2019.

### **1.8.3. Requisitos generales para la aplicación**

En su Constitución de 1985, la República de Guatemala reconoció implícitamente el derecho a la alimentación dentro de un marco más amplio de derechos al afirmar que el Estado protege y protege la vida humana de sus conceptos y su integridad y seguridad. Sin embargo, esta persona también ha señalado que al estipular que el estado garantizará el derecho a la alimentación, el derecho a la salud, el derecho a la educación y la seguridad, y el derecho a la seguridad social de los menores y los ancianos, este derecho solo se reconoce y se aplica a una categoría demográfica específica.

### **1.9. Sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP)**

El análisis de peligros del sistema y el punto de control crítico (HACCP) se basa en la ciencia y la sistematización, identificando peligros específicos y medidas para controlar la seguridad de los alimentos. Es una herramienta para identificar y evaluar los peligros, centrarse en el proceso de producción de alimentos y establecer un sistema de control que se centre en la prevención en lugar de confiar principalmente en probar el producto final. Cada sistema HACCP es susceptible de mejoras o mejoras en el diseño del sistema de producción o cambios técnicos u otros antecedentes objetivos o probados<sup>12</sup>.

El sistema HACCP debe basarse en evidencia científica sobre los peligros para la salud humana en los alimentos. La aplicación del sistema de HACCP, así como la mejora de la inocuidad de los alimentos, puede proporcionar otros beneficios significativos, como promover el control de las autoridades alimentarias, aumentar la confianza de estos y promover el comercio.

---

<sup>12</sup> MORTIMORE, S. *HACCP. Enfoque práctico*. p. 251.



De acuerdo con las Regulaciones Sanitarias de Alimentos D.S., antes de que el HACCP se aplique a cualquier departamento de la cadena alimenticia, también se deben mencionar como condiciones previas 977/96 y sus enmiendas, Principios Generales de Higiene de los Alimentos del Codex, Código de Prácticas del Codex y Requisitos Apropriados para Asuntos de Inocuidad de los Alimentos. Estos requisitos previos necesarios para el sistema HACCP deben estar firmemente establecidos y en pleno funcionamiento.

Para implementar el sistema HACCP y hacer que el programa de requisitos previos sea efectivo, se requiere compromiso y participación, incluida la administración y el personal de la empresa. También es necesario un enfoque multidisciplinario que incluya conocimientos y habilidades técnicas relacionadas con el sistema HACCP y sus aplicaciones.

En las operaciones de identificación, evaluación y seguimiento de peligros en el diseño y la aplicación de HACCP, se deben considerar las materias primas, los excipientes, las prácticas de procesamiento, el uso previsto de la categoría de alimentos en el consumidor objetivo y la información epidemiológica relacionada con la seguridad alimentaria.

El sistema HACCP concentra el control en los puntos de control críticos (PCC). Si encuentra que debe controlar pero no encuentra el peligro del PCC, debe considerar la posibilidad de rediseñar la operación.

El sistema HACCP debe aplicarse por separado en cada etapa de la operación. El PCC identificado debe ser el resultado de un análisis de la línea de producción definida. Cuando cualquier producto o proceso se modifica en cualquier etapa, es necesario verificar la implementación del sistema HACCP y realizar los cambios correspondientes de manera oportuna.

Cada empresa será responsable de la aplicación de los principios del sistema HACCP. Las pequeñas y medianas empresas no siempre cuentan con los recursos y conocimientos específicos necesarios para desarrollar e implementar un plan HACCP efectivo. En este caso, puede obtenerse asesoramiento de expertos de otras fuentes, como asociaciones empresariales e industriales o expertos independientes. La documentación sobre el sistema HACCP puede ser útil, especialmente para las pautas de referencia diseñadas para un departamento en particular. Una guía de sistema HACCP escrita por un experto y asociada con el proceso o tipo operativo relevante puede ser una herramienta útil para que una empresa diseñe y aplique sus sistemas. Si la compañía utiliza estas fuentes de información, debe ser específica para los alimentos y procesos en consideración, en lugar de eximir a la compañía de su uso.<sup>13</sup>

La efectividad de cualquier sistema HACCP dependerá del conocimiento y las habilidades de la empresa y sus empleados, y es necesario brindar capacitación continua a los empleados y la gerencia en todos los niveles de la empresa para lograr la profundidad adecuada.

- Según Mortimore, estas son algunas definiciones:
  - Acción correctiva: acciones que deben tomarse cuando los resultados del monitoreo de los puntos de control críticos se desvían de los estándares establecidos. Deben tenerse los registros correspondientes.
  - Análisis de peligros: el proceso de preparación y evaluación de la información sobre los peligros y las condiciones bajo las cuales se generan para determinar cuáles son importantes para la seguridad

---

<sup>13</sup> MORTIMORE, S. *HACCP. Enfoque práctico*. p. 251.

de los alimentos y, por lo tanto, se presentan en el plan del sistema HACCP.

- **Árbol de decisiones:** una secuencia lógica de preguntas desarrolladas en cada etapa del proceso para determinar si la fase tiene peligros significativos asociados con los puntos de control y si esto corresponde al PCC
- **Buenas Prácticas de Manufactura (BPM):** incluyen prácticas de higiene aplicadas y diseñadas para garantizar las condiciones básicas y ventajosas requeridas para producir alimentos seguros y cumplir con las especificaciones, normas, leyes y regulaciones con respecto a la producción, procesamiento, manipulación, envasado, etiquetado y almacenamiento, así como distribución y ventas.
- **Controlado:** condición obtenida por el cumplimiento de los procedimientos y de los criterios establecidos en el sistema.
- **Controlar:** adoptar todas las medidas necesarias para asegurar y mantener el cumplimiento de los criterios establecidos en el sistema.
- **Desviación:** no cumplimiento de un criterio establecido.
- **Diagrama de flujo:** una representación sistemática y secuencial de las etapas u operaciones realizadas durante la producción o el refinamiento de un producto alimenticio en particular.
- **Equipo HACCP:** grupo multidisciplinario de personas del establecimiento, responsables del desarrollo, validación e implementación de un sistema HACCP.
- **Etapas:** cualquier proceso, operación y etapa en la cadena alimentaria, incluidas las materias primas, desde la producción primaria hasta el consumo final.

- Inocuidad de los alimentos: la garantía que los alimentos no causarán daño al consumidor cuando se preparan y consuman de acuerdo con el uso previsto.
- Límite crítico (LC): criterio que determina la aceptación o el rechazo en un punto crítico de control del proceso en una determinada etapa.
- Límite operacional u operativo: valor más estricto que un límite crítico que puede tomarse como objetivo para prevenir la ocurrencia de una desviación respecto de un límite crítico.
- Medida de control: cualquier acción o actividad que se pueda realizar para prevenir o eliminar un peligro para la inocuidad de los alimentos o reducirlo a un nivel aceptable.
- Monitorear: la secuencia de observación o medición de los parámetros de control establecidos en el sistema del plan de ejecución, y los registros relevantes correspondientes deben existir.
- No conformidad: este hecho no es necesario para resolver los problemas que surgen del sistema.
- Peligro: agente biológico, químico o físico presente en el alimento, o bien la condición en que este se halla, que puede causar un efecto adverso para la salud de los consumidores.
- Peligro significativo: aquel de tal naturaleza cuya eliminación o reducción a niveles aceptables es esencial para la producción de alimentos inocuos.
- Plan HACCP: documentos preparados de acuerdo con los principios del sistema HACCP, de manera que se garantice el cumplimiento de los peligros que se consideran importantes para la inocuidad de los alimentos en la cadena alimentaria.

- Probabilidad de ocurrencia: es la frecuencia posible de presentación del peligro identificado.
- Procedimientos Operacionales Estandarizados (POE; SOP): procedimientos documentados que describen qué, quién, cómo, cuándo y dónde ejecutar una actividad u operación.
- Procedimientos Operacionales Estandarizados de Sanitización (POES; SSOP): procedimientos documentados que describen las tareas de sanitización. Se aplican antes, durante y después de las operaciones propias del establecimiento.
- Programa de Prerrequisitos (PPR o PRP por sus siglas en inglés): las Buenas Prácticas de Manufactura, los Procedimientos Operacionales Estandarizados de Sanitización (SSOP o POES) y los Procedimientos Operacionales Estandarizados (SOP o POE).
- Punto crítico de control (PCC): etapa en la que se debe aplicar un control y que es esencial para prevenir o eliminar un peligro significativo relacionado con la inocuidad de los alimentos o para reducirlo a un nivel aceptable.
- Punto de control (PC): cualquier etapa en un proceso donde pueden ser controlados los peligros biológicos, químicos o físicos.
- Registro: documentación objetiva generada por actividades de monitoreo, observación y verificación.
- Riesgo: estimación de la probabilidad de ocurrencia y la severidad de un peligro para la salud de los consumidores.
- Severidad: gravedad del daño o de las consecuencias resultantes de la ocurrencia del peligro en el consumidor.
- Sistema HACCP: enfoque científico y sistemático basado en principios que tienen como objetivo asegurar la inocuidad de los alimentos desde la producción primaria hasta el consumo, por medio de la identificación, evaluación y control de peligros

significativos para la inocuidad del alimento. El sistema HACCP incluye el plan HACCP y los programas de prerrequisitos.

- Validación: la obtención de pruebas que demuestren que se han identificado correctamente todos los peligros significativos y que una medida de control o una combinación de ellas, si se aplican debidamente, son capaces de controlarlos, con un resultado especificado.
- Verificación: la aplicación de métodos, procedimientos, pruebas y otras evaluaciones, además del monitoreo, para determinar si los principios del sistema HACCP se aplican correctamente y si el plan HACCP está funcionando de la manera prevista.

Para que las empresas implementen efectivamente el sistema HACCP, sus decisiones deben basarse en evidencia objetiva en lugar de nociones o suposiciones preconcebidas.

El sistema HACCP consta de siete principios, y su desarrollo requiere la aplicación de cinco actividades preliminares, que deben llevarse a cabo en secuencia:

Actividad 1 - Formación de un equipo de HACCP

Actividad 2 - Descripción del producto

Actividad 3 - Determinación del uso previsto del producto

Actividad 4 - Elaboración de un diagrama de flujo

Actividad 5 - Confirmación *in situ* del diagrama de flujo

Principio 1 - Realizar un análisis de peligros.

Principio 2 - Determinar los puntos críticos de control.

Principio 3 - Establecer un límite o límites críticos.

Principio 4 - Establecer un sistema de monitoreo del control de los PCC.

Principio 5 - Establecer las acciones correctivas.

Principio 6 - Establecer procedimientos de validación, verificación y reevaluación del sistema.

Principio 7 - Establecer un sistema de documentación y registros.

- Descripción de los 12 pasos del sistema HACCP
  - Formación de un equipo HACCP
    - Las empresas de alimentos deben asegurarse de contar con un equipo con los conocimientos técnicos y las habilidades adecuadas relacionadas con las materias primas, productos, procesos, manejo de productos, etapas de preparación, almacenamiento y distribución, riesgos y aspectos relacionados. La probabilidad de ocurrencia, su impacto en la salud y su relevancia para desarrollar un plan HACCP efectivo. Para lograr este objetivo es necesario formar un equipo multidisciplinario.
    - Cuando sea necesario, el equipo de HACCP de la compañía puede obtener asesoramiento profesional de otras fuentes, como asociaciones de la industria, microbiología, salud, tecnología de alimentos u otros campos de expertos, así como literatura, sistemas HACCP y su uso para ayudar a resolver las evaluaciones de PCC, y dificultades en el control y otras cuestiones.

- Las funciones del equipo HACCP son:
  - ✓ Elaborar y gestionar el programa de capacitación del sistema HACCP.
  - ✓ Capacitar al (los) responsable(s) y ejecutores del sistema HACCP.
  - ✓ Elaborar e implementar los programas de prerrequisitos.
  - ✓ Elaborar el plan HACCP.
  - ✓ Realizar la validación del plan HACCP.
  - ✓ Realizar la verificación del plan HACCP.
  - ✓ Hacer la reevaluación del plan HACCP y los PPR.
  
- El equipo de HACCP debe informar a la gerencia sobre todas las condiciones relevantes que deben ser verificables y las necesidades de capacitación del equipo.

- Descripción del producto

- Se debe desarrollar una descripción completa del producto, que incluya al menos la siguiente información relacionada con la seguridad:
  - Composición (ingredientes y aditivos, entre otros).
  - Características físicoquímicas (incluidos  $A_w$ , pH, entre otros).
  - Tratamientos aplicados (térmicos, de congelación, curado, salado, ahumado, entre otros).
  - Tipo de envase y envasado.



- Duración (vida útil del producto).
- Condiciones de almacenamiento y sistema de distribución.
- Recomendaciones de uso.
- Aunque los sistemas HACCP deben ser aplicados por productos y líneas de producción, una compañía que elabora diferentes tipos de productos puede clasificarlos siempre que sus características o etapas de desarrollo y peligros significativos sean similares al desarrollo de un plan HACCP.
- Determinación del uso previsto del producto

Las empresas deben identificar y documentar los productos, los destinatarios y los consumidores finales, los grupos vulnerables, los métodos de preparación, los patrones de consumo y el uso normal o previsto del mantenimiento y las condiciones de almacenamiento.

- Elaboración de un diagrama de flujo.
  - El equipo de HACCP debe determinar el alcance del plan de HACCP que se ha desarrollado y determinar un diagrama de flujo que describa todas las etapas involucradas en el proceso, incluida la recepción de materias primas, los subprocesos involucrados y el reprocesamiento, la eliminación de desechos, incluida la fase o la etapa.
  - El diagrama deberá indicar los puntos críticos de control.

- Confirmación *in situ* del diagrama de flujo.
  - Se deben tomar medidas para confirmar la correspondencia entre el diagrama de flujo y la operación de procesamiento, para hacer una correspondencia en el sitio para todas las fases y tiempos, y para modificarla para mantener su precisión si es necesario. La confirmación del diagrama de flujo debe ser responsabilidad del equipo de HACCP.

### **1.9.1. Punto crítico de control**

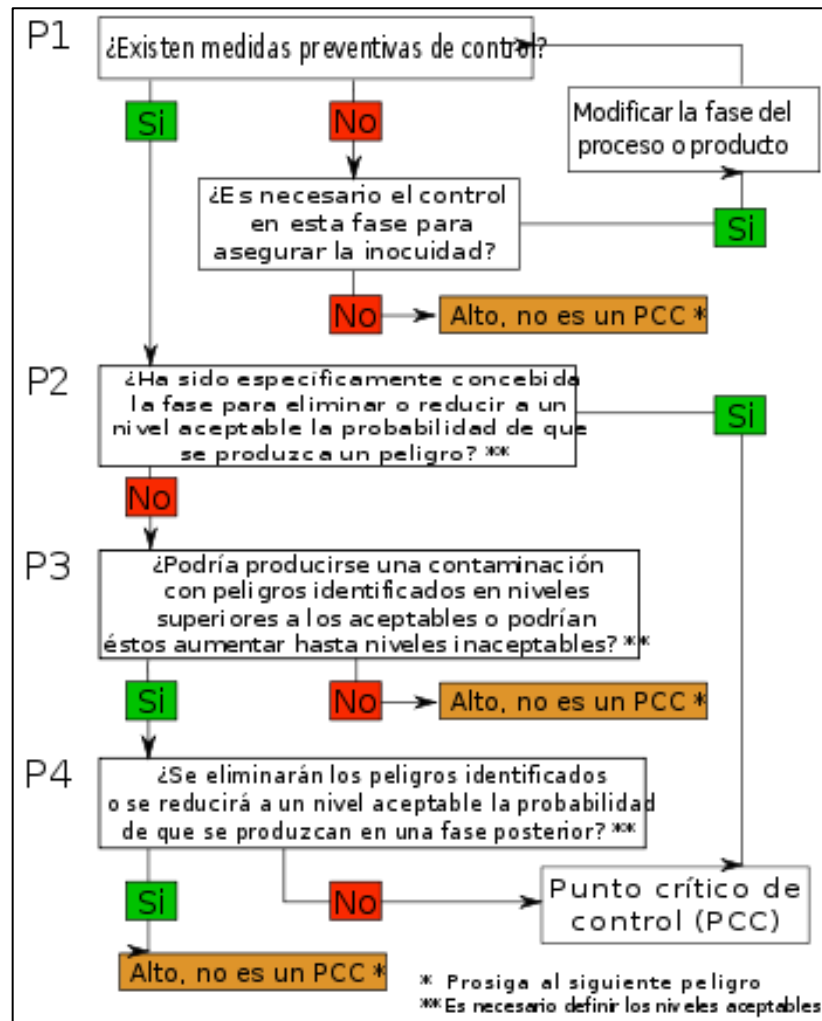
Se deberá identificar si las etapas del proceso en donde existan peligros significativos asociados corresponde a un punto crítico de control.

Para identificar un PCC se debe tener en consideración los siguientes aspectos:

- Un peligro significativo debe ser asociado al paso operacional donde ese peligro puede ser controlado, lo que convierte ese paso operacional en un PCC.
- No deberán ser consideradas PCC las etapas de un proceso donde el control es deseable pero no esencial para la inocuidad del alimento, o si una etapa subsiguiente elimina el peligro.
- Si se identifica un peligro significativo en una etapa en la que el control es necesario para mantener la inocuidad y no existe ninguna medida de control que pueda adoptarse a ella o en cualquier otra, el producto o el proceso deberán modificarse en esa etapa, o en cualquier otra anterior o posterior, para incluir una medida de control.

- Es posible que exista más de un PCC en el que se aplican medidas de control para hacer frente a un mismo peligro.
- El equipo HACCP debe evaluar si existe algún peligro significativo que pueda ser controlado por medio de los programas de prerrequisitos, lo que deberá ser validado.

Figura 5. **Árbol de decisiones para determinación de puntos críticos**



Fuente: Codex. *Norma general del Codex para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos.* p. 56

### **1.9.2. Descripción del sistema**

Para cada punto de control crítico se deben especificar y verificar los límites críticos para las medidas de control. En algunos casos se establecerán múltiples límites críticos para una fase. Entre los posibles estándares, por ejemplo, se pueden mencionar las mediciones de temperatura, tiempo, nivel de humedad, pH, parámetros sensoriales y similares.

El equipo de HACCP debe asegurarse de que estas restricciones se apliquen a actividades específicas y productos relacionados o grupos de productos. Los límites críticos deben ser medibles en calidad o cantidad. Las compañías pueden establecer estándares más estrictos que los límites críticos para reducir el riesgo de transferencia, lo que se denomina restricciones operativas u operativas.

### **1.9.3. Principios del sistema**

El monitoreo es la medición u observación de límites críticos planificados y registrados para determinar el cumplimiento de estos límites y para mantener el control de los peligros asociados con el PCC. Estos procedimientos deben corregirse cuando los resultados del monitoreo indican que se ha perdido el control del PCC.

La persona responsable del monitoreo debe estar adecuadamente capacitada para realizar el proceso de monitoreo y completar los registros apropiados. De acuerdo con los límites críticos definidos en el plan HACCP, el monitoreo debe detallar lo siguiente:

- Qué parámetro(s) se debe(n) monitorear.

- Cuándo y dónde será realizado el monitoreo, a fin de mantener bajo control un determinado PCC.
- Cómo será realizado el monitoreo del PCC.
- Quién será el operador responsable de ejecutar el monitoreo.

Los datos deben ingresarse en el registro durante la ejecución del monitoreo para indicar la fecha y la hora de la persona que determinó la acción.

Si la supervisión no es continua, el número o la frecuencia deben ser suficientes para garantizar que el PCC está bajo control. En el caso de las limitaciones operativas existentes del PCC, y de superarlas en el proceso, se deben realizar ajustes para evitar exceder el límite crítico.

A continuación se analiza cada uno de los riesgos de las áreas estándar de empaque de azúcar blanco y almacén de productos terminados de acuerdo con el método descrito en el párrafo anterior, para obtener puntos de control clave para el área de estudio.

- Etapa del proceso: envasado de azúcar blanco estándar.
  - Riesgo 1: contaminación con Salmonella y Escherichia coli.
  - Medida preventiva: higiene del personal, limpieza diaria y desinfección de maquinaria. Además, el proveedor debe confirmar que las bolsas de polipropileno proporcionadas por Ingenio Palo Gordo son asépticas.
    - Aunque en esta etapa existen medidas preventivas de higiene, el personal del área de empaque está regulado de manera uniforme con las manos contaminadas y,

posteriormente, realiza procedimientos de higiene y desinfección de los antebrazos y las manos para que bacterias como Salmonella y Escherichia Coli se encuentren en su uniforme. Además, dentro del área de empaque, el equipo no usa guantes para el tratamiento de un dispositivo de azúcar blanco, por lo que es posible que sus manos entren en contacto directo con los uniformes contaminados posteriormente con el producto final, de modo que el azúcar blanco normal pueda estar contaminado con las bacterias mencionadas anteriormente. Si no se busca la certificación del proveedor de bolsas de polipropileno para verificar que estén contaminadas, esto puede resultar en un peligro para la seguridad del azúcar blanco estándar durante el empaque.

- Riesgo 2: adición de joyería, sudor, presencia de metales y residuos de material de empaque.
  - Medida preventiva: control de pesos brutos y cumplimiento de BPM en el área de envasado. Ventilación adecuada en el área de envasado de azúcar blanco estándar.
    - Si bien esta etapa tiene un método de prevención de higiene, el personal del área de empaque está regulado de manera uniforme con las manos contaminadas, y luego realiza los procesos de higiene y desinfección de los antebrazos para que bacterias como Salmonella y Escherichia Coli encuentren su uniforme. Además, en el área de empaque, el equipo no usa guantes para tratar la

planta de azúcar blanca, por lo que sus manos pueden entrar en contacto directo con los uniformes contaminados posteriormente con el producto final, por lo que la azúcar blanca normal puede estar contaminada con las bacterias mencionadas anteriormente. Si no está buscando certificados del proveedor de polipropileno para asegurarse que estén contaminados, esto puede tener un impacto de seguridad en el azúcar blanco estándar durante el empaque.

- Riesgo 2: presencia de tierra, ceniza y bagacillo.
  - Medida preventiva: limpieza constante del área y reducción de entradas de aire innecesarias.
    - En esta etapa las bolsas estándar de azúcar blanco entran en contacto con áreas de posible contaminación, que al arrastrar tierra, las cenizas y el bagazo se pegan en la superficie de la bolsa, que cuando es tocada por el consumidor contamina las manos y pasa el agente no deseado azúcar. La investigación servirá como una tabla para decidir los puntos críticos en el proceso de producción de azúcar.

Tabla III. Decisión de puntos críticos de control

| Etapa del proceso/ peligro   | Preguntas del árbol de decisiones |    |    |    | Punto de control critico |
|--|-----------------------------------|----|----|----|--------------------------|
|  | P1                                | P2 | P3 | P4 |                          |
| Según proceda de acuerdo al proceso:<br>Etapas:<br>Recepción<br>Lavado<br>Almacenamiento<br>Conservación<br>Peligros:<br>* Biológico:<br>•Bacterias<br>•Virus<br>•Protozoarios<br>•Otros parásitos<br>* Físico:<br>•Metales<br>•Madera<br>•Hueso<br>* Químicos:<br>•De origen natural<br>•De origen humano | Si                                | No | Si | No | PCC                      |
|  | Si                                | No |    |    | No es PCC                |

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. Hoja de control

| Punto Critico de Control   | Peligro Significativos   | Límites Críticos para medida preventiva  | Monitoreo  |   |  |   | Acción Correctiva  | Registros   | Verificación  |
|--|--|--|--|---|--|---|--|---|---|
|  |  |  | Que  | Como  | Frecuencia   | Quien   |  |   |   |
| Según proceda de acuerdo al proceso: Etapas; Recepción, Lavado, Almacenamiento, Conservación | *Biológico:<br>- Bacterias<br>- Virus<br>- Protozoarios<br>- Otros Parásitos<br><br>* Físico:<br>- Metales<br>- Madera<br>- Hueso<br><br>*Químicos:<br>- De origen naturales<br>- De origen humano | Indicar los valores máximo o mínimo aceptables para garantizar la inocuidad del producto | Lo que se va a monitorear (Temperatura, presencia de certificado, tiempo, entre otros) | La forma en que se va a monitorear los LC (termómetros, evaluación sensorial, entre otros.) | Intervalos de tiempo en los cuales se mide o cantidad en la que serán realizados los monitoreos del LC | Responsable de realizar la actividad de monitoreo | Actividades a realizar cuando los resultados del monitoreo indican desviación con respecto al PCC, la cual debe ser detallada de acuerdo a sus características | Evidencia documental que demuestra la realización del monitoreo, los cuales deben garantizar su permanencia y contar con folio, fecha, hora de realización y firma del responsable, además de un código de identificación y nombre del producto | Aplicación de métodos, procedimientos, ensayos y otras evaluaciones, además de la revisión programada de los resultados de los monitoreos, a través de la revisión de los registros y de la observación visual de su ejecución, indicando quien realiza la verificación |

Fuente: elaboración propia.



## **1.10. Sistema de gestión de seguridad alimentaria (FSSC 22000)**

Desarrollado por el Fondo de Aprobación de Seguridad Alimentaria, el FSSC 22000 representa un nuevo enfoque para gestionar los riesgos de seguridad alimentaria a lo largo de la cadena de suministro. FSSC 22000 es un programa completo de certificación basado en la norma ISO 22000, el Sistema Internacional de Seguridad de los Alimentos, en combinación con una de las especificaciones técnicas (por ejemplo, ISO / TS 22002-1 o PAS 223 / ISO / TS 22002-4) y requisitos adicionales de la Iniciativa Mundial de Seguridad Alimentaria. GFSI. El 22000 FSSC ha recibido el reconocimiento completo de GFSI.<sup>15</sup>

### **1.10.1. Significado y aplicación general**

FSSC 22000 se aplica a todos los fabricantes de productos alimenticios, ingredientes alimentarios y materiales de embalaje, independientemente de su tamaño, sector y ubicación geográfica.

## **1.11. Ministerios de Salud Pública y Asistencia Social**

El Ministerio de Salud Pública y Bienestar de la República de Guatemala (MSPAS) es responsable de formular políticas y hacer cumplir el régimen legal de salud y prevención preventiva y clínicas para la protección, promoción, recuperación y rehabilitación de la salud física y mental. Es responsable de los habitantes del país y preservación de la higiene del medio ambiente, así como de la dirección y coordinación de la cooperación técnica y financiera en materia de salud y para garantizar el cumplimiento de los convenios internacionales y

---

<sup>15</sup> Lloyd's Register. *Sobre FSSC 22000*. <http://www.lrqqa.es/certificaciones/fssc-22000-norma-seguridad-alimentaria/>. Consulta: 13 de mayo de 2019.

los convenios relacionados con la salud en casos de emergencia debido a epidemias y desastres naturales.<sup>16</sup>

### 1.11.1. Ubicación

El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) se ubica en la 6Av. 3-45 de la zona 11.

Figura 6. Ubicación del MSPAS



Fuente: Google Earth. <https://www.google.com/intl/es-419/earth/>. Consulta: 3 de mayo de 2018.

<sup>16</sup> Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. *Acerca del MSPAS*. <http://www.mspas.gob.gt/index.php/institucional/acerca-del-mspas>. Consulta: 13 de mayo de 2019.

### **1.11.2. Generalidades**

El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social completa la siguiente tarea: garantizar la realización del derecho a la salud de los residentes del estado, al tiempo que se responsabiliza del sector de la salud a través de la transmisión, coordinación y regulación de la prestación de servicios de salud. También se ocupa de la salud y control de la financiación y gestión de recursos, orientados a un trato humano de promoción de la salud, prevención de enfermedades, recuperación y rehabilitación de personas de calidad, relevancia cultural y condiciones de capital.<sup>17</sup>

### **1.11.3. Acuerdo Gubernativo 712-99**

Artículo 1. El presente Reglamento tiene por objeto normar el control sanitario de los siguientes productos: medicamentos, estupefacientes, psicotrópicos y sus precursores, productos fito y zooterapéuticos y similares, cosméticos, productos de higiene personal y del hogar, plaguicidas de uso doméstico, material de curación, reactivos de laboratorio para uso diagnóstico, productos y equipo odontológico.<sup>18</sup>

#### **1.11.3.1. Definición**

Esto corresponde al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, en lo sucesivo denominado Ministerio de Salud, el reglamento de registro sanitario de referencia, registro sanitario, fabricación, roturas, control de calidad, distribución, comercialización, importación, almacenamiento, de la conformidad de los productos enumerados en la sección anterior, así como lo que se relaciona con su uso racional e intervención en aspectos relacionados con las

---

<sup>17</sup> Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. *Acerca del MSPAS*. <http://www.mspas.gob.gt/index.php/institucional/acerca-del-mspas>. Consulta: 13 de mayo de 2019.

<sup>18</sup> Acuerdos Gubernativo 712-99 del Congreso de la República de Guatemala. *Reglamento para el control sanitario de los medicamentos y productos afines*. Guatemala, 1999.

drogas, el psicotrópico y sus precursores. Define las acciones de individuos o entidades legales cuando interfieren con los procesos industriales o comerciales de los productos mencionados en este reglamento o que, debido a su calidad profesional, puedan garantizarlo, controlarlo, determinarlo o renunciarlo.

#### **1.11.3.2. Campo de aplicación**

Los laboratorios, importadores, farmacias, distribuidores, farmacias, servicios de farmacia en hospitales, centros de salud y otros centros de salud están obligados a proporcionar o dispensar medicamentos de acuerdo con las condiciones legales y reglamentarias establecidas. En este marco, el productor o comercializador es responsable de obtener una licencia sanitaria válida y de que los productos que son comerciales tengan un registro sanitario de una referencia o, por lo tanto, un registro sanitario válido en Guatemala. La custodia, conservación y distribución de medicamentos para uso humano para la venta bajo receta médica cumple con los establecimientos involucrados en la cadena de distribución y comercialización, que están permitidos por la ley, en las condiciones prescritas en las regulaciones pertinentes. Además, para los productos de venta libre, esta garantía es compatible con las empresas autorizadas para la comercialización.

#### **1.11.3.3. Licencia sanitaria**

El fabricante o comercializador es el responsable de contar con licencia sanitaria vigente y que los productos que comercialice cuenten con registro sanitario de referencia o, si es el caso, con inscripción sanitaria vigente en Guatemala.

#### **1.11.4. Código de Salud, Decreto 90-97**

El Código de Salud indica:

Artículo 4. El Estado, en cumplimiento de su obligación de velar por la salud de los habitantes y manteniendo los principios de equidad, solidaridad y subsidiaridad, desarrollará a través del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social y en coordinación con las instituciones estatales centralizadas, descentralizadas y autónomas, comunidades organizadas y privadas, acciones de promoción, prevención, recuperación y rehabilitación de la salud, así como las complementarias pertinentes, a fin de procurar a los guatemaltecos el más completo bienestar físico, mental y social. Asimismo, el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social garantizará la prestación de servicios gratuitos a aquellas personas y sus familias, cuyo ingreso personal no les permita costear parte o la totalidad de los servicios de salud prestados.<sup>19</sup>

##### **1.11.4.1. Definición**

Artículo 2. Definición. “La salud es un producto social resultante de la interacción entre el nivel de desarrollo del país, las condiciones de vida de las poblaciones y la participación social, a nivel individual y colectivo, a fin de procurar a los habitantes del país el más completo bienestar físico, mental y social”.<sup>20</sup>

##### **1.11.4.2. Campo de aplicación**

El Ministerio de Salud, en coordinación con las demás instituciones del sector, y con la participación activa de las comunidades organizadas, deberá promover y desarrollar acciones que tiendan a evitar la difusión, el control y la erradicación de las enfermedades transmisibles en todo el territorio nacional, ejercer la vigilancia técnica en el cumplimiento de la materia y emitir las disposiciones pertinentes, conforme a la reglamentación que se establezca.

---

<sup>19</sup> Decreto Número 90-97 del Congreso de la República. *Código de salud*. Guatemala, 1997.

<sup>20</sup> *Ibíd.*

## **1.12. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA)**

El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de la República de Guatemala (MAGA) es el encargado de atender los asuntos concernientes al régimen jurídico que rige la producción agrícola, pecuaria e hidrobiológica, esta última en lo que le atañe, así como aquellas que tienen por objeto mejorar las condiciones alimenticias de la población, la sanidad agropecuaria y el desarrollo productivo nacional

Dentro de las funciones establecidas en el artículo 29 de la Ley del Organismo Ejecutivo están:

- a) Formular y ejecutar participativamente la política de desarrollo agropecuario, de los recursos hidrobiológicos, estos últimos en lo que le atañe, y en coordinación con el Ministerio de Ambiente y de Recursos Naturales diseñar la política para el manejo del recurso pesquero del país, de conformidad con la ley.
- b) Proponer y velar por la aplicación de normas claras y estables en materia de actividades agrícolas, pecuarias y fitozoosanitarias, y de los recursos hidrobiológicos, estos últimos en lo que le corresponda, buscando la eficiencia y competitividad en los mercados y teniendo en cuenta la conservación y protección del medio ambiente.
- c) Definir en conjunto con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala la política de ordenamiento territorial y de utilización de las tierras nacionales y promover la administración descentralizada en la ejecución de esta política; deberá velar por la instauración y aplicación de un sistema de normas jurídicas que definan con claridad los derechos y responsabilidades vinculadas a la posesión, uso, usufructo y, en general, la utilización de dichos bienes, mientras permanezcan bajo el dominio del Estado.
- d) Formular la política de servicios públicos agrícolas, pecuarios, fitozoosanitarios y de los recursos hidrobiológicos, estos últimos en lo que le atañe, y administrar descentralizadamente su ejecución.
- e) En coordinación con el Ministerio de Educación, formular la política de educación agropecuaria ambientalmente compatible, promoviendo la participación comunitaria.
- f) Diseñar, en coordinación con el Ministerio de Economía, las políticas de comercio exterior de productos agropecuarios y de los recursos hidrobiológicos, estos últimos en lo que le atañe.
- g) Impulsar el desarrollo empresarial de las organizaciones agropecuarias, pecuarias e hidrobiológicas, estas últimas en lo que le atañe, para fomentar el desarrollo productivo y competitivo del país.
- h) Hacer mecanismos y procedimientos que contribuyan a la seguridad alimentaria de la población, velando por la calidad de los productos.

- i) Ampliar y fortalecer los procedimientos de disponibilidad y acceso a la información estratégica a productores, comercializadores y consumidores.
- j) Ejercer control, supervisión y vigilancia en la calidad y seguridad de la producción, importación, exportación, transporte, registro, disposición y uso de productos plaguicidas y fertilizantes, rigiéndose por estándares internacionalmente aceptados y/ o de reconocer como equivalentes las medidas sanitarias, fitosanitarias y de inocuidad de alimentos no procesados de otros países, aun cuando difieran de las medidas nacionales, siempre que el interesado demuestre objetivamente que sus medidas logran el nivel adecuado de protección.<sup>21</sup>

### 1.12.1. Ubicación

7a. Avenida 12-90, zona 13, edificio Monja Blanca. Tel.: 24137000.  
Atención de lunes a viernes de 8:00 a 16:30 horas

Figura 7. Ubicación del MAGA



Fuente: Google Earth. <https://www.google.com/intl/es-419/earth/>. Consulta: 3 de mayo de 2018.

<sup>21</sup> Congreso de la República de Guatemala. *Ley del Organismo Ejecutivo, MEM*. [https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2015/06/12.\\_Ley\\_del\\_Organismo\\_Ejecutivo\\_De\\_creto\\_114\\_97.pdf](https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2015/06/12._Ley_del_Organismo_Ejecutivo_De_creto_114_97.pdf). Consulta: 3 de mayo de 2018.

### **1.12.2. Campo de aplicación**

Al MAGA le corresponde atender los asuntos concernientes a la producción agrícola, pecuaria e hidrobiológica de Guatemala. En el caso del estudio determinar los lineamientos y normas para las buenas prácticas agrícolas.



## **2. SITUACIÓN ACTUAL**

### **2.1. Descripción del proceso de producción de azúcar**

A continuación se describe el proceso de producción de caña de azúcar en la empresa en estudio.

### **2.2. Cultivo**

Actualmente, toda la caña recibida en el ingenio se corta de forma manual y de forma mecánica. Esto se debe a que las condiciones del terreno del área no permiten que el corte mecánico funcione correctamente en ciertas áreas. La caña de azúcar cortada se carga en un vehículo de transporte a granel con un tractor y luego se transporta a las instalaciones del ingenio.

Toda la caña que interviene en el proceso de pesaje es trasladada en la báscula electrónica en la cual se mide el volumen y se ubica a la entrada de la planta y luego pasa a los patios donde se almacena en un sistema de grúa a granel para luego estar disponible e ingresar directamente en las mesas de la lavadora para guiarla hacia el conductor que alimenta a los molinos. La velocidad de molienda y la flexibilidad de descarga deben coordinarse adecuadamente, ya que es un inconveniente almacenar la caña de azúcar durante mucho tiempo. Dado que los hongos y las bacterias comienzan a formarse después de 24 horas, esto reduce el contenido de sacarosa en la caña de azúcar.

### **2.3. Corte y alce de caña**

La grúa coloca la varilla en una plataforma de metal equipada con una transmisión de cadena de cambio llamada mesa. La caña pasa a través de la mesa hacia la cuchilla de corte y la caña se corta en pequeños pedazos por impacto. La varilla cae inmediatamente a la segunda unidad que lleva la segunda cuchilla a la segunda cuchilla. Finalmente, la caña pasa a través de una trituradora, que consiste en un tambor giratorio con 46 martillos que aplasta completamente la caña. De esta forma, la fibra puede ser completamente pulida.

#### **2.3.1. Maquinaria**

Una grúa de descarga de caña de azúcar es conocida en los molinos como un dispositivo diseñado para descargar la caña de azúcar que ingresa al molino durante la cosecha, como se muestra en la figura 8. Para lograr este objetivo, las grúas de descarga de caña de azúcar requieren un diseño mecánico adecuado y deben tener en cuenta los factores estructurales y los componentes mecánicos del diagrama del sistema hidráulico y del tipo de mantenimiento y formación del operador.

Figura 8. **Grúa de descarga de caña**



Fuente: elaboración propia.

La función principal de la grúa de descarga de caña de azúcar es mantener una entrada constante de caña de azúcar al molino, lo que estabilizará el funcionamiento del molino y podrá cumplir con los parámetros operativos, tales como la molienda diaria y el tiempo perdido.

- **Diseño**

El diseño de la grúa incluye la determinación de la capacidad de carga requerida para el equipo y, por lo tanto, es necesario en un sentido hidráulico mantener las líneas de trabajo, baterías, poleas, acoplamiento hidráulicos y componentes mecánicos del sistema. Finalmente, se deben identificar los estándares de operación del equipo, los programas de mantenimiento preventivo y correctivo y la capacitación del operador.

- Estructura: en casi todos los laminadores, la estructura de la grúa de descarga de caña es similar, y consiste en una estructura ligeramente inclinada con un balancín, cabina de control, contrapeso, cabina y área de acceso al sistema hidráulico. La figura 9 muestra una grúa de descarga de caña.

Figura 9. **Estructura de una grúa de descarga de caña**



Fuente: elaboración propia.

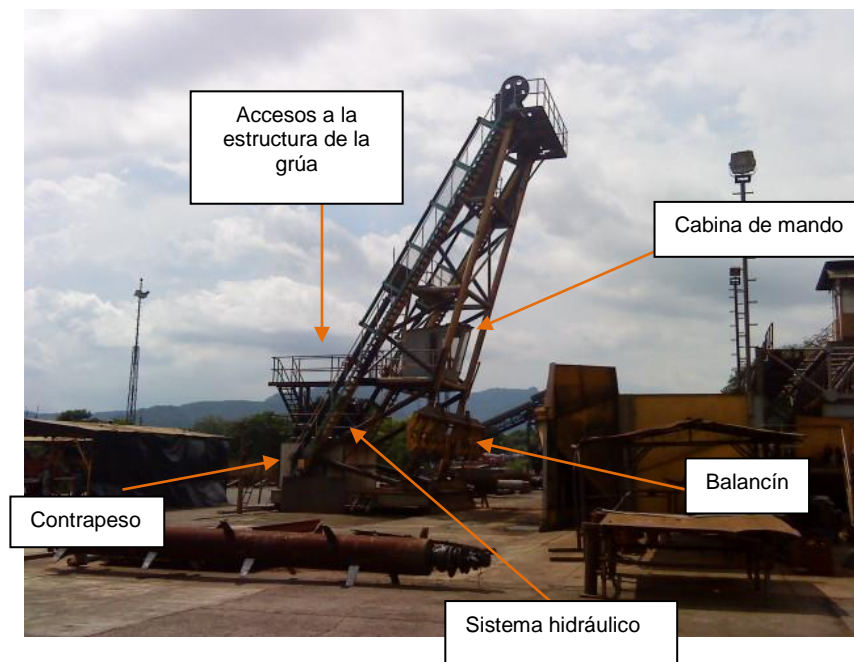
- Sistema hidráulico: el sistema hidráulico está diseñado después de haber determinado la cantidad de toneladas de caña de azúcar que desea descargar con la grúa de descarga de caña de azúcar. Debe determinar factores como la potencia del motor, el tipo de bomba utilizada, el flujo hidráulico del aceite, la presión de funcionamiento del sistema y el tipo de

válvula. Por otro lado, las válvulas solenoides, los cilindros hidráulicos, los preostatos y los sistemas tienen todos los componentes mecánicos, como tubos rígidos, tubos flexibles, codos, tees y tuberías.

- Componentes

Los componentes principales de la grúa de choque son componentes de estructura como el balancín, cabina de control, sistemas hidráulicos, puntos de acceso para cabinas, plataformas de accesorios para sistemas hidráulicos y neumáticos, componentes mecánicos que pueden ser adheridos a los cables y poleas. La figura 10 muestra los componentes de la grúa de salida mediante el uso de torsión.

Figura 10. **Componentes de una grúa de descarga de caña**



Fuente: elaboración propia.

- **Operación**

La operación de recolección de la grúa de descarga de caña de azúcar incluye recibir un camión que transporta la caña de azúcar y descargarla de manera continua en la tabla de caña de azúcar para que los parámetros operativos de la relación de molienda y el tiempo perdido sean suficientes. Para lograr este objetivo, se requiere una gran coordinación entre el operador del camión y el operador de la grúa, ya que el operador del camión debe pegar la jaula de la tarjeta a la mesa de la caña tanto como sea posible, evitando así que la jaula gire la jaula al descargar.

Luego se centra la jaula con el balancín para elevarla bajo el equilibrio de carga, el operador continúa bajando el balancín y lo pega a la jaula y lo engancha, cuando está enganchado, la jaula se levanta y luego quita la caña y la deja dentro de la jaula. Cuando se retira completamente la jaula, se baja el balancín y se debe desenganchar el balancín de la jaula para que se pueda retirar el camión y se pueda quitar de la báscula. Este proceso se repite una y otra vez durante la operación del molino durante la cosecha.

### **2.3.2. Herramientas**

Las herramientas manuales para el corte son los machetes, palos de madera, piochas, limas, carretillas y colimas.

## **2.4. Descripción del proceso**

Ingenio Palo Gordo tiene más de 34 000 hectáreas de caña de azúcar plantadas, de las cuales 13 800 hectáreas se procesan directamente. El resto son manejadas por proveedores de caña de azúcar. Esta área es adecuada

para hacer la producción de caña de azúcar más eficiente, mejorar el riego y el drenaje de la superficie, el trabajo cultural y promover dicha cosecha. Para hacer esto se requiere equipo de alta precisión para mediciones topográficas, como estaciones totales, GPS (sistema de posicionamiento global), RTK (dinámica en tiempo real), que ayuda a diseñar y calcular el movimiento de la Tierra.

En las nuevas tierras utilizadas para cultivar caña de azúcar, primero se elimina el residuo y luego se aplanan utilizando un tractor con un sistema de aplanamiento de GPS de orugas o remolques. Posteriormente, de acuerdo con la textura del suelo, verificada por el mapa físico del campo, el suelo se prepara con un tractor neumático, a partir de dos caminos de pino profundos, uno en la dirección de la pendiente y el otro al entrar por primera vez en un ángulo de 15 grados, con esto se realiza un zanjeado en el cual se siembra la caña de azúcar.

#### **2.4.1. Área de cosecha**

Diez de estas se ubican en la planicie costera del océano Pacífico o costa sur de Guatemala y ocupan casi la totalidad del área sembrada con caña (99 %).<sup>22</sup> La región de caña de azúcar en la costa sur de Guatemala está ubicada entre las coordenadas geográficas de 91 ° 50'00 " - 90 ° 10'00" de latitud de longitud y 14 ° 33'00 " - 13 ° 50'00" de latitud norte. Ubicada geopolíticamente en los departamentos de Retalhuleu, Suchitepéquez, Escuintla, Santa Rosa, actualmente en expansión al Departamento de Jutiapa.

---

<sup>22</sup> Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICAÑA). *Cultivo de la caña d azúcar en Guatemala*. 2012.

#### 2.4.2. Área de cultivo

Los materiales utilizados para desarrollar el suelo de la caña de azúcar se componen principalmente de ceniza, ceniza volcánica, piedra pómez y otros materiales piroclásticos, originados por erupciones volcánicas que se produjeron en diferentes períodos, principalmente en el Cuaternario.<sup>23</sup>

Dependiendo de su ubicación geográfica, las características de mineralogía y tamaño de grano del material varían de un lugar a otro y se relacionan esencialmente con la distancia del cono volcánico. Alófana es el mineral principal en los suelos superiores y medios, mientras que la parte inferior es haloisita y arcilla 2: 1, posiblemente estalactitas, ubicada en la parte inferior del oeste y este de la zona.

Las principales características de las seis secuencias de suelo se describen a continuación.

- Mollisoles: representan el 40 % de la región. Se distribuyen principalmente en áreas costeras cercanas a las planicies costeras, planas y ligeramente planas. Son suelos moderadamente evolucionados con vistas ABC y AC. Exhiben un espesor variable y una capa de superficie oscura con un contenido orgánico promedio (OM). Exhiben una saturación superior al 50 % en todo el perfil, con un grado de estructuración moderado a fuerte. Son principalmente texturas arenosas y francas arenosas, a menudo con subsuelo arenoso.

---

<sup>23</sup> Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICAÑA). *Cultivo de la caña de azúcar en Guatemala*. 2012.



- Andisoles: representan el 26 % de la región y dominan las áreas secundarias e inferiores de la región. Son suelos subdesarrollados derivados de cenizas volcánicas, oscuras, con alto contenido de MO y baja densidad aparente y consistencia débil y frágil. Estos suelos tienen excelentes propiedades físicas y una franca textura franca arenosa. Desde un punto de vista químico, tienen ciertas limitaciones, como la alta retención de fosfatos y sulfatos.
- Entisoles: son los suelos menos evolucionados de la región, con un horizonte de CA, que representan el 16 % de la región. Se ubican en valles y extensiones aluviales, aparecen en franjas estrechas en las partes medias y bajas y se extienden en las llanuras costeras. Tienen poca o ninguna evolución y poca o ninguna evidencia del desarrollo de la visión genética. Son en su mayoría suelos permeables con una textura rugosa y arenosa. El subsuelo de Entisol es generalmente suelo arenoso, que es el suelo que carece de agua en verano.
- Inceptisoles: estos suelos representan el 11 % del área y están ubicados principalmente en las partes centrales y bajas del área. Se desarrollan principalmente en materiales de arcilla mezclados con cenizas volcánicas y fragmentos de roca. Son suelos de evolución moderada con un complejo de saturación (<50 %) con una estructura bien desarrollada con propiedades moderadas y viscosas en el subsuelo arcilloso.
- Alfisoles: representan solo el 1,6 % del suelo en el área, están ubicados en la parte media e inferior del abanico antiguo y son ondulados en relieve, ligeramente ondulados. Estos suelos se caracterizan por una capa de lutita B en la que una porción de la arcilla de la porción superior

del perfil se mueve hacia el subsuelo. Tienen una textura de arcilla con un amplio campo de visión compacto.

- Vertisoles: ocupan la extensión más pequeña del área (0,5 %) y tienen más suelo en el perfil ABC. Se caracterizan por un alto contenido de arcilla, especialmente montmorillonita, lo que hace que se rompan fuertemente durante la estación seca y se hinchen durante la estación lluviosa.

### **2.4.3. Área de corte**

En el área de corte, tanto la máquina como el corte se usan a mano. Dependiendo del área de operación, todo se transporta al área de producción en contenedores enjaulados. La cosechadora es responsable del corte programado y ejecución de las tareas de corte, elevación y transporte, cumpliendo con las normas de calidad, oportunidades ambientales y de bajo costo, esto se logra gracias a la topografía plana caracterizada cerca de la costa del mar pacífico.

La programación de las cañas que se cosecharán se realiza seleccionando el cultivo con la mayor madurez en función de los resultados de muestreo realizados en el campo. Una vez seleccionado, el lote o la suerte se quemará de acuerdo con las regulaciones ambientales.

Esta cristalización se observa en la masa, que es una mezcla de cristales de miel y azúcar. El jugo extraído en el molino se pesa para saber la cantidad a tratar. Para blanquear el jugo, se vulcaniza en condiciones de frío, luego se agrega cal para neutralizar su acidez y ayudar a separar los sólidos presentes.

Después de agregar la cal el jugo se calienta para acelerar la separación de los sólidos que no contienen azúcar.

El floculante caliente se agrega al jugo caliente y se envía a un clarificador donde se separan los sólidos insolubles y estos se precipitan para formar el lodo. El lodo se recupera por filtración y se convierte en cachaza. El corte mecanizado se realiza mediante una cosechadora, cortando, limpiando la caña de azúcar y almacenándola en un camión. El corte manual es realizado por personal capacitado para realizar esta tarea y cumple con las regulaciones de seguridad y salud ocupacional establecidas por el ingenio y las regulaciones laborales.

#### **2.4.4. Área de alce**

El alce de la caña cortada se realiza con máquinas alzadoras que recogen la caña que está acomodada en volcanes o líneas de seis surcos a orillas de las fincas, luego se transporta mediante el uso de tractocamiones que son controlados con satélite y poseen doble remolque para obtener el mayor volumen de carga y de esta forma disminuir costos de transporte.

#### **2.4.5. Área de fabrica**

Se toma una muestra de la caña de azúcar que llega desde del campo para identificar su calidad, luego se pesa y se almacena con un código de color y se coloca en la mesa en la cual se identifica la pureza de la caña, luego el conductor es llevado nuevamente al molino.

En el transporte hacia el molino, la caña es separada y preparada para trasladarla a una desfibradora que entrega la caña al molino con mejor

eficiencia de preparación, y esto facilita la extracción del jugo y mejora la producción de la misma.

La caña preparada llega al molino donde se extrae el jugo para luego iniciar el proceso de elaboración de azúcar. La caña se muele en ocho molinos de cuatro mazas, accionados por motores eléctricos y variadores de velocidad que funcionan a través de la energía eléctrica producida mediante el vapor obtenido de la quema de bagazo y agua.

El conductor llevó el bastón preparado a través de cada fábrica y extrajo el jugo. Para extraer la mayor cantidad de sacarosa de la caña de azúcar se agrega jugo o agua al material que sale de cada molino. A la salida del último molinillo se obtiene bagazo con un bajo contenido de humedad de sacarosa.

#### **2.4.5.1. Cogeneración**

La cogeneración es un ciclo de eficiencia energética que recibe simultáneamente calor y electricidad de la energía primaria (biomasa), que forma parte integral de las actividades de producción (fabricación de azúcar).

La caldera quema bagazo, que es un subproducto de combustibles renovables para la molienda de caña de azúcar. Durante el proceso de combustión, el agua permeada se calentó para producir 955 psig de vapor a alta presión y una temperatura de 950°F. El gas producido durante la combustión pasa a través del separador ciclónico y es responsable de eliminar las partículas de ceniza gruesas. Posteriormente, estos gases, que todavía contienen partículas finas, se mueven hacia un precipitado electrostático altamente eficiente, donde pasan lentamente a través de una serie de placas polarizadas electrostáticamente que son responsables de capturarlos y

finalmente descargarlos a la atmósfera a través de la chimenea, con menos de un gas cúbico por metro cúbico. 5 microgramos, minimizando el impacto ambiental al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

El vapor producido en la caldera se dirige luego a la turbina, donde se convierte en un movimiento que reduce la presión y la temperatura del vapor suministrado a los diferentes procesos de la planta, como la evaporación, el jugo de cocción y el calentamiento de la miel para producir alcohol. Este vapor también se utiliza para producir etanol combustible. La energía mecánica de la turbina transmite movimiento al generador a través del reductor. El generador crea suficiente energía para impulsar todos los motores en la planta, iluminar el sistema de control y alimentarlo. La energía no consumida es equivalente a 14 MWh y se transporta a la red pública para abastecer a una ciudad de 130,000 habitantes.

#### **2.4.5.2. Destilación**

Implica refinar y purificar la fermentación eliminando las impurezas. Normalmente, la destilación se lleva a cabo varias veces utilizando una columna de rectificación hasta obtener un alcohol transparente y brillante.

#### **2.4.5.3. Azúcar blanca, morena y refinada**

El azúcar, el más utilizado en este término, se llama sacarosa y su fórmula química es  $C_{12}H_{22}O_{11}$ . El azúcar blanco es un producto extraído de la caña de azúcar y la remolacha azucarera. Para su preparación, se somete a un proceso de purificación química denominado sulfito.

Sin embargo, el azúcar moreno consiste en una mezcla de azúcar blanco y melaza de caña de azúcar. En este punto, se debe distinguir entre el azúcar marrón en sí y el azúcar marrón de toda la caña de azúcar, obtenida directamente del jugo de la caña de azúcar. La principal diferencia es que el azúcar moreno no se somete a un proceso de refinación, sino que solo se cristaliza y se centrifuga, en el que se mezclan cristales de azúcar blanco con melaza de caña de azúcar para encapsular cada cristal.

## **2.5. Equipo técnico actual**

Se hace una descripción del equipo técnico actual para los procesos de producción.

### **2.5.1. Descripción del equipo actual utilizado para cada proceso de producción**

Se describe el equipo en los procesos de cogeneración, destilación y fabricación de los diferentes tipos de azúcar.

#### **2.5.1.1. Cogeneración**

Cuenta con un generador de vapor que produce 0,536 megavatios por tonelada de bagazo. El dispositivo puede generar 70 megavatios de electricidad por hora.

#### **2.5.1.2. Destilación**

La miel (meladura, miel A, miel B) obtenida como un subproducto en la producción de azúcar se utiliza como materia prima para la producción de

alcohol en una bodega. El azúcar que contiene miel y no se utiliza en la cristalización del azúcar se convierte en etanol y ácido carbónico mediante un proceso de conversión bioquímica llamado fermentación, que se desarrolla mediante la levadura.

El proceso de fermentación se llevó a cabo en un proceso continuo a través de cuatro fermentadores, asegurando un tiempo de fermentación de 24 horas, obteniendo una mezcla de compuestos orgánicos llamados vinos con una concentración de 10,2 % (v / v) en etanol.

### **2.5.1.3. Azúcar blanca, morena y refinada**

Los molinos se utilizan principalmente en la maquinaria de extracción de jugo de caña de azúcar, que consiste básicamente en tres a cuatro rodillos llamados concentración, impulsados por una sola unidad motriz que puede ser una máquina de vapor, un motor eléctrico o una turbina en el caso del ingenio, a través de la turbina de vapor que mueve el club. La serie es completamente cuatro, llamada así en el molino del ingenio en tándem por seis plantas. La fábrica de acero se compone de una serie de cuatro varillas, llamada buje superior, también conocida como buje principal, que se aplica hidráulicamente mediante un cilindro hidráulico, que permite ascender o descender según el grosor del colchón de bagazo. El nombre de este movimiento es la flotación, el club donde ingresa la caña de azúcar se llama mazacañera, el club de la bagacera, que es el club de donde proviene el bagazo, el cuarto Metz, que extrae y ayuda a enviar la caña de azúcar al molino de una manera mejor.

## **2.6. Almacenamiento de producto terminado**

Se describe el proceso de almacenamiento de producto terminado

### **2.6.1. Características**

El azúcar seco y el azúcar frío se envasan en bolsas de 50 kg y se envían al almacén terminado para su almacenamiento (en la bandeja, las bolsas se apilan una encima de la otra) para su posterior venta y comercialización.

### **2.6.2. Producto terminado**

Se recomienda guardarlo en un ambiente seco, con humedad controlada, temperatura ambiente y resistente a la lluvia por su contenido y visualización. Para mantener el producto sin cambios, deben mantenerse las siguientes condiciones: humedad relativa del 65 % y temperatura de 60 ° C / 140 ° F. El azúcar es un producto higroscópico que debe mantenerse alejado de los olores fuertes.

### **2.6.3. Puntos críticos**

Se describen los puntos críticos en el proceso de producción de caña de azúcar.

#### **2.6.3.1. Cogeneración**

A través de la cogeneración, se puede obtener energía eléctrica, mecánica y térmica que se puede utilizar en el mismo proceso industrial de energía principal. El bagazo se usa comúnmente en los ingenios azucareros como fuente de cogeneración, reduciendo el consumo de combustibles fósiles en el proceso industrial de la planta y utilizando los recursos de manera más eficiente para reducir las emisiones de contaminantes.



Al final del proceso de quemar bagazo, se producirán cenizas. Si hay contaminación cruzada, si hay suelo presente, las cenizas y el bagazo deben tener un porcentaje m / m de cenizas > 0,095 millones m / m deben rechazar los productos que excedan el contenido aceptable de sedimentos. Se realizó un muestreo aleatorio de sedimentos en el lote de azúcar estándar para determinar si el lote fue aceptado.

### **2.6.3.2. Destilación**

Contaminación de la preparación microbiana en presencia de esporas, manteniendo el proceso de inspección de la lámpara UV.

### **2.6.3.3. Azúcar**

Contaminación por agua, grasas, aceites u otros agentes líquidos que alteren la forma del azúcar.

## **2.7. Exportación**

Se describe el proceso de exportación de las diferentes presentaciones de azúcar que se comercializan en la empresa en estudio.

### **2.7.1. Almacenedora Kalel**

Es una empresa dedicada a la fortificación y empaque de azúcar, situada en Retalhuleu km 177.

### **2.7.2. Almacenedora Expogranel**

Expogranel, S.A. es la terminal de embarque responsable del recibo, almacenamiento y transporte del azúcar de exportación producido por la fábrica de azúcar guatemalteca. Está ubicada en la provincia de Puerto Quetzal en Escuintla, en la costa sur de Guatemala, a unos 100 kilómetros de la capital de Guatemala. Expogranel, S.A. cuenta con un equipo profesional y personal altamente calificado, por lo que es una de las terminales de embarque más eficientes del mundo y un tipo de Guatemala.

### **2.7.3. Estándares de calidad**

La temporada de producción tiene un gran impacto en la calidad de la caña de azúcar. El contenido de sacarosa se ve afectado durante las estaciones frías y excesivamente húmedas. Es importante elegir la variedad adecuada en función de las condiciones locales.

Los agricultores también deben cultivar contratos de confitería que estén maduros en un momento conveniente, lo que también es consistente con la producción máxima de azúcar. La gestión de las cosechas puede afectar la cantidad de plantas o suelos indeseables en la caña de azúcar que se envía a la planta.

Es importante tener cuidado de minimizar el nivel de contaminantes en la cosecha. Además, cualquier demora en la entrega de la caña de azúcar a la fábrica resultará en la pérdida de azúcar. La correcta nutrición de la caña de azúcar puede afectar su calidad.

- El nitrógeno aumenta el rendimiento de azúcar, pero es importante que se pueda equilibrar para garantizar un desarrollo, ya que no conduce a un extremo de admisión de flujo excesivo de la temporada de sacarosa y lo determina un retraso en la maduración.
- El fósforo, el potasio y el azufre son importantes para la buena claridad del jugo.
- El potasio juega un papel muy importante en la síntesis del azúcar y su cambio en la caña de azúcar. También mejora la calidad del azúcar por los niveles Brix. Sin embargo, la absorción afecta severamente la cristalización del azúcar.
- El suministro de magnesio facilita consolidar el contenido de sacarosa de la caña al mejorar la síntesis de proteínas.
- El azufre trae una serie de características de calidad que incluyen a los niveles Pol y Brix.
- Los productos con micronutrientes también son importantes para mantener los procesos de crecimiento que promueven el azúcar de alta calidad.



### **3. PROPUESTA PARA LA APLICACIÓN DEL SISTEMA DE SEGURIDAD ALIMENTARIA FSSC 22000**

#### **3.1. Área de aplicación**

El esquema de la propuesta está orientado a la auditoría, certificación y registro de los sistemas de seguridad alimentaria e inocuidad de los alimentos dentro del alcance y de las categorías de productos con la larga vida de anaquel a temperatura ambiente, dentro del cual se analizarán los procesos de producción de azúcar cruda y el proceso de destilería por medio de las células de fermentación, documentando cada uno de los procesos que lleva al producto final y evaluando áreas críticas.

##### **3.1.1. Área de producción de azúcar**

El proceso de fabricación consta de los siguientes pasos:

- Entrada o transporte de caña: la caña que ingresa a la fábrica es pesada en las básculas y se descarga en el patio de caña para luego ser ingresada en el molino.
- Molienda: es el proceso en el cual la caña es sometida al quiebre del tallo para luego pasar por las bandas transportadoras que conducen al molino donde se realiza el proceso de extracción de la sacarosa, al finalizar el proceso se obtiene el bagazo de la caña, el cual es utilizado para generar energía geotérmica y como materia prima en la elaboración de papel.

- Clarificación: el jugo obtenido en el proceso de molienda es ingresado a los *tombler* dentro de los cuales se reduce el grado de acidez, por medio de ósmosis inversa en que el jugo es alcanizado y se bombea a los calentadores donde se eleva a su punto más cercano de ebullición, si bien acá hay pérdida de sacarosa en el jugo de caña por la inversión durante el proceso de fabricación, esto se trata de evitar cambiando la velocidad de jugo de turbulento a laminar, por lo que en los clarificadores se presurizan los sedimentos y se procede a la decantación de los sólidos que dejan pasar el jugo, pero retienen la cachaza que puede ser reutilizada en el proceso del cultivo de la caña o en otras plantaciones. Por su grado de sacarosa suele fermentarse y funcionan como abono orgánico.
- Evaporación: luego que el jugo es clarificado pasa a los evaporadores, que funcionan al vacío para facilitar el punto de ebullición a menor temperatura y evitar pérdidas de sacarosa, en esta paso se extrae el 75 % del contenido de agua al jugo y de acá se obtiene la meladura.
- Cristalización: en este proceso se realiza el cocimiento de la sacarosa que contiene el jarabe, se lleva a cabo en los tachos al vacío, de este proceso se obtendrá azúcar cruda y azúcar blanco.
- Separación: por medio de la agitación producida por las centrifugas de segunda y tercera línea se logra separar la miel de los cristales de azúcar, estas pasan por las telas a una gran velocidad y los líquidos salen por las mallas.
- Refinado: acá se eliminan los colorantes y las materias inorgánicas utilizadas en el proceso de separación.
- Secado: la azúcar refinada se lava en los condensadores de vapor y se seca con aire caliente, para luego realizar la clasificación según el tamaño del grano de cristal y se almacena en silo para luego ser envasados y posteriormente enviarlos a las empacadoras como kalel.

### **3.1.2. Área de destilería**

Es el conjunto de procesos mediante los cuales se obtiene alcohol etílico por medio de la fermentación de la melaza de caña de azúcar o mosto fermentado.

- Fermentación: proceso bioquímico efectuado por las levaduras en el que los azúcares se presentan en la mezcla de alimento y son transformados en etanol y dióxido de carbono, en este proceso lo más importante es mantener las condiciones específicas de temperatura y regular el pH de la melaza para obtener un buen desarrollo y desempeño de las levaduras que harán que la fermentación sea óptima.
- Destilación: es la operación de mezclas líquidas en sus constituyentes primarios, mediante diferentes punto de ebullición. En este proceso se aprovecha que cada una de los líquidos que componen la mezcla poseen diferente punto de ebullición, lo que hará que la separación sea óptima en las columnas de destilación, en que los rehervidores por medio de transferencia de calor condensan los líquidos y forman vapor con el objetivo de deshidratar la sustancia y producir etanol.

### **3.2. Seguridad alimentaria FSSC 22000**

Es el programa de certificación para los sistemas de seguridad alimentaria dirigido a todas las organizaciones productoras de ingredientes alimenticios, como aditivos, vitaminas y cultivos biológicos, así como los materiales de empaque que conllevan los mismos.

### **3.2.1. Requisitos técnicos**

Los requisitos están basados en varios criterios que se deben auditar como un solo sistema de calidad que regule la inocuidad de los procesos dentro del ingenio para cada unidad de negocio. Dentro del ingenio se utilizan y se mantienen algunos programas de prerrequisitos (PPR).

- Requisitos reglamentarios, esto es aplicable en todo sentido al departamento de *supply chain*, debido a que ellos tienen contacto con la obtención de la materia prima y el despacho del producto terminado.
- Código de prácticas y directrices reconocidas en las áreas de despacho de materias primas, producción y producto terminado.
- Requisitos de los clientes: es necesario advertir al cliente sobre los manejos que se deben tener en la manipulación del crudo y producto terminado, así como la forma de almacenar.
- Documentación de cada uno de los procesos y prácticas aprendidas en cada una de las áreas de trabajo puestas en marcha.

### **3.2.2. Descripción de cada uno de los procesos**

Para satisfacer las principales necesidades de las partes interesadas y garantizar el control adecuado a la inocuidad de los procesos, el esquema debe incluir en cada uno de los procesos los siguientes requisitos:

- Requisitos reglamentarios: se debe evaluar la gestión de adquisición de servicios que involucren la manipulación de la materia prima, que en este caso se debe considerar que en el proceso agrícola, específicamente en el área de cultivo y en el área de compras, se debe mantener un registro de los fertilizantes a utilizar como también de los insecticidas utilizados



en las aplicaciones áreas, manteniendo de esta forma el estándar de calidad en el cultivo.

- En el código de prácticas y directrices se debe reconocer que el departamento de compras es el primer involucrado en darle apertura a un insumo utilizado como parte de los procesos de producción en la obtención de azúcar refinada, por ende debe mantener un registro de insumos y servicios categorizados por cada unidad de negocios, al igual que el departamento de logística y gestión de la calidad debe mantener un registro también la bodega de producto terminado, de igual forma que debe parametrizar los requisitos en obtención de servicios que se vean involucrados y afecten a los procesos como tal.
- En cuanto a los requisitos del cliente, el departamento de comercialización es el encargado de informar al cliente sobre las recomendaciones de manipulación en los productos terminados cuando en su momento se requiere, de esta forma debe entregar certificados de análisis de calidad, metales pesados, inocuidad, con esto se podrá brindar la entera confianza del producto para el consumo o comercialización del mismo.
- Se debe realizar bitácoras de cada uno de los procesos de producción dentro de los cuales se deben registrar posibles problemas, amenazas, defectos y también la resolución a estos.

### **3.2.3. Puntos de control crítico**

Se consideran como puntos críticos los siguientes factores:

- Gestión de servicios:
  - Aplicaciones en áreas de insecticidas
  - Distribución de PT a puertos de distribución

- Control de plagas en BPT
- Control en el abastecimiento de materias primas
- Fraude alimentario

#### **3.2.4. Acción correctiva**

Se describen las acciones correctivas:

- Aplicaciones aéreas: se debe trabajar con proveedores que estén capacitados y tengan la documentación y permisos necesarios para prestar este servicio.
- Distribución de PT a puertos de distribución: contratar operadores logísticos que tengan unidades de transporte óptimas y que se adapten a las capacidades y necesidades que se tienen, previo a iniciar la zafra se recomienda realizar una evaluación de proveedor con base en los parámetros que establezca el departamento de gestión de calidad.
- Registrar el servicio de plagas dentro de la sección de servicios críticos, realizar revisiones de forma periódica y programar fumigaciones de control preventivo en las áreas de mayor exposición de peligro.
- Realizar auditorías a la cadena de suministros y solicitar el certificado de calidad y análisis de cada producto en cada una de las entregas que se tienen a la bodega de tránsito y a las respectivas bodegas de cada unidad de negocio.

#### **3.2.5. Plan FSSC 22000**

A continuación se detalla el plan con sus debidos alcances para cada unidad de negocio afectada para la producción de azúcar 150.

Auditoría de la fase 1: se debe revisar todos los documentos de abastecimiento de insumos.

- Se debe tener llena las fichas de evaluaciones a proveedores por rubro.
- Se deben clasificar los servicios como críticos, específicamente aquellos que estén involucrados en el proceso de producción de azúcar 150, para lo cual debe haber una evaluación y aceptación del servicio que se esté contratando.

Se deberá generar un informe con base en la información facilitada y se debe tomar la decisión mediante el equipo auditor, el resultado sirve para determinar si los procesos se encuentran dentro o fuera de control.

Auditoría de la fase 2: se evaluará lo siguiente:

- El flujo de proceso de la línea de producción de azúcar 150.
- Todos los programas que involucren la línea.
- Todos los insumos que sean necesarios en el proceso de producción.
- Procedimientos de los programas prerrequisitos como indicadores de medición operativos.
- Manual de certificaciones alternas, en este caso HACCP.
- Registros relacionados con las medidas de control y con calidad a lo largo de todo el proceso.
- Procedimientos de gestión de programas como: auditorías internas, programas de validación, gestión de cambios, control de documentos y programa de atención a visitas oficiales.

### **3.3. Gestión alimentaria y seguridad alimentaria**

Implementar estándares para la mejora de la gestión de seguridad alimentaria da respuesta a la demanda mundial provocada por la globalización y por los altos índices de calidad de vida de los consumidores, lo que ha ocasionado que se tenga una conciencia de sanitación ya sea por temas culturales o por temas únicamente de prevención, pero que ha ocasionado una reestructuración positiva en la manufactura de los alimentos.

#### **3.3.1. Calidad y seguridad alimentaria**

Los sistemas de gestión de calidad y seguridad alimentaria pretenden garantizar la inocuidad a lo largo de la cadena alimentaria, iniciando por la producción primaria y culminando con el consumidor final. El sistema de gestión de seguridad alimentaria permite que el producto sea considerado dentro del mercado global, cumpliendo con las exigencias que las grandes cadenas de distribución han impuesto a sus proveedores, por lo que tener un sistema de calidad y seguridad alimentaria dentro de Ingenio Palo Gordo permitirá estar a la altura del nivel de exigencia del mercado actual.

#### **3.3.2. Control de los informes de calidad y seguridad alimentaria**

La descripción de los informes se muestra a continuación:

Tabla V. Informes de ingreso a bodegas de MP

| PROVEEDOR                      | ENTRADAS  | ACTIVIDADES  | SALIDAS                                       | CLIENTES             | INDICADOR                                  |
|--------------------------------|---|--|---|----------------------|--|
| Procesos del Sistema           | Resultados de resultados de auditorías                          | Revisión por la Dirección                            | Planes de acción                              | Procesos del Sistema | Eficacia del Sistema de Gestión de calidad |
|                                | Retroalimentación del cliente                                   |  | Asignación de Recursos                        | Cliente              |  |
|                                | Desempeño de los procesos                                       |  |   |                      |  |
|                                | Conformidad del producto  |  |   |                      |  |
|                                | Estado de las acciones correctivas y preventivas                |  |   |                      |  |
|                                | Acciones de seguimiento de revisiones por la dirección previas  |  |   |                      |  |
|                                | Cambios que podrían afectar al sistema de gestión de la calidad |  |   |                      |  |
| Recomendaciones para la mejora |   |  |   |                      |  |
| Gestión de Calidad             | Propuesta de política y objetivos de calidad                    | Revisión política de calidad y objetivos de calidad. | Aprobación de política y objetivos de Calidad | Procesos del Sistema |  |

Fuente: elaboración propia.

### 3.3.3. Registros para calidad y seguridad de los productos

Control de los requisitos que se están cumpliendo en cada uno de los parámetros impuestos por el departamento de calidad con el fin de lograr la seguridad e inocuidad de los alimentos.

Tabla VI. **Registro de cumplimiento de procedimientos**

| Procedimientos                       | Registros                       | Puntos de norma que cumplen |
|--------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Manual de Calidad                    |                                 | 4.3                         |
| Control de documentos                | Listado maestro de documentos   | 4.4                         |
| Control de registros                 |                                 | 7.5                         |
|                                      | Encuesta de Satisfacción        | 7.5.1.                      |
| Procedimiento de Auditorías Internas | Plan de Auditorías Internas     | 7.5.2                       |
|                                      | Programa de Auditorías Internas | 7.5.3                       |
|                                      | Lista de Verificación           | 9.1.1                       |
|                                      | Informe de Auditoría Interna    | 9.1.2                       |
| Plan de Acción                       | Registro de No Conformidades    | 9.2                         |
|                                      | plan de acción                  | 9.1.3                       |
|                                      |                                 | 10.1.                       |
|                                      |                                 | 10.2.                       |
|                                      |                                 | 10.3                        |
|                                      |                                 | 6.1                         |

Fuente: elaboración propia.

### 3.3.4. Proveedores de agroquímicos y materia prima

A continuación se muestra el listado de los proveedores de agroquímicos utilizados en un período de zafra:

- Duwest S.A.
- Agrofortress S.A.
- Mayafert S.A.
- Disagro S.A.
- Basf Guatemala

### **3.3.5. Agroquímicos**

Los agroquímicos son aquellas sustancias utilizadas en la agricultura para mantener los cultivos libres de cualquier plaga, o bien para el desarrollo del cultivo, estos se clasifican de la siguiente forma:

- Insecticidas: utilizados para evitar plagas de insectos.
- Herbicidas: utilizados para desechar y evitar el crecimiento de plantas no deseadas en los cultivos.
- Fertilizantes: es un estimulante utilizado para el enriquecimiento del suelo, favoreciendo así el crecimiento y desarrollo del cultivo más rápido.

### **3.3.6. Acción correctiva**

Para mantener la inocuidad dentro de los procesos se debe evaluar las especificaciones técnicas que mantiene el departamento de calidad con el departamento de abastecimiento, deben conciliar en cuanto a los parámetros que se impondrán a cada proveedor en cada una de las entregas.

En cada recepción de producto el proveedor está obligado a entregar el certificado de análisis en el cual se encontrará la información del lote, las fecha de producción al igual que la fecha de caducidad, adicional a esto se deben adjuntar las fichas técnicas de cada producto y una declaración de sustancias precursoras en el caso de que aplique.

### **3.3.7. Trazabilidad**

Consiste en mantener un conjunto de medidas, acciones y procedimientos que permitan registrar e identificar cada producto desde el proceso agrícola

hasta llegar al destino final. El registro de lote de producción (*batch record*) es el documento en el cual se encuentra el nombre de origen, las características, cantidad y destino final de los componentes que se están suministrando a la materia prima y en los procesos de transformación que se llevan a cabo en el proceso de fabricación. Esto es un elemento clave para la trazabilidad del proceso.

### 3.3.8. Gestión de reclamos

Se mantiene un registro de las actividades más importantes, con lo cual se deben tomar acciones para evitar que los productos potencialmente peligrosos entren en la cadena alimentaria, algunos de ellos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla VII. Indicador de reclamos a proveedores

| CORRELATIVO | Bodega   | FECHA  | TIPO         | NOMBRE PRODUCTO O ÁREA | PROVEEDOR | LOTE (SI APLICA) | DESCRIPCIÓN   | ACCIÓN TOMADA  | ESTADO  | FECHA DE CIERRE |
|-------------|----------|--------|--------------|------------------------|-----------|------------------|---|--|---------|-----------------|
| 1-13-18.    | AGRICOLA | 03-may | AGROQUIMICOS | AMETRINA               | DUWEST    | 221239-D         | Durante la descarga se encontraron dos sacos rotos, los cuales se colocan en cuarentena y se solicita el cambio directo de los mismos en la proxima entrega.  | Se solicitó el cambio directo al proveedor   | CERRADA | 20-may          |
| 1-14-18.    | AGRICOLA | 03-may | QUIMICO      | ALPHA 11               | SOLAE     | R770004335       | Desde que el contenedor entro al puerto el Ministerio de Agricultura, Ganaderia y Alimentación (MAGA) durante inspección de rutina alertó que el conenedor venia contaminado con plagas, por tal motivo, al recibirlo en nuestra planta se procedió a realizar un procedimiento de gasificación, el cual duró desde el viernes 27 hasta el martes 1 de mayo. Nuevamente se observa producto derramado por el borde del sello. Adicionalmente desde que se abrió el contenedor se percibió un olor fuera de lo normal, por lo que posterior a la gasificación se procedió a hacer una ventilación controlada, la cual, actualmente aún esta en proceso, esto sumado a analisis microbiológicos previo a su liberación. | Se gasificó el contenedor completo y se realizó inspección a todos los sacos, el producto no presentó presencia de plagas. | CERRADA | 10-may          |
| 1-16-18.    | FABRICA  | 04-may | QUIMICO      | CLORURO DE CALCIO      | SOLAE     | CC4130318        | Los sacos rechazados presentan rotura en el área de costura, permitiendo la absorción de agua del ambiente por el producto. Al ser un producto higroscópico cambia rápidamente sus características al contacto con el aire.   | Se rechazaron los sacos rotos, se realizó cambio directo.  | CERRADA | 10-may          |
| 2-16-18.    | FABRICA  | 23-may | QUIMICO      | ACIDOSULFURICO         | DISAGRO   | 541551041        | EL DÍA MIÉRCOLES 23/05/18 AL DESCARGAR EL CAMIÓN Y REALIZAR LA INSPECCIÓN CORRESPONDIENTE DEL TRANSPORTE, SE ABRÍÓ UNA DE LAS CAJAS Y SE ENCONTRÓ UNA CUCARACHA VIVA DENTRO DE ELLAS, DONDE VIENE DIRECTO EL PRODUCTO. POR TAL RAZÓN SE RECHAZÓ EL LOTE YA QUE NO NOS GARANTIZA LA INOCUIDAD DEL PRODUCTO.  | Se rechazó el ingreso completo, se solicitó cambio directo al proveedor  | CERRADA | 23-may          |

Fuente: elaboración propia.



### **3.4. Instalaciones de la planta de producción**

Dentro de Ingenio Palo Gordo, el área agrícola tiene como objetivo producir caña de azúcar como materia prima, la cual será utilizada para el proceso de la extracción de azúcar, alcohol, melaza y generación de energía eléctrica a través del bagazo como combustible. Se inicia con el proceso de la adquisición de fincas, siembras, mantenimiento del cultivo, cosecha y transporte, finalizando con la entrega de caña de azúcar en el patio para luego ser trasladada al área de molinos.

Actualmente la planta del ingenio está localizada en un terreno con extensión de tierra de 10 500 Ha bajo administración, además cuenta con la provisión de caña de proveedores en un área de 7 000 Ha.

La planta de IPG está distribuida de la siguiente forma:

- Área agrícola: esta área se encuentra localizada en la parte norte de la finca, consta de área administrativa y área operativa, en esta unidad de negocio se observa todo lo que forma parte del mantenimiento del terreno, se estudian opciones de siembra y riego con la finalidad de lograr un proceso efectivo de cosecha, se ha implementado formas alternativas de cosecha con la utilización de abonos orgánicos producidos en el mismo proceso de la caña de azúcar, se ha logrado un crecimiento 2 % arriba de la media de crecimiento estándar, aplicando meladura en proceso de fermentación a la tierra, generando de esta forma un crecimiento rápido y fortaleciendo las raíces, además hay una disminución en el presupuesto anual de la unidad de negocio.
- Taller: la función de esta área consiste en la predicción, mantenimiento y reparación de toda la maquinaria agrícola, su objetivo es mantener la

disponibilidad alta para garantizar las operaciones de cultivo, cosecha, transporte y maquinaria de patio del ingenio, entre las operaciones más regulares que se realizan están:

- Análisis de aceites
  - Mantenimientos preventivos programados
  - Mantenimiento rápido o *pitts*
  - Mantenimiento correctivo
  - Detección de fallas
  - Comprobación de fallas en sistemas electrónicos
  - Programación de software de la maquinaria agrícola
  - Capacitación de operadores de todo tipo de máquinas
- 
- Fabrica: esta área se encuentra localizada en la parte sur de la finca y cuenta con los siguientes procesos.
    - Extracción del jugo: seguidamente que la caña es descargada en el patio de caña ubicado al centro del ingenio, la caña es transportada por bandas que se dirigen a los molinos donde pasan por la picadoras y desfibradoras, que las convierten en pequeños trozos facilitando la extracción del jugo en los molinos.
    - Purificador del jugo: el jugo obtenido es colado iniciando la primera etapa de calentamiento, de esta forma facilita la sedimentación de sólidos para luego separarlos del jugo claro que queda en la parte superior del clarificador, luego es llevado a los filtros rotatorios al vacío para la recuperación de su contenido de sacarosa.
    - Concentración del jugo: el jugo es enviado al tándem de evaporación para ser concentrado hasta obtener la meladura, la

cual es purificada en los clarificadores antes de ser llevada a los tachos.

- **Cristalización:** es en los tachos donde se produce la masa cocida conformada por los cristales de azúcar y miel.
- **Centrifugado y secado:** la masa cocida pasa a centrifugas de alta velocidad que separan los cristales de azúcar. Durante este proceso, el azúcar es lavado para retirar los residuos de miel y posteriormente pasa a ser secado y enfriado. La miel que se retira de este proceso es utilizada como materia prima para la transformación del alcohol.

### **3.4.1. Exterior de las instalaciones**

Dentro de los pasillos que interconectan a cada una de las unidades de negocio prevalece una cultura ecológica ya que dentro de uno los valores que se fomentan dentro de la organización está la responsabilidad social empresarial con el medio ambiente, por lo que el ingenio posee 150 plantaciones de árboles frutales entre cada uno de los encaminamientos, al igual cuenta con un sistema de reciclado fomentado por la clasificación de desechos, creando de esta forma una cultura de responsabilidad en cada una de las líneas de trabajo que lo conforman.

#### **3.4.1.1. Requisitos indispensables**

La unidad de negocio de fabricación debe contar con lo siguiente:

- Una temperatura óptima de 25 °C si bien el proceso de fabricación es exotérmico y en ambiente caluroso se mantienen instalados unos *chiller* que regulan la temperatura de 32° a 26°, y una ventilación en las áreas

semiabiertas de 0,50 m/s a 0,75 m/s, manteniendo un ambiente de trabajo dentro de los parámetros normales de operación.

- La iluminación que se mantiene dentro de fábrica es de 10 000 lúmenes, al realizarse tareas visuales y excepcionalmente exigentes se debe mantener un ambiente iluminado, para que el trabajador no se sienta cansado durante los períodos de operación.
- Dentro de la planta se puede tener una alteración en el factor del ruido alcanzando los 80-90 DB en operación de los molinos y las centrifugas, por lo que es necesario mantener al personal operativo con protección auditiva.
- Para los evaporadores se mantienen filtros húmedos que minimizan la contaminación visual y ambiental en la región, por lo tanto se mantiene la densidad aparente visual de humo en 20 %.

### **3.4.2. Seguridad del área de ingreso a las instalaciones**

Para ingresar al área industrial se mantienen las siguientes medidas de seguridad, para lo cual colaboradores y visitantes deben cumplir con lo siguiente:

- Colaboradores
  - Vestimenta: pantalón de lona, camisas industriales sin botones, mangas elásticas, botas industriales con punta de policarbonato y suela aislante dieléctrico.
  - Seguridad industrial: tapa oídos, cofia, lentes UV, casco según código de colores, chaleco tipo arnés y guantes para cada una de las operaciones a desempeñar.

### **3.4.2.1. Requisitos básicos**

Toda persona que tenga contacto directo con el proceso de producción de azúcar deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- Los colaboradores deben presentarse debidamente rasurados, con las uñas de manos bien recortadas, no utilizar perfume, reloj, anillos, cadenas o cualquier accesorio dentro de las instalaciones de producción.
- No deben ingerir alimentos dentro de la zona de producción.
- Deben cambiarse dentro de la zona asignada como vestidores y utilizar los overoles debidamente identificados para cada proceso de producción.
- Utilizar su equipo de seguridad industrial al ingresar a su área de trabajo.

### **3.4.3. Instalaciones, flujo de procesos y separación de cada unidad de negocio**

Se mantiene una bitácora de la ruta de producción a través de cada una de las líneas de operación analizando la función de los equipos que forman parte de cada unidad de negocio.

### **3.4.4. Equipo en contacto con la materia prima**

Diariamente en un período de zafra se muelen alrededor de 14,5 TM de caña, a continuación se describirá el trabajo que realiza cada equipo en el proceso de producción:

- Molinos: muelen el tallo de la caña para extraer el jugo, el bagazo es llevado a las calderas para producir energía geotérmica.

- Clarificador: el jugo proveniente del molino es clarificado y se realizará una separación por membranas selectivas, lo sólido denominado cachaza es utilizado como abono orgánico.
- Evaporadores: el jugo separado de lo sólidos es llevado a su punto de ebullición para evaporar el líquido y dejar el sólido, a esa mezcla acuosa se le denomina meladura.
- Tacho: son contenedores en los cuales se realiza la formación de azúcar por medio de la cristalización de la sacarosa provocada por el ácido sulfúrico en grado alimenticio.
- Centrifugas: se realiza el secado de la solución anteriormente realizada y se genera la azúcar 150 color.

#### **3.4.4.1. Agroquímicos apropiados**

Dentro del ingenio se utilizan los siguiente agroquímicos para mantener el cultivo de la caña en óptimas condiciones.

Tabla VIII. Proveedores agroquímicos y usos

| Proveedor    | Químico     | tipo        | uso   |
|--------------|-------------|-------------|---|
| Agrofortress | Acifluorfen | herbicida   | combate las malas hierbas y las gramíneas en el cultivo de la caña de azúcar              |
| Agrofortress | aldicarb    | Insecticida | Combate los insectos, nematodos y los ácaros en los tallos del cañal                      |
| Duwest       | Ametrina    | herbicida   | combate las malas hierbas y oxidación en el tallo de la caña                              |
| Duwest       | Atraton     | herbicida   | Combate los insectos en la edad primaria del cultivo de caña                              |
| Duwest       | Atrazina    | herbicida   | Combate malas hierbas producidas en la etapa previa al corte de caña                      |
| Disagro      | Bromacilo   | herbicida   | Combate las malas hierbas y arbustos en la superficie no cultivada                        |
| Disagro      | Dieldrina   | Insecticida | Combate los insectos del suelo, como las langostas  |
| Mayafert     | Hexazinone  | herbicida   | Combate algunas malas hierbas de la conifera de la caña de azúcar                         |
| Mayafert     | Mevinfos    | Insecticida | Combate los escarabajos acrílicos y saltahojas de una gran variedad en la caña de azúcar. |

Fuente: elaboración propia.

### 3.4.5. Mantenimiento de las instalaciones

Mantener una bitácora de los mantenimientos preventivos y correctivos que se realizan a la planta y a los equipos que involucran las líneas de producción. Los mantenimientos que se realicen en los equipos e instalaciones no deben poner en riesgo la inocuidad y la seguridad alimentaria de los procesos.

### **3.4.5.1. Requisitos indispensables**

Al realizar los servicios de mantenimiento se debe registrar las operaciones que conlleve el mantenimiento y se debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Se debe indicar fecha y personas que realizaron el servicio.
- Se debe anotar el tiempo que permaneció parada la unidad.
- Se debe indicar a qué unidad se le realizó su servicio.
- Se debe registrar incidentes ocurridos mientras se realiza el mantenimiento.
- Anotar la fecha de la próxima revisión ya sea con factor de tiempo o factor de operación.
- Todo personal que realice estas actividades debe ser una persona capacitada y debe realizar el mantenimiento con su debida protección personal.
- Anotar tipo de lubricantes y herramientas externas que se utilizaron durante la operación de mantenimiento.

### **3.4.6. Instalaciones para el personal**

La organización proporciona y mantiene los recursos para el establecimiento, la gestión y el mantenimiento del ambiente de trabajo necesario para lograr los requisitos de los FSMS. De esta forma se debe mantener una ergonomía entre los factores humanos y físicos tales como:

- Instalaciones adecuadas
- Áreas para ingerir alimentos
- Áreas para cambiarse de vestimenta



- Áreas para realizar necesidades fisiológicas
- Parqueo para vehículos de colaboradores bajo sombra
- Áreas verdes para el uso del colaborador

#### **3.4.6.1. Requerimientos**

Cuando la organización establece, mantiene, actualiza y mejora continuamente sus FSM mediante el uso de elementos desarrollados externamente de un sistema de gestión integral, incluyendo los puntos críticos, es necesario que pueda cumplir con los siguientes apartados:

- Limpieza en el lugar de trabajo y áreas comunes.
- Iluminación, ventilación de acuerdo a las operaciones por áreas realizadas.
- Factor de ruido, proteger al personal a las medidas de exposición severas.
- Áreas de vestidores, baños y regaderas limpias.
- Área de comedor libre de plagas.

#### **3.4.7. Sistema de limpieza e higiene de la planta de producción**

Las instalaciones y el equipo deben mantenerse en una adecuada conservación para facilitar todos los procedimientos de limpieza y desinfección y para que el equipo cumpla con la función predeterminada, la limpieza debe remover los residuos de alimentos, grasas y suciedades que puedan ser fuente de contaminación. Los métodos de limpieza para la planta y bodega de producto terminado consistirán en lo siguiente:

- Aplicar una solución de detergente sin aroma para despegar la capa de suciedad y de bacterias que se encuentran en los paneles y techos que rodean la planta y las bodegas de producto terminado.
- Aclarar con agua para eliminar la suciedad adherida y los restos de detergente.
- Desinfectar la zona de producto terminado.
- Aplicar los productos de limpieza con los cuales se realizaron pruebas previas de hisopado y lograron determinar la eliminación de un 99,9 % de bacterias.
- Las superficies del suelo y paredes se limpian constantemente debido a que el proceso de transformación arroja polvo de los cañaverales y al ser ingresados al molino se riegan, lo que produce una suciedad de lodo en las instalaciones, por tal razón las áreas deben ser limpiadas cada 45 minutos.
- Los recipientes de basura se encuentran debidamente identificados por los códigos de colores que pertenecen a cada área industrial que se limpia todos los días.
- Mediante el pacto colectivo se establece la obligatoriedad de mantener las áreas de trabajo internas y aledañas bajo control de la falta de higiene que pueda afectar en el tratamiento del crudo.

#### **3.4.7.1. Requerimientos mínimos**

Dentro de los requisitos que fueron propuestos por la FAO a las plantas transformadoras de caña de azúcar está que se deben tomar medidas apropiadas para la remoción y el almacenamiento de los desechos orgánicos y químicos que puedan ser resultado de algún proceso industrial en la transformación de la caña de azúcar, no se debe permitir la acumulación de desechos en área de manipulación y de almacenamiento de producto ya

terminado o de crudo. Para mantener la seguridad alimentaria dentro de cada uno de los procesos se realiza lo siguiente:

- Realizar estrategias de muestreo en las superficies de mayor contaminación para obtener un parámetro de inocuidad.
- Ejecutar los procedimientos programados de limpieza por área dentro del tiempo estipulado y tomando en cuenta la afluencia de colaboradores en la planta.
- Registrar las aplicaciones de químicos en la desinfección de las áreas a controlar.
- Realizar rotaciones periódicas de productos de limpieza con el objetivo de reducir la resistencia bacteriana.

#### **3.4.8. Residuos orgánicos**

Dentro del proceso de producción de azúcar se generan algunos desechos agroindustriales, los cuales son reutilizados en la agricultura moderna, como el bagazo generado de la molienda y extracción del jugo, la cachaza y la vinaza en el proceso del alcohol, los cuales son utilizados como parte del abono orgánico y ayudan en la conservación de los suelos, la cachaza está considerada como el subproducto más importante, ya que genera una mejor absorción de agua a la planta y aporta calcio, mientras que la vinaza es utilizada como un reactivo en el crecimiento acelerado de la planta.

Estos desechos orgánicos son utilizados para la fabricación de *compost*, que es un conjunto de bacterias naturales aeróbicas seleccionadas que degradan los componentes de materiales animales, vegetales y se transforman en una sustancia denominada *humus*, la cual ocasiona que las reacciones bioquímicas de la tierra con otros fertilizantes impidan la formación de malos olores y contaminen el aire.

#### **3.4.8.1. Área de residuos**

El bagazo se almacena en una bodega alterna a los molinos, en la cual el área de cogeneración extrae una parte considerable para generar energía geotérmica, la cachaza se almacena en bloques de *compost* alterno al patio de caña, para luego ser trasladada a diferentes fincas e iniciar el proceso de cultivo, la vinaza es almacenada en garrafas plásticas con una capacidad de 20 litros aunque por su baja densidad sufre de evaporación acelerada a la temperatura externa que alcanza los 34 °C en su punto más elevado, por lo tanto se almacena a una temperatura ambiente de 25 °C para luego ser trasladada al área de CAT para que pueda ser utilizada como acelerante de crecimiento en el cultivo de la caña.

#### **3.4.9. Control de plagas**

Cuando se trata de alimentos y plagas, estos dos no pueden coexistir, ya que provocan un sinnúmero de enfermedades provenientes de la contaminación, es por ello que se debe manejar un registro de los mantenimientos que se realizan en la planta y en puntos benévolos considerados como críticos (ver apéndice).

##### **3.4.9.1. Proceso de eliminación de plagas**

El control del proceso de eliminación de plagas consiste en desarrollar un programa perimetral que evita el contacto directo de los agentes externos al interior de la planta, el control perimetral es de vital importancia, por lo que es necesario mantener la disciplina, orden y control tanto adentro como afuera de la planta. La forma actual que ha reducido los problemas de plagas es la instalación de anillos de limpieza y seguridad que sirven como una barrera para que los contaminantes en potencia no tengan espacio, esto se ha ido

complementando con la instalación de barreras físicas en ventanas y puertas, el sellado de cañerías, el retiro correcto de residuos y mantenimiento del exterior de las instalaciones, se han instalado cebos para ratas en las superficies alternas a las paredes de la planta y se colocaron insectocutores en los pasillos considerados como no críticos para el producto terminado, se han colocado trampas para insectos en las aberturas expuestas al exterior, se realizan fumigaciones a toda la planta de forma periódica, tomando en cuenta el tiempo muerto para evitar contaminaciones con el producto y con los colaboradores.

Se mantienen controles de mantenimiento correctivo ante cualquier situación que pueda suceder en la fábrica, se maneja un control directo que actúa sobre las poblaciones de plaga en cualquier estado de desarrollo, provocando la muerte de forma inmediata, también se tiene un control indirecto preventivo que consiste en actuar sobre el medio ambiente de las plagas convirtiéndolo en un medio hostil difícil de habitar que provocará que la plaga evite contacto con este ambiente.

#### **3.4.9.2. Expedición y transporte**

La expedición de transporte consiste en acondicionar el producto terminado en el contenedor del transporte, uno de los objetivos es mantener el producto en perfecto estado hasta el momento de la entrega al cliente, para lo cual es necesario tomar en cuenta algunos criterios:

- Recepción y preparación del pedido: antes de retirar el producto en la bodega de producto terminado es necesario que el producto cumpla con los criterios necesarios de calidad e inocuidad del producto.

- Consolidación del producto: para evitar incrementos en los costos de transporte se trata de juntar toda la cantidad de crudo que se dirige a las almacenadoras o a los puertos.
- Embalaje: el crudo se envía en sacos y los sacos son apilados en una *pallet* que soporta 25 sacos de 25 kg cada uno.
- Verificación de la mercancía: se verifican puntos críticos en el empaque.
- Emisión de la documentación: se documentan un certificado de análisis por lote y las fichas técnicas de manejo de crudo, al igual que un certificado de manejo de plagas.
- Transporte: pueden ser de dos tipos: plataforma y vagón, en ambos se debe proteger la parte inferior de la plataforma colocando vinil para evitar la abertura de los sacos y en los tipo vagón se deben proteger las paredes con papel Kraft para evitar contaminación cruzada entre el producto y el medio de transporte.
- Devoluciones: en este proceso se documenta por qué se realiza la devolución, si es por algún problema de calidad o técnico, y se emite un apartado dentro de la sección de mejoras.

### **3.5. Gestión para el control del producto**

En la producción de la línea de azúcar 150 color, un factor que es sumamente importante para la empresa es que el producto debe ser producido con los más altos estándares de calidad, ya que es un producto de categoría mundial sus parámetros también deben serlo. Por lo tanto la gestión de la operación de control de producto se basa en tres criterios:

- Inspección: se verifican uno por uno de los productos y equipos que participarán en el proceso de transformación, se deben registrar los parámetros técnicos de los productos como apariencia, color y olor, los

equipos que son parte de la transformación deben mantener sus bitácoras de mantenimiento al día.

- Control estadístico: se deben tomar muestras de los lotes producidos y anotar los criterios más sobresalientes que alteran el sabor, aroma y apariencia de la azúcar, el departamento de calidad con base en sus estudios determina los parámetros para liberar el producto y así poder seguir dentro de la cadena de transformación, el departamento de calidad es el encargado de aprobar y rechazar el producto terminado, antes de que pueda ser llevado con el cliente industrial, se realizan gráficos de control para observar si la transformación del producto se encuentra dentro o fuera de rango.
- Calidad total: acá existe el control del proceso de producción en su máximo esplendor, es necesario hacer conciencia que la responsabilidad de la calidad es de la empresa, el producto es transformado con todos los criterios óptimos de producción y luego es empacado y antes de cerrar el saco *jumbo* es pasado dentro de un sensor de análisis de metales dentro del cual en ocasiones se ha encontrado partículas de metal provenientes del desgaste mecánico que sufren los equipos de transformación, lo cual es anotado y forma parte de la cultura de riesgos y amenazas internas que puede sufrir el producto. Dentro de la organización se fomenta la cultura de que todos son parte de la calidad total, por lo tanto los colaboradores cuidan de que el proceso de producción se encuentre en los intervalos de control colocados en los pasos críticos de los colaboradores.

### 3.5.1. Diseño y desarrollo de azúcar 150

Azúcar blanco 150 es el edulcorante granular color blanco puro, utilizado para el consumo directo como materia prima en los procesos de fabricación de alimentos y bebidas.

- Diseño: el ingrediente activo de la sacarosa de alta pureza es transformado por medio de un proceso adicional de centrifugado, del cual se obtiene un color blanco brillante y sabor dulce, lo cual contribuye con la textura, color, sabor, propiedades fisicoquímicas y propiedades de preservantes, para una aplicación en la industria de confitería, bebidas claras, lácteos, pastelerías y productos farmacéuticos, el diseño del refinamiento del blanco 150 permite que pueda poseer características microbiológicas y fisicoquímicas diferentes al azúcar.

Tabla IX. **Diseño fisicoquímico blanco 150**

|              |                |
|--------------|----------------|
| Polarización | 99,70 °Z min   |
| Color        | 150 ICUMSA máx |
| Humedad      | 0,06 %         |
| Presentación | 50 kg, 1 TM    |

Fuente: elaboración propia.

La polarización consiste en la cantidad de sacarosa y se calcula considerando que la pureza de la sacarosa es igual a 100, lo que indica que la pureza de sacarosa en el blanco 150 es de 99,70° molal, lo que determina que el azúcar no contiene menos de 99,4 % de sacarosa. 150 icumsa es el grado de blancura que le otorga la Comisión Internacional para Métodos Uniformes de Análisis de Azúcar, para obtener esta blancura es necesario que el azúcar bruto se procesa más que el azúcar normal, la humedad es relativa al porcentaje de



jugo que pudo contener el bagazo de caña de azúcar por medio del método de estufa.

- Desarrollo: la masa es trasladada por las centrifugas, en este proceso los cristales se separan del jugo por medio de la agitación de los tambores rotatorios, los cuales tienen en sus paredes mallas, dentro de las cuales la miel sale de las centrifugas y es bombeada a los tanques de almacenamiento para luego ser sometida a las evaporaciones y a la cristalización en los tachos, al finalizar tres corridas se obtiene una miel delgada que es retirada y es trasladada al área de destilería para elaborar el etanol, el azúcar húmeda es transportada por los elevadores y por las bandas para pasar por las secadoras donde el azúcar se colocó en contacto con el aire caliente que ingresa en el contracorriente y genera el descenso de humedad relativa a un 0,05 %, para evitar la formación de terrones y la blancura necesaria para llegar al blanco 150.

### **3.5.2. Etiquetado de azúcar (sacos)**

Los sacos de azúcar deben contener la información necesaria para el consumidor según la norma CODEX STAN 1-1985, Norma General para el Etiquetado de los Alimentos pre Envasados. La etiqueta debe indicar la declaración de las propiedades, en la cual debe indicarse que el producto es de origen vegetal y que su transformación no tiene contacto con ningún ingrediente de origen animal, esta información debe estar lo más clara posible para el consumidor, se debe ofrecer también información técnica del saco en el cual va contenido el azúcar. Se debe indicar dentro de la etiqueta la fecha de producción, fecha de empaque, fecha de caducidad y número de lote, se debe agregar la información nutricional y se debe hacer énfasis en su aditivo alimentario principal, se debe colocar de forma explícita el nombre del alimento

y el lugar donde fue producido, se debe declarar el contenido neto del saco para que el consumidor pueda tener una visión clara de la cantidad por la cual está llenada el saco.

Se debe indicar en la etiqueta o en el saco la cantidad de dextrosa y la cantidad de presencia de almidón que tenga presente. Se debe presentar la ficha técnica del empaque y debe estar libre de contaminantes que pongan en riesgo la vida del producto.

### **3.5.3. Control de alérgenos (sacos)**

La norma CAC/RCP 1-1969 y la FDA reconocen los siguientes ingredientes como alérgenos: leche, huevo, trigo, soya, maní, nueces, pescado, mariscos, de los cuales ninguno entra en contacto con el proceso de producción de azúcar 150 blanco ni con ninguno de los procesos alternos de los otros tipos de azúcar.

### **3.5.4. Autenticidad del azúcar, afirmación y cadena de custodia**

Para realizar el proceso de autenticidad de la sacarosa y los productos derivados de la caña de azúcar se realizan dos análisis de cromatografía, en los cuales se analiza el comportamiento del radio de los isotopos estables del carbono y la cavitación de la miel proveniente del jugo de la sacarosa y se determina con base en su gravedad específica la pureza de la misma. También se analiza el color caramelo del jugo en el cual se analiza la pérdida de la trayectoria de la sacarosa, lo cual afecta en la determinación de los grados *brin* y en la determinación de los agentes de azúcares reductores utilizados mayormente en el proceso de fermentación. Por lo tanto, en la cadena de

custodia se analizan las medidas que se deben adoptar para guardar la identidad y la integridad de las muestras al producto, con el producto final se debe remitir que no sufre adulteraciones o modificaciones en ninguno de los procesos tercerizados que mantiene la cadena de abastecimiento del producto.

### **3.5.5. Llenado de azúcar (sacos)**

Las estaciones de llenado están anexas a la bodega de producto terminado, en la cual se encuentran 4 líneas de producción, 1 tolva de doble salida, 4 salidas para sacos *jumbo* y básculas de plataforma, en las cuales son colocados los sacos *jumbo* al finalizar el llenado y trasladados al área de patio de carga en el cual son acomodados en las plataformas, para luego ser despachados a granel o en presentación de sacos y trasladados a puerto o a las empacadoras correspondientes.

### **3.5.6. Inspección y análisis de laboratorio de empacadoras**

Los supervisores de operaciones aseguran la aplicación de procedimientos eficaces para hacer frente a la logística del traslado del azúcar blanco 150 hacia las básculas donde es asignado su turno desde el ingreso a las instalaciones, el personal de la torre de control informa el ingreso a las personas de gestión de calidad para la realización de las pruebas de análisis fisicoquímicos sobre las unidades dentro de las cuales será transportada el azúcar, si los resultados de las pruebas ejecutadas por el equipo de gestión de calidad se encuentran dentro de los parámetros establecidos, se autoriza la carga y se libera el lote, autorizando su utilización dentro del proceso de transporte. Si el azúcar no cumple con las especificaciones de calidad e inocuidad establecidas, la unidad pasa a un estado de cuarentena y posteriormente procede al rechazo y devolución.

El transporte es ingresado a la empacadora del peñón donde es pasado por báscula, dentro del cual es pesado y el peso bruto es registrado dentro del sistema de ERP de la empacadora, cada contenedor puede transportar de 20 a 25 *jumbos* en una plataforma de 40 pies. Luego de pesar el contenido en la báscula se procede con el ingreso del transporte que se descarga y se dirige a la bodega de materia prima, antes de descargar en esta área el piloto de la unidad descubre la carga, se realiza la siguiente inspección cuidando los siguientes criterios:

- Todos los sacos *jumbo* deben ir identificados con su respectivo marchamo.
- Se realiza un muestreo aleatorio, se realizan los análisis de color, granulometría y el factor de humedad.
- Si el azúcar cumple con las especificaciones establecidas se acepta el lote y se autoriza a producción su utilización dentro del proceso.
- Si el lote no cumple con los parámetros se comunica a logística y ellos definen con producción qué hacer con el lote rechazado.

### **3.5.7. Liberación de azúcar**

Para su liberación antes de egresar de la bodega de producto terminado y posteriormente enviarlo a la almacenadora o puerto, es necesario llevar y mantener la verificación de calidad y aprobación del lote, para lo cual es necesario que pueda cumplir con lo siguiente:

Para la liberación de los lotes es necesario realizar inspecciones al azar por cada uno de los lotes para observar las características que han sido registradas por el departamento de gestión calidad y observar que cumplan con las especificaciones técnicas de cada línea de producción de azúcar. Si todos

los criterios cumplen a totalidad se procede a emitir el certificado de calidad, de tal forma que se certifique su idoneidad y puedan ser utilizados para el consumo de los clientes.

### **3.6. Gestión para el control de procesos**

Para mantener el control en los procesos críticos de producción de azúcar es necesaria la utilización de indicadores que determinen por factores métricos el buen comportamiento del desempeño de actividades, por ello la cobertura en los procesos se define como la amplitud que tiene el departamento de gestión de calidad en toda la cadena de abastecimiento y producción, los coordinadores velan por la eficacia, por ello mantener un alto volumen de caña en los patios es vital para lograr el objetivo del plan comercial, si esto se logra se puede decir que los procesos se encuentran en control.

#### **3.6.1. Control de operaciones unitarias**

Es vital mantener un control en cada una de las unidades de negocio siguientes:

- CAT: en el área de campo es necesario mantener las técnicas de riego con el objetivo de maximizar el beneficio de los agroquímicos, en alce es necesario mantener el equipo de grúas con su bitácora de servicios al día para incrementar la vida útil del equipo, en transporte es necesario capacitar y hacer hincapié en las normas de seguridad que se debe mantener para el buen manejo de la caña en las carreteras y entre los caminos que circunvalan las fincas, manteniendo y cumpliendo el Acuerdo Gubernativo 379-2010, que reglamenta el control de pesos y

dimensiones en vehículos automotores, es válido utilizar doble remolque en carreteras y dos o más entre fincas.

- Cadena de abastecimiento y logística: es necesario mantener el criterio de calidad en la obtención de materias primas y adquisición de servicios, ya que de ello depende que todo el proceso sea de calidad. Logística debe velar por el buen manejo de almacenes de materia prima y producto terminado, al igual que el transporte del producto terminado a cada una de las bodegas de tránsito para luego ser enviadas a puerto.
- Fábrica debe apegarse al plan comercial para programar las presentaciones de azúcar, validando los criterios de inocuidad y calidad en cada una de sus materias primas utilizadas entre cada uno de sus procesos.
- Gestión de calidad debe velar por el buen cumplimiento de todos los factores, criterios y normas impuestas a cada una de las unidades de negocio, para que la transformación de la caña a azúcar sea con los mayores estándares de calidad.

### **3.6.2. Llenado y calibrado de sacos (*jumbo*)**

El llenado de sacos de 1 000 kg denominados *jumbo* cuenta con cuatro líneas de proceso, que operan de la siguiente forma: el blanco 150 cae en las tolvas alimentadas por unas mangueras tipo gusano, el azúcar pasa por un detector de metales que consiste en identificar alguna partícula anormal y es separada de ella por medio de una banda de imanes, luego es trasladada a la siguiente tolva en la cual está instalado un sistema de pesaje, el cual opera con una báscula tipo *batch* que determina el peso neto de 1 000 kg y posterior a esto cierra la llave y es trasladada por la banda al conductor de salida, durante este tramo se encuentra con otra báscula chequeadora que vuelve a revisar el peso del saco. Si el saco cumple con el peso y los parámetros es colocado en

la plataforma del contenedor y la báscula determina de forma general el peso total de los 200 sacos estibados.

La calibración de equipos en el área de llenado consiste en proteger la inocuidad y la seguridad del producto, se cuenta actualmente con un programa de calibración y mantenimiento para las básculas y balanzas empleadas que cuenta con un período de vida de 6 meses, la empresa que brinda el servicio debe estar certificada por ISO y debe tener la aprobación del laboratorio de control de calidad.

### 3.6.3. Volumen y cantidad de unidades

En la etapa de estibado el producto es colocado en *pallets* con el objetivo de mantener la integridad de inocuidad ya que es manipulado por los operadores de forma directa.

Tabla X. **Cantidad de estibas por tarima**

| Presentación Kg | Numero de filas | numero de sacos/tarima |
|-----------------|-----------------|------------------------|
| 22,75           | 10x12           | 120                    |
| 50              | 5x6             | 30                     |
| 1 500           | 4x4             | 1                      |

Fuente: OVANDO LÓPEZ, Stephanie Michelle. *Documentación de las buenas prácticas de manufactura y elaboración de los manuales de procedimientos en el área de producción en el centro de empaque el peñón, máquinas exactas, S.A.* p. 123.

Luego de realizarse el proceso de entarimado se debe flejar y luego se acomoda la tarima en el área de bodega.

### **3.7. Manipulación de materia prima del personal en el área de producto terminado**

Para la manipulación de la materia prima es necesario que el personal cuente con su equipo de seguridad alimentaria, el cual debe aplicarlo antes de ingresar a las bodegas de producto terminado, al igual que debe cumplir con las principales normas de higiene e insalubridad, para la manipulación de azúcar no se debe llevar puesto ni introducir efectos personales como joyas, relojes, broches u otros objetos si representan una amenaza para la inocuidad y aptitud del producto.

Las personas que trabajan en el área de contacto directo con el producto final deben evitar el contacto con los siguientes parámetros que pueden provocar una contaminación cruzada:

- Fumar
- Escupir
- Masticar o comer
- Estornudar o toser sobre los alimentos no protegidos

#### **3.7.1. Formación**

La capacitación en la higiene de los alimentos es de suma importancia, el departamento de gestión de calidad vela por la constante capacitación para crear la formación de los colaboradores que tienen contacto directo con el producto, el personal debe tener el conocimiento de su función y su responsabilidad dentro del proceso en el cual trabaja, las personas que manipulan la materia prima deben tener el conocimiento y la capacidad necesaria para llevar a cabo su operación, quienes manipulan productos



químicos que son de importancia en el proceso de transformación de la caña deben tener conocimiento de los usos contraindicatorios que pueden suceder por la mala manipulación de los mismos, deben considerar que el criterio más importante en el proceso de fabricación de azúcar es la inocuidad con la que se realicen los procesos. Deben realizarse capacitaciones constantemente y reforzar los siguientes temas:

- La naturaleza del alimento, la capacidad para impedir el desarrollo de microbios que generen la descomposición prematura del producto.
- La manera correcta de manipular el empaque de crudo.
- Los grados y tipos de azúcar que existen y cuáles van dirigidos a cada uno de los segmentos.
- El tiempo de vida de anaquel del producto.

### **3.7.2. Higiene personal**

Las personas que manipulan los alimentos deben mantener un alto grado de aseo personal, las personas deben llevar ropa protectora, cubrecabezas y calzado adecuado. Los cortes y las heridas que puedan sufrir los colaboradores, mientras que no les impidan retirarse de las actividades, deberán ser cubiertos con vendajes impermeables apropiados.

El personal deberá pasar por las estaciones de lavado de manos, cada vez que su nivel de limpieza pueda afectar a la inocuidad del producto. Cuando realice ciertas actividades deberá realizar lo siguiente:

- Antes de comenzar las actividades de manipulación de alimentos.
- Inmediatamente después de hacer uso del retrete.

- Después de manipular alimentos sin elaborar o cualquier material contaminado.

### **3.7.3. Revisiones médicas**

Para llevar un control del estado de salud de los colaboradores se utiliza este control médico:

### **3.7.4. Indumentaria adecuada bajo la norma de seguridad alimentaria FSCC 22000**

Toda persona que esté involucrada en el proceso agrícola debe utilizar la siguiente indumentaria para mantener la inocuidad y la seguridad alimentaria en los procesos Traje Tyvek para aplicación de agroquímicos y plaguicidas:

- Guantes de nitrilo para manipulación y aplicación de químicos
- Mascarilla N95 con filtro de carbono
- Botas plásticas de color negro
- Gorra tapanuca para evitar exposición solar
- Lentes *in/out* para evitar irritación ocular

Las personas que estén involucradas en el proceso de fabricación deben portar el siguiente equipo:

- Cofia
- Casco según código de color
- Lentes *in/out* antiempañantes
- Guantes de nitrilo, cuero
- Mangas de *polyester*

- chaleco reflectivo
- mascarilla N95 con filtros de carbono
- botas con punta de policarbonato



## **4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA**

### **4.1. Área de producción en cada una de las unidades de negocios**

En el proceso de cultivo de caña se debe mantener un control de los diferentes mecanismos, técnicas del manejo del cultivo y tipos de plaguicidas utilizados en todo el proceso del cultivo, se deben realizar minutas de las reuniones que se realicen entre los departamentos de gestión de calidad y agrícola, dentro de las cuales se deben revisar quincenalmente en período de zafra los controles de riego y los tipos de fertilizantes que se están aplicando en los diferentes campos de acuerdo a su demografía, adicional a esto se debe documentar con los permisos especiales que extiende la aeronáutica civil con base en el Reglamento de la Ley de Aviación Civil y regulación de aviación civil de aeronaves no tripuladas, por medio de la cual el propietario se hace responsable de cualquier tipo de lesión y daño causado en el área navegada, al igual que se debe mantener la latitud correcta de vuelo sin exceder lo permitido para lo cual son utilizadas fumigaciones áreas.

En período de reparación es fundamental revisar el tema de preparación de suelos y revisar el control de aplicación de inhibidores de floración y control de malezas en la planta de caña.

- Proveedores de caña: para mantener la estandarización de calidad del abastecimiento de materia prima es necesario que se pueda cumplir con un plan contra plagas.
- Estudios obtenidos por la evaluación demográfica de los suelos.

- Registros de la contratación de maquinaria amarilla para los procesos de área agrícola.
  - Proceso CAT (corte, alce y transporte): este es el último proceso de la producción del cultivo, en una etapa de este proceso agrícola es necesario quemar, cortar, alzar y transportar la caña de las fincas hacia la fábrica de producción del ingenio y luego transformarla en cada uno de los subproductos que se puedan realizar, será necesario documentar cada una de las funciones que puedan poner en riesgo la inocuidad del producto.
  - En la etapa del proceso de corte y alce se debe entrenar al personal para disminuir el costo de producción en la curva de aprendizaje, sin crear cuello de botella entre cada una de las fases del proceso, se debe surtir el equipo de protección personal a los colaboradores para proteger su integridad física.
  - Transporte: la caña es transportada entre fincas por medio de jaulas de doble remolque y por tráiler sobre la carretera al Pacífico, las unidades deben estar debidamente identificadas y poseer material fluorescente para movilizarse por la carretera en horario nocturno y evitar cualquier tipo de accidente, esto también es parte de las normas de calidad y seguridad.
  - Fábrica: se deben realizar bitácoras de todo el material directo e indirecto que tenga contacto con la materia prima, se debe implementar equipos de gestión de la inocuidad que pueda velar por el buen funcionamiento de los mismos en cada uno de los procesos en los cuales se trabaja, debe ser personal propio que

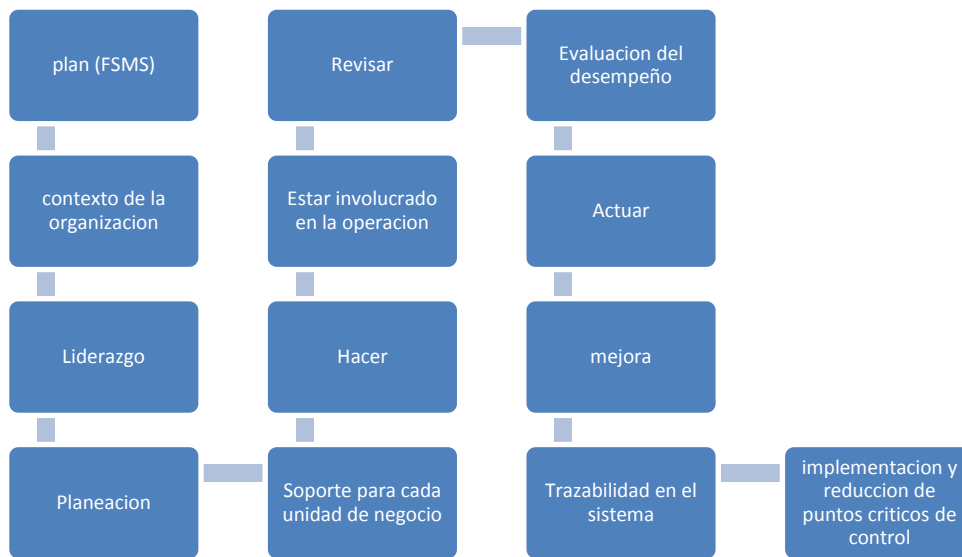
se desempeñe en cada una de las áreas, ellos conocen las propiedades físicas, químicas y mecánicas que puede atravesar el producto para llegar a convertirse en un producto estrella. La labor de la calidad total tiene alcance para cada una de las unidades de negocio. Se debe capacitar al personal sobre nuevas técnicas en la manipulación de alimentos promoviendo de igual forma la cultura de las buenas prácticas de manufactura, es necesario velar por la integridad del producto, es por ello que el producto debe estar expuesto a recertificaciones y evaluaciones en un período no mayor a 10 meses.

#### **4.1.1. Plan de seguridad alimentaria**

Para lograr un plan de control dentro del ingenio que pueda asegurar la inocuidad y la seguridad alimentaria es necesario seguir la ruta del ciclo de PHVA, se determinarán dos niveles para tener mayor alcance. Se analizó la situación actual y se observaron los puntos de mejora en el programa de seguridad alimentaria.

Se ha definido la secuencia de ejecutar el plan en el cual se disminuirán los puntos críticos encontrados en el área de carga. Se revisará que la propuesta al plan sea efectiva para los procesos y se monitoreará el comportamiento de colaboradores sujetos al plan. Se realizan minutas con los equipos de trabajo para abordar situaciones que promuevan el aprendizaje en cada unidad de negocio y la unidad de las operaciones.

Figura 11. **Plan de control de la organización**



Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.2. **Formación del equipo de inocuidad FSCC 22000. Sistema de certificación de seguridad alimentaria**

El equipo de gestión de calidad está centrado en el objetivo de establecer el programa de seguridad alimentaria en cada uno de los procesos, para lo cual se debe crear un comité plenario que vele por la buena gestión en cada unidad de negocio.

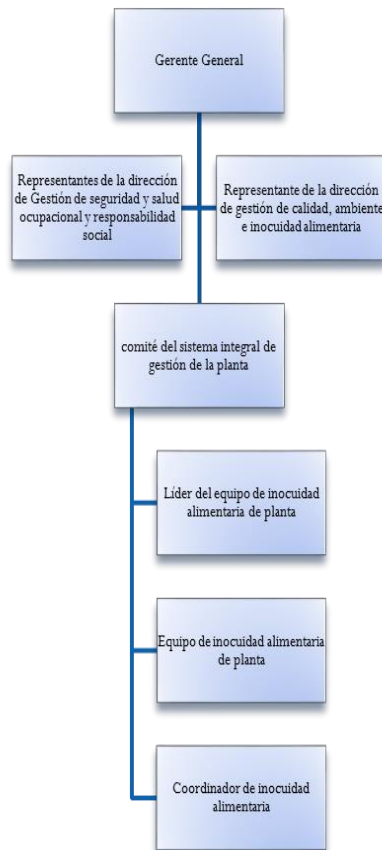
A continuación se detalla la estructura a proponer:

- Gerente general: es el encargado de dirigir, controlar y administrar la organización y al cual se debe presentar los resultados del programa.



- Representante de la dirección de gestión de seguridad: es el gerente encargado de definir las políticas de seguridad en toda la planta y mantener el control de incidentes y accidentes.
- Representante de la dirección de gestión de calidad: es el gerente el encargado de mantener los parámetros de calidad en cada uno de los procesos que componen cada unidad de negocio.
- El comité del sistema integral de gestión calidad está conformado por todos los coordinadores y jefes de cada departamento, su función es estandarizar el programa en cada área de trabajo y reportar avances por medio de minutas en cada reunión mensual.
- Líder del equipo de inocuidad es la persona ubicada en el tramo intermedio entre las líneas de mando medias y los supervisores, su función es consolidar todos los parámetros de los gráficos de control en cada lote y verificarlos con el comité del sistema integral de gestión y definir soluciones a problemas que puedan suscitarse en la operación.
- Equipo de inocuidad alimentaria: es el conjunto de supervisores de cada proceso.
- Coordinador de inocuidad de materiales: es la persona con conocimientos técnicos en el área de abastecimiento, es el primer filtro para que el producto pueda cumplir con los parámetros establecidos por el departamento de gestión de calidad, las materias involucradas deben tener los parámetros y certificados de calidad aceptables, se debe cotejar la información práctica en registros que deberán presentarse en cada evaluación de certificación.

Figura 12. **Organigrama del equipo de inocuidad**



Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.2.1. **Capacitación al personal de cada unidad de negocio**

Capacitar al recurso humano es la tarea más complicada, debido a que se debe ajustar a los parámetros que fueron predeterminados por el departamento de gestión, en el momento de iniciar un proceso con alguna modificación es necesario tener en cuenta la curva de aprendizaje, con el objetivo de mantener

al recurso humano actualizado se presenta el programa de capacitación para el área de fábrica y para el área de CAT.

**Tabla XI. Programa de capacitación**

| Nombre/Descripción del Curso  | Origen   | Instructor                  | Lugar                               | Hrs | Días | Fecha      | Destinado a   |
|---|--|-----------------------------|-------------------------------------|-----|------|------------|---|
| PCC y PPRO  | Programa Permanente de Buenas Prácticas de Manufactura | A. Villatoro                | planta IPG                          | 1   | 1    | julio      | Operarios y supervisores de Control de Calidad y Producción             |
| FÓRMULAS Y PESADO   | Requerimiento Sub Gerencia General                     | Ing. José Francisco Calzada | Planta IPG BPT                      | 1   | 1    | 29/06/2018 | Personal de Producción (5)  |
| FÓRMULAS Y PESADO   | Requerimiento Sub Gerencia General                     | Ing. José Francisco Calzada | Planta IPG BPT                      | 1   | 1    | 5/07/2018  | Personal de Bodega (4)  |
| GOMAS EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS (II) Almidones y derivados       | Requerimiento Gerencia Comercial                       | Ing. José Francisco Calzada | Planta IPG CAT                      | 1   | 1    | 6/07/2018  | Personal de Agrícola  |
| SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL Y REFORMAS AL CÓDIGO DE TRABAJO       | Requerimiento Desarrollo Humano                        | Lic. Ninrod Sazo            | Orellana, Sánchez, Sazo y Asociados | 4   | 1    | 7/07/2018  | Lic. Enmy Carrera   |
| FÓRMULAS Y PESADO   | Requerimiento Sub Gerencia General                     | Ing. José Francisco Calzada | Planta IPG Bodega Agrícola          | 1   | 1    | 7/07/2018  | Personal de producción (4)  |
| COMUNICACIÓN Y RELACIONES INTERPERSONALES EN LA ATENCIÓN AL CLIENTE | Requerimiento Gerencia Comercial                       | Licda. Cariño López         | Cámara de Industria de Guatemala    | 3   | 1    | 12/07/2018 | Ing. Carlos Vásquez, Ing. Ingrid Reyes, Lilia Fernández, Andrea Solares |
| MODIFICACIONES A OPERACIONES COMERCIO INTERNACIONAL                 | Requerimiento Gerencia Administrativa                  |                             | Cámara de Industria de Guatemala    | 1   | 1    | 13/07/2017 | Alejandra Vásquez   |
| CONTROL EN LA CADENA DE ABASTECIMIENTO FSMA                         | Requerimiento Sub Gerencia General                     | Ing. José Francisco Calzada | Planta IPG BMP, BPT                 | 1   | 1    | 14/07/2017 | Personal de Bodega, Producción y Control Cal. (10)                      |

Fuente: elaboración propia.

#### **4.1.2.2. Prerrequisitos para la elaboración de azúcar segura y bajo los regímenes legales**

Según la norma del Codex para los Azúcares, Codex Stan 212-1999, la norma indica y se aplica a los azúcares destinados para el consumo humano en el cual se indica que el azúcar blanca 150 color con base en el proceso de

refinado debe tener una polarización no menor de 99,7° Z. y para la cual se deben utilizar únicamente los aditivos como el dióxido de azufre dentro de las proporciones molares regulares, y los antiaglutinantes dentro de la proporción de 1,5 % molal en condiciones que no se presente almidón. Posterior al proceso se debe asegurar realizar los análisis de metales pesados, esto para constituir que las cantidades de azúcar están fuera de peligro para la salud del consumidor, se deben realizar análisis fisicoquímicos de la composición de la sacarosa por la comisión de Codex dentro y analizar los posibles residuos de plaguicidas que puedan presentarse.

#### **4.1.2.3. Descripción de la fabricación de azúcar 150**

El proceso de fabricación de azúcar 150 consiste en el proceso de refinación del azúcar blanco estándar, el cual consiste en someter en un proceso fisicoquímico el crudo en el cual se disuelve el azúcar a 59,8° *brix*, luego se le adiciona carbón activado y tierra diatomácea, esto es transportado por las telas de la centrifuga de primera y segunda, por las cuales son atravesados hasta llegar a los filtros verticales y se obtiene un licor de color claro, el cual es llevado a su punto de ebullición para luego evaporarlo, en este proceso inicia la cristalización de los granos realizando un *bypass* a las centrifugas, en el cual se utiliza el agua condensada para lavar el grano, de lo cual se obtendrá un porcentaje de humedad entre 2,9 % y 0,56 %, por lo que es necesario iniciar el proceso de secado para obtener un porcentaje entre 0,15 % y 0,03 % para el azúcar blanca.

#### **4.1.2.4. Análisis de riesgo y puntos de control**

Entre los puntos con mayor índice de riesgo se encuentran las siguientes áreas, para lo cual es necesario establecer los siguientes puntos de control:

- Área de envasado: es necesario realizar previamente al llenado de sacos y el análisis de metales pesados, se debe aplicar al sistema de muestreo simple y registrar en los gráficos de control los puntos analizados.
- Área de fábrica y bodegas: manejo de control de plagas, se tiene dentro de la categoría de servicios críticos, es necesario crear un plan de mantenimiento periódico y de análisis y evaluación a las áreas con mayor riesgo, como las bodegas de producto terminado y materiales, se tienen instaladas trampas en el área alterna de la bodega de desechos orgánicos y equipo auditivo para el aislamiento de roedores.
- Área agrícola CAT: en especial en el proceso de cultivo en el cual se realiza el proceso de aplicaciones y en el área de plaguicidas se debe controlar mediante registros y correlaciones las cantidades aplicadas a los campos, cuidando la proporción en cuanto aplicaciones/áreas totales. En el proceso de corte se deben realizar análisis químicos a la caña para observar si hay alta presencia de residuos de plaguicidas que afectarían el proceso de producto terminado, se analiza por medio de líneas de cultivo para observar las áreas afectadas.

#### **4.1.2.5. Establecimiento de un plan de acción correctiva**

En este procedimiento es necesario tomar las acciones necesarias para eliminar la causa de no conformidades para determinar las posibles no conformidades y evitar la ocurrencia en el sistema de gestión de calidad e inocuidad de acuerdo a los requisitos de norma FSSC (anexo 1).

#### 4.1.2.6. Evaluación del plan FSCC 22000

La evaluación del plan de seguridad alimentaria se realizó a través de una auditoría interna en la cual se evaluaron los riesgos críticos y los puntos de control ya definidos, y se observaron los siguientes puntos denominados no conformidades, los cuales es necesario anotarlos en el plan de acción correctiva. A continuación se detallan los cambios para eliminar las no conformidades:

Tabla XII. Evaluación de auditoría interna

| Revisión | Fecha      | Cambios  |
|----------|------------|--|
| 01       | 10/08/2016 | Ninguno.   |
| 02       | 12/06/2018 | Se aclara criterio de tiempo a generar plan de acción y cierre de las acciones correctivas para definir ruta de autoridad en la ejecución del programa de seguridad alimentaria. |
| 03       | 26/11/2018 | Ninguno.   |
| 04       | 09/12/2018 | Se aclaran criterios de: tiempo para generar plan de acción y cierre; generación por incumplimiento de indicadores de las acciones correctivas en el departamento de producción. |
| 05       | 27/01/2019 | Ninguno  |

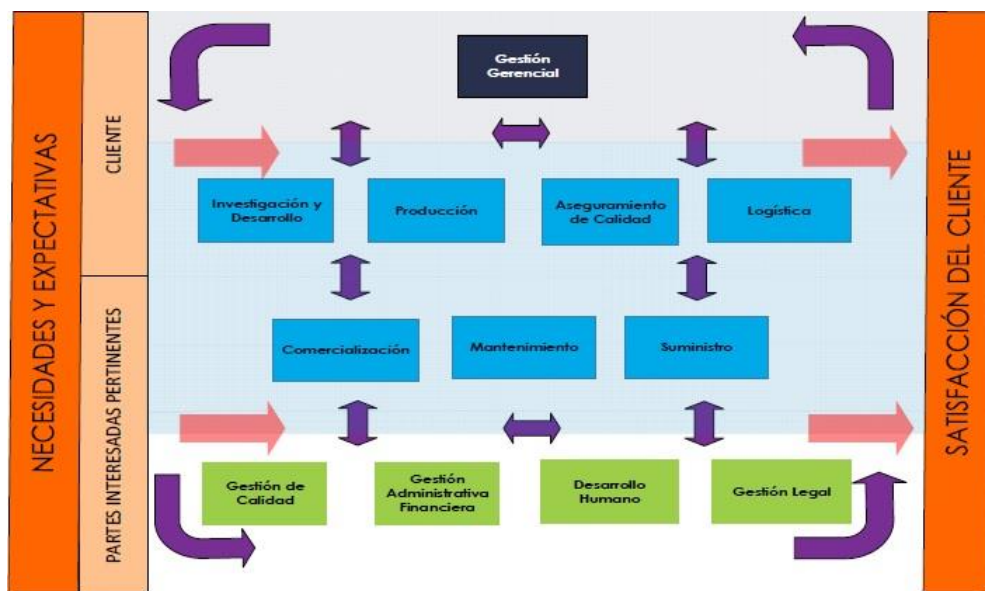
Fuente: elaboración propia.

#### 4.2. Sistema de gestión de calidad y seguridad alimentaria

El programa define toda la cadena de abastecimiento y suministro del ingenio, su objetivo es satisfacer las necesidades del cliente con la amalgama perfecta de seguridad alimentaria, esto hace que el producto pueda cumplir con los más altos estándares y tenga presencia en el mercado, para lograr esto es necesario que la organización se dirija de forma compacta hacia un mismo objetivo, es por ello que el alcance de este programa hace que los departamentos de servicios sean un eslabón importante en la cadena de

calidad y seguridad y es por ello que se presenta el esquema de trabajo que conlleva la mejora continua desde todos los puntos y departamentos de la organización.

Figura 13. **Mapa de interacción para la mejora continua de la gestión de calidad y la seguridad alimentaria**



Fuente: elaboración propia.

#### 4.2.1. **Manual de calidad y seguridad alimentaria**

Dentro de los requerimientos y procesos descritos en los manuales de calidad y seguridad alimentaria es necesario tomar en cuenta que el factor más importante para poder cumplir con los estándares es el factor humano, es por ello que se debe en tomar en cuenta los siguientes aspectos para apoyar el desarrollo de los mismos:

- Acciones o medidas correctivas: tipos de acción que puedan ser tomadas cuando el resultado del monitoreo de un punto de control crítico esté fuera de los límites establecidos.
- Análisis de peligros: evaluaciones de información sobre los peligros y condiciones que los puedan originar.
- Auditorias: exámenes independientes para evaluar el funcionamiento de actividades, con el fin de observar y evaluar los resultados y así poder justificar con los objetivos previamente propuestos.
- Buenas prácticas de manufactura: son las técnicas y principios vinculados con la higiene en la manipulación, preparación, envasado, almacenamiento, transporte y distribución de azúcar en cada uno de los puntos definidos.

Es necesaria la capacitación y el adiestramiento en cada una de las operaciones involucradas con el factor humano, ya que son los responsables que el producto pueda cumplir con todos los estándares de calidad propuestos.

#### **4.2.2. Control de la documentación de procesos**

Los procedimientos para controlar la documentación pueden garantizar que los colaboradores aplicarán el documento adecuado al momento de realizar la auditoría de calidad, por lo tanto se debe realizar un seguimiento de preparación y de gestión con el cual pueda asegurarse que los trabajadores puedan reemplazar la información obsoleta con la información actualizada, para ello es necesario seguir la matriz de procesos por cada departamento (anexo 2).



#### **4.2.3. Auditoría interna para el diseño del plan de seguridad alimentaria**

El procedimiento tiene como alcance a todos los procesos de la organización, se realizarán auditorías internas por lo menos una vez cada seis meses, considerando el estado que guarda y la importancia del proceso a evaluar. Se evalúan los criterios, políticas, procedimientos y requisitos utilizados como referencia, se pueden presentar dos situaciones: no conforme: el producto o servicio no cumple con los requisitos, y no conformidad: incumplimiento de un requisito.

#### **4.2.4. Aprobación de proveedores y materia prima**

Se analiza y se evalúa a los proveedores de acuerdo a los criterios identificados con las condiciones de compra establecidas, cumpliendo con el sistema de gestión de calidad y de acuerdo a los requisitos de la norma FSSC 22000. Tanto el método operativo como las responsabilidades que se refieren al presente procedimiento se detallan en el diagrama de flujo.

#### **4.2.5. Especificaciones de materia prima y producto terminado**

Se establece la metodología para asegurar que los productos o servicios adquiridos cumplen con los requisitos de compra especificados. Este procedimiento tiene como alcance el proceso de producción y se debe aplicar a las líneas existentes de derivados del crudo. Tanto el método operativo como las responsabilidades se detallan en el diagrama de flujo.

#### **4.2.6. Acciones correctivas a partir de las no conformidades**

Como parte del accionar de las no conformidades se desarrolla un programa en el cual se documenta la acción correctiva y se incluye dentro de un apartado como lecciones aprendidas en las cuales se consideran tres tipos de fuentes para documentar la lección aprendida:

- Seminarios, talleres, ferias o visitas.
- Proyectos.
- Variaciones en los procesos del sistema (necesidades y tendencias cambiantes).

La lección aprendida puede ser positiva o negativa, por lo que se debe detallar en un formato las lecciones en las cuales se indicará de forma breve la experiencia de aprendizaje.

#### **4.3. Diseño de las instalaciones según la norma FSCC 22000**

Los edificios deben estar diseñados, construidos y adecuados a la naturaleza de las operaciones, la planta debe estar ubicada en un ambiente libre de contaminación que pueda permitir una producción segura, el *layout* de las instalaciones debe indicar un diseño con las estructuras internas y accesorios y detallando la ubicación de los equipos y la instalación de los laboratorios. Se debe tomar en cuenta los espacios para mejorar el flujo lógico de materiales, producto y personal, debe existir una separación física entre las áreas de materiales, procesos y productos terminados, los puntos de transferencia deben minimizar la entrada de materiales extraños y plagas. Los pisos y paredes deben ser fáciles de limpiar y apropiados al tipo de proceso, los materiales de construcción deben ser resistentes a los sistemas de limpieza que

requiera el proceso de producción, debe existir una ventilación e iluminación adaptada al sistema de producción y al clima expuesto. En el almacenamiento la instalaciones deben estar protegidas del contacto contra el polvo, la condensación, desagües, residuos u otras fuentes de contaminación que puedan existir, se debe monitorear la temperatura y tomar en cuenta los factores térmicos de almacenaje de los materiales y de producto terminado, los medios de distribución y aprovisionamiento de áreas de servicio deben estar diseñados para minimizar el riesgo de contaminación del producto, en la eliminación de residuos se debe habilitar un sistema de adecuado de identificación, recolección y agrupamiento en la eliminación de residuos a manera de poder prevenir la contaminación cruzada en otras áreas que son críticas en el proceso de producción, los contenedores deben ser compactos y se deben utilizar con el objetivo de reducir al mínimo el riesgo de contaminar, se debe restringir el acceso a personas que forman parte del equipo de producción a áreas de desechos, durante los horarios de jornada.

Los equipos que actúan de forma directa con el crudo deben estar diseñados y construidos para facilitar la limpieza, desinfección y mantenimiento, las superficies en contacto no deben afectar o bien ser afectadas por los productos o sistemas alternos al proceso de limpieza.

Se debe establecer un programa de mantenimiento alternativo al período de reparación en el cual se establezcan criterios para los cuatro tipos de mantenimiento, se debe asegurar que las reparaciones emergentes no pongan en riesgo la inocuidad del proceso.

#### **4.3.1. Dimensiones óptimas**

La planta de Ingenio Palo Gordo cuenta con 2 hectáreas, de las cuales 5000 metros cuadrados son utilizados para la planta de transformación de caña a crudo.

#### **4.3.2. Seguridad apropiada**

Además de verificar las condiciones de operación es necesario concretar las medidas de seguridad en la fábrica, para ello es necesario que el equipo utilizado dentro del proceso pueda cumplir con las medidas de inocuidad y la función del mismo se pueda mantener, logrando de esta forma la eficacia en el proceso, en los equipos que tengan contacto con los procesos críticos se debe realizar estudios periódicos que puedan eliminar o reduzcan los niveles inocuos de los microorganismos perjudiciales o indeseables, en este caso se debe registrar los análisis para las torres de filtración de sedimento posterior a realizar el secado del granulo.

Para la seguridad de los colaboradores se deben tener identificadas las áreas críticas de peligro por medio de rótulos que indiquen precaución, es necesario proveer a los colaboradores del equipo de protección necesario para evitar cualquier incidente.

#### **4.3.3. Equipo apropiado**

El personal debe contar con el siguiente equipo de protección para permanecer dentro de la planta y evitar cualquier riesgo:

- Casco manteniendo el código de colores.

- chaleco reflectivo.
- Calzado industrial con la normativa vigente.
- Cofia para colaboradores que tengan contacto con el producto terminado.
- Chaleco tipo arnés para operaciones de riesgo al aire libre.
- Tapones auditivos que soporten los 90 DB.
- Tapabocas.
- Mangas para evitar contacto directo con los rayos de sol.
- Guantes de diferente categoría especial para las operaciones que así lo requieran.
- Trajes para aplicación de agroquímicos.
- Batas para contacto con el producto terminado.

#### **4.3.4. Instalaciones adecuadas para el personal**

La estructura y los elementos que forman parte de las instalaciones influyen en la seguridad y bienestar de los trabajadores, por ello es necesario ajustar los ambientes para aumentar la productividad en los operarios y facilitar el control de las zonas de emergencia identificadas, las instalaciones cuentan con los servicios sanitarios proporcionales a la cantidad de operarios que hay en la planta, tanto para hombres como para mujeres, se debe tomar en cuenta que por cada variación en el personal humano masculino mayor a 20 personas se debe instalar un sanitario adicional y por cada 15 mujeres se debe instalar un sanitario, los sanitarios deben contar con abundante agua, papel y jabón para mantener la inocuidad en los procesos y una ergonomía en el área de trabajo.

Las instalaciones de trabajo fueron diseñadas con base en estas características:

- Distribuir las áreas de trabajo en función de la operación.
- Prevenir el cuello de botella.
- Facilitar el acceso a las salidas de emergencia.
- Identificar las zonas de alto riesgo.
- Aislar de forma eficiente las áreas que son expuestas a sonidos mayores a 85DB.
- Tener una iluminación adecuada en función de las operaciones que realizan.

#### **4.3.5. Sistema de higiene y limpieza**

Este criterio permite aplicar actividades a la diversidad de grado de riesgos que acompañan a los procesos de transformación, por ende es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Contaminantes: realizar análisis para la identificación de cualquier agente biológico o químico, material extraño u otras sustancias que no han sido añadidas o no forman parte del proceso y que puedan comprometer la inocuidad del crudo.
- Toda persona que manipule directamente el producto terminado en su empaque o sin empaque debe tener su equipo de protección y utensilios de manejo de producto, las superficies que entren en contacto directo con el azúcar refinada deben cumplir con los parámetros de desinfección, esto para evitar contaminación cruzada.
- Toda persona que forma parte del proceso de empaque debe trasladarse a las estaciones de lavado en cada período comprendido de 45 minutos, deben desinfectarse con alcohol en gel posterior al lavado para regresar a su estación de trabajo.

En particular hay que mantener cuidado en el tratamiento de los desechos y almacenar las sustancias nocivas como floculantes utilizados en el proceso de tratamiento de agua de manera apropiada, se deben mantener identificadas las sustancias que tengan un alto grado de corrosión y daños a la salud.

#### **4.3.6. Programa preventivo para control de plagas**

Las plagas constituyen una amenaza para la inocuidad y para la conservación del azúcar refinada, pueden producirse infestaciones de plagas cuando existen lugares que favorecen la proliferación y alimento accesible a la plaga y máxime cuando se trata de lugares abiertos como sucede en la planta, por lo que se debe adaptar buenas prácticas de higiene para que puedan erradicar la formación de un ecosistema que pueda conducir a la aparición de plagas, por lo tanto se deben generar e implementar programas de saneamiento y realizar inspecciones de los materiales utilizados de forma directa en la transformación de la materia prima, limitando de esta forma el uso de algún tipo de plaguicida que pueda alterar el buen proceso de transformación de caña.

Las bodegas alternas a la fábrica deben mantenerse en buenas condiciones, se debe programar mantenimientos preventivos para impedir el acceso de las plagas a las instalaciones, se deben cerrar los desagües que estén cerca de la bodega de bagazo, ya que este lugar es crítico para albergar plagas, se debe restringir la entrada de algún animal a los recintos de la fábrica y de las plantas de contacto directo con el producto. La disponibilidad de alimentos y de agua favorece al anidamiento y la infestación de las plagas, las posibles fuentes de alimento deben guardarse en recipientes a prueba de plaga o almacenarse encima del nivel del suelo y lejos de las paredes.

Se deben examinar las instalaciones cada tres meses y las zonas cercanas a la planta cada dos meses para identificar posibles manifestaciones.

#### **4.3.7. Instalación adecuada para almacenamiento de producto terminado**

Deben considerarse los siguientes procedimientos:

- Se debe seleccionar los tipos de azúcar (*white sugar*, *brown sugar*, 150 color) y sus ingredientes activos, con el objetivo de separar todos los productos terminados y definirlos entre aptos para la función comercial.
- Se debe mitigar, de manera higiénica, el producto rechazado y colocarlo en cuarentena en los casos que sea necesario.
- Se debe proteger el producto refinado de la contaminación de plagas o de algún contaminante químico, físico o microbiológico que esté en los alrededores, así como de sustancias objetables durante la manipulación, almacenamiento y transporte de azúcar a los diferentes puntos.

Se deben tomar en cuenta los parámetros de temperatura y humedad en el momento de almacenar el producto. Las bodegas alternas del ingenio poseen instalaciones libres de contaminantes, en particular los establecimientos cumplen normalmente con los siguientes aspectos:

- Zona cuyo medio ambiente no se encuentre contaminado: las actividades que se realizan a la cercanía no constituyen una amenaza grave de contaminación al azúcar.
- Zonas libres de exposición a inundaciones y protegidas de manera suficiente ante cualquier desastre natural.
- Zonas con medidas a prevenir infestaciones de plagas.



- Zona de las cuales se puede retirar de manera eficaz los desechos, tanto líquidos como sólidos.

#### **4.3.8. Mantenimiento óptimo del exterior de las instalaciones**

Las instalaciones deben mantenerse en un estado apropiado de reparación y condiciones para:

- Facilitar todos los procedimientos de saneamiento.
- Evitar la contaminación de los agentes internos, desprendimiento de partículas de concreto, escombros y sustancias químicas que puedan afectar la inocuidad de los procesos de transformación.

En la limpieza se deberá eliminar cualquier tipo de residuo de alimento que haya en las paredes y la suciedad que pueda constituir una fuente de contaminación. El método de limpieza consiste en realizar mantenimientos de pintado de forma periódica a todos los equipos que sufran corrosión.

#### **4.4. Control del producto**

Los tipos de producción de azúcar deben ir acompañados de toda la información apropiada, para asegurar que las siguientes personas de la cadena alimentaria puedan disponer de la información suficiente y accesible para poder manipular, almacenar, elaborar, preparar y exponer el azúcar a condiciones inocuas.

De tal forma que, para identificar y retirar los lotes en algún caso que presenten defectos los consumidores o clientes industriales, puedan verificar la información previa de lotes de fabricación, fecha de fabricación y fecha de

expiración, con lo cual la identificación al problema será de una forma rápida y eficaz, esta información permitirá:

- Comprender la importancia de la información sobre el producto.
- Evitar la contaminación y el desarrollo de supervivencia de microorganismos patógenos por medio del almacenamiento, de la preparación y del uso correcto del crudo.

#### **4.4.1. Diseño y desarrollo del producto**

El diseño demuestra que los clientes tienen un papel muy importante para definir los requisitos como elementos de entrada, al perseguir la satisfacción del cliente se requiere de evaluaciones de información relativa a la percepción del producto, es por ello que la estructura más concreta es la siguiente:

- Trabajar bajo los objetivos y política de calidad del ingenio
- Fortalecer el sistema de gestión de calidad
- Perseguir las responsabilidades de la dirección
- Gestionar los recursos
- Medir, analizar y mejorar los procesos

Todo esto debe ser aplicable al desarrollo de la transformación de la caña:

- Proveedores de caña: el objetivo es entregar la caña a los centros de recepción posterior a realizar los respectivos análisis de calidad, de acá es transportada a la báscula en la cual se toma el peso y es enviada al molino.

- El molino recibe la caña de la báscula, en este proceso se extrae el 95 % del jugo de caña, el bagazo es enviado a la bodega de desechos para que cogeneración pueda transformar el bagazo en energía geotérmica, el jugo es trasladado al proceso de purificación.
- Purificación: en este proceso se neutraliza el nivel de acidez del jugo elevando el pH de la sustancia al aplicar cal, luego se traslada al clarificador donde se separa el jugo del lodo, luego de esto pasa a la estación de filtrado y se recupera parte de la melaza, esto pasa al proceso de evaporación y concentración.
- En el evaporador el jugo es bombeado al preevaporador donde se lleva la sustancia a su punto de ebullición y se elimina parte del líquido.
- En el proceso de cristalización se logra pasar el residuo del filtrado y se presenta a los tachos donde se cristaliza la meladura.
- En el proceso de centrifugado es donde se lleva a cabo el proceso de refinamiento y blanqueado del azúcar.
- Envase: se empaca en presentaciones de 25 kg y en saco *jumbo*.
- El residuo del jugo es trasladado a las columnas de destilación y se procede con el proceso de fermentación para obtener etanol.

#### **4.4.2. Etiquetado del producto**

El empaque del azúcar debe estar etiquetado con instrucciones claras que permitan a la persona siguiente de la cadena alimentaria manipular, exponer, almacenar y utilizar el producto de manera inocua, para lo cual debe tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Declarar las propiedades, las cuales deben indicar los ingredientes que se utilizaron dentro del proceso de producción, los sacos deben tener marcada la fecha de fabricación, fecha de envasado y la fecha límite de

vida en anaquel, el saco debe contener un marchamo de seguridad que brinda la seguridad al cliente que el producto fue empacado desde el lugar de origen y no ha sido alterado.

- Se debe registrar el lugar de origen de producción y el número de lote.

#### **4.4.3. Sistema de gestión de alérgenos**

El proceso de transformación de azúcar no contiene alérgenos, por lo tanto se realiza únicamente un registro de los químicos utilizados en los procesos de producción y en el área agrícola.

#### **4.4.4. Llenado adecuado del producto**

El azúcar 150 refinada es envasada en sacos de polipropileno con impresión BOPP para 50 kilogramos, la cual es realizada en las bodegas de producto terminado por los operarios del área de bodega con su equipo de protección necesario, se realiza por medio de un equipo automatizado y se coloca el saco sobre una báscula para corroborar las cantidades y pesos necesarios, esta práctica se realiza siguiendo los criterios de inocuidad de la norma de seguridad alimentaria y con la buenas prácticas de manufactura.

#### **4.4.5. Procedimiento para liberación del producto**

La transformación de la caña en azúcar se basa en la formulación de procedimientos de producción que deben apegarse a la ficha técnica de producción, la cual es utilizada como parámetro de medición a un producto con los estándares necesarios de calidad, por lo tanto los lotes de producción deben ser liberados por el departamento de gestión de calidad, el cual debe realizar análisis previos de acidez basados en los grados *brix*, formulación de presencia

de agentes externos, análisis de metales, y debe adjuntar los registros de análisis a cada orden liberada para que pueda ser verificada y acertada por los clientes.

#### **4.5. Control de procesos**

Como parte del control de los procesos del sistema de seguridad alimentaria se identifican los riesgos y oportunidades utilizando la metodología FODA, de acuerdo con las necesidades y expectativas de las partes interesadas pertinentes, análisis de los encargados de proceso y evaluando los riesgos según debilidades y amenazas, evaluando el esfuerzo e impacto para las oportunidades. El control del sistema se lleva de acuerdo a las necesidades de cada proceso identificado, se generan procedimientos y formatos para asegurar el cumplimiento de objetivos e indicadores de los procesos; se designa un responsable por cada proceso, las responsabilidades, autoridades y competencias del personal, el cual se toma como referencia para asegurar la integridad del sistema de gestión de calidad, además del monitoreo del cumplimiento de los procedimientos establecidos en Ingenio Palo Gordo.

##### **4.5.1. Control de operaciones unitarias**

La función principal del proceso es la molienda, por lo tanto es necesaria la colocación de un punto crítico de control, en el proceso de la desfibradora en el momento de la extracción del jugo la caña debe estar preparada antes de llegar al tándem de molienda en la que cada molino es conformado por cuatro mazas cilíndricas, las cuales están ranuradas entre ellas y es por donde se extrae el jugo de caña, en este proceso es necesario mantener los registros de los niveles de acidulantes y floculantes a utilizar, ya que un exceso de cantidad puede afectar el funcionamiento del proceso y poner en riesgo la seguridad

alimentaria, es por ello que es necesario generar fichas de verificación al *batch* de insumos que es utilizado, esto mejorará la trazabilidad en los procesos.

#### **4.5.2. Etiquetado y control de llenado**

Las etiquetas se colocan en los sacos de 50 kilogramos, en el proceso posterior al llenado automatizado, antes de retirar de báscula se adhiere la etiqueta al saco, en la cual aparecen los caracteres claros, bien visibles y fáciles de leer por el consumidor en circunstancias normales de compra y consumo. El saco lleva una etiqueta complementaria en idioma inglés, la cual contiene la información necesaria y obligatoria que contiene la etiqueta de origen.

#### **4.5.3. Sistema de control de peso, volumen y cantidad de unidades**

El azúcar refinado es extraído de la centrifugas, es trasladado a la máquina llenadora, la cual consiste en llenar los sacos por medio de una tolva que está calibrada previo a iniciar al proceso, esta se puede ajustar para llenar sacos de 50, 100 y 1 000 kg, el saco es colocado encima de la báscula que determina el peso exacto de cada saco, estos son colocados sobre la rampa en tarimas de 1x15 m, cada tarima tiene la capacidad de soportar una carga de 1 200 kg, por lo tanto a cada tarima se le puede apilar 24 sacos de 50 kg y 12 sacos de 100 kg, regularmente los sacos *jumbo* con capacidad de 1 000 kg no son trasladados por medio de tarimas, si no que se utiliza una grúa para levantar el saco y colocarlo sobre la plataforma abierta del tráiler que realizará el movimiento, a las unidades de transporte previamente se les realiza un reconocimiento de calidad con base en las especificaciones pactadas dentro del contrato de transporte que llenó el departamento de compras con asesoramiento del departamento de gestión de calidad.

#### **4.6. Manipulación de materia prima del personal en el área de producción de cada una de las líneas de producción de azúcar 150**

La materia prima en el proceso del refinamiento de azúcar 150 es el tipo de azúcar *white sugar* estándar y *brown sugar*, estos son crudos del proceso de transformación de caña de azúcar, para procesarla es necesario seguir los siguientes aspectos.

##### **4.6.1. Formación del personal en las zonas de manipulación**

El proceso comprende 7 etapas, en las cuales cada colaborador ha sido capacitado y posteriormente adiestrado para poder cumplir la función en el proceso que le corresponde.

##### **4.6.2. Higiene adecuada**

Cada colaborador debe seguir el plan de higiene y limpieza que consiste en dirigirse a la estación de lavado cada 45 minutos, en este debe realizarse el proceso de lavado y desinfección de manos, el trabajador debe lavar sus manos con abundante agua, luego debe aplicar una porción de jabón neutro con el cual debe masajear de forma uniforme sus manos y dedos, posteriormente seca sus manos con toalla de papel, deposita el desecho en el cesto presionando el pedal, luego desinfecta sus manos con alcohol en gel y vuelve a su estación de trabajo, de esta forma debe realizar el proceso en cada período determinado.

#### **4.6.3. Programa de revisiones médicas**

El ingenio debe velar por la seguridad, higiene y salud de sus colaboradores, es por ello que se debe seguir el siguiente control médico:

- Los colaboradores de reciente ingreso deben presentar examen médico de salud y tarjeta de pulmones, posterior a esto se realiza una revisión médica general en la cual se examina enfermedades patológicas en la sangre.
- En cada período de zafra se debe realizar una jornada de desparasitación a los colaboradores que tengan contacto directo e indirecto en el proceso.
- Cada trabajador tiene derecho a consulta médica, cuando el colaborador lo requiera.
- A las personas encargadas del corte de caña se les debe realizar un chequeo médico cada mes, el cual consiste en observar resequedad en la garganta, medir niveles de glucosa, debido a que la operación es de extremo desgaste físico y puede causar deshidratación, lo cual puede causar serios daños a la salud del colaborador.
- En el mes de noviembre se debe realizar una jornada de vacunación para prevenir la influenza en el período de zafra que comprende los meses de noviembre a mayo.

#### **4.6.4. Indumentaria adecuada para cada área de trabajo**

El ingenio debe proveer el equipo necesario para que el colaborador no ponga en riesgo su vida y la vida de sus compañeros, es por ello que debe contar con el siguiente equipo según su área de trabajo:



- Separación de sólidos:
  - chaleco reflectivo
  - Lentes de seguridad
  - Guantes de nitrilo revestido
  - Mascarilla de vapor
  - Casco color azul
  - Tapones auditivos
  - Calzado con punta de acero
  
- Alcalización y clarificación
  - Guantes para manejo de químicos
  - Mascarilla de vapor con filtro
  - Cofia
  - Casco color verde
  - Lentes
  - Traje para aplicaciones químicas
  - Calzado de hule con punta de policarbonato
  
- Evaporación
  - Guantes para altas temperaturas
  - Mascarilla con filtros
  - Cofia
  - Casco color anaranjado
  - Calzado con punta de policarbonato
  
- Cristalización, centrifugado y secado
  - Calzado con punta de policarbonato
  - Casco color amarillo
  - Cofia

- Guantes
- Tapones auditivos
- Mascarilla para químicos
- Lentes
- Chaleco reflectivo

#### **4.7. Costos de operación**

Los costos de operación son aquellos gastos en los cuales se incurre para realizar la operación, en este caso se desglosarán los gastos para mantener activo el diseño e implementación del programa de seguridad alimentaria.

##### **4.7.1. Auditoría externa**

Los sistemas más eficaces de inocuidad alimentaria están asentados dentro del marco de cuatro elementos clave, los cuales son vitales para mantener un sistema de gestión estructurado y lograr así la certificación, para ello será necesario prorratear los costos de los departamentos de servicios hacia el departamento productor y de esta forma mostrar el costo total del diseño e implementación de la propuesta.

**Tabla XIII. Costos por auditorías externas**

| Auditoría externa                     | Área a evaluar  | Auditor | Tiempo    | Fecha      | Alcance                  | Costo       |
|---------------------------------------|---|---------|-----------|------------|--------------------------|-------------|
| HACCP/Code x                          | Cadena de abastecimiento/producción   | SGS     | 72 horas  | 20/11/2018 | CAT, fabrica, logística  | Q 6 930,00  |
| PPR                                   | Cadena de abastecimiento/producción/ RRHH   | SGS     | 86 horas  | 27/11/2018 | Logística, fabrica, RRHH | Q 17 678,00 |
| ISO 22000                             | Administración/cadena de abastecimiento/cogeneración/destilería/fábrica/corte alce y transporte | SGS     | 120 horas | 14/01/2019 | Toda organización        | Q 34 500,00 |
| Costo de inversión auditoría externas |   |         |           |            |                          | Q 59 108,00 |

Fuente: elaboración propia.

#### **4.7.2. Capacitaciones**

Para una buena implementación del sistema de gestión de la inocuidad alimentaria (SGIA), se debe establecer, documentar, implementar, mantener y actualizar las situaciones que pueden afectar a la organización, es por ello que es necesario administrar herramientas al recurso humano, ya que dentro del alcance que tiene la norma detalla que los más importante y con lo cual se pueden presentar errores que ponen en riesgo la inocuidad es con el personal, es por ello que se debe capacitar y adiestrar al recurso humano.

**Tabla XIV. Programa de capacitaciones con base en los costos por unidad de negocio**

| Nombre/Descripción del Curso   | Origen   | Instructor                  | Hrs | Días | Fecha      | Destinado a   | Costo              |
|--|--|-----------------------------|-----|------|------------|---|--------------------|
| PCC y PPRO   | Programa Permanente de Buenas Prácticas de Manufactura | A. Villatoro                | 1   | 1    | Julio      | Operarios y Supervisores de Control de Calidad y Producción | Q 4 500,00         |
| FÓRMULAS Y PESADO  | Requerimiento Sub Gerencia General                     | Ing. José Francisco Calzada | 1   | 1    | Agosto     | Personal de Bodega y producción (5)                         | Q 4 800,00         |
| SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL SEGÚN REGLAMENTO 229-2014                              | Requerimiento Desarrollo Humano                        | Lic. Ninrod Sazo            | 4   | 1    | Septiembre | Gerente RRHH  | Q 900,00           |
| SEGURIDAD ALIMENTARIA EN LA AGROINDUSTRIA  | Requerimiento Sub Gerencia General                     | Ing. José Francisco Calzada | 1   | 1    | Noviembre  | Personal de producción (4)                                  | Q 7 500,00         |
| IDENTIFICACIÓN DE FACTORES QUE AFECTAN LA GESTIÓN DE CALIDAD ISO 9001-2015           | Requerimiento Sub Gerencia General                     | Ing. José Francisco Calzada | 1   | 1    | Noviembre  | Personal de Bodega (4)                                      | Q 6 000,00         |
| BPM'S LEAN MANUFACTURING   | Requerimiento Gerencia Comercial                       | Licda. Cariño Lopez         | 3   | 1    | Noviembre  | Jefes de Producción, Coordinadores                          | Q 12 000,00        |
| PROCESOS DE CONTROL DE CALIDAD E IMPLEMENTACION FSMA                                 | Gerencia de Aseguramiento de Calidad                   | Lic. Jorge Garcia           | 3   | 5    | Diciembre  | Coordinadores de Gestión de Calidad                         | Q 6 500,00         |
| CONSIDERACIONES BÁSICAS EN EL DISEÑO DE PLANTAS INDUSTRIALES ORIENTADAS A LA LEY FDA | Sub Gerencia General                                   | Ing. Químico Roberto Celis  | 2   | 1    | Diciembre  | Jefes de Producción, Coordinadores                          | Q 6 600,00         |
| PROCESOS DE CONTROL DE CALIDAD E INOCUIDAD   | Gerencia de Aseguramiento de Calidad                   | Lic. Jorge Garcia           | 3   | 5    | Diciembre  | Coordinadores de Gestión de Calidad                         | Q 3 800,00         |
| <b>COSTO TOTAL DE CAPACITACIONES</b>   |  |                             |     |      |            |   | <b>Q 52 600,00</b> |

Fuente: elaboración propia.

#### 4.7.3. Infraestructura

Dentro de las instalaciones se debe construir un área específica para vestidores de los colaboradores y ampliar las estaciones de lavado, con esto se

mantendrá la seguridad y la inocuidad de cada uno de los procesos de producción en fábrica.

Tabla XV. **Descripción de costos de proyecto de mejora en la fábrica**

| Descripción                                    | Cantidad | Precio     | Total              |
|--|----------|------------|--------------------|
| Hierro 3/8                                     | 5        | Q 250,00   | Q 1 250,00         |
| Hierro 1/2                                     | 1        | Q 280,00   | Q 280,00           |
| pedrin 1/4                                     | 2        | Q 250,00   | Q 500,00           |
| Arena  | 2        | Q 100,00   | Q 200,00           |
| Block U  | 100      | Q 3,80     | Q 380,00           |
| MO 1   | 1        | Q 3 000,00 | Q 3 000,00         |
| Cemento  | 1        | Q 2 144,80 | Q 2 144,80         |
| Materiales 2<br>Arenal                         | 1        | Q 1 680,00 | Q 1 680,00         |
| Láminas<br>Ferromax                            | 1        | Q 3 274,29 | Q 3 274,29         |
| MO 2   | 1        | Q 2 070,00 | Q 2 070,00         |
| Alquiler<br>Tablas 2                           | 1        | Q 35,00    | Q 35,00            |
| Materiales<br>Rotoplas                         | 1        | Q 80,00    | Q 80,00            |
| Materiales 3<br>Construfácil                   | 1        | Q 600,00   | Q 600,00           |
| MO3 (pago<br>de inst.<br>laminas +<br>repello) | 1        | Q 2 500,00 | Q 2 500,00         |
| Accesorios<br>de drenaje y<br>cemento          | 1        | Q 1 000,00 | Q 1 000,00         |
| Arena  | 1        | Q 100,00   | Q 100,00           |
| Materiales<br>Repello                          | 1        | Q 1 500,00 | Q 1 500,00         |
| MO4<br>(finalizacion<br>de pago)               | 1        | Q 2 500,00 | Q 2 500,00         |
| MO5<br>(drenajes)                              | 1        |            | Q 2 500,00         |
| Materiales<br>para<br>terminar<br>repellado    |          |            | Q 150,00           |
| <b>Total Gastado</b>                           |          |            | <b>Q 25 744,09</b> |

Fuente: elaboración propia.

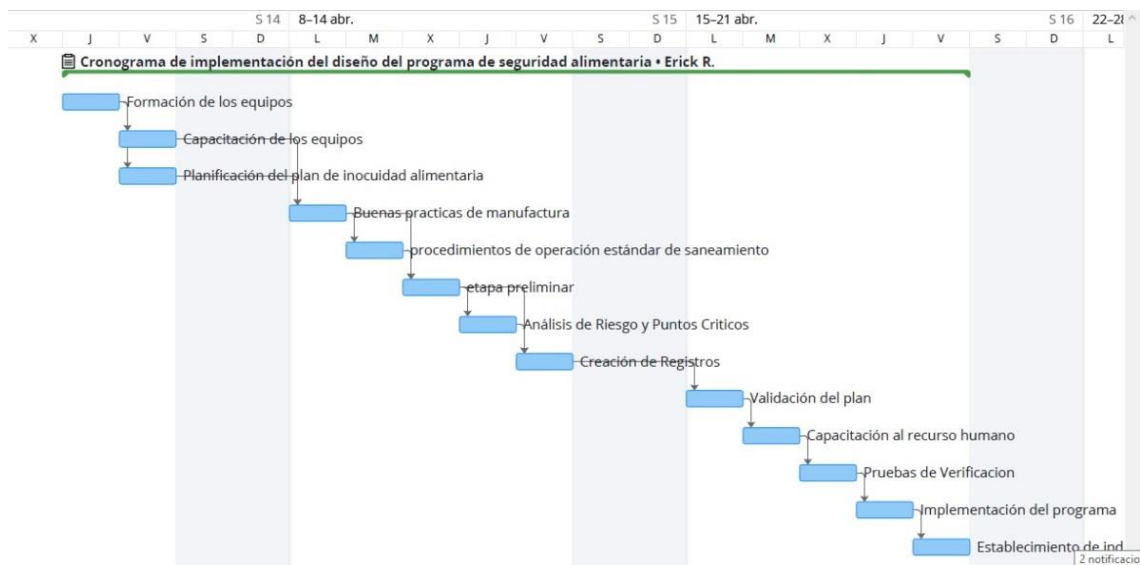


## 5. SEGUIMIENTO O MEJORA

### 5.1. Plan de seguimiento

A continuación se detalla el plan de seguimiento plasmado en un diagrama de Gantt, en el cual se establece la cronología del plan.

Figura 14. **Cronograma de implementación del diseño del programa de seguridad alimentaria**



Fuente: elaboración propia.

#### 5.1.1. Comunicación con las partes interesadas

Se realiza la comunicación a través de lo establecido en la matriz de comunicación.

Tabla XVI. **Matriz de comunicación**

| QUE COMUNICAR   | CUANDO COMUNICAR   | AQUIEN COMUNICAR   | COMO COMUNICAR  | QUIEN COMUNICA                           | REGISTRO  |
|---|--|--|---|--|---|
| Política de Calidad, Mision, Vision y Objetivos de Medio Ambiente | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingreso de personal</li> <li>• Actualización</li> </ul> | A todo el personal de DCA  | Reuniones de difusión, Correo, folletos                                 | Coordinador del SGA                      | Lista asistencia y correo   |
| Plan de auditoría interna   | Previo a la auditoría internas   | Responsable de los procesos  | comunicación interna  | Auditor lider                            | Formato del plan de auditoría   |
| Resultados de la auditoría interna                                | Al finalizar la auditoría  | Responsable de los procesos  | Entrega de informe general y por proceso.<br>Envío de informe por Email | Coordinador del SGA                      | Informe de la auditoría Interna   |
| Estados de la acciones correctivas y mejoras                      | Continuo desde la apertura hasta el cierre de la accion  | Responsable de los procesos.<br>Responsables de la acciones<br>Coordinador del SGC | Correo electronico  | Responsables asignados                   | Registro y documentaciones y seguimiento eficaz de la acciones correctivas y de mejoras del SGSST |
| Responsabilidad y autoridad                                       | Ingreso de nuevo personal a los proyectos  | Trabajadores y partes interesadas  | perfiles, hoja de vida y entrega de contrato                            | RRHH                                     | Contarto de trabajo afiliaciones inducciones  |
| Mapa de Proceso   | Cada vez que haya un cambio en la version  | A todo el personal de DCA  | Cartelera y verbal<br>Página Web  | Gerencia                                 | * Cartelera de cada área de trabajo e intructivos<br>* Pagina Web                                 |
| Planes de mejoramiento de competencia                             | Después de evaluación de desempeño por competencias  | Al personal involucrado en el proyecto   | Reuniones   | RRHH                                     | Acta de reuniones y informes de la Reunion  |
| Identificación de peligros, evaluación y control de riesgos       | Dar a conocer los peligros a los que esta expuestos dentro de la instalaciones de la empresa     | Trabajadores   | Charla informativas   | Equipo de Inocuidad y Gestion de calidad | Lista asistencia y correo   |

Fuente: elaboración propia.

### 5.1.2. Verificación del sistema de seguridad alimentaria

La verificación del sistema de seguridad alimentaria se debe realizar cada seis meses, se analizarán los resultados obtenidos de las auditorías, se retroalimentará los requerimientos expuestos por los clientes, el desempeño de



los procesos y la conformidad del producto, desempeño de los proveedores externos, adecuación de recursos, estado de los planes de acción, acciones de seguimiento de revisiones por la dirección previa, cambios que podrían afectar al sistema de seguridad e inocuidad y recomendaciones para la mejora. El responsable de cada proceso es el encargado de preparar la información para dicha revisión. De esta revisión se genera un plan de acción de mejora. Las revisiones gerenciales quedan registradas en las minutas de revisión gerencial.

### **5.1.3. Mejoras al sistema actual**

Para cada proceso identificado se han establecido indicadores del proceso, estos son medidos de acuerdo con la frecuencia establecida y revisada por gerencia cada seis meses, el monitoreo se debe llevar en gráficos estadísticos según los registros generados por cada proceso. En caso de que no se cumpla con las metas requeridas, se procederá a realizar correcciones y, si el problema persiste, en dos mediciones consecutivas se generarán planes de acción.

### **5.1.4. Actualización del sistema**

El sistema de gestión de seguridad alimentaria se basa en los indicadores, los cuales actualmente están definidos para cada proceso del sistema de seguridad alimentaria y son medibles de acuerdo al parámetro de operación establecido por el departamento de gestión de calidad, por lo tanto la actualización al sistema se realiza de forma periódica en cada auditoría realizada, se analizan puntos críticos y se trabaja hacia la mejora continua.

## **5.2. Capacitación constante al personal**

La capacitación del personal es responsabilidad del Gerente de Desarrollo Humano, que dispone de los medios necesarios para que se lleve a cabo. Todos los empleados con personal bajo su responsabilidad deben detectar y analizar las necesidades de capacitación del personal a su cargo por medio de la evaluación del desempeño. Puede llevarse a cabo alguna acción formativa adicional cuando en el transcurso del período se detectan necesidades de capacitación no previstas al formular el plan anual. Se realiza y ejecuta anualmente la planificación de capacitaciones, partiendo de la detección de necesidades de capacitación. En dicha planificación se hará constar la descripción del curso, instructor, el lugar, la duración, a quiénes va dirigida la capacitación, el método de la evaluación de la eficacia, plazos para la realización de la evaluación y el resultado de la eficacia

## **5.3. Auditorías**

Se realizarán auditorías externas e internas con el fin de verificar el desempeño de los procedimientos y la eficacia del sistema de seguridad alimentaria.

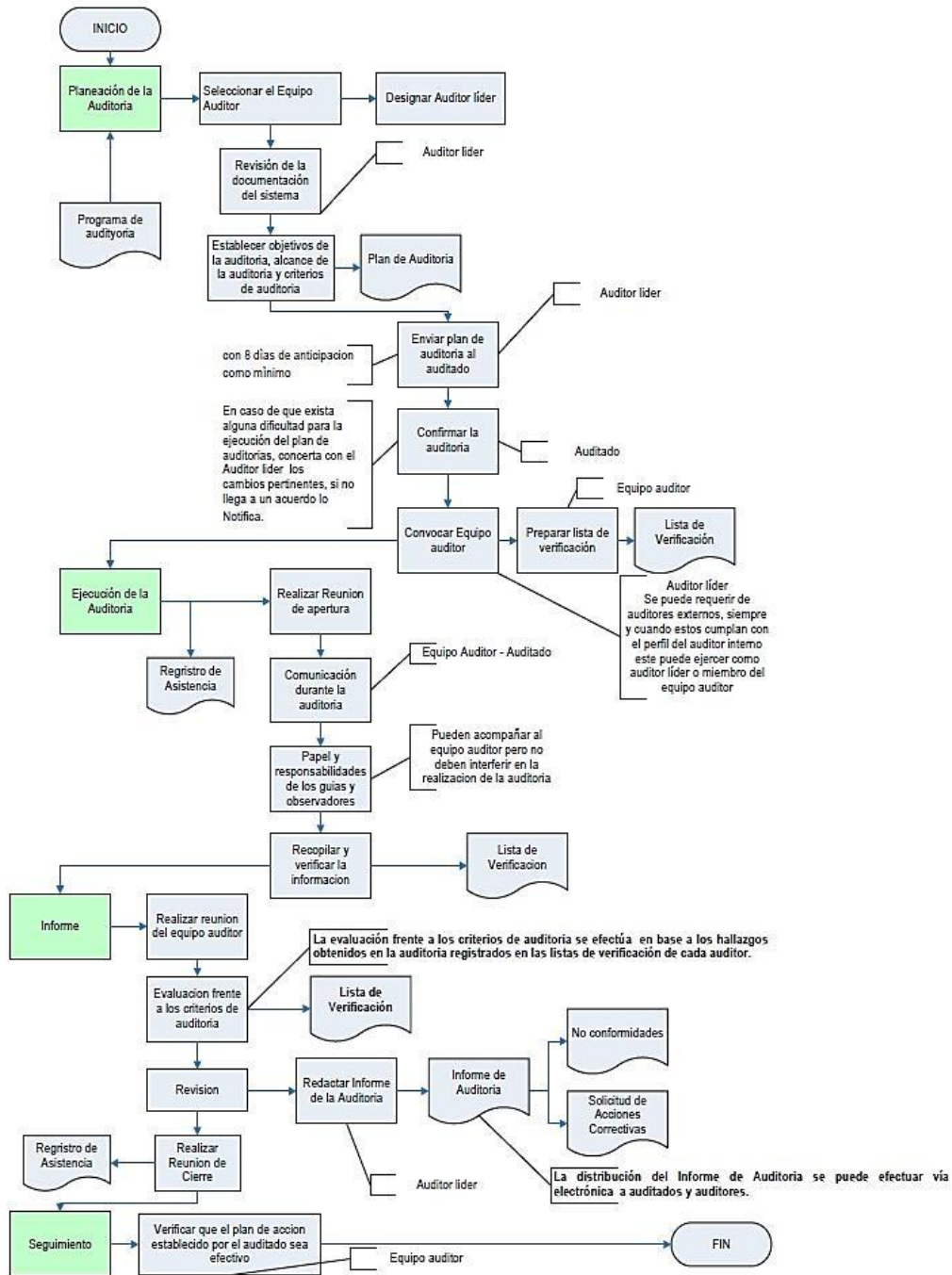
### **5.3.1. Auditorías internas**

Las auditorías internas se deben efectuar de forma independiente, detallada y regularmente, se deben realizar por personas especialmente designadas y competentes. El personal que realice auditorías internas acredita su calificación mediante certificación externa de haber asistido a un curso específico de formación. El objetivo es asegurar la eficacia del sistema de calidad y proponer eventualmente acciones correctivas a emprender. Los

resultados de las auditorías son enviados a la dirección de la empresa y comunicados al personal auditado, de manera que el mismo pueda tomar parte en las acciones de mejora. Se realizan seguimientos de la auditoría para asegurar que las acciones correctivas se llevaron a cabo.

El departamento auditado es informado, con la suficiente antelación, de la fecha prevista para la auditoría, por medio del plan de auditorías internas. Al comenzar la auditoría el personal del departamento auditado es informado por el auditor sobre el objetivo y alcance de la auditoría, se debe programar auditar a cada uno de los procesos por lo menos una vez al año y de acuerdo con el estado e importancia de los mismos se reprograman las auditorías pudiendo efectuarse dos o más al año.

Figura 15. Diagrama de flujo del procedimiento de auditorías internas



Fuente: elaboración propia.

### **5.3.2. Auditorías externas por entes certificados**

El objetivo de este procedimiento es proporcionar los lineamientos, controles y mecanismos necesarios para la realización de auditorías externas, y así asegurar que el sistema de seguridad alimentaria cumple con los requisitos de la norma FSSC 22000.

Este procedimiento tiene como alcance a todos los procesos de la organización por unidad de negocio. Se realizarán auditorías cada año para recertificar la norma, considerando el estado que guarda la importancia del proceso a evaluar. Las auditorías se podrán realizar por personas certificadas por ISO en cada una de las ramas existentes.

### **5.4. Acciones correctivas**

En este procedimiento se tomarán las acciones necesarias para eliminar la causa de no conformidades para determinar las posibles no conformidades y evitar la ocurrencia en el sistema de seguridad alimentaria de acuerdo con los requisitos de la norma FSSC 22000.

Este procedimiento tiene como alcance a todos los procesos de la organización y cada una de las unidades de negocio donde se detecten no conformidades para asegurar la mejora continua de la eficacia del sistema de seguridad alimentaria.

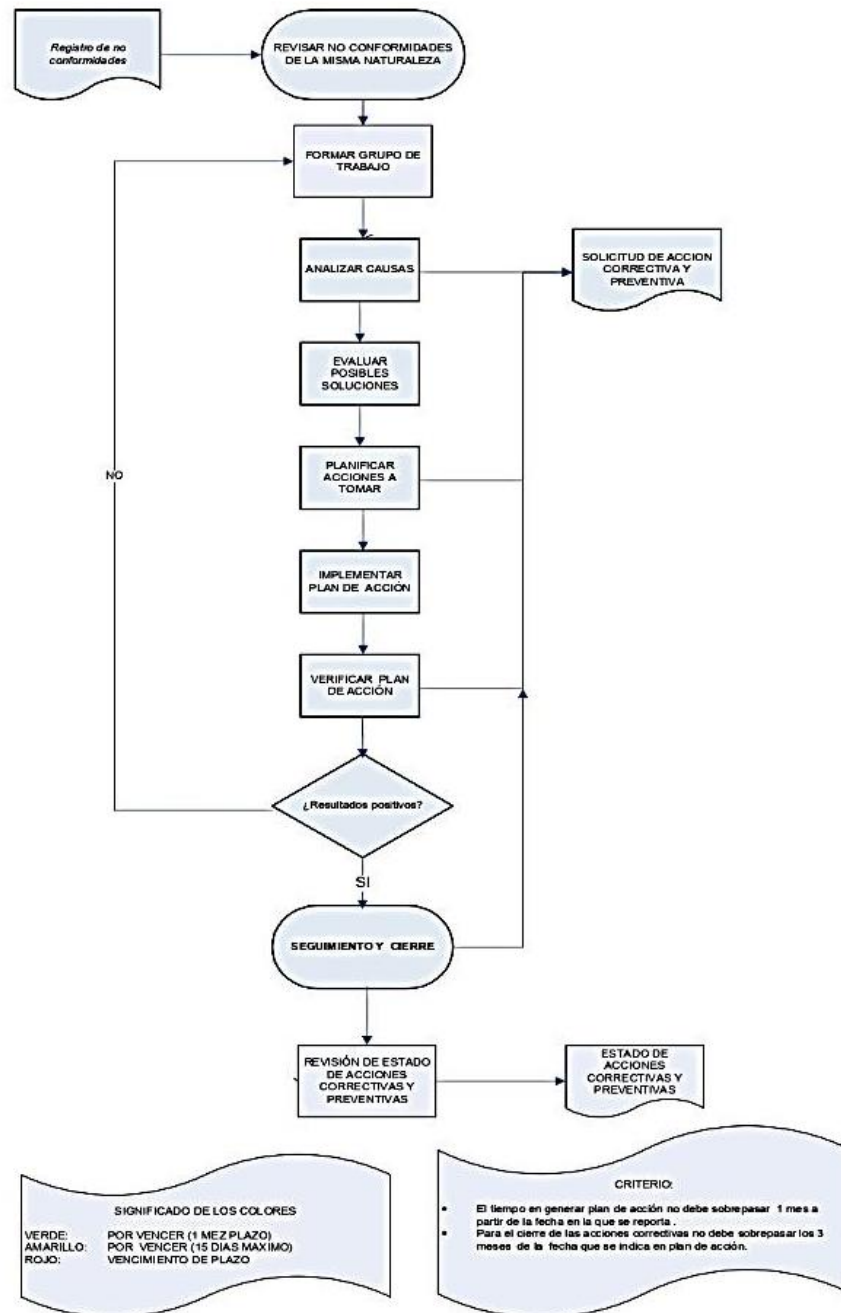
Se deben aplicar los siguientes criterios para generar acciones correctivas:

- Se generarán acciones correctivas al detectar tres no conformidades de la misma naturaleza para procesos no conformes.

- Para reclamos del cliente se generará una acción correctiva inmediata si el problema lo amerita.
- Para incumplimiento de objetivos o indicadores se generarán acciones correctivas en caso el incumplimiento sea de dos mediciones consecutivas.
- Para las auditorías internas y externas se generarán acciones correctivas de acuerdo a la solicitud de acción correctiva elaborada por los auditores.

Tanto el método operativo como las responsabilidades que se refieren al procedimiento se detallan en el diagrama de flujo:

Figura 16. Diagrama de flujo de procedimientos de acciones correctivas

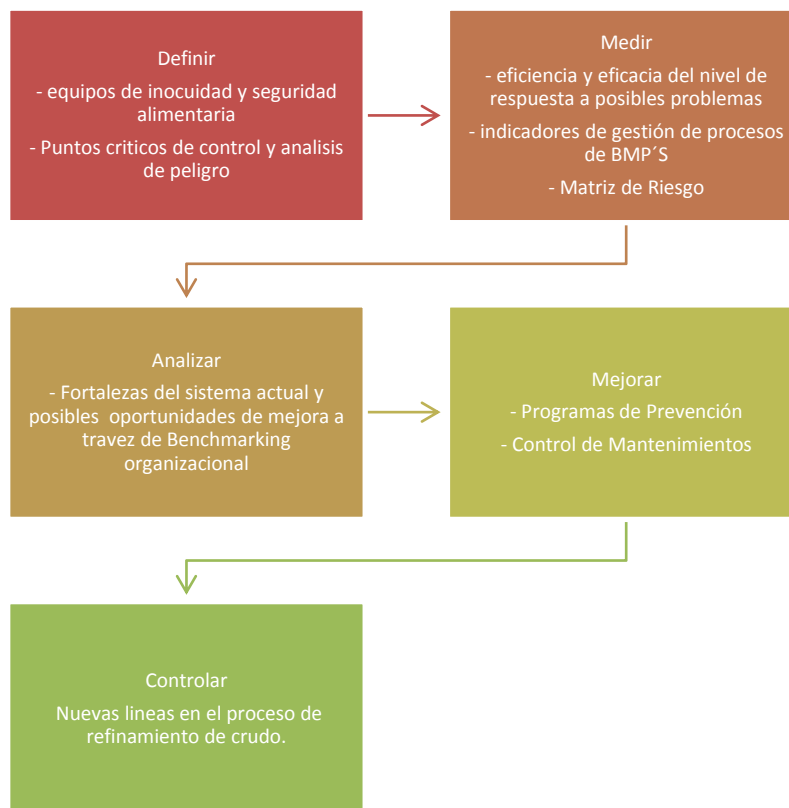


Fuente: elaboración propia.

## 5.5. Evaluación del sistema

Para evaluar el sistema es necesario guiarse por el método de mejora continua DMAIC, en el cual se irá fortaleciendo cada aspecto que presente inconformidades dentro del proceso.

Figura 17. **Matriz de la evaluación del sistema de seguridad alimentaria dentro de la línea de producción de azúcar 150**



Fuente: elaboración propia.



## **5.6. Porcentaje de eficiencia del sistema**

Para obtener el porcentaje es necesario realizar la verificación del diseño y se realiza en control de calidad, para asegurar los resultados cumplen los requisitos se debe realizar con base en el control de calidad, manteniendo registro de los resultados de dicha verificación.

Ingenio Palo Gordo asegura que los productos obtenidos como resultado del diseño planificado cumplen con los requisitos especificados, dicha validación se efectúa en la etapa final del diseño realizando la prueba de la muestra con el producto a utilizar.

Los cambios del diseño y desarrollo son identificados y registrados a través del plan y seguimiento de diseño. Dichos cambios deben ser revisados, verificados, validados y aprobados antes de implementarse. Los cambios y modificaciones deben ser de acuerdo a las pruebas realizadas.



## CONCLUSIONES

1. Se integra el enfoque de inocuidad en los procesos de refinamiento de azúcar 150, a través de la documentación de procesos y en la resolución de acciones correctivas en el área de abastecimiento.
2. Se logra mantener una comunicación bilateral entre cada una de las partes interesadas a través de minutas programadas, en las cuales se desarrollan temas dentro de la cadena de suministros y los efectos causados en la finalización del producto terminado.
3. Se establece un sistema de respuesta a las acciones correctivas y a los puntos críticos de control, concientizando al recurso humano en la ejecución de sus operaciones, se desarrolla un plan de capacitación con el cual se reducen los errores en el proceso de empaque de producto terminado, logrando de esta forma menos reclamos de los clientes y menos puntos de inconformidad en el proceso.
4. La implementación de la bitácora de manejo de sustancias químicas dedicadas al cuidado y mantenimiento de suelos ha logrado generar productividad en las operaciones de las bodegas agrícolas, lo que ha ocasionado que las unidades de negocio tengan mejores resultados en sus procesos.

5. La instalación de luminarias en el área de empaque y la capacitación constante a los colaboradores en el área de carga de producto terminado, ha garantizado que el indicador de BPM'S se incremente, lo que ha ocasionado satisfacción al cliente y reducción en el número de unidades rechazadas.
  
6. Lograr la certificación de la norma de seguridad alimentaria abrirá una brecha en el mercado internacional, ya que el producto cumplirá con los mayores estándares de calidad, lo que generará mayores ingresos y mejores inversiones en el futuro próximo.
  
7. El equipo de seguridad e inocuidad alimentaria vela por el cumplimiento de los requisitos y hábitos que garantizan la seguridad alimentaria, su trabajo se enfoca en el área de compras por ser el eslabón más importante en la cadena de abastecimiento, es por ello que la creación del programa de capacitación conlleva mayor énfasis en este departamento, lo cual hará que cada una de las unidades de negocio trabaje con los insumos de mayor calidad, obteniendo un producto también de calidad mayor.

## RECOMENDACIONES

1. El departamento de gestión de calidad debe documentar la modificación a los procesos, con esto podrá llevar una trazabilidad en el desarrollo de las operaciones del producto y podrá identificar los problemas que se puedan ocasionar en los puntos críticos de control.
2. Cada departamento debe realizar una bitácora de las actividades realizadas dentro de la operación, la cual se podrá tomar como una acción aprendida, ya que esto diferente que realizó sirvió para resolver algún problema originado en la ejecución de sus operaciones.
3. Cada supervisor y coordinador de área debe velar por el buen cumplimiento de las políticas de comunicación que fomentan el desarrollo de los procedimientos a lo largo de los procesos de transformación de la materia prima en producto terminado y que garantizan la inocuidad y la seguridad alimentaria.
4. Se deben alinear los programas prerrequisitos de la norma ISO 9001-2015 con el plan de seguridad alimentaria FSCC 22000, para obtener una fácil integración al desarrollo de la estructura de la inocuidad alimentaria en los nuevos procesos de refinamiento de azúcar cruda.
5. Se deben generar acciones correctivas al detectar tres no conformidades de la misma naturaleza, lo cual garantizará la inocuidad de los alimentos y promoverá las medidas y hábitos que puedan

garantizar la seguridad en cada uno de los procesos críticos que conlleva la línea de producción y refinamiento de crudo.

6. Se deben realizar minutos o reuniones semestrales para detectar posibles no conformidades potenciales, y generar 1 o 2 acciones preventivas, con esto se logrará mantener y mejorar la confianza y garantía a cada uno de los usuarios/consumidores.
  
7. Para las auditorías externas e internas se deben generar acciones preventivas de acuerdo a oportunidades de mejora elaboradas por los auditores, con esto se garantizará que la proporción de recursos es adecuada para la operación y que el sistema de calidad es eficaz en cada una de las unidades y áreas de trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

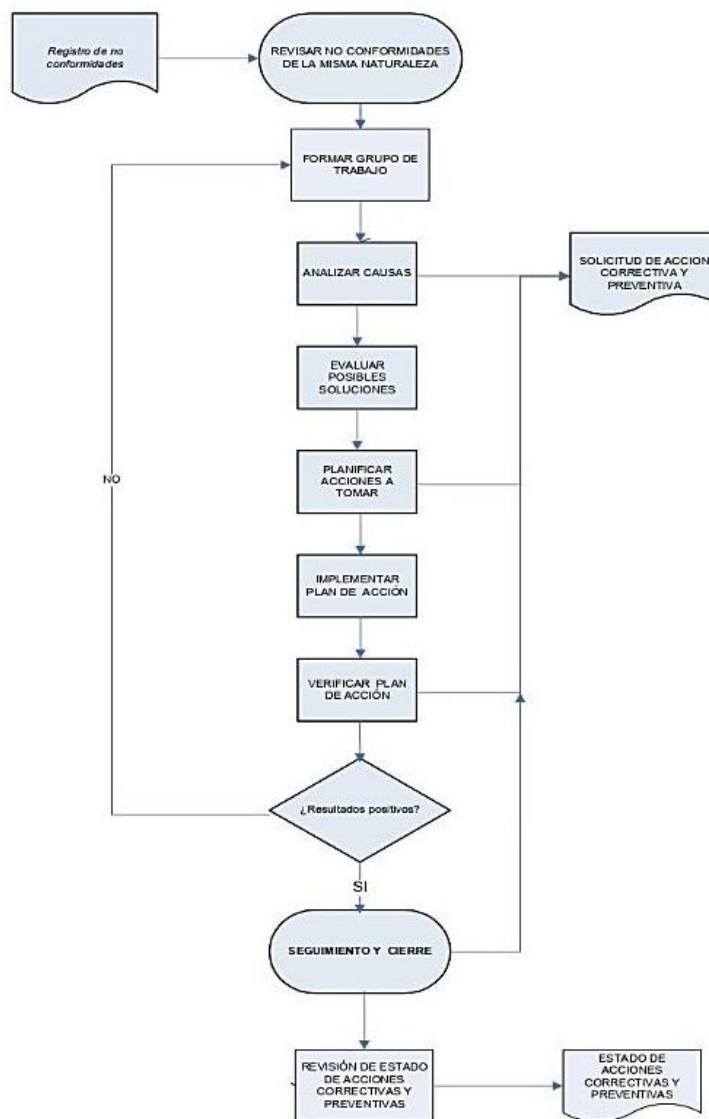
1. ARELLANO SAMAYOA, Byron Estuardo. *Montaje de un conductor de bagazo y administración del mantenimiento*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 1998. 212 p.
2. BPM y HACCP. *Cómo controlar la inocuidad. Énfasis en alimentación*. [en línea]. <[https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=10832:2015-sistema-haccp&Itemid=41431&lang=es](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10832:2015-sistema-haccp&Itemid=41431&lang=es)>. [Consulta: 3 de mayo de 2018].
3. DOUNCE VILLANUEVA, Enrique. *Productividad en el mantenimiento industrial*. 3a ed. México: CECOSA, 2014. 289 p.
4. FORSYTH, S. J. *Higiene de los alimentos. Microbiología y HACCP*. España: Acribia, 2002. 512 pp.
5. MORTIMORE, S. *HACCP. Enfoque práctico*. España: Acribia, 2000. 315 p.
6. National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods. *Hazard analysis and critical control point principles and application guidelines, adopted august 1997*. [en línea]. <[www.foodsafety.gov](http://www.foodsafety.gov)>. [Consulta: 11 de mayo de 2019].

7. OVANDO LÓPEZ, Stephanie Michelle. *Documentación de las buenas prácticas de manufactura y elaboración de los manuales de procedimientos en el área de producción en el centro de empaque el peñón, máquinas exactas, S.A.* Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2013. 232 p.
  
8. ROBLES PALMA, Julio Rogelio. *Programa de seguridad industrial.* Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 2005. 323 p.



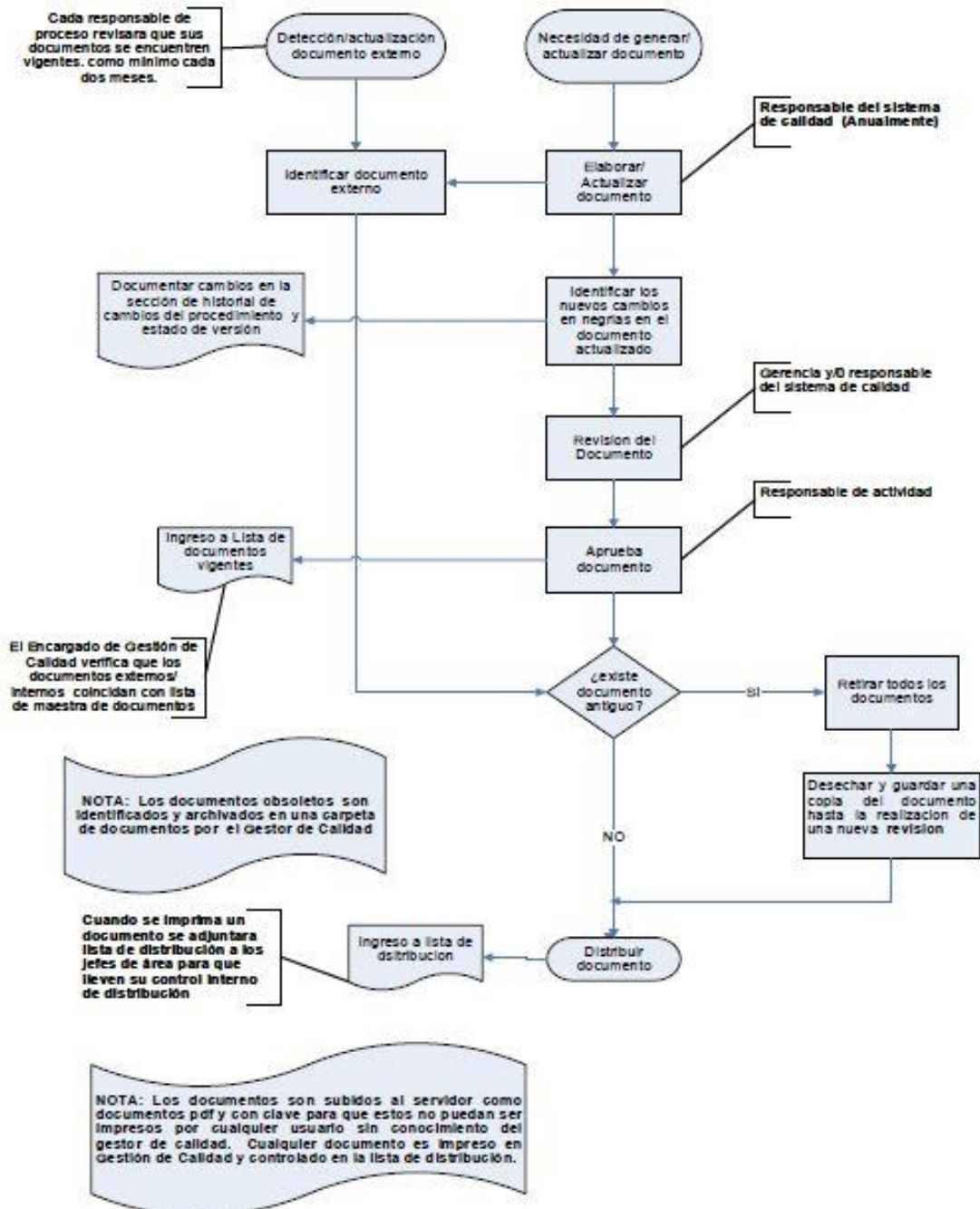
# APÉNDICES

## Apéndice 1. Establecimiento de un plan correctivo



Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 2. Control de la documentación de procesos



Fuente: elaboración propia.