



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

**PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE
CALIDAD DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE HARINA DE TRIGO**

Javier Alfonso Ruballos Arana

Asesorado por la Inga. Laura Amelia Ruiz Díaz

Guatemala, octubre de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE HARINA DE TRIGO

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JAVIER ALFONSO RUBALLOS ARANA

ASESORADO POR LA INGA. LAURA AMELIA RUIZ DÍAZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

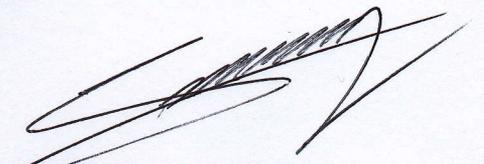
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Erwin Danilo González Trejo
EXAMINADOR	Ing. César Augusto Akú Castillo
EXAMINADOR	Ing. Byron Estuardo Ixpatá Reyes
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE HARINA DE TRIGO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 22 de noviembre 2011.



Javier Alfonso Ruballos Arana

Guatemala 17 de Agosto del 2012

Señor Director
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial
Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director:

Por este medio me dirijo a usted para hacer de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación titulado: **"Propuesta de mejora del sistema de aseguramiento de calidad de una empresa productora de harina de trigo"** del estudiante Javier Alfonso Ruballos Arana el cual encuentro satisfactorio.

Atentamente;



Laura Amelia Ruiz Díaz
Colegiado Activo 7539
Ingeniera Industrial





Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE HARINA DE TRIGO**, presentado por el estudiante universitario **Javier Alfonso Ruballos Arana**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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

Ing. Danilo González Tr
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO ACTIVO NO. 6.11

Guatemala, octubre de 2012.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE HARINA DE TRIGO**, presentado por el estudiante universitario **Javier Alfonso Ruballos Arana**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

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



Guatemala, octubre de 2012.

/mgp



DTG. 522.2012

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE HARINA DE TRIGO**, presentado por el estudiante universitario **Javier Alfonso Ruballos Arana**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 22 de octubre de 2012

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por tus bondades y misericordias, infinitas gracias.
- Mis padres** Alfonso David Ruballos Salazar y Ruth Noemí Arana de Ruballos, por sus enseñanzas y correcciones a lo largo de mi vida.
- Mis hermanos** José Carlos y Andrea Lisseth Ruballos Arana, invocando a Dios por una familia siempre unida.
- Mis abuelos** Moisés Arana (q.e.p.d.), Donata de Arana, Ignacio Ruballos, Petrona Salazar (q.e.p.d.), por haberme apoyado en todo momento.
- Mis tíos** Jorge y Patricia, Ileana, Miriam y Fredy, Eduardo y Eugenia, Fernando y Amanda, Roberto y Anacelia, Zonia, por su ayuda en tiempos difíciles.
- Mis amigos** José Reyes, Rita Luch, Marie Andree Cruz, Julio Maquíz, Carlos Meléndez, Sofía Corado, Michelle Girón, por su apoyo y cariño en el transcurso de mis estudios.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por tomarme de la mano y recorrer conmigo este camino.
Mis padres	Alfonso David Ruballos Salazar y Ruth Noemí Arana de Ruballos, por el amor y apoyo incondicional brindado a lo largo de mi vida.
Mis hermanos	Porque siempre han confiado en mí.
Mis abuelos	Por sus consejos y enseñanzas.
Mis tíos	Por brindar el consejo oportuno y ser de auxilio en momentos de necesidad, en especial agradezco a Ileana Arana y Eduardo Ruballos.
Mis primos	Quienes de una u otra forma me han brindado su apoyo y consejos.
Mis amigos	Por toda la ayuda que me brindaron, por estar siempre apoyándome cuando lo necesitaba, por los momentos compartidos juntos.
Mi asesora	Inga. Laura Ruiz, por el asesoramiento de mi trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	1
1.1. Historia de la molinería en Guatemala	1
1.1.1. Gremial Nacional de Trigueros	3
1.2. Aspectos técnicos de la molinería en Guatemala.....	4
1.3. Importancia de la harina de trigo en Guatemala.....	6
1.4. Reseña histórica.....	6
1.5. Plan estratégico.....	7
1.5.1. Misión	8
1.5.2. Visión.....	9
1.5.3. Valores organizacionales.....	9
1.6. Estructura organizacional	10
1.6.1. Organigrama.....	11
1.6.2. Áreas existentes	12
1.7. Materia Prima	14
1.8. Proceso de molienda de trigo	16
1.8.1. Limpieza de materia prima.....	18
1.8.2. Acondicionamiento de materia prima.....	19
1.8.3. Operación de molienda.....	20

1.8.4.	Envasado de producto terminado.....	22
1.9.	Tipo de harina de trigo producida.....	22
1.9.1.	Harina dura.....	23
1.9.2.	Harina suave	23
1.10.	Marcas distribuidas al mercado.....	23
1.11.	Mercado nacional de harina de trigo	24
1.11.1.	Grado de participación en el mercado nacional	25
2.	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	27
2.1.	Aseguramiento de calidad durante la molienda de trigo.....	27
2.1.1.	Control de insumos y materiales	29
2.1.2.	Limpieza de materia prima	30
2.1.3.	Acondicionamiento de materia prima	31
2.1.4.	Operación de molienda	31
2.1.5.	Envasado de producto terminado.....	33
	2.1.5.1. Análisis externo del producto terminado	34
2.2.	Equipo de protección.....	35
	2.2.1. Personal	37
	2.2.2. Colectiva.....	40
2.3.	Área de almacenamiento	41
	2.3.1. Control de producto en bodega	42
2.4.	Monitoreo de inocuidad	45
	2.4.1. Depósitos para agua de proceso.....	46
	2.4.2. Silos de almacenamiento de materia prima.....	48
	2.4.3. Tubería de distribución de producto a empaçar	49
2.5.	Producción de harina de trigo	50
2.6.	Aseguramiento de calidad en el producto terminado	52

2.6.1.	Proceso de análisis internos	53
2.6.1.1.	Resultados de análisis internos	57
2.6.1.2.	Parámetros de análisis internos.....	62
2.6.2.	Proceso de análisis externos	63
2.6.2.1.	Resultados de análisis externos	66
2.6.2.2.	Parámetros de análisis externos.....	68
2.7.	Prueba de panificación	70
2.7.1.	Inspección visual	71
2.7.2.	Comparación contra parámetros	71
2.7.3.	Medición de dimensiones	72
3.	ESTABLECIMIENTO DE LA MEJORA AL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	73
3.1.	Aseguramiento de calidad durante la molienda de trigo	73
3.1.1.	Interior al proceso de molienda.....	74
3.1.1.1.	Silos de materia prima	75
3.1.1.2.	Silos de producto terminado	77
3.1.1.3.	Tubería de distribución de producto a empacar.....	79
3.1.2.	Exterior al proceso de molienda	81
3.1.2.1.	Cisterna para agua	81
3.1.2.2.	Depósitos para agua.....	82
3.1.2.3.	Área de bodega	84
3.2.	Orden, limpieza y aspectos de seguridad.....	85
3.2.1.	Hábitos y conducta	86
3.2.2.	Indumentaria.....	88
3.3.	Inspección sistemática.....	89
3.3.1.	Inspección periódica	93
3.4.	Aseguramiento de calidad producto terminado	96

3.4.1.	Proyecciones.....	98
3.4.1.1.	Producción	101
3.4.1.2.	Demanda.....	102
3.4.1.3.	Producto en <i>stock</i>	103
3.4.1.4.	Análisis.....	104
3.4.2.	Comparación	104
3.4.2.1.	Análisis microbiológico interno	105
3.4.2.2.	Análisis microbiológico externo	107
3.4.2.3.	Análisis beneficio/costo	108
3.4.3.	Parámetros de análisis.....	108
3.5.	Implementación.....	110
3.5.1.	Costos asociados	110
3.5.2.	Cronograma	111
3.5.3.	Matriz de responsabilidades.....	113
4.	SEGUIMIENTO DEL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD PROPUESTO	115
4.1.	Retroalimentación y correcciones	115
4.1.1.	Parámetros de calidad	116
4.2.	Establecimiento de documentación y registro	117
4.2.1.	Procedimientos de aseguramiento de calidad del producto terminado	118
4.2.2.	Procedimientos de aseguramiento de calidad durante la molienda de trigo	118
4.3.	Seguimiento del sistema de calidad y las mejoras propuestas	119
4.3.1.	Mejora continua del recurso humano	119
4.3.2.	Mejora continua en los procesos.....	120

5.	IMPACTO AMBIENTAL.....	123
5.1.	Uso de agua en la molienda de trigo	123
5.1.1.	Tratamiento del agua de proceso	124
5.2.	Manejo y disposición de desechos	125
5.3.	Reciclaje	128
5.3.1.	Material de envasado	129
5.3.2.	Material de utilería	129
	CONCLUSIONES	131
	RECOMENDACIONES	133
	BIBLIOGRAFÍA	135
	APÉNDICE.....	139
	ANEXOS	143

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de la empresa.....	12
2.	Partes del grano de trigo	16
3.	Programación de actividades de limpieza	80
4.	Formato de supervisión de indumentaria	89
5.	Tabla de valorización del grado de peligro.....	92
6.	Formato de inspección de factores de riesgo.....	93
7.	Formato de inspección periódica	95
8.	Cronograma de actividades para implementación	112

TABLAS

I.	Importaciones y exportaciones de granos de trigo.....	3
II.	Equipo de protección personal por área.....	38
III.	Equipo de protección colectiva por área	40
IV.	Resultados análisis internos harina Súper Maravilla.....	57
V.	Resultados análisis internos harina Reina del Istmo Extra-Fuerte	58
VI.	Resultados análisis internos harina Reina del Istmo Fuerte.....	58
VII.	Resultados análisis internos harina Espiga de Oro	59
VIII.	Resultados análisis internos harina La Nacional.....	59
IX.	Resultados análisis internos harina Flor del País.....	60
X.	Resultados análisis internos harina Capitán Suave	60
XI.	Resultados análisis internos harina Reina del Istmo Suave	61
XII.	Resultados análisis internos harina Flor del País Especial.....	61

XIII.	Resultados análisis internos harina Capitán Dura.	62
XIV.	Parámetros análisis internos.....	63
XV.	Resultados análisis externos.	67
XVI.	Parámetros microbiológicos harina de trigo.....	68
XVII.	Análisis fisicoquímico del agua	69
XVIII.	Análisis microbiológico del agua potable	70
XIX.	Proyección de la producción de harina de trigo	101
XX.	Proyección de la demanda de harina de trigo.....	102
XXI.	Proyección de lotes en <i>stock</i>	103
XXII.	Parámetros propuestos harina de trigo.....	109
XXIII.	Costos del laboratorio microbiológico	110
XXIV.	Matriz de responsabilidades	113
XXV.	Contenido de la estructura de documentación.....	117

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
CL_t	Componente ciclo de la serie de datos
SN_t	Componente estacional de la serie de datos
IR_t	Componente irregular de la serie de datos
TR_t	Componente tendencial de la serie de datos
β_1	Efecto que tiene la variable t en el componente de la tendencia
n	Horizonte temporal
k	Interés del proyecto
V_t	Saldo de los flujos en cada período t
β_0	Término independiente de la ecuación
t	Tiempo
I_0	Valor de la inversión inicial

y_t

Variable utilizada para generar ecuación, es el comportamiento de la serie de datos

GLOSARIO

Capacidad panadera	Indica el trabajo necesario para deformar una lámina de masa empujada por el aire. Se representa por la superficie de la curva del alveograma.
Características reológicas y fisicoquímicas	Refieren fundamentalmente, a la elasticidad, tenacidad y suavidad. Aunque no en su totalidad, estas propiedades son comunicadas por el gluten. Condicionan la capacidad de absorción de agua de la harina y, en consecuencia, su rendimiento en pan.
Cizallamiento	Deformación lateral que se produce por una fuerza externa. También llamado corte, cortadura.
Endospermo	Comúnmente rodea el embrión y sirve como almacén de nutrientes durante la germinación y primeras etapas de la vida. Esta cualidad hace de los endospermos de las semillas una importante fuente de nutrición en la dieta humana.

Germen	Parte del grano de trigo con más propiedades alimentarias, en el cual se encuentra concentrada una elevada cantidad de vitaminas, minerales, proteínas y aceites. Constituye el 2,5% ó 3% del peso total del grano.
Impurezas	Referido a toda materia extraña que no sea parte de la composición del grano de trigo.
Microorganismos	En su mayoría son unicelulares, y sólo se pueden visualizar en el microscopio. Muchos de los cuales son patógenos y causan enfermedades a personas y animales.
Pericarpio	Forma la cubierta del grano, compuesta por varias capas fibrosas que aseguran la protección del endospermo. Conforman el 14% del total del grano.
Sasor	Hace un efecto de cernido para cada una de las fracciones de harina que se obtienen durante la molienda de trigo.

RESUMEN

A través del presente estudio se analiza el sistema de aseguramiento de calidad de una empresa productora de harina de trigo, con el objetivo de identificar no conformidades en el tema de inocuidad y calidad dentro del proceso productivo y en el área de almacenamiento. Se identificó lugares dentro del proceso productivo que se consideraron como posibles fuentes de contaminación para la harina de trigo.

Los silos de almacenamiento de producto terminado, silos de almacenamiento de materia prima, tuberías de distribución de producto terminado y el área de bodega fueron los lugares considerados como focos de contaminación para la harina de trigo. Los cuales al analizarlos y verificar el estado de sanitización revelaron que no eran parte de una rutina de limpieza y desinfección desde el inicio de operación de la empresa en el 2005. Los resultados del análisis muestran evidencias de falta de control y sanitización, lo cual puede causar que la harina de trigo se contamine.

En respuesta se proponen una serie de medidas de solución para las no conformidades encontradas, entre las cuales se encuentra la ejecución de un mayor número de rutinas de limpieza que incluyan los lugares identificados como posibles fuentes de contaminación. Además, la implementación de un laboratorio microbiológico interno, por medio del cual se realizarían los análisis microbiológicos a la harina de trigo y al agua utilizada en el proceso. Esto permitiría tener control y supervisión de la harina de trigo más eficiente y específico, lo cual resultaría en mayor información sobre la calidad e inocuidad de la misma sin tener que depender de laboratorios microbiológicos externos.

OBJETIVOS

General

Proponer mejoras al sistema de aseguramiento de calidad de una empresa productora de harina de trigo.

Específicos

1. Determinar el alcance del sistema de aseguramiento de calidad, identificando las áreas donde no es aplicado.
2. Establecer el tiempo óptimo de permanencia y el tiempo de vida útil del producto terminado, mediante los resultados de análisis internos prácticos a la harina de trigo.
3. Analizar las no conformidades dentro del proceso de producción de harina de trigo, con el objetivo de presentar posibles soluciones.
4. Presentar nuevos parámetros que midan la calidad de las principales características de la harina de trigo, por medio de un análisis estadístico.
5. Identificar las ventajas de la implementación de un laboratorio microbiológico como parte del sistema de aseguramiento de calidad.

6. Desarrollar un análisis de beneficio/costo de implementar el laboratorio microbiológico, a partir de proyecciones de la producción y demanda de la harina de trigo.

7. Plantear acciones que disminuyan el nivel de contaminación al medio ambiente por medio de la implementación de un sistema de manejo y disposición de desechos.

INTRODUCCIÓN

El presente estudio se desarrolla en una empresa productora de harina de trigo, analizando específicamente, el sistema de aseguramiento de calidad. En esta área se puede identificar que el sistema de aseguramiento de calidad actual no tenía el alcance necesario, dado que obviaba varios aspectos que influyen en la calidad de la harina de trigo producida.

La mejora en el sistema de aseguramiento de calidad se plantea dada la obligación de garantizar la calidad del producto terminado. Actualmente se llevan dichos controles, pero de manera deficiente, ya que sólo se monitorea y controla al producto que está siendo empacado y no al producto que permanece en el área de almacenamiento.

La mejora al sistema de aseguramiento de calidad se efectuaría mediante el desarrollo de controles más rigurosos aplicados al producto terminado y al que se encuentra en el área de almacenamiento. De modo que se pueda llevar registros y estadísticas de los parámetros de calidad y microorganismos presentes en el producto. Lo cual fortalecerá la información disponible del producto en dichos aspectos, tanto para la empresa internamente como para las empresas clientes y será una herramienta que garantizaría la calidad e inocuidad del producto distribuido a dichas empresas.

Las mejoras propuestas al sistema actual se reflejarían como una ventaja competitiva frente a las empresas de la misma índole, al contar con herramientas que sirvan para garantizar la calidad del producto terminado, además de otros usos que conllevaría dichas mejoras en la empresa; al mismo

tiempo disminuiría la dependencia de laboratorios externos para la realización de análisis lo cual permitiría una disminución en los costos.

1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

1.1. Historia de la molinería en Guatemala

A inicios de 1960 comenzaba el perfeccionamiento del proceso de integración económica de Centroamérica, entre lo que destacaba el comercio de trigo y sus derivados, así como la equiparación arancelaria. Todo con la ayuda de organizaciones internacionales que velaban por el desarrollo del mercado guatemalteco y centroamericano.

Guatemala, como único país que tenía producción de trigo y molinos productores de harina de trigo, protegía a los agricultores y productores mediante aranceles y cuotas de importación de trigo. Mientras que el resto de países centroamericanos contaban con un molino de trigo, pero carecían de la producción del mismo, por lo que dependían de importaciones de trigo las cuales tenían aranceles muy bajos e incluso cero.

Por los compromisos de integración se debían eliminar los aranceles y las cuotas de importación, esto permitía una vía de libre comercio de trigo y sus derivados en toda Centroamérica, pero perjudicaba los intereses económicos para los 30 000 productores del altiplano. Todo esto dio origen a la Gremial Nacional de Trigueros mediante el Decreto Legislativo 1490, donde se organiza y establece aspectos como: el precio del trigo, el peso, la humedad, las condiciones de pago, cuotas de importación de trigo, control y producción de harina y trigo e impuestos para sostenibilidad.

La Gremial Nacional de Trigueros es importante pilar en la rama de investigación para mejorar la producción de trigo, dando como resultado la introducción del uso de semillas mejoradas, incrementando notablemente el uso de fertilizantes, así como las labores de mecanización del cultivo, con el objetivo de disminuir; hasta sustituir la importación de trigo extranjero.

Se puede afirmar la importancia que tuvo el trigo y la molinería en Guatemala, debido al auge que tuvo este cereal durante los años 60. Se llegó a producir en once áreas homogéneas que abarcaban aproximadamente 30 000 hectáreas. Las zonas principales en aspectos de volumen de producción fueron Quetzaltenango y Chimaltenango, gracias a la variabilidad microclimática, y étnica predominante en estos departamentos.

Sin embargo, la producción de este cereal ha disminuido, principalmente por la disminución de la superficie de cultivo, la que actualmente es de 5 000 hectáreas. En consecuencia, las importaciones de trigo de otros países aumentaron. Según estadísticas publicadas por el Banco de Guatemala, los principales distribuidores de trigo para Guatemala son Estados Unidos y Canadá. En la tabla I se muestra el incremento de dichas importaciones durante la última década.

Tabla I. **Importaciones y exportaciones de granos de trigo**

Año	Importaciones			Exportaciones		
	Miles de TM	Miles de US\$	Precio medio US\$	Miles de TM	Miles de US\$	Precio medio US\$
2001	408,30	70 839,80	173,50	5,70	1 251,00	219,50
2002	472,10	83 976,20	177,90	2,60	608,80	234,20
2003	427,80	82 824,10	193,60	0,00	0,00	0,00
2004	445,10	87 400,10	196,40	4,20	971,50	231,30
2005	488,40	95 267,60	195,10	2,00	376,70	188,40
2006	451,10	95 198,70	211,00	0,30	67,50	225,00
2007	493,60	138 882,40	281,40	1,80	646,40	359,10
2008	473,60	214 609,50	453,00	1,70	1 202,70	413,70
2009	444,00	128 983,01	290,50	0,22	58,70	273,00
2010	268,40	67 542,81	251,60	0,01	3,04	241,51
2011	641,60	186 866,42	291,25	0,36	97,25	270,13

TM: toneladas métricas

Fuente: Banco de Guatemala y MAGA.

1.1.1. **Gremial Nacional de Trigueros**

La Gremial Nacional de Trigueros desempeñó funciones claves que sirvieron de estandarte para poder defender la economía nacional mediante la producción de trigo frente a las importaciones proveniente de Estados Unidos y Canadá. Entre las funciones desempeñadas se pueden mencionar:

- Protegió los intereses de los productores de trigo, manteniendo los mejores precios de acuerdo con la situación económica imperante.

- Estimuló por todos los medios a su alcance el cultivo del trigo, mejorando su calidad, incrementado su productividad e incorporando nuevas áreas.
- Representó y defendió los intereses nacionales en materia de trigo, ante organismos de cualquier clase, ya sea nacionales e internacionales.
- Promulgó la investigación, experimentación y demostración de variedades de trigo, instalación de silos, selección de semillas y fertilizantes para su distribución en condiciones que sean de absoluto beneficio para los productores.

1.2. Aspectos técnicos de la molinería en Guatemala

La industria molinera en Guatemala data desde la época de la colonia, donde se utilizaban molinos pequeños de piedra operados a base de fuerza hidráulica, los cuales eran de uso personal y comercial. Representaban un avance socio económico importante, se utilizaban para triturar los granos y para la obtención de aceites, preparación de seda, cardado de lana, aserramiento de maderas, entre otras. Los molinos se encontraban localizados, principalmente en el altiplano del país, debido a las condiciones idóneas y a que en estos lugares se cultivaba dicho grano.

Los molinos coloniales estaban constituidos por tres partes: la acequia o canal, el pozo o cubo y la alcoba o cárcava. La toma de agua procedía de ríos, arroyos o manantiales, ya que por medio de éstos se obtenía la energía requerida para molturar el grano. El agua se desviaba por medio de una presa construida con piedras, maderas y otros materiales la cual elevaba el nivel del agua desembocando en el canal de alimentación del molino, que era construido de piedra o cerámica; además de ser destapado para su fácil limpieza.

El trayecto del canal dependía del trazado del terreno, el cual desembocaba en los pozos que eran depósitos cilíndricos de tres a diez metros de alto, donde se encontraba una abertura casi vertical para que el agua evacuara a gran presión.

La energía que contenía el agua hacía girar una rueda horizontal primitiva de madera, que a su vez hacía girar las piedras de molino, las cuales tenían pequeñas ranuras que servían para molturar los granos, que estaban localizadas en la cárcava o bóveda donde el agua retornaba a su lugar de origen. El producto resultante de dicha trituración estaba compuesto por una mezcla de harina y afrecho, por consiguiente el mismo se tenía que cernir para poder separar el afrecho del producto deseado, que era la harina de trigo.

La molinería moderna ha dado un cambio radical respecto a la forma y tecnología utilizada, desde el uso de energía eléctrica, en vez del agua de ríos y la introducción de molinos de cilindros estriados que hacen el trabajo de las piedras de molino. Dichos cilindros están colocados en pares con distintas velocidades y con diferente nivel de estriado lo que produce la trituración del grano y pulverización de la harina a diferente escala.

Luego de pasar por los cilindros, la harina se introduce a cernidores que tienen la función de separar la harina de los subproductos. Al finalizar este proceso a la harina se le agregan su respectiva dosis de vitaminas, minerales y antioxidantes, los cuales compensan la pérdida de dichas sustancias que sufre el producto al momento de ser triturado. En Guatemala, los molinos existentes constan de dicho proceso productivo, con la única diferencia de la capacidad de procesamiento, la cual se acondiciona a las necesidades específicas de cada empresa.

1.3. Importancia de la harina de trigo en Guatemala

La harina de trigo desempeña un papel importante en Guatemala, dada la implicación en la economía e industria, ya que constituye la materia prima para varios productos alimenticios, entre los que destacan el pan, pastas, galletas, entre otros.

Los cuales son relevantes en la cadena de alimentación de la población en general. De acuerdo a la Hoja de Balance de Alimentos (HBA), la más reciente publicada por el Instituto Nacional de Estadística (INE), refieren a la harina de trigo y sus derivados como los principales alimentos en contribuir con energía a la dieta diaria de la población.

Es tan relevante el tema de la harina de trigo en Guatemala, que el Gabinete Económico eliminó el arancel de importación de dicho producto, siendo éste un 5%, debido a alzas en el precio del trigo suscitadas durante los últimos seis meses del 2011 en el mercado internacional; con el fin de reducir los costos que comprende la producción de los derivados de la harina de trigo y no dañar la economía de la población.

1.4. Reseña histórica

Recientemente, debido a los tratados de libre comercio, pactos, convenios y otras actividades económicas han ocurrido cambios en el tema fiscal, específicamente en los aranceles para las harinas y el trigo, se han abierto las fronteras con Centroamérica, Estados Unidos, Canadá, México, entre otros países.

Del mismo modo, el mercado de harinas en Guatemala está abierto y es muy competitivo entre empresas nacionales e internacionales; por lo cual las empresas deben ser más eficientes y creativas para poder brindar productos de calidad al menor precio posible, lo cual les permita captar una mayor proporción del mercado. En el 2003, Molino Central de Guatemala, con más de 60 años de trabajo y Molino Helvetia, localizado en Tecpán, Chimaltenango, con más de un siglo de existencia, deciden aceptar el reto de ser el molino más moderno, innovador y eficiente de Centro América, de esta forma se constituye Molinos Central Helvetia S.A. (Centia).

Ambas empresas pioneras en el sector molinero y expertas en la producción de harinas, fusionaron sus actividades para ofrecer a sus clientes harinas de trigo de primera calidad; experiencia y compromiso de las tradiciones inculcadas por sus propietarios durante varias generaciones. Molinos Central Helvatia S.A. (Centia) es en la actualidad, una compañía creada por la unión de dos grandes empresas visionarias, experimentadas y sólidas en el mercado guatemalteco.

Como empresa consiente en el desarrollo de Guatemala, Molinos Central Helvetia S.A. (Centia), está invirtiendo y generando nuevas oportunidades de crecimiento para más guatemaltecos y contribuyendo al desarrollo de Guatemala con el inicio de operaciones de Molinos Centia.

1.5. Plan estratégico

El plan estratégico plasma las estrategias a seguir durante un horizonte de tiempo determinado, generalmente interanual, lo cual sirve de base para la gestión eficaz y eficiente de la organización. En Molinos Central Helvetia, S.A (Centia) el objetivo del plan estratégico es:

“Molinos Central Helvetia S.A. (Centia), está firme en el propósito de diversificar los productos con varias clases de harina de primera calidad. Pretenden ampliar sus exportaciones a todos los países de Centroamérica, así como introducirse en el sur de México y Belice, para fortalecer la industria harinera en Guatemala y ser un ejemplo de trabajo, eficiencia y éxito empresarial.”

1.5.1. Misión

La misión es el propósito general o razón de ser de la empresa, es el marco de referencia porque define:

- Lo que pretende cumplir en el entorno en que actúa
- Lo que pretende hacer
- El para quién lo va a hacer

En Molinos Central Helvetia, S.A (Centia), la misión de la organización es la siguiente:

“En Molinos Central Helvetia (Centia), estamos comprometidos con la Calidad de nuestros productos y con el servicio que brindamos a nuestros clientes, producimos harinas de primera calidad para satisfacer a los más exigentes consumidores.”

1.5.2. Visión

La visión es una exposición clara que indica hacia dónde se dirige la empresa a largo plazo y en qué se deberá convertir, tomando en cuenta el impacto de las nuevas tecnologías, de las necesidades y expectativas cambiantes de los clientes, de la aparición de nuevas condiciones del mercado por mencionar algunas. En Molinos Central Helvetia, S.A (Centia), la visión es la siguiente:

“Molinos Central Helvetia S.A., (Centia), está posicionada como la empresa más seria y eficiente en la producción de harina. Gracias a la alta tecnología y alto grado de calidad en el proceso productivo.”

1.5.3. Valores organizacionales

Son el conjunto de principios por los que se rigen los colaboradores y empleados de una organización. Los valores organizacionales favorecen el desempeño de los empleados, al ser parte de la construcción de un ambiente de trabajo sano que permita el desarrollo humano y profesional.

Los valores que se tienen como base para el desempeño tanto dentro de la organización como hacia el mercado están fundamentados en:

- Ética
- Honestidad
- Responsabilidad

- Respeto

1.6. Estructura organizacional

Actualmente se lleva una estructura organizacional formal, ya que se tienen especificadas las relaciones vinculantes en los temas de:

- Relaciones de autoridad y dependencia
- Responsabilidades
- Objetivos
- Manuales y procedimientos
- Descripciones de los puestos de trabajo
- Asignación de recursos

Por medio de este tipo de estructura organizacional se regula la incertidumbre respecto al comportamiento de cada miembro de la organización, ya que cada uno de los mismos es responsable de determinadas acciones y decisiones. Dando así la posibilidad de que la mayoría del personal se especialice en su trabajo, lo cual incentiva a una mejora en el desempeño de sus labores.

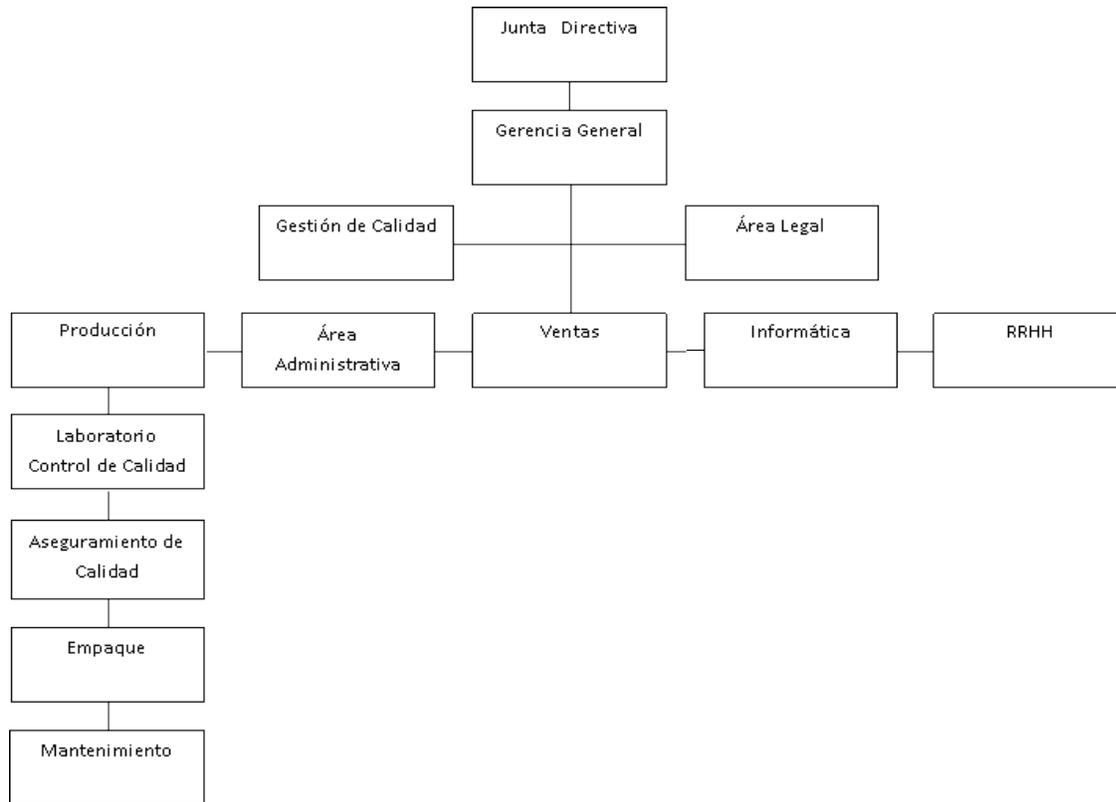
Hay que tomar en cuenta que es necesario que la organización establezca objetivos verificables, precisos y realizables, entiéndase objetivos cuantitativos y cualitativos. Además, deben especificarse los deberes y

derechos así como actividades de cada persona, lo que conlleva a establecer los niveles jerárquicos y las cadenas de mando. Por último, es de suma importancia que exista un sistema de comunicación accesible a todo el personal con la suficiente información, para garantizar que las actividades se desarrollen de la manera establecida.

1.6.1. Organigrama

Como parte de la estructura organizacional, a continuación se presenta en la figura 1 el organigrama de la empresa, asimismo, de manera general presenta las principales secciones de la organización enfocándose específicamente en las relacionadas a producción.

Figura 1. **Organigrama de la empresa**



Fuente: elaboración propia.

1.6.2. **Áreas existentes**

Molinos Central Helvetia, S.A. (Centia), consta de 100 empleados en las siguientes áreas:

- **Administrativa:** encargada de la dirección y control de todas las actividades de compra de insumos necesarios para el funcionamiento de la empresa.

- Aseguramiento de Calidad: tiene a cargo el monitoreo, control y verificación del producto en sus diversas etapas.
- Bodega de insumos y repuestos: se encarga del almacenaje, conservación y distribución de los insumos utilizados en el proceso productivo.
- Bodega de producto terminado: encargada del almacenamiento y resguardo de la harina de trigo y subproductos.
- Empaque: área responsable de la manipulación del producto y subproducto durante el envasado.
- Gestión de Calidad: encargada de monitorear el cumplimiento de las normas y estándares de calidad en la empresa.
- Limpieza: mantiene en óptimas condiciones de salubridad las instalaciones de la planta y sus alrededores.
- Laboratorio Control de Calidad: encargada del monitoreo, control y verificación del producto en proceso y producto terminado.
- Mantenimiento: es el área responsable del óptimo funcionamiento de la maquinaria y equipo utilizado en el proceso productivo.
- Producción: encargado de las actividades que conlleva el procesamiento de harina de trigo y subproductos, ésta es considerada la más importante entre las demás áreas.

- Recursos Humanos: vela por el bienestar del personal de trabajo, además de coordinar el proceso de reclutamiento, selección, capacitación y desarrollo.

1.7. Materia prima

El grano de trigo es la materia prima utilizada en la molienda de trigo, la mayoría de la producción del trigo mundial se destina a la alimentación, de acuerdo con información del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América, el Fondo de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Secretaria de Agricultura de Argentina, los principales países productores de trigo son: Europa (25 países), República Popular de China, India, Estados Unidos, Rusia, Canadá, Australia, Pakistán, Ucrania, Turquía, Irán y Argentina.

Casi un 75% de esta producción se utiliza para la producción de harina de trigo. La mayor parte de esta harina, especialmente aquella procedente de las variedades de trigo blando, se destina a la producción de pan, mientras que las procedentes de trigos duros se utilizan fundamentalmente, para la elaboración de pasteles y galletas por mencionar algunos productos. Cada grano de trigo consta de las siguientes partes:

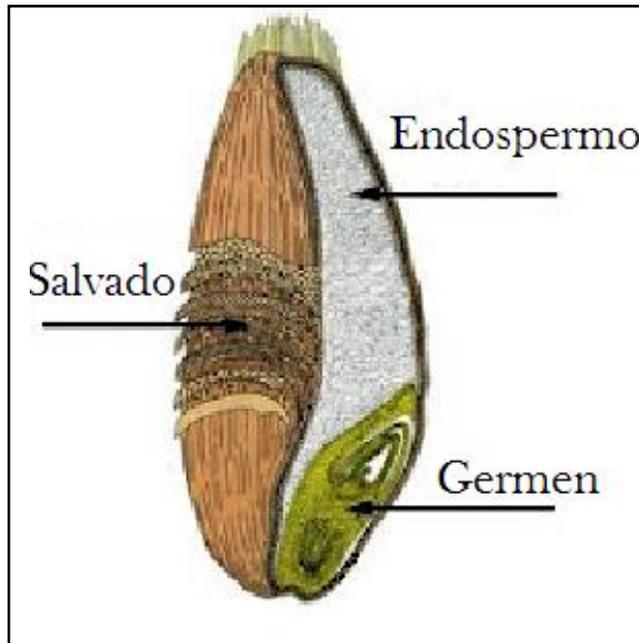
- Capas protectoras: es la parte exterior que protege el grano. Se conoce como salvado, está formado principalmente por fibra.
- Envolturas externas: está formado por tres capas; exterior llamada pericarpio, central llamada mesocarpio e interna llamada epicarpio, formadas, principalmente de proteínas, minerales y vitaminas.

- Capas internas: éstas son:
 - Endospermo: es la capa interna del grano de trigo y que representa el mayor porcentaje del peso total del mismo (80%, 90%).
 - Germen: ocupa la parte inferior del endospermo, formado por proteínas, vitaminas (grupo B), aceites y enzimas.

Los granos de trigo se clasifican según la dureza, entre los que se encuentran:

- Durum: trigo muy duro que crece en climas muy cálidos y secos, clasificación que presenta menor humedad.
- Hard: trigo duro que crece en climas muy cálidos y secos, presenta humedad media.
- Soft: trigo suave que crece en climas templados donde hay más presencia de agua, es la clasificación con mayor contenido de humedad.

Figura 2. **Partes del grano de trigo**



Fuente: www.mercadillosaludable.blogspot.com. Consulta: 15 de enero de 2012.

1.8. Proceso de molienda de trigo

Este proceso tiene como objetivo la obtención de harina de trigo a partir del procesamiento de granos de trigo, para la producción de pan, pastas, galletas; entre otros productos.

Molinos Central Helvetia S.A. (Centia), posee la más moderna tecnología en el proceso productivo, que permite el total aprovechamiento de los granos en la producción de harinas de trigo. Los productos resultantes de la molienda de trigo se clasifican en:

- Harina de trigo

- Subproductos
 - Afrecho o salvado
 - Afrechillo
 - Granillo

El proceso de molienda de trigo tiene un rendimiento entre 75% respecto a la harina de trigo, mientras que el restante 25% está dividido entre los subproductos, resultando en una producción con altos índices de extracción. El proceso de molienda se realiza para una sola clasificación de trigo, es decir no se utilizan mezclas de trigo en el proceso de operación de molienda. Las mezclas para los diferentes tipos de harina de trigo se llevan acabo en la etapa de envasado de producto terminado.

En general, el proceso de molienda de trigo está constituido de la siguiente forma:

- Limpieza de materia prima

- Acondicionamiento de materia prima

- Operación de molienda

- Envasado de producto terminado

1.8.1. Limpieza de materia prima

Esta etapa del proceso tiene como objetivo eliminar del trigo toda clase de impurezas que acompañan a éste. Entre las impurezas más comunes se encuentran:

- Materia vegetal: semillas, granos y residuos vegetales
- Materia animal: insectos, roedores y excremento
- Materia mineral: polvo, piedra, objetos metálicos
- Otras impurezas: cuerdas, zapatos, entre otros

El proceso inicia desde la salida del trigo sucio de los silos de materia prima, donde es pesado por una báscula automática, para conocer el porcentaje de impurezas y poder calcular la tasa de extracción.

A continuación se envía a una separadora, la cual elimina las impurezas que difieren al diámetro del grano de trigo por medio de dos tamices de diferente mesh, el polvo que contiene los granos de trigo se elimina mediante una corriente de aire dentro de la misma.

Luego, los granos atraviesan dispositivos magnéticos, conformados de imanes que retienen cualquier partícula metálica. Posteriormente se realiza la clasificación, la cual consiste en separar los granos de trigo de las impurezas que tienen el mismo diámetro, pero diferente longitud por medio de tamices.

La limpieza se completa con el lavado, cuyo objetivo es retirar el polvo o tierra que se encuentra en el surco del grano, la cual no fue eliminada durante el proceso anterior. El equipo que se emplea permite la separación de partículas de diferentes formas y densidades. El equipo además cumple la función de raspado a las semillas de trigo, para desprender la primera capa de cáscara y eliminar cualquier presencia microbiológica, acción por medio de la cual se garantiza la inocuidad de la semilla.

1.8.2. Acondicionamiento de materia prima

Los objetivos principales del acondicionamiento es distribuir de manera uniforme el agua sobre la superficie del grano y eliminar las oscilaciones de humedad. Lo que conlleva a un cambio en las características de los tejidos del grano, mejorando de esta manera las posibilidades de separación del endospermo de las restantes capas del grano.

En general, el trigo puede aumentar entre 2% y 3% su humedad durante esta operación. Lo cual permite una molienda de resultados óptimos con un aumento de extracción, aumento del rendimiento de los cernidos y un considerable ahorro energético. Dado que el grano de trigo es proveniente del exterior y su contenido de humedad, varía en 10% y 12%, no cumple con los requerimientos para procesarlo; una harina de trigo adecuada para panificación se necesita un contenido de humedad entre 13% y 14%.

Por eso es necesaria la humectación del grano mediante remojo con agua para alcanzar la humedad requerida, generalmente se inyecta agua hasta que el grano alcance una humedad de 16%, dado que en la etapa de operación de molienda se pierde un porcentaje de humedad del 2% por el calor provocado por los molinos de cilindros. Al finalizar el proceso, el grano reposa en los silos

de acondicionamiento por espacio de 12 a 36 horas dependiendo de las características del trigo, para que absorba la cantidad de agua inyectada.

1.8.3. Operación de molienda

El objetivo principal de esta etapa es separar por completo el endospermo del salvado y del germen, así como obtener la máxima cantidad de harina blanca a partir de la reducción del endospermo. Mediante el proceso de rotura del grano de trigo se facilita la separación entre el pericarpio y endospermo; además permite sucesivos triturados y tamizados, lo que hace posible la separación del endospermo que se transforma en partículas finas de harina, de la cáscara que se transforma en salvado. Las principales operaciones que se desarrollan dentro de la etapa de operación de molienda de trigo son:

- Trituración: consiste en la rotura del grano por medio de molinos de cilindros estriados, lo cual produce una molienda no homogénea en la cual el producto se encuentra mezclado entre la cáscara y el endospermo en forma de polvo.

La rotura del grano se produce por medio de la compresión y el cizallamiento, ya que un cilindro gira 2,5 veces más rápido que el otro. De esta forma, los granos que pasan entre los dos cilindros sufren de estiramiento y cizallamiento, raspado progresivo de las capas del grano durante la trituración

- Purificación: el objetivo es clasificar y purificar el producto que va a compresión. La función de la purificación consiste en separar las diferentes sémolas para que vayan a la siguiente reducción por medio de

un equipo denominado sasora, evitando que la harina se ensucie con residuos. Esta operación es intermedia entre la trituración y la primera reducción por compresión.

Los molinos de cilindros, los sasores y los cernidores planos se interconectan mediante tubería de aspiración, por lo cual el producto es obligado a pasar por cada equipo mientras que dure el proceso productivo.

- Compresión y reducción de tamaño: se realiza por medio de cilindros lisos, los cuales son alimentados con producto que está constituido por un 95% -98% de endospermo. Lo que genera del 40% - 45% de la harina total de la producción. Los residuos de este proceso son partes de cáscara y germen.
- Cernido: la operación se desarrolla cada vez que el producto atraviesa un molino de cilindros, el cual clasifica el producto según el tamaño de las partículas por medio de tamices de seda o de acero inoxidable. Se utilizan cernidores planos que están compuestos por varios compartimentos con 10 a 12 tamices planos superpuestos, sobre los cuales se envía el producto para cernir, y este es el encargado de distribuir a las siguientes etapas del proceso.
- Cepillado de cáscaras el objetivo es minimizar la cantidad de harina adherida en la parte interna del salvado. La harina que se obtiene del cepillado de las cáscaras es de aspecto sucio y contiene residuos, por lo que es enviado a los cernidores planos; los cuales la clasifican y la agregan junto a la harina limpia, lo que mejora considerablemente el rendimiento de la molienda.

La finalidad de la molienda de granos de trigo es la obtención de harina fina a través de diferentes operaciones con maquinaria, que permiten la consecución de un mayor rendimiento a una calidad determinada.

1.8.4. Envasado de producto terminado

Conforme concluye la etapa de operación de molienda, la harina de trigo es transportada hacia los silos de almacenamiento. En esta etapa es donde se realizan las mezclas de las harinas de trigo, para dar paso a la gran variedad de marcas que se distribuyen al mercado.

El envasado es un proceso semiautomático de llenado de sacos, donde los operarios son encargados del manejo de los sacos, mientras que la maquinaria es la encargada del proceso de llenado, mediante una báscula electrónica y caída por gravedad. Al finalizar el proceso de envasado cada lote es estibado y enviado al área de bodega, donde es almacenado hasta su distribución al mercado.

1.9. Tipo de harina de trigo producida

Molinos Central Helvetia, S.A. (Centia), identifica la importancia de la harina de trigo, la cual constituye un ingrediente básico en la dieta de los guatemaltecos, por tal motivo produce la harina de mayor demanda en el mercado doméstico siendo los principales tipos los siguientes:

1.9.1. Harina dura

Es la harina de trigo que, por su composición tiene un alto rendimiento por su absorción de agua, fundamentalmente es utilizada en productos de panadería industrial y artesanal, así como en tipos de pan de molde.

1.9.2. Harina suave

Es una harina, fundamentalmente dirigida a productos de pastelería industrial y repostería, en la elaboración de galletas, pan especial, pudines, entre otros productos.

1.10. Marcas distribuidas al mercado

Entre las marcas de harina de trigo que se distribuyen al mercado de acuerdo a su tipo se encuentran:

- Harina dura
 - Súper Maravilla: es la marca de harina dura tradicional por excelencia, desde 1955 es el ingrediente activo del pan de los guatemaltecos.
 - Espiga de Oro: es la marca líder de la empresa, es otra opción de harina dura de calidad y alto rendimiento.
 - Reina del Istmo Fuerte: es la marca de exportación para llevar calidad en harina dura fuera de las fronteras guatemaltecas.
 - Reina del Istmo Extra Fuerte: es un tipo de harina especial, la cual contiene mayor fortaleza que la harina dura tradicional.

- Harina suave
 - Flor del País: es la marca líder en harinas suaves desde hace más de 100 años.
 - Capitán: es la primera harina con presencia en el mercado de Guatemala desde 1937.
 - La Nacional: es la marca más reciente lanzada al mercado, está compuesta con una fórmula mejorada.
 - Reina del Istmo Suave: es la marca de exportación para llevar calidad en harina suave fuera de las fronteras guatemaltecas.

1.11. Mercado nacional de harina de trigo

En Guatemala, la harina de trigo tiene un papel fundamental en la economía, debido al crecimiento de industrias panificadoras y la diversificación de actividades económicas que utilizan la harina de trigo como materia prima, asimismo, la exportación del producto a países de Centroamérica. Como resultado de esto se incrementó la demanda de harina de trigo a nivel regional, lo que provocó una tendencia a importar trigo para satisfacer dicha demanda, siendo Estados Unidos y Canadá los principales importadores para Guatemala.

Es de suma importancia aclarar que el aumento de las importaciones de trigo, también causa del aumento demográfico de Guatemala en el período comprendido del 2001 al 2011; por otra parte, una cantidad significativa de dichas importaciones se adjudican a contingentes arancelarios que buscan mantener los precios de la harina de trigo en el mercado nacional, dadas las crisis del trigo que ha sufrido Rusia en la última década.

1.11.1. Grado de participación en el mercado nacional

Actualmente, en Guatemala existen cuatro empresas molineras que en conjunto tienen una participación del 70% sobre el mercado doméstico de la harina de trigo. Las empresas son: Molinos Central Helvetia, S.A. (Centia), Empresa B, Empresa C y empresa D. La información brindada por el Ministerio de Economía y la Dirección de Promoción de la Competencia en el reporte Guatemala: Rasgos Fundamentales del Mercado de Trigo y Harina de Trigo, establece lo siguiente:

Molinos Central Helvetia, S.A. (Centia), figura como la empresa más grande que opera en el mercado nacional, la cual tiene una capacidad de procesamiento de 300 toneladas métricas de trigo diario. Debido a este nivel de procesamiento, es capaz de abastecer simultáneamente el mercado de Guatemala y El Salvador, ya que 12% de la producción de harina de trigo es exportada para dicho país. Molinos Central Helvetia, S.A. (Centia), tiene una participación de 33% en el mercado doméstico de harina de trigo en el país.

La empresa B de origen salvadoreño, se sitúa en la segunda posición con mayor poder de mercado en Guatemala, dado que esta empresa cuenta con molinos que operan en Guatemala y El Salvador, lo cual genera que tenga una capacidad de procesamiento aproximadamente de 200 toneladas métricas de trigo por día. Por lo que se le adjudica una participación de 22% en el mercado doméstico de harina de trigo. La empresa C de origen guatemalteco, se localiza en la tercera posición de las empresas con mayor participación en el mercado, con una cuota de participación del 8,7%. La empresa D, por su parte cuenta con una participación del 6,6% en el mercado doméstico de las harinas en Guatemala.

Estos datos permiten observar que Molinos Central Helvetia, S.A. (Centia) es la empresa con mayor participación dentro del país, lo que la convierte en un pilar fundamental en el desarrollo industrial del mismo.

2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

2.1. Aseguramiento de calidad durante la molienda de trigo

El sistema actual de aseguramiento de calidad es el encargado de garantizar que la harina de trigo sea de óptima calidad, inocua y que cumpla con todos los requisitos de ley. El control utilizado en las diferentes etapas del proceso productivo es de carácter interno, sólo se monitorea y controla las características del producto, a excepción de la etapa de empaque donde, además se realizan análisis externos al producto terminado.

Entre las características que se monitorean y controlan por medio de análisis de laboratorio internos se encuentran éstas, que también se denominan como fisicoquímicas y reológicas:

- Ceniza
- Número de caída
- Contenido de proteína
- Granulometría
- Humedad
- Resistencia al estiramiento

- Extensibilidad de la masa
- Almidón dañado

Posteriormente se expondrán aspectos importantes sobre las características anteriores y algunas más, las cuales forman parte de los análisis de laboratorio interno.

En Molinos Central Helvetia, S.A. (Centia), durante la etapa de operación de molienda se lleva el control de las características fisicoquímicas y reológicas de la harina de trigo mediante los análisis internos de laboratorio. Estas dos últimas muestran información sobre cómo se comportará la harina de trigo durante el proceso de panificación. A través de esta información se puede predecir errores en el desempeño de la harina de trigo, la cual será de utilidad para hacer los ajustes pertinentes al proceso productivo en caso se requiera modificar alguna de las características descritas anteriormente.

Hay que tomar en cuenta que la harina de trigo es muy susceptible a cambios, por lo cual los análisis de laboratorio internos sirven para llevar un control y registro sobre las características de la misma.

Los análisis de laboratorio internos practicados durante el proceso de molienda forman parte de una metodología reconocida internacionalmente y avalada por la Asociación Americana de Químicos Cerealista (en inglés, American Association of Chemistry Cerealists, AACC), además de ser utilizada en la mayoría de molinos a nivel mundial.

De manera similar, se lleva estricto control en la calidad del agua utilizada en el proceso productivo, ya que ésta debe presentar un nivel de cloro

específico para poder eliminar las impurezas que contienen los granos de trigo. Además, se practican análisis microbiológicos al agua de proceso para identificar los niveles de contaminantes presentes en la misma, los cuales son ejecutados por laboratorios externos.

2.1.1. Control de insumos y materiales

Los controles de los insumos y materiales varios se llevan a cabo mediante un proceso de muestreo, el cual examina el 10% del total de lotes de ingreso, y tiene como objetivo no rechazar los lotes que estén acordes y cumplan con los requerimientos de la empresa y rechazar los que no lo hagan. Entre los insumos y materiales utilizados se encuentran:

- Bolsas y sacos de papel kraft: elaborados a partir de pastas vegetales, los convierte en un material muy resistente y de larga duración, se preparan con 2 capas de papel.

La diferencia entre las bolsas y los sacos radica en su límite de peso, el cual para las bolsas debe ser menor a los 11,5 kg, mientras que los sacos contienen peso superior alcanzando los 45 kg.

- Bolsas y sacos de polipropileno: compuestas de resina de plástico de polipropileno, tiene las ventajas de ser de peso liviano, alta resistencia, resistentes a la humedad y de fácil empaque.
- Material para coser: compuesto de hilo de cáñamo encerado y agujas para coser.
- Grasas animales: grasa lubricante de origen animal.

- Mejorantes reológicos: utilizados para fortificar la harina de trigo con nutrientes y vitaminas.

De estos controles se exceptúa el agua, la cual es un insumo importante dentro del proceso productivo, por lo que lleva un procedimiento de control diferente.

2.1.2. Limpieza de materia prima

Durante esta etapa se lleva el control del trigo mediante análisis que determinan el peso específico, por medio de muestras representativas, lo cual aproxima el rendimiento que tendrá la harina de trigo. Esta información es utilizada para verificar el porcentaje de humedad que contiene el trigo antes de ser procesado. El análisis es practicado cada hora a lo largo del turno de trabajo.

Además, se lleva el control del contenido de cloro presente en el agua que será utilizada en el proceso de limpieza del grano, por medio de análisis cualitativos que determinan la cantidad de cloro y pH contenida en la misma. Generalmente, se aplica una cantidad de cloro que varía entre 3 ppm, 20 ppm, lo cual garantiza la eliminación de las impurezas y de los microorganismos presentes en la superficie de la cáscara del grano de trigo, sin que afecte el endospermo.

No se realizan más análisis debido a que en este estado los granos de trigo contienen mucha impureza, lo cual haría que los resultados fueran erróneos y generarían un gasto innecesario.

2.1.3. Acondicionamiento de materia prima

En esta etapa se lleva el control de la cantidad de agua que se inyecta a los granos de trigo, asimismo se realizan análisis que determinan el contenido de humedad del trigo, por medio del método de secado al horno. En este punto el grano de trigo debe de presentar un contenido de humedad del 16%, para que se optimice el proceso de extracción de la harina de trigo.

Seguidamente, se realizan análisis que determinan la actividad de alfa-amilasa, las propiedades elásticas y la capacidad panadera de la harina de trigo mediante el contenido del almidón dañado presente en los granos de trigo.

Estos análisis son importantes, ya que a partir de ese punto los granos de trigo entran al proceso de transformación, por lo cual si los mismos contienen porcentajes de humedad erróneos esto generará que el rendimiento de extracción disminuya. Además, de incrementar el consumo de energía eléctrica por parte de los molinos de cilindro, ya que éstos necesitan de más tiempo para extraer la harina de trigo.

2.1.4. Operación de molienda

Es la etapa donde los granos de trigo se procesan y se convierten en harina, se lleva control de las características de la harina mediante los análisis de laboratorio internos.

Esta etapa tiene la peculiaridad de poder modificar las características de la harina de trigo según los resultados obtenidos de los análisis practicados a la misma, se pueden hacer modificaciones por medio de ajustes en el proceso

productivo, generalmente a los molinos de cilindros, ya sea por medio de la cantidad de agua dosificada o el grado de trituración al grano.

Es necesario este tipo de control en esta etapa del proceso productivo para poder cumplir con las especificaciones del producto terminado así como los requerimientos de ley y calidad establecidos, además para garantizar un producto inocuo.

Se practican análisis de laboratorio internos a muestras representativas de harina de trigo que finalizan el proceso productivo, con el objetivo de identificar no conformidades en el producto procesado y por medio del reproceso poder eliminar dichas no conformidades, mediante los análisis de humedad, ceniza, almidón dañado, Número de caída, gluten, granulometría, cualitativo de ácido ascórbico, cualitativo pekar, cualitativo de vitamina, alveográfico y farinográfico. Los análisis anteriores serán descritos en el apartado 2.6.1 página 53.

Por otra parte, los resultados de los análisis de laboratorio internos brindan información sobre el comportamiento de la harina de trigo durante el proceso de panificación, por lo que se realiza una prueba de panificación por cada muestra de harina de trigo analizada, este proceso es estandarizado y desarrollado por personal altamente capacitado. Dichos análisis de panificación constan de la elaboración de pan por medio de los procesos de amasado, reposo, maduración y cocción. Además, sirven para contrastar los resultados de los análisis de laboratorio internos, con la información que brindan en temas como elasticidad, fuerza panadera, entre otros.

2.1.5. Envasado de producto terminado

Conforme concluye la etapa de operación de molienda, la harina de trigo es transportada hacia los silos de almacenamiento. Aquí se llevan a cabo dos métodos de control.

Primero: se analiza el producto terminado en silos de almacenamiento, los análisis se ejecutan cada cuatro horas durante el turno de trabajo y a cada silo de almacenamiento por individual. Los análisis de laboratorio que se practican al producto terminado son: humedad, ceniza, almidón dañado, Número de caída, gluten, granulometría, alveográfico y farinográfico respectivamente.

Segundo: se analiza el producto terminado en la línea de empaque, los análisis que se practican, a un saco representativo, son de humedad, ceniza, almidón dañado, Número de caída, gluten, granulometría, cualitativo de ácido ascórbico, cualitativo pekar, cualitativo de vitamina, alveográfico y farinográfico respectivamente. Los cuales se ejecutan cada hora a lo largo del turno de trabajo y cada vez que se cambie de empaque.

En esta etapa, las características de la harina no pueden ser modificadas, lo único que se puede modificar es el tipo de mejorante reológico dosificado que está en relación a la marca de producto a empacar.

Por lo que se lleva estricto control de la cantidad de mejorantes reológicos dosificados a la harina de trigo, ya que esta información es de suma importancia para las industrias que utilizan la misma en sus procesos productivos. Además, porque en el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.15:06 para la elaboración de harinas y harinas fortificadas se

encuentran estipuladas las cantidades de mejorantes reológicos que debe presentar el producto terminado.

2.1.5.1. Análisis externo del producto terminado

Mensualmente se realizan análisis de laboratorio externos a muestras representativas de harina de trigo producida. El objetivo de dichos análisis es identificar la presencia de microorganismos en la harina de trigo que son dañinos para el ser humano. El análisis consiste en examinar dos muestras de cada tipo de harina de trigo, en primer lugar se examina la muestra de harina de trigo que no ha sido fortificada, ésta es denotada como harina de proceso, y en segundo lugar se examina la muestra fortificada de producto terminado.

Los microorganismos que son calificados como dañinos para el ser humano según el Reglamento Técnico Centroamericano son:

- Recuento aeróbico total
- Coliformes totales
- Coliformes fecales
- Escherichia coli
- Salmonella spp

La presencia de dichos microorganismos en las muestras podría estar vinculada a condiciones de insalubridad en los silos de almacenamiento, en las tuberías de distribución o en el proceso de limpieza de instalaciones. Los

análisis externos se realizan por medio de laboratorios de prestigio, los cuales se encargan de coleccionar las muestras, examinar y presentar resultados.

El problema se da al excluir de los análisis externos a la mayor parte de los lotes de producto terminado por causa del gasto que generan los análisis, aproximadamente Q. 1 000,00, por cada análisis el cual contiene cuatro muestras de harina de trigo. Actualmente, se produce en promedio 140 lotes por mes de las diversas marcas de harina de trigo distribuidas al mercado, de las cuales se examinan 16 lotes.

Esto genera que sólo el 11% de los lotes producidos mensualmente sean objeto de análisis y tengan a disposición la información microbiológica, dejando el restante 89% sin análisis microbiológico respectivo.

Hay que tomar en cuenta que, debido a que cada vez son más rigurosos los controles y aspectos de seguridad en el tema alimenticio a nivel mundial, las empresas que utilizan la harina de trigo en sus procesos productivos requerirán de mayor información sobre el estado del producto terminado y el tema de los microorganismos no es la excepción.

Por lo cual, es necesaria la inclusión de más lotes de producto terminado dentro de las rutinas de análisis microbiológicas, esto con el fin de generarle valor al producto que va hacia el cliente al momento de garantizar la inocuidad del producto.

2.2. Equipo de protección

Es indispensable contar con el equipo de protección adecuado, que se ajuste a los requerimientos internacionales y, a que a su vez sea necesario y

aplicable en las distintas áreas de trabajo. Por tal motivo, a nivel general, dentro del área de producción se manejan diferentes equipos de protección, individual y colectivo, los cuales se ajustan de acuerdo a las necesidades del trabajo a realizar.

Debido a que Molinos Central Helvetia, S.A. (Centia) se encuentra en el proceso de acreditación de las Normas ISO, se tiene un área de gestión de calidad que toma en cuenta las especificaciones de dichas normas, en los temas de:

- Medios de protección individual
- Seguridad de máquinas
- Vibraciones y choques mecánicos
- Medios de protección colectiva

Lo cual está estipulado para evitar que los trabajadores contraigan enfermedades profesionales durante la ejecución de sus labores, dentro de las principales enfermedades profesionales se encuentran:

- Enfermedades del aparato respiratorio: por la incidencia del polvo de la harina de trigo, al no utilizar correctamente el equipo de protección individual.
- Lesiones osteomusculares: por la agrupación manual de los sacos de harina de trigo, para luego ser estribados.

- Pérdida de la capacidad auditiva: debido al ruido producido por la maquinaria durante el proceso productivo.
- Alteraciones de la piel: por entrar en contacto con productos químicos al realizar análisis de laboratorio.

Se utiliza un sistema de señalización industrial mediante el uso de pictogramas instalados en las diversas áreas dentro de la planta, donde se notifica al personal las condiciones de seguridad y los riesgos expuestos. La señalización está acorde a normas internacionales, entre los colores que se utilizan están:

- Rojo: utilizado para notificar una prohibición o identificar un elemento contra incendio.
- Amarillo: denota una advertencia o precaución.
- Verde: denota una condición segura o señal informativa.
- Azul: denota una obligatoriedad.

Todo lo anterior se realiza con la finalidad de minimizar y controlar los accidentes ocurridos dentro de la planta, que involucren la perturbación de vidas humanas y costos económicos.

2.2.1. Personal

A continuación, en la tabla II se detalla el tipo de equipo de protección personal utilizado según el área de trabajo.

Tabla II. **Equipo de protección personal por área**

Área de trabajo	Equipo de protección personal
Bodega	<ul style="list-style-type: none"> • Casco de seguridad <ul style="list-style-type: none"> ➤ contra impacto • Gafas plásticas • Botas punta de acero • Cinturón de seguridad
Empaque	<ul style="list-style-type: none"> • Gorra de seguridad • Gafas plásticas • Protectores auditivos <ul style="list-style-type: none"> ➤ tipo tapones • Equipo respiratorio <ul style="list-style-type: none"> ➤ filtrante de partículas • Botas punta de acero
Gestión de Calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Gorra de seguridad • Protectores auditivos <ul style="list-style-type: none"> ➤ tipo tapones • Equipo respiratorio <ul style="list-style-type: none"> ➤ filtrante de partículas • Botas punta de acero
Limpieza	<ul style="list-style-type: none"> • Casco de seguridad <ul style="list-style-type: none"> ➤ contra impacto • Gafas plásticas • Protectores auditivos <ul style="list-style-type: none"> ➤ tipo tapones • Equipo respiratorio <ul style="list-style-type: none"> ➤ filtrante de partículas • Guantes de protección <ul style="list-style-type: none"> ➤ contra agresiones químicas • Botas punta de acero

Continuación de la tabla II.

Laboratorio Control de Calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Protección de cabeza <ul style="list-style-type: none"> ➤ tipo cofia • Gafas plásticas • Equipo respiratorio <ul style="list-style-type: none"> ➤ equipo filtrante de partículas • Guantes de protección <ul style="list-style-type: none"> ➤ contra agresión química ➤ mangas de antebrazo • Botas punta de acero
Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Casco de seguridad <ul style="list-style-type: none"> ➤ contra impacto ➤ pantalla para soldadura • Gafas plásticas • Protectores auditivos <ul style="list-style-type: none"> ➤ tipo tapones • Guantes de protección <ul style="list-style-type: none"> ➤ contra agresión mecánica ➤ contra agresión eléctrica • Botas punta de acero • Cinturón de seguridad
Producción	<ul style="list-style-type: none"> • Gorra de seguridad • Gafas plásticas • Protectores auditivos <ul style="list-style-type: none"> ➤ tipo tapones ➤ tipo orejeras • Botas punta de acero

Fuente: Área de Gestión de Calidad.

El equipo de protección descrito anteriormente, no toma en cuenta la ropa de trabajo corriente y los uniformes que no estén específicamente destinados a proteger la integridad física del trabajador.

2.2.2. Colectiva

Los medios de protección colectiva que se encuentran distribuidos dentro de la empresa se detallan a continuación en la tabla III.

Tabla III. **Equipo de protección colectiva por área**

Área de trabajo	Equipo de protección personal
Administrativa	<ul style="list-style-type: none"> • Extintor <ul style="list-style-type: none"> ➤ clase A • Botiquín primeros auxilios
Aseguramiento de Calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Extintor <ul style="list-style-type: none"> ➤ químico seco multiusos
Bodega	<ul style="list-style-type: none"> • Extintor <ul style="list-style-type: none"> ➤ clase A • Cinturón de seguridad <ul style="list-style-type: none"> ➤ tipo arnés • Botiquín primeros auxilios
Empaque	<ul style="list-style-type: none"> • Extintor <ul style="list-style-type: none"> ➤ clase A • Botiquín primeros auxilios
Gestión de Calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Extintor <ul style="list-style-type: none"> ➤ clase A • Botiquín primeros auxilios
Limpieza	<ul style="list-style-type: none"> • Extintor <ul style="list-style-type: none"> ➤ químico seco • Botiquín primeros auxilios

Continuación de la tabla III.

Laboratorio Control de Calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Extinguidor <ul style="list-style-type: none"> ➤ químico seco multiusos • Botiquín primeros auxilios
Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Extinguidor <ul style="list-style-type: none"> ➤ químico seco multiusos • Cinturón de seguridad <ul style="list-style-type: none"> ➤ tipo arnés • Botiquín primeros auxilios
Producción	<ul style="list-style-type: none"> • Extinguidor <ul style="list-style-type: none"> ➤ químico seco multiusos • Antideslizante para pisos • Botiquín primeros auxilios
Recursos Humanos	<ul style="list-style-type: none"> • Extinguidor <ul style="list-style-type: none"> ➤ clase A • Botiquín primeros auxilios

Fuente: Área de Gestión de Calidad.

2.3. Área de Almacenamiento

El almacenamiento tiene la función del resguardo del producto terminado, materiales e insumos, de cualquier agente que sea dañino y que altere la calidad de los mismos. Se lleva una política de inventarios del tipo PEPS: primero en entrar, primero en salir, para todos los productos, materiales e insumos. Además, son responsables de una eficiente administración y control sobre el producto para lograr una óptima distribución a los centros de abastecimiento.

El área de almacenamiento de producto terminado consiste de una serie de tres bodegas que tienen la capacidad de almacenar 20 000 quintales de producto cada una, en sus diferentes presentaciones, siendo harina de trigo y subproductos. El modo de operar consiste en recibir el producto de la planta de producción, a continuación se estriba de acuerdo al número de lote y ordena para resguardar su calidad y preservar su presentación.

El área de almacenamiento de materiales e insumos consiste entres bodegas, la primera se encarga del almacenamiento y control de los insumos para el proceso productivo, entre los que se encuentran los mejorantes reológicos, las bolsas de envasado y el cáñamo para sellar las bolsas. En la segunda, se almacena y lleva el control de todos los repuestos de la maquinaria utilizada en el proceso productivo, así como los repuestos del área de mantenimiento. En la tercera se lleva el control de los artículos de limpieza utilizados para mantener la higiene y salubridad de las instalaciones, maquinaria y equipo de la empresa.

2.3.1. Control de producto en bodega

El área de almacenamiento no cumple con la política de inventario PEPS, dado que en ocasiones los lotes de harina de trigo recibidos de la planta de producción se distribuyen al mercado sin considerar el inventario existente. Lo cual genera que la harina de trigo almacenada en inventario no tenga movimiento y finalice su vida útil. De modo, que esta última pueda generar contaminación por medio de algún tipo de plaga o bacteria.

Otra deficiencia se ve reflejada al no tener registro de análisis de laboratorio (internos y externos) practicados a los lotes de harina de trigo que se

encuentra en el área de almacenamiento por más de siete meses, o que no ha tenido movimiento debido al deficiente control de inventario.

Esto genera que los resultados de los análisis de laboratorio practicados a la harina de trigo durante el proceso de elaboración sean incorrectos al momento de verificar las características de la harina de trigo, ya que las mismas van cambiando con el transcurrir del tiempo, hasta cierto punto es donde ésta empieza a perder su calidad. Además, los lotes de harina de trigo están expuestos a diversas plagas dado el ambiente en que son almacenados, entre los que se encuentran:

- Ataque de insectos
- Ataques de roedores
- Infección de hongos
- Infección por bacterias
- Oxidación
- Contenido de humedad de la harina

Esto se genera debido a que la harina de trigo es muy sensible a cualquier contaminante con el que entre en contacto. Por otra parte, hay escenarios que derivan en la contaminación, directa o indirecta, de la harina de trigo, siendo los más importantes los siguientes:

- Contaminación del producto al momento de ser envasado.
- Por falta de higiene: al no contar con un programa de limpieza y desinfección adecuado que elimine la contaminación y bacterias presentes en el ambiente.
- Por sacos rotos: dado el mal manejo al momento de estibar los lotes de producto en la bodega.
- Contacto directo con el piso y paredes: al no utilizar equipo que evite el contacto directo de los lotes con piso y paredes.
- Contacto directo con contaminantes: al tener productos ajenos a la harina de trigo en las bodegas de almacenamiento.
- Lugares sin ventilación: al no contar con ventilación y la temperatura adecuada (25 °C) en la bodega de almacenamiento.

Este tipo de inconvenientes tiene repercusión económica para la empresa, la contaminación y el mal manejo ocasionan que la harina de trigo pierda su calidad, lo cual genera pérdidas económicas y del producto directamente.

Además, si se presentan los problemas descritos anteriormente se estaría distribuyendo a industrias y consumidores producto que está contaminado lo cual puede incurrir en el deterioro de la reputación de la empresa y sus marcas distribuidas al mercado, en la devolución de producto y el reembolso respectivo así como en el daño a la salud de los consumidores, puesto que es un producto para el consumo diario y la presencia de

contaminantes en el mismo puede deteriorarla. Esto último vendría a contradecir el objetivo de la empresa, que es el de satisfacer de manera eficiente la necesidad de sus clientes.

2.4. Monitoreo de inocuidad

El monitoreo de la inocuidad dentro del proceso productivo es un tema sumamente importante dadas las repercusiones que se presentan cuando se tienen problemas con la misma, lo cual genera pérdida de calidad en el producto. Hay que tomar en consideración que la harina de trigo servirá como materia prima de otros procesos productivos alimenticios, cuyos productos van a ser destinados para consumo humano. Por tal motivo es necesaria la identificación de puntos críticos, así como su monitoreo y control, que sirvan para minimizar posibles problemas de inocuidad.

Entre las consecuencias identificadas derivadas de problemas en la inocuidad y calidad del producto, cuya repercusión se ve reflejada de manera directa e indirecta hacia la empresa, se encuentran:

- Riesgos en salud de los consumidores
- Retención, rechazo y destrucción de producto
- Pérdidas y costos económicos
- Pérdidas comerciales

Dado lo anterior, es importante establecer verificaciones periódicas a puntos críticos que garanticen la inocuidad del producto durante el proceso

productivo, que identifique cuándo el mismo presente señales de contaminación. Además, es necesaria la identificación de las posibles fuentes de contaminación que pueden poner en riesgo la inocuidad del producto. Entre las fuentes de contaminación identificadas que pueden afectar la inocuidad en el proceso productivo se encuentran:

- Contaminación biológica: hongos, bacterias y virus presentes en el producto.
- Contaminación física: materia extraña como metal, madera presente en el producto.
- Contaminación química: pesticidas, antibióticos y mico toxinas presentes en el producto.

Actualmente, en Molinos Central Helvetia, S.A (Centia), dichos controles no se llevan acabo, al no contar con un programa que identifique puntos críticos, monitoree y controle la inocuidad y presente soluciones eficientes a problemas, se tiene un impacto negativo en la calidad de la harina de trigo.

Lo cual ha generado que en ocasiones el producto terminado tenga presencia de contaminación física por medio de material metálico o utensilios que se usan en el empaque de la harina de trigo y contaminación química por medio de moho que se encuentra en las tuberías de distribución del producto.

2.4.1. Depósitos para agua de proceso

Los depósitos para agua de proceso consisten en dos contenedores de 2 500 litros cada uno que se utiliza específicamente en la etapa de limpieza (ver

apartado 1.8.1 página 18) y acondicionamiento (ver apartado 1.8.2 página 19) de los granos de trigo. Los cuales se encuentran conectados de manera directa con la cisterna que tiene el propósito de abastecer de agua a la planta.

La cisterna es utilizada como primera medida para eliminar las bacterias y contaminantes que contiene el agua proporcionada por la municipalidad, el tratamiento que se le aplica consiste en la dosificación de pastillas de cloro, cada una de 1 ppm.

Esta dosificación está en función de la calidad de los granos de trigo a procesar y se utiliza un rango de adición de cloro que se encuentra entre 3 ppm, 20 ppm, ya que esto garantiza que las bacterias y contaminantes que presente el agua de la municipalidad se eliminen por completo. El problema se genera en los depósitos de agua de proceso, los cuales no son parte del programa de limpieza de instalaciones; sin embargo, dentro de ellos se acumula gran cantidad de contaminantes, los cuales modifican el efecto de la dosificación de cloro aplicado en la cisterna.

Esto puede traer como consecuencia que el agua que se utiliza para acondicionar los granos de trigo se contaminen con el agua de los depósitos, y esto a su vez, contamine de manera bacteriana los granos de trigo que van a ser procesados.

La importancia de este problema es grande, puesto que no se cuenta con un laboratorio microbiológico que pueda identificar dichos problemas de inocuidad, por consiguiente el trigo contaminado puede ser procesado y transformado en harina de trigo, que a su vez durante la etapa de envasado se mezcla con diferentes tipos de harina de trigo, lo cual puede provocar una contaminación a gran escala.

Todo esto debido a que no se cuenta con un programa de limpieza que tenga un alcance mayor al de la limpieza general, de maquinaria y equipo, de pisos, paredes y techos. Además, existe el problema de que la rutina de limpieza de la cisterna solo aplica una vez por año, lo cual para la importancia que tiene el agua dentro del proceso se considera limitado y esto puede dar lugar a la propagación de contaminantes presentes en el agua.

2.4.2. Silos de almacenamiento de materia prima

Consiste en 8 silos para el almacenamiento de materia prima los cuales tienen una capacidad para almacenar 2 000 quintales cada uno, éstos se encargan de almacenar los granos de trigo que serán procesados y transformados en harina de trigo.

El inconveniente que se suscita en los silos de materia prima es el escaso nivel de limpieza a los cuales son sometidos, ya que los mismos se sujetan a una rutina de limpieza una vez por año. Esto trae consigo la proliferación de contaminantes como lo son bacterias, mohos y hongos, los cuales se almacenan en las paredes internas de los silos, además si se toma en cuenta que los granos de trigo al ingresar a los silos traen consigo un nivel de impureza bastante elevado resulta un ambiente insalubre.

Si a lo anterior se le incluye la falta de rutinas de desinfección contra los microorganismos presentes se tiene que los silos de materia prima puedan estar contribuyendo a contaminar más a los granos de trigo, de cómo ya están en su estado original.

A lo anterior, es importante también que se agregue la acumulación de polvo y la humedad que tienen los silos, formando una capa de lodo que cubre

los ductos de distribución de los granos de trigo. Lo cual no sólo genera una mala impresión, ya que los mismos son transparentes, sino que es fácilmente visible el hecho de que no son sometidos a un proceso de limpieza adecuado y necesario.

2.4.3. Tubería de distribución de producto a empacar

Es uno de los puntos más importantes, dado que la harina de trigo atraviesa las tuberías de distribución las cuales se encargan de transportar la misma de los silos de almacenamiento hacia el envasado.

El problema se da al momento de ser envasada la harina de trigo que finalizó el proceso productivo sin tener reposo, ya que la misma finaliza dicho proceso con temperatura superior a los 25 °C, lo que hace que se adhiera a las paredes internas de la tubería. Ocasionando una propensión a contaminación bacteriana, por medio de hongos, dado que se forman capas de producto adheridas a las paredes internas, las cuales han tornado su color natural blanco en color verdea causa de los hongos.

Esto provoca que la contaminación se propague a lo largo de toda la tubería de distribución y pueda alcanzar los silos de almacenamiento, lo cual tendería a contaminar el producto que se encuentra almacenado en los mismos. Por otra parte se tiene el riesgo de que el producto que se está envasando contraiga algunos contaminantes, a causa de la fricción de la harina de trigo con las paredes internas, lo cual hace que ciertas capas de contaminación se incorporen en los sacos de harina de trigo envasados y en consecuencia los lotes envasados disminuyan calidad gradualmente.

Esto es debido también, a que las tuberías de distribución del producto a empacar no están incorporadas dentro del programa de limpieza de instalaciones de la planta, por lo cual el hongo se acumula período a período causando que la capa de contaminación se convierta en un tipo de costra que se distribuye a lo largo de la tubería.

Hay que tomar en consideración que la harina de trigo envasada luego es almacenada y la contaminación química a la que ha sido expuesta produce que el hongo se distribuya a lo largo del producto contenido en los sacos, lo que podría generar una contaminación a gran escala dentro del saco. Por otra parte, no se lleva monitoreo y control de la calidad y el estado de los lotes de harina de trigo que se encuentra en el área de almacenamiento (ver apartado 2.3.1 página 42).

2.5. Producción de harina de trigo

Molinos Central Helvetia. S.A (Centia), tiene una capacidad de producción del orden de las 300 toneladas diarias, con un rendimiento del 75% en harina de trigo y los subproductos ocupan el restante 25%, cuya producción se destina a la industria de alimentos para animales, principalmente. La harina de trigo se produce durante todo el año para la industria de la panificación, pero en el período de enero a mayo es un 20% superior a lo normal, dado que aumenta la demanda de harina por motivo de las festividades locales en el mes de abril.

La harina de trigo debe ser producida con trigos secos, sanos y limpios, libres de toda materia extraña. No debe presentar signos que puedan indicar alteración, contaminación o deterioro que altere su calidad, ya que es un producto de consumo alimenticio.

El proceso de producción trabaja por medio de energía eléctrica consumiendo 60 kw/h por tonelada de trigo procesado, esto puede variar dependiendo de las condiciones en que se encuentre el trigo. Estas condiciones están determinadas conforme el porcentaje de humedad que contengan los granos de trigo después de la etapa de acondicionamiento. Los tipos de granos de trigo procesados son:

- Soft White Winter (SWW)
- Dark Northern Spring (DNS)
- Hard Red Winter (HRW)

El proceso de producción no se ejecuta al 100%, o sea no se producen las 300 toneladas, debido a que la etapa de envasado sólo puede envasar 4 500 quintales diarios, al ser un proceso semiautomático.

La harina de trigo de tipo Hard Red Winter (HRW) y Dark Northern Spring (DNS) son los de mayor porcentaje de producción, debido a que la harina de estos tipos de trigo constituye la materia prima en la industria de panificación en el mercado local, mientras que la producción de harina de trigo de tipo Soft White Winter (SWW) es utilizada en la industria de panificación y elaboración de galletas, generalmente.

La producción de harina de trigo en Molinos Central Helvetia S.A. (Centia), se rige bajo la serie de especificaciones establecidas por el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.15:06, donde se regula todo con respecto a las harinas de trigo y harinas de trigo fortificadas, en aspectos como clasificación, envasado y etiquetado entre otros.

2.6. Aseguramiento de calidad en el producto terminado

Una vez finalizada la etapa de operación de molienda, la harina de trigo es sometida a una serie de análisis de laboratorio internos los cuales tienen la finalidad de verificar la calidad, así como obtener información sobre las características presentes en la misma.

Los análisis internos son ejecutados por medio de metodología reconocida y aprobada internacionalmente por la Asociación Americana de Químicos Cerealista (AACC), además, se analiza por medio de laboratorios externos la cantidad de microorganismos presentes en el producto. Esto con el objetivo de identificar lotes de harina de trigo que no cumplan con las normas y estándares de calidad establecidos en el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.15:06, y cuyo consumo genere una repercusión en otros procesos productivos y en la salud del consumidor.

La harina de trigo es monitoreada de manera constante debido a los estándares de calidad rigurosos, además, debido a la facilidad con que el producto terminado puede ser expuesto a contaminación de tipo física, química y microbiana, radica aquí la importancia de llevar un estricto control durante el proceso de operación de molienda, para garantizar una alta calidad en el producto terminado.

Los resultados de los análisis determinan si el producto terminado es óptimo y cumple con los requerimientos mínimos establecidos por la empresa; o no. En caso no sea óptimo, excepto problemas bacterianos, es necesario que el producto terminado atraviese por uno o varios reprocesos para modificar problemas en características, inocuidad, calidad y en parámetros.

Si el producto terminado presenta problemas de índole bacteriana, éste no puede ser reprocesado, ya que contaminaría a la harina de trigo en proceso, por lo que el producto con este tipo de problema se redistribuye hacia consumo animal, ya que los estándares de calidad son menos rigurosos.

2.6.1. Proceso de análisis internos

Los análisis de laboratorios internos se desarrollan según los procedimientos establecidos por la Asociación Americana de Químicos Cerealista (AACC), tienen la finalidad de obtener información sobre las características presentes en la harina de trigo. Dichos análisis son practicados en la harina de trigo que se encuentra en proceso productivo, en silos de almacenamiento y en etapa de envasado.

Los análisis internos se realizan tanto en los granos de trigo como en la harina de trigo, por medio de proceso muestral representativo. En los granos de trigo su finalidad es dar una aproximación de la calidad en el mismo, además, se utilizan para determinar el índice de extracción de harina de trigo y la cantidad de impurezas presentes en los mismos.

En la harina de trigo tienen el objetivo de identificar el comportamiento de la harina en el proceso de panificación, así como el desempeño de la harina de trigo en el proceso de amasado, fermentado y horneado. A continuación se describen los análisis de laboratorio internos practicados a los granos y harina de trigo.

- Análisis almidón dañado: permite apreciar la capacidad panadera de una muestra de harina evitando errores en los procesos de elaboración. Analiza los almidones dañados los cuales facilitan la producción de azúcares que servirán como alimento a la levadura en el proceso de fermentación.
- Análisis ceniza: tiene como finalidad analizar los residuos inorgánicos que quedan después de una ignición completa de la materia orgánica de la muestra de harina de trigo, lo cual determinará el aspecto de la miga durante el proceso de panificación. La forma de obtención de la ceniza consiste en quemar la muestra al aire y posteriormente en una mufla para eliminar todo el material orgánico, el resultado está en función al tipo de horno, el tiempo y la temperatura de ignición.
- Análisis cualitativo de ácido ascórbico: refleja visualmente la presencia del ácido ascórbico en una muestra de harina, este análisis se utiliza como complemento al cualitativo de vitamina.
- Análisis cualitativo de vitamina: éste análisis se utiliza como indicador de la presencia de micronutrientes, específicamente el hierro, la desventaja es el desconocimiento de la cantidad exacta de micronutrientes presentes.
- Análisis cualitativo Pekar: refleja visualmente el contenido de salvado en una muestra de harina, además, se utiliza como medio de control, para determinar si el proceso de trituración está bien ajustado.

- Análisis número de caída: determina la actividad de alfa-amilasa en harinas de trigo, mediante un valor numérico dado en segundos. En el pan, un exceso de actividad amilásica tiene como resultado una miga pegajosa con amplios huecos en el interior y un déficit origina un pan seco, apelmazado y con miga de gran densidad.

El número de caída normalmente supera los 300 segundos obteniéndose un buen producto final y si está bajo 200 segundos se generan problemas en el producto final.

- Análisis gluten: permite analizar las propiedades elásticas de la masa de harina. Por medio de un lavado suave de una masa, con un exceso de agua o solución salina, en la masa propiamente elaborada, el gluten tiene la forma de una malla formada de fibras que constituyen la estructura de dicha masa.
- Análisis granulométrico: obtiene la distribución de las partículas presentes en una muestra de harina de trigo. Para obtener la distribución de tamaños se emplean tamices de diferente mesh.
- Análisis humedad: tiene como finalidad analizar el porcentaje de humedad de una muestra de harina mediante un método de secado al horno. En donde la muestra se calienta bajo condiciones específicas y la pérdida de peso se utiliza para calcular el contenido de humedad de la misma. El contenido de humedad obtenido está en relación al tipo de horno que se utilice, las condiciones del mismo, el tiempo de secado y la temperatura de secado.

- Análisis alveográfico: curva que mide la estabilidad de la masa y la resistencia que la misma opone durante el período de reposo, así también brinda información sobre las propiedades mecánicas de la masa y el estado de oxidación. Sus índices son resistencia al estiramiento, extensibilidad de la masa y área bajo la curva.
- Análisis farinográfico: mide la consistencia de la masa mediante la fuerza necesaria para mezclarla a una velocidad constante y la absorción del agua necesaria para alcanzar esta consistencia. El análisis produce una curva que reproduce de forma visual el conjunto de características de calidad de la harina. Los índices que determina este análisis son la absorción de agua, el desarrollo de la masa, la estabilidad y el grado de ablandamiento.

El tiempo de ejecución de los análisis es cada hora, ya que se tiene una producción durante las 24 horas, además es necesario contar con dichos controles para tener un producto terminado de óptima calidad. Los resultados de los análisis muestran una aproximación de como la harina de trigo se comportará durante el proceso de panificación, ya que la gran mayoría de estos replican las actividades que se desarrollan durante este proceso; además, la información recabada de los análisis, también es un indicador de calidad en la harina de trigo, de acuerdo a los estándares establecidos por la AACCC.

A continuación se presentan los resultados de los análisis internos recabados durante los meses de enero a septiembre del 2010, hay que tomar en cuenta que los mismos representan la media de cada mes. Ya que la cantidad de análisis que se realizan mensualmente es mayor a 300.

2.6.1.1. Resultados de análisis internos

Los resultados siguientes pertenecen a los análisis internos de las marcas producidas durante los últimos ocho meses, hay que tomar en cuenta que no todas las marcas son producidas durante cada mes, por lo que pueden existir meses que no tengan algún registro de análisis. Se excluyen los análisis fisicoquímicos y reológicos en lo expuesto a continuación debido a que los resultados de dichos análisis están en función de los ajustes practicados en los molinos de cilindros. Se clasificaron las marcas de acuerdo al tipo de harina de trigo (dura y suave), para tener una mejor cosmovisión sobre la relación que puedan tener las características de cada marca con el tipo de harina.

- Harina dura

Tabla IV. **Resultados análisis internos harina Súper Maravilla**

	Resultados promedio							
	Humedad	Ceniza	Almidón dañado	Gluten			Número de caída	Granulometría
				Cantidad	Calidad	Proteína		
Febrero	13,25	0,511	4,25	33,47	94,59	12,06	393	80
Marzo	13,63	0,535	4,15	30,96	95,00	12,09	367	81
Abril	13,50	0,526	3,58	29,99	92,67	10,72	383	85
Mayo	13,33	0,521	4,74	35,13	93,32	10,61	346	82
Junio	13,57	0,522	4,33	34,41	89,90	10,77	354	80
Julio	13,56	0,532	4,27	34,16	94,15	10,98	378	85
Agosto	13,62	0,542	4,03	32,46	94,70	10,53	382	84
Septiembre	13,60	0,529	4,47	35,07	96,60	11,60	368	85
Octubre	13,44	0,534	4,56	35,71	93,58	11,95	370	86

Fuente: Laboratorio Control de Calidad.

Tabla V. Resultados análisis internos harina Reina del Istmo Extra-Fuerte

Resultados promedio								
	Humedad	Ceniza	Almidón dañado	Gluten			Número de caída	Granulometría
				Cantidad	Calidad	Proteína		
Enero	13,68	0,532	3,87	30,55	95,00	12,13	378	81
Marzo	13,46	0,521	3,57	28,41	93,28	10,25	378	83
Abril	13,51	0,536	3,99	33,00	92,50	12,59	379	88
Mayo	12,90	0,543	3,49	34,61	89,10	11,26	378	86
Junio	13,11	0,549	4,37	30,05	94,50	12,13	370	83

Fuente: Laboratorio Control de Calidad.

Tabla VI. Resultados análisis internos harina Reina del Istmo Fuerte

Resultados promedio								
	Humedad	Ceniza	Almidón dañado	Gluten			Número de caída	Granulometría
				Cantidad	Calidad	Proteína		
Febrero	13,11	0,501	4,10	33,05	94,53	12,15	390	83
Marzo	13,40	0,477	4,77	30,00	93,99	12,00	375	81
Abril	13,38	0,498	4,02	32,84	96,61	12,05	397	86
Mayo	13,42	0,515	4,28	27,34	94,68	8,69	352	86
Junio	13,40	0,576	4,20	32,71	91,94	10,66	359	82
Julio	13,25	0,561	4,36	31,30	96,29	10,21	389	86
Agosto	13,13	0,550	4,05	32,29	91,11	10,31	373	86
Septiembre	13,48	0,546	4,49	33,94	95,55	11,17	358	85

Fuente: Laboratorio Control de Calidad.

Tabla VII. Resultados análisis internos harina Espiga de Oro

	Resultados promedio							
	Humedad	Ceniza	Almidón dañado	Gluten			Número de caída	Granulometría
				Cantidad	Calidad	Proteína		
Enero	13,29	0,538	4,11	33,47	93,06	12,09	366	80
Febrero	13,27	0,543	4,32	32,95	94,44	12,08	384	82
Marzo	13,77	0,491	4,06	30,60	94,52	12,12	396	80
Abril	13,33	0,498	3,86	32,06	95,90	12,48	400	87
Mayo	13,39	0,513	4,58	33,06	91,23	10,70	375	84
Junio	13,72	0,529	4,47	32,38	91,38	10,47	370	82
Julio	13,50	0,556	4,55	33,35	93,48	10,83	374	85
Agosto	13,29	0,495	4,20	35,04	94,10	11,48	377	86
Septiembre	13,33	0,536	4,41	34,09	95,62	11,36	346	85

Fuente: Laboratorio Control de Calidad.

- Harina suave

Tabla VIII. Resultados análisis Internos harina La Nacional

	Resultados promedio							
	Humedad	Ceniza	Almidón dañado	Gluten			Número de caída	Granulometría
				Cantidad	Calidad	Proteína		
Marzo	14,20	0,585	3,21	27,36	94,16	8,64	409	82
Mayo	13,51	0,512	4,34	29,83	96,72	9,91	366	81
Junio	13,62	0,534	4,36	29,66	96,55	9,57	383	80
Julio	13,67	0,526	4,19	28,99	96,59	9,53	394	82
Septiembre	13,31	0,547	4,58	30,01	97,16	9,76	354	86

Fuente: Laboratorio Control de Calidad.

Tabla IX. Resultados análisis internos harina Flor del País

Resultados promedio								
	Humedad	Ceniza	Almidón dañado	Gluten			Número de caída	Granulometría
				Cantidad	Calidad	Proteína		
Enero	13,90	0,500	3,63	25,82	91,40	8,45	381	83
Febrero	13,21	0,499	4,21	27,59	94,00	9,36	389	82
Marzo	13,55	0,506	4,43	27,92	94,73	9,23	352	82
Abril	13,38	0,508	3,74	26,98	90,81	8,87	341	84
Mayo	13,33	0,492	4,46	28,86	96,24	9,33	378	84
Junio	13,42	0,481	4,22	29,22	94,77	9,43	312	82
Julio	13,75	0,517	4,14	27,53	96,68	8,94	377	85
Agosto	13,52	0,490	4,34	30,02	96,84	9,69	379	84
Septiembre	12,75	0,523	4,62	29,62	98,05	9,81	374	87
Octubre	13,41	0,458	4,70	30,54	97,32	9,88	380	85

Fuente: Laboratorio Control de Calidad.

Tabla X. Resultados análisis internos harina Capitán Suave

Resultados promedio								
	Humedad	Ceniza	Almidón dañado	Gluten			Número de caída	Granulometría
				Cantidad	Calidad	Proteína		
Mayo	13,16	0,513	4,31	29,20	97,94	9,83	378	85
Junio	12,81	0,458	4,80	30,23	97,01	9,83	372	84
Julio	13,19	0,525	4,60	30,60	97,58	9,71	385	84
Agosto	13,64	0,548	4,24	30,52	95,56	9,73	378	84
Septiembre	13,17	0,543	4,62	30,20	96,56	9,73	371	88

Fuente: Laboratorio Control de Calidad.

Tabla XI. Resultados análisis internos harina Reina del Istmo Suave

	Resultados promedio							
	Humedad	Ceniza	Almidón dañado	Gluten			Número de caída	Granulometría
				Cantidad	Calidad	Proteína		
Enero	13,62	0,533	3,17	23,75	85,94	7,82	380	84
Febrero	13,40	0,488	3,30	23,86	85,99	7,90	370	87
Marzo	13,52	0,541	3,14	23,66	85,07	7,51	371	85
Abril	13,16	0,554	3,92	24,73	86,10	7,89	357	86
Mayo	13,34	0,508	3,81	26,09	68,95	8,21	360	88
Junio	13,42	0,539	2,97	25,19	70,74	7,88	354	84
Julio	13,71	0,524	3,17	24,98	75,06	7,38	367	88
Agosto	13,72	0,502	2,98	23,13	72,85	7,12	346	88
Septiembre	13,37	0,521	3,30	22,30	80,60	6,60	337	87

Fuente: Laboratorio Control de Calidad.

Tabla XII. Resultados análisis internos harina Flor del País Especial

	Resultados promedio							
	Humedad	Ceniza	Almidón dañado	Gluten			Número de caída	Granulometría
				Cantidad	Calidad	Proteína		
Abril	13,32	0,439	3,03	28,13	93,22	9,10	375	89
Junio	13,40	0,540	3,78	28,28	89,04	8,96	374	84
Julio	13,52	0,451	3,67	26,73	95,93	8,43	374	88
Agosto	10,85	0,578	3,54	27,26	93,19	8,62	360	83
Septiembre	13,20	0,515	4,11	27,91	96,52	9,19	360	88
Octubre	13,23	0,512	4,25	28,75	93,93	9,16	371	87

Fuente: Laboratorio Control de Calidad

Tabla XIII. **Resultados análisis internos harina Capitán Dura**

Resultados promedio								
	Humedad	Ceniza	Almidón Dañado	Gluten			Número de caída	Granulometría
				Cantidad	Calidad	Proteína		
Enero	13,69	0,522	3,88	31,97	94,60	12,09	373	80
Febrero	13,33	0,501	4,14	32,67	93,90	12,09	385	81
Marzo	13,71	0,493	4,10	30,83	93,92	12,02	386	82
Abril	13,70	0,488	4,04	31,12	94,59	11,73	373	84
Mayo	13,40	0,493	4,35	32,99	95,63	10,76	360	82
Junio	13,42	0,542	4,52	31,71	91,84	10,21	370	82
Julio	13,62	0,511	4,34	31,48	95,77	10,33	369	85
Agosto	13,49	0,519	4,22	33,80	93,84	11,01	368	86
Septiembre	13,42	0,536	4,42	33,65	96,20	11,03	367	85
Octubre	13,57	0,476	4,68	34,92	95,41	11,23	375	85

Fuente: Laboratorio Control de Calidad.

2.6.1.2. **Parámetros de análisis internos**

La empresa no cuenta con parámetros establecidos que midan la calidad de la harina de trigo, se utilizan valores que se consideran aproximados a los verdaderos y por medio de éstos verifican la calidad del producto, tanto en producción como en el producto terminado, ver tabla XIV.

Se tiene el inconveniente de tener la clasificación de los parámetros según el tipo de harina de trigo (dura y suave) por lo cual se compara cualquier marca a la cual se le quiera verificar la calidad contra los parámetros anteriores. Por otra parte, es importante aclarar que los parámetros no incluyen aquellos

análisis que son cualitativos, ya que los mismos no arrojan valores numéricos como resultado, más bien estos se interpretan según el conocimiento del analista.

Tabla XIV. **Parámetros análisis internos**

Característica	Mínimo	Máximo
Humedad	13,50%	14,00%
Ceniza	0,550	0,600
Granulometría	85,0%	90,0%
Número de caída	300 Seg.	-----
Almidón dañado	4,50	5,00
Gluten -cantidad-	24,0%	26,0%
Gluten -calidad-	85,0%	95,0%
Gluten -proteína-	10,50%	11,00%

Fuente: Laboratorio Control de Calidad.

Al comparar los resultados de los análisis internos contra los parámetros anteriores, se pueden identificar como algunas marcas no cumplen con la especificación en alguna característica en particular, esto es debido a que los parámetros deberían ser establecidos según el tipo de harina a la cual pertenezcan.

2.6.2. Proceso de análisis externos

Los análisis externos se ejecutan por medio de laboratorios externos los cuales se encargan de coleccionar muestras, examinar y presentar resultados sobre la cantidad presente de microorganismo en la harina de trigo y en el agua

utilizada para el proceso productivo, ya que diversos tipos de microorganismos son capaces de producir enfermedades en humanos, entre los que se encuentran los hongos, bacterias, virus y parásitos.

La finalidad de los análisis externos es detectar los microorganismos dañinos presentes en la harina de trigo y en el agua de proceso, así como la cantidad y el tipo de microorganismos. Entre los microorganismos dañinos presentes generalmente se encuentran:

- Recuento aeróbico total
- Conteo coliformes totales
- Conteo coliformes fecales
- Escherichia coli
- Mohos
- Levaduras
- Salmonella

Los análisis microbiológicos más representativos son los conteos de coliformes totales y de coliformes fecales. Los resultados de los conteos de coliformes totales incluyen gran variedad de bacterias, lo cual tiende a ser muy general y no presenta resultados específicos sobre algún tipo en especial de bacteria presente en la muestra.

Los conteos de coliformes fecales identifican, específicamente el tipo de bacterias presentes en la muestra. Las bacterias son indicadores de contaminación fecal en alimentos, ya que las mismas se encuentran en el tracto intestinal de humanos y animales de sangre caliente, la escherichia coli es el indicador más preciso de contaminación fecal (directa o indirecta), ya que su único hábitat es el tracto gastrointestinal; este tipo de bacteria es identificada mediante un conteo de coliformes fecales.

Los hongos (mohos y levaduras) son capaces de producir aflatoxinas que producen enfermedades crónicas en humanos como cáncer hepático. Los porcentajes máximos de aflatoxinas permitidos por la ley son 20 partes por millón presentes en granos y cereales. Por tal motivo y acatando lo establecido en el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.15:06, se lleva control mediante análisis microbiológicos sobre la presencia de estos microorganismos en la harina de trigo.

Este tipo de análisis garantiza la identificación y cuantificación de los microorganismos presentes en las muestras representativas de harina de trigo. El inconveniente que se suscita con los análisis microbiológicos es que sólo se examina una muestra de harina de trigo de Hard Red Winter (HRW), Soft White Winter (SWW) y Dark Northern Spring (DNS), así como una muestra de la harina que se está envasando en el momento de coleccionar la muestra.

Esto genera que los resultados sean válidos para los lotes de producto terminado que sean elaborados con la harina de trigo analizada, dejando sin análisis a varios lotes de producto terminado. A causa de los costos por desarrollar los análisis microbiológicos, generalmente son de Q.1 000,00 por analizar las cuatro muestras, los cuales, si se practican con una frecuencia periódica a las harinas de trigo, resultaría en un desembolso significativo.

El problema que genera al excluir de los análisis externos a varios lotes de producto terminado es la falta de información sobre la presencia de microorganismos en la harina de trigo, esto es de suma importancia, ya que otros procesos la utilizan como materia prima.

Otro problema es que los laboratorios no llevan un adecuado control sobre las muestras, ya que existe confusión en los procedimientos al momento de ejecutar los análisis lo que genera resultados incorrectos, por otra parte, al presentarse los resultados se han dado casos en que los mismos no corresponden a las muestras de harina de trigo sino a otros productos ajenos a la misma. Esto hace que se vea afectada la empresa por medio del tiempo perdido a causa de este tipo de problemas.

2.6.2.1. Resultados de análisis externos

Se analizan muestras representativas de harina de trigo del proceso de producción que se encuentran en los silos de almacenamiento (SWW, DNS y HRW), ya que por medio de la combinación de éstas se elaboran las diferentes marcas, además, se analiza la harina de trigo que se encuentre en la etapa de envasado. Dichos análisis se realizan con una frecuencia mensual, por lo cual los resultados disponibles son limitados. A continuación se presentan los resultados de los análisis externos practicados a la harina de trigo.

Tabla XV. **Resultados análisis externos**

Día	Mes	Silo/Harina	Recuento aeróbico total	Mohos
28	Enero	CWRS	5 400	<10
28	Enero	SRW	4 900	<10
28	Enero	100% HRW	4 200	<10
6	Febrero	silo 11	2 100	70
6	Febrero	Empaque	4 000	50
26	Febrero	100% SRW	7 300	1 700
10	Marzo	100% SRW	2 500	70
24	Abril	100% HRW	29 000	<10
22	Julio	100% HRW	320	20
22	Julio	silo 10	430	330
29	Julio	silo 13	11 000	20
25	Septiembre	silo 11	1 200	20
25	Septiembre	silo 8	6 300	20
25	Septiembre	silo 13	440	40
14	Octubre	silo 10	2 500	20
14	Octubre	silo 8	1 000	430
14	Octubre	silo 13	1 400	70
20	Noviembre	silo 8	14 000	50
20	Noviembre	silo 9	5 300	130
7	Diciembre	silo 12	3 200	70
7	Diciembre	silo 10	480	60
15	Diciembre	silo 9	15 000	30
24	Diciembre	silo 11	3 800	100

Fuente: Laboratorio Control de Calidad.

De lo anterior se omitieron los indicadores de Escherichia coli, salmonella y el conteo de coliformes fecales debido a que los mismos, en todos los análisis daban un resultado negativo que es sinónimo de ausencia. Además, no se incluyen las levaduras y el conteo de coliformes totales, ya que no se tuvo disponibilidad a dichos datos.

2.6.2.2. Parámetros de análisis externos

Para los análisis que se practican al agua de proceso, se utilizan los parámetros de calidad del agua establecidos por la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR), cuyas normas establecen los valores de las características que definen los análisis fisicoquímicos del agua, ver tabla XVII que se utiliza en el proceso así como la potable.

Tabla XVI. Parámetros microbiológicos harina de trigo

Parámetro	Límite mínimo	Límite máximo
Recuento aeróbico total (bacterias mesófilas) (UFC/g)	----	50 000
Coliformes totales (UFC/g)	----	100
Coliformes fecales (NMP/g)	----	----
Escherichia coli (UFC/g)	----	Ausencia
Mohos (UFC/g) *	10	1 000
Levaduras (UFC/g)*	10+	1 000
Salmonella(presencia en 25 g)	-----	Ausencia
Límites establecidos en el Reglamento Técnico Unión Aduanera Centroamericana para Harinas de Trigo R-UAC 67.01.15:02		
*Límites establecidos en el Reglamento Técnico Unión Aduanera Centroamericana para Harinas de Trigo R-UAC 67.01.15:07		

Fuente: Normas COGUANOR NGO 29 001.

Los parámetros utilizados para los análisis de microorganismos están establecidos por el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.15:06, ver tabla XVI, los cuales determinan la calidad del agua al considerarla potable y apta para consumo humano.

Tabla XVII. **Análisis fisicoquímico del agua**

PARÁMETRO	LMA	LMP
Color verdadero (u)	5	35
Turbiedad (UNT)	5	15
Olor	No rechazable	No rechazable
Alcalinidad de hidróxido (mg/L de CaCO ₃)	No aplica	No aplica
Alcalinidad de carbonatos (mg/L de CaCO ₃)	No aplica	No aplica
Alcalinidad de bicarbonatos (mg/L de CaCO ₃)	No aplica	No aplica
Cloruro (mg/L)	100	250
Conductividad eléctrica (µS/cm)	No aplica	< 1 500
Dureza total (mg/L de CaCO ₃)	100	500
pH (Laboratorio)	7,0 – 7,5	6,5 – 8,5
Sólidos totales disueltos TDS (mg/L)	500	1 000
Hierro total (Fe) (mg/L)	0,1	1
Calcio (Ca) (mg/L)	75	150
Nitritos (NO ₂ -) (mg/L)	No aplica	1
Sulfatos (mg/L)	100	250
Nitratos (NO ₃ -) (mg/L)	No aplica	10
Sulfuros	No aplica	No aplica
u: Unidades de color en la escala de platino-cobalto UNT: Unidades nefelométricas de turbiedad (UNT). Estas siglas deben considerarse en la expresión de los resultados. LMA: Límite máximo admisible LMP: Límite máximo permisible Límites establecidos en la Norma COGUANORNGO 29.001		

Fuente: Normas COGUANOR NGO 29 001.

Los parámetros establecidos por COGUANOR también incluyen lo relacionado a los análisis microbiológicos del agua potable, ver tabla XVIII.

Tabla XVIII. **Análisis microbiológico del agua potable**

Parámetro	LMA	LMP
Recuento Aeróbico Total (UFC/ml)	500	
Coliformes Totales (NMP/100mL)	< 1,1 Ausencia	
Cloro Residual (mg/L)	0,5 mg/L	1 mg/L
Escherichia Coli (NMP/100mL)	< 1,1 Ausencia	
LMA: Límite Máximo Admisible LMP: Límite Mínimo Permisible Parámetros establecidos en la Norma Guatemalteca Obligatoria de Agua Potable COGUANOR NGO 29.001		

Fuente: Normas COGUANOR NGO 29 001.

2.7. Pruebas de panificación

Un análisis especial que se lleva acabo es la prueba de panificación, la cual tiene la finalidad de identificar el comportamiento que tendrá la harina de trigo durante las etapas del proceso de panificación. Lo interesante de esta prueba es que la harina de trigo tiene que atravesar diversos procesos, en los cuales se involucran productos que en conjunto con las características que tiene la harina de trigo pueden formar un producto final que sea de buena calidad y consistente.

La etapa de panificación, también es llamada proceso tecnológico, donde se dan una serie de reacciones químicas que en conjunto con varios productos

adicionados resulta un producto de calidad superior. El proceso de panificación utilizado es representativo y denominado de reposo, ya que consiste en elaborar la masa de harina de trigo y dejarla reposar por 24 horas lo que se asemeja a los procesos de las industrias. Entre las actividades que se desarrollan dentro del proceso tecnológico se encuentran:

- Amasado: homogenizado de la masa para evitar bolsas de gas.
- Fermentado: proceso donde cambian las propiedades elásticas y esponjosas, ya que se forma CO₂.
- Horneado: cuyo objetivo es inactivar las encimas y detener la fermentación.

Se desarrollan comparaciones contra los análisis internos los cuales también especifican el comportamiento de la harina de trigo durante este proceso.

2.7.1. Inspección visual

El objetivo principal de este análisis es el hacer una comparación de los diversos productos terminados de la misma muestra de harina de trigo. Se analiza la presentación del producto en el tema del color, la consistencia de la miga, después de terminada la prueba y durante un lapso de siete días.

2.7.2. Comparación contra parámetros

Se comparan los resultados obtenidos de los análisis internos, curva del alveograma, la curva del farinograma, el número de caída, entre otros. Esto

para verificar si los análisis coincidieron con el resultado de la prueba de panificación, en caso contrario se examina detalladamente la cantidad de productos que se añadieron durante el proceso tecnológico o se realizan nuevas pruebas de panificación.

2.7.3. Medición de dimensiones

Se lleva el registro de las dimensiones que registra cada prueba de panificación, se miden la longitud, la altura del producto final, para luego ser comparadas contra los estándares ya establecidos. Si el resultado de las pruebas de panificación no cumple con los estándares establecidos se realiza otra serie de pruebas para verificar si se cometieron errores durante el proceso tecnológico.

3. ESTABLECIMIENTO DE LA MEJORA AL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

3.1. Aseguramiento de calidad durante la molienda de trigo

Las mejoras al sistema de aseguramiento de calidad en la empresa se plantean dada la obligación de garantizar la calidad de la harina de trigo, sobre todo en el producto terminado, debido al auge de monitoreos más rigurosos y controles más específicos en el área alimenticia a nivel mundial, ya que el tema de calidad está tomando más relevancia con el transcurrir del tiempo y en Guatemala no es la excepción. Por otro lado, se plantea debido a que el sistema de aseguramiento no es aplicado en áreas importantes, donde se involucra al producto terminado y la materia prima, y que al final puede coadyuvar en pérdidas para la empresa.

Las mejoras al sistema de aseguramiento durante la molienda de trigo tienen el objetivo de incluir análisis microbiológicos dentro de las rutinas de control que se establezcan, dada la importancia que tienen dichos análisis en la identificación de microorganismos dañinos para el ser humano. Por otra parte, tienen la finalidad de corregir las no conformidades identificadas en el proceso productivo, entre las cuales se puede mencionar el tema del agua, tuberías de distribución y silos. Así como, el monitoreo de la seguridad del producto en proceso durante la molienda de trigo.

En coordinación con el sistema de Buenas Prácticas de Manufacturas debe de velarse porque las instalaciones brinden seguridad y confiabilidad tanto al personal como al producto mismo. Un punto importante que se debe de

controlar de manera más efectiva son los procedimientos de saneamiento y limpieza de instalaciones, ya que mediante éstos se minimiza la contaminación a la que puede estar expuesto el producto en proceso y producto terminado.

De manera similar en la ejecución de los procedimientos de higiene del personal, donde se denota la importancia de una higiene óptima al laborar dentro de las instalaciones de la planta, para evitar contaminar el producto al momento de tener contacto con el mismo.

En consecuencia habrá un aumento en la eficacia del sistema de aseguramiento de calidad, internamente mediante la reducción de fallas en los procesos, en el producto y en el desperdicio de materiales y tiempo; externamente, mediante la reducción de fallas en el producto, costos de compensación por garantías y costos por pérdidas de clientes y mercados. En el tema de costos, para la empresa es beneficioso tener costos de prevención y verificación, los cuales son considerados como inversión; mientras los costos por fallas, son considerados como pérdida.

Las mejoras que se proponen para el sistema de aseguramiento de calidad durante el proceso de molienda de trigo se dividen en dos grupos, los cuales se detallan a continuación.

3.1.1. Interior al proceso de molienda

Son todas aquellas mejoras que su incidencia es en alguna etapa del proceso productivo y tienen contacto con el producto, ya sea como materia prima o producto terminado. Tienen el objetivo de corregir las no conformidades identificadas durante inspecciones detalladas y asegurar un control continuo más riguroso.

Entre las propuestas está la inclusión de los silos y tuberías dentro de los programas de limpieza de instalaciones de la planta, ya que al no ser parte del mismo se ha convertido en un foco de contaminación del producto. La limpieza y desinfección constituyen el mejor método preventivo para el control de plagas, hongos y micotoxinas.

Para el desarrollo de las actividades de limpieza es necesario conformar un equipo que incluya personal de las áreas de mantenimiento, limpieza y gestión de calidad donde aplique, los cuales en conjunto desarrollen la limpieza de dichas instalaciones.

Se debe tomar en consideración que para ejecutar las actividades es necesario elaborar una calendarización adecuada acorde con la planificación del mantenimiento de la maquinaria y equipo, lo cual proporcione la ventana de tiempo necesario, generalmente 3 días, para realizar dichas labores.

3.1.1.1. Silos de materia prima

Al tener una producción generalmente de 28 días, se debe de considerar la contaminación a la cual los silos de materia prima son expuestos, por tal motivo se deben incluir dentro de las rutinas de limpieza a los silos. Así como dentro de un programa de desinfección, por medio de fumigación, ya que los mismos son expuestos a contaminantes como bacterias, mohos y hongos los cuales se almacenan en las paredes internas de los silos.

Su limpieza debe ser de forma que elimine de las paredes internas toda contaminación presente, polvo, insectos, bacterias, por mencionar algunas que puede alterar la condición de los granos de trigo. Por otro lado, se debe establecer programas de inspección del estado físico de los silos, para evitar

que plagas se almacenen en el interior de los mismos, ya que éstos son elaborados de metal lo cual es un ambiente propicio para la proliferación de plagas, como roedores e insectos. Al ejecutarse la limpieza por medio de trabajos verticales es indispensable realizar las siguientes recomendaciones:

- Es indispensable cerciorarse que los silos a los cuales se les realizará la rutina de limpieza no contengan granos de trigo.
- Conformar un equipo, de por lo menos 4 integrantes, dentro de los cuales incluya personal de las áreas de mantenimiento, limpieza y gestión de calidad.
- El personal debe utilizar, de manera adecuada, el equipo de protección provisto previamente para efectuar las actividades.
- La limpieza debe hacerse de manera descendente, desde la parte superior del silo hasta el fondo del mismo.
- De ser necesario utilizar equipos de presión de aire para eliminar la contaminación presente en las paredes internas de los silos.
- Utilizar productos de limpieza que no alteren la composición o deterioren el estado de los silos, como detergentes o desincrustante. No utilizar productos a base de ácidos.
- Al finalizar la limpieza se debe realizar una supervisión de las condiciones del silo y de las actividades realizadas, específicamente la revisión del embudo, para evitar que el mismo sea tapado por los contaminantes.

3.1.1.2. Silos de producto terminado

Los silos de almacenamiento cumplen la función de almacenar el producto terminado antes de ser enviado a la etapa de envasado. Cuya importancia radica en que la harina de trigo, en este punto, puede ser reprocesada por alguna no conformidad detectada. Por tal motivo el control que se debe efectuar en este punto debe de ser mayor a los análisis de laboratorio que se le practican a la harina de trigo almacenada, en cambio debe incluir la estructura interna de los silos de almacenamiento.

La ventaja que se tiene en los silos de almacenamiento es que la harina de trigo que está almacenada se encuentra libre de cualquier impureza, ya que durante la etapa de operación de molienda la harina de trigo atraviesa por varios filtros de limpieza los cuales eliminan las impurezas presentes en la misma; sin embargo, al finalizar la etapa de operación de molienda la harina de trigo tiene una temperatura de 25 °C, lo cual provoca que se adhiera a las paredes internas del silo de almacenamiento.

Por tal motivo es necesario implementar un programa de control, limpieza y desinfección de los silos de almacenamiento, el cual garantice la higiene de los mismos, y aporte inocuidad a la harina de trigo. Con el programa de limpieza y desinfección se debe de garantizar la erradicación de cualquier plaga que se encuentre dentro de los silos, así como de cualquier contaminante químico y biológico.

La limpieza de los silos de producto terminado se debe realizar por medio de trabajos verticales, es indispensable realizar las siguientes actividades:

- Verificar que los silos de producto terminado se encuentren vacíos y no contengan harina que se pueda ver afectada por las actividades de limpieza.
- Conformar un equipo de por lo menos 6 integrantes, dentro de los cuales incluya personal de las áreas de mantenimiento, limpieza y gestión de calidad.
- El personal debe utilizar de manera adecuada el equipo de protección provisto previamente para efectuar las actividades.
- Tomar todas las medidas de precaución necesarias y que se consideran convenientes.
- La limpieza debe hacerse de manera descendente, desde la parte superior del silo hasta el fondo del mismo y al finalizar la misma retirar los residuos por medio de bolsas, para evitar que el material entre en las tuberías de distribución.
- De ser necesario, utilizar equipos de presión (aire o agua) para eliminar la contaminación presente en las paredes internas de los silos.
- No utilizar productos químicos para evitar la contaminación de la harina de trigo, por los efectos prolongados de los mismos.
- Al finalizar la limpieza se debe realizar una supervisión de las condiciones del silo y de las actividades realizadas.

3.1.1.3. Tubería de distribución de producto a empacar

Las tuberías son los elementos por los cuales la harina de trigo es transportada a la etapa de envasado. Se suscita el mismo problema que en los silos de almacenamiento, la harina de trigo se adhiere a las paredes internas de las tuberías lo cual genera contaminación química y biológica. Por lo cual al igual que los silos es necesario de un programa de limpieza y desinfección que garantice la erradicación de dicha contaminación, del mismo modo, es necesario de controles y monitoreos sobre el estado de las tuberías para evitar contaminar el producto.

La contaminación química puede ser minimizada mediante una calendarización de aplicación de plaguicidas, esto con el fin de evitar la proliferación de insectos y otras plagas que puedan contaminar los granos de trigo. Algo importante para tomar en consideración es que generalmente se tienen 3 días donde se detiene la operación del molino por motivos de mantenimiento de maquinaria y equipo, por lo cual el efecto de los productos químicos utilizados en la limpieza no deben ser prolongados para evitar afectar la calidad de la harina. Por otra parte, dichos productos no deben de afectar el estado de las tuberías de distribución.

La programación de las rutinas de limpieza y desinfección en los silos y las tuberías se deben ajustar a la programación de la producción y a la programación del mantenimiento de maquinaria y equipo. Dado que dichos aspectos son críticos y no se puede programar de forma continua, se debe llevar un estricto monitoreo sobre el estado de los mismos para evitar la acumulación de materia no deseada que puede afectar la calidad de la harina de trigo. Por otra parte, el personal que intervenga para las rutinas de limpieza,

mantenimiento y desinfección deberá contar con el equipo de protección personal adecuado y debidamente colocado.

En la figura 3 se propone la programación para las actividades correspondientes de sanitización a los silos de materia prima, silos de almacenamiento y las tuberías de distribución de producto a empacar, la cual está acorde con los programas de mantenimiento de maquinaria y equipo.

Figura 3. Programación de actividades de limpieza

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Silos materia prima 1 - 8												
* Limpieza	X		X		X		X		X		X	
* Análisis Microbiológicos	X				X				X			
Silos almacenamiento 1 - 3												
* Limpieza		X				X				X		
* Análisis Microbiológicos		X				X				X		
Silos almacenamiento 4 - 6												
* Limpieza				X				X				X
* Análisis Microbiológicos				X				X				X
Tubería distribución												
* Limpieza	X		X		X		X		X		X	

Fuente: elaboración propia.

Hay que tomar en cuenta la presencia de contaminación en el interior de los silos y las tuberías de distribución, por tal motivo además de la limpieza y desinfección se debe de integrar al programa los análisis microbiológicos que garanticen la erradicación de la contaminación química y biológica.

3.1.2. Exterior al proceso de molienda

Estas mejoras van aplicadas a áreas que no forman parte directa del proceso de molienda, pero forman parte fundamental en salvaguardar la calidad de la harina de trigo. Asimismo, se encaminan a prevenir la intoxicación de los granos de trigo y prevenir la alteración de la harina. Por medio de la eliminación de los microorganismos que tienen contacto con los granos de trigo, así como un mejor control sobre la condición del área de almacenamiento, mediante la erradicación de posibles fuentes de contaminación.

3.1.2.1. Cisterna para agua

Tiene la función de surtir de agua a la planta de producción, su papel es importante dado que es la primera en poder modificar las propiedades del agua, haciéndola no potable, ya que se dosifican de 3 ppm, 20 ppm para erradicar las bacterias presentes en la misma, y eliminar las impurezas que presentan los granos de trigo.

La mejora radica en que se programen rutinas de limpieza y desinfección más periódicas, ya que actualmente solo se somete a limpieza una vez por año. Lo cual para el uso que se le da al agua en el proceso productivo es relativamente escasa, además, si se toma en cuenta que el agua sirve para cambiar las características de los granos de trigo es de suma importancia la sanitización de la cisterna.

La sanitización de la cisterna se realizaría a cada 4 meses por medio de la empresa que hasta la fecha ejecuta la limpieza, tomando en cuenta que dichas actividades deberán ser programadas en conjunto con el mantenimiento que se realiza a la maquinaria y equipo. Es importante que al momento de ejecutar la limpieza, la bomba de la cisterna se apague para evitar que la tierra y piedras que se encuentran en el fondo de la cisterna provoquen taponamientos en los equipos de laboratorio y en la maquinaria que utiliza el agua.

Por otra parte, la mejora consiste en mayor periodicidad de los análisis microbiológicos del agua, los cuales se propone se lleven a cabo mensualmente, en vez de trimestralmente como se hacen actualmente. Esto es de suma importancia, ya que proporcionaría mayor información sobre las condiciones del agua de las que se manejan hasta la fecha, además, serviría como referente del compromiso que se tiene de producir harina de trigo de alta calidad, aparte de que influiría en las decisiones de cual es la cantidad de cloro a dosificar para modificar las características del agua.

3.1.2.2. Depósitos para agua

Al ser el último punto de control sobre el agua antes de formar parte del proceso, a los depósitos se les debe de considerar dentro de un programa de monitoreo y control más estricto, ya que durante su operación no han formado parte de uno.

Las mejoras van encaminadas a incluir los depósitos para agua dentro de un programa de limpieza y desinfección, así como un programa de análisis microbiológicos los cuales se ejecuten para verificar el contenido de microorganismos presentes en el agua. Esto resultará en un control más

eficiente sobre la calidad del agua que se utilizará en la etapa de acondicionamiento.

Estas mejoras van en conjunto con la aplicada a la cisterna de abastecimiento, ya que sería en vano llevar un estricto control de la calidad del agua en la cisterna mientras que en los depósitos el ambiente generaría que la misma se vea afectada. Por otra parte otra mejora sería la aplicación de filtros contra materias extrañas, para evitar que el agua contenga tierra y materias que afecten la calidad de la misma y a su vez afecten a los granos de trigo, en última instancia.

La limpieza de los depósitos para agua debe estar coordinada con la programación de mantenimiento de la maquinaria y equipo, para no interrumpir el funcionamiento de la molienda de trigo.

- Verificar que las llaves de paso se encuentren cerradas para no afectar la maquinaria de limpieza.
- Conformar un equipo de por lo menos 2 integrantes, dentro de los cuales incluya personal de las áreas limpieza y gestión de calidad.
- El personal debe utilizar, de manera adecuada, el equipo de protección provisto previamente para efectuar las actividades.
- La limpieza debe hacerse de manera descendente, desde la parte superior del depósito hasta el fondo del mismo y al finalizar la misma evacuar el agua por medio de botes.
- Utilizar detergentes o desinfectantes según sea necesario.

- Al finalizar la limpieza se debe realizar una supervisión de las condiciones de los depósitos para agua y de las actividades realizadas.
- Finalizada la supervisión abrir las llaves de paso.

Como resultado de las mejoras podría tenerse un ambiente donde se tendría un control más amplio sobre la calidad del agua utilizada en el proceso, además de tener información sobre las características de la misma por medio de los análisis microbiológicos correspondientes. Lo cual en última instancia viene a beneficiar la calidad de la harina de trigo producida, ya que se está contrarrestando posibles fuentes de contaminación que afectan directamente la calidad de la misma.

3.1.2.3. Área de Bodega

Dado el mínimo control sobre el producto en *stock*, las mejoras van encaminadas en primera instancia a establecer un tiempo óptimo de permanencia en *stock*, lo cual se puede efectuar por medio de los análisis de laboratorio internos. Los mismos al contrastarlos con los análisis realizados en su fecha de envasado y los parámetros establecidos podrán determinar si el producto en *stock* es de óptima calidad. Además, la inclusión de dicho producto en *stock* dentro de los análisis microbiológicos permitirá determinar si éstos presentan anomalías en los niveles aceptados de microorganismos.

Estas mejoras en el área de bodega pretenden contar con mayor información sobre el producto terminado y producto en *stock*, ya que se podrá establecer un tiempo óptimo de permanencia en *stock*, así como se podrá determinar el tiempo de vida útil de la harina de trigo. Siempre y cuando ésta no haya sido alterada ni contaminada de alguna forma. Conforme a datos

recolectados se determinó que la vida útil de la harina de trigo es de 12 meses. Por tal motivo, la permanencia óptima del producto en *stock* debe de ser por lo máximo 8 meses, en condiciones de almacenamiento acordes.

La aplicación de las mejoras descritas anteriormente a la cisterna, depósitos para agua y área de bodega afectarían directamente la calidad de la harina de trigo aumentando la misma, ya que se llevaría un control más riguroso sobre las fuentes de contaminación, disminuyendo los costos por pérdidas, reclamos, devoluciones entre otros que se generan cuando el producto es de baja calidad o está contaminado.

3.2. Orden, limpieza y aspectos de seguridad

Ya que la empresa Molinos Central Helvetia, S.A. (Centia), se encuentra desarrollando el proceso de certificación por medio de Normas ISO, se tiene un programa de buenas prácticas de manufactura, el cual define y normarlo correspondiente al orden, limpieza y los aspectos de seguridad dentro de la planta de producción. En los temas de orden y limpieza las condiciones actuales son óptimas, además se lleva un control estricto y meticuloso sobre el mismo; sin embargo, en aspectos de seguridad es necesario realizar mejoras que tomen en cuenta al personal que labora como a la producción de harina de trigo.

Entre las mejoras relacionadas con los aspectos de seguridad en la producción de la harina de trigo, se propone un estricto control sobre el uso del equipo de seguridad personal por parte de quienes laboran dentro de las instalaciones, así como contar con el equipo de protección mínimo para personas que sean ajenas a la planta. Por otra parte, es necesaria la implementación de mayor señalización industrial mediante el uso de

pictogramas, los cuales estén instalados en puntos específicos donde se quiera advertir de algún riesgo.

La señalización cumple con la función de informar al personal sobre el comportamiento y las acciones que debe de tomar dentro de la planta, además, en caso de cualquier siniestro, la señalización deberá cumplir la función de informar y guiar a cualquier individuo tanto en acciones a seguir como a lugares seguros a donde acudir.

Deberá estar de acuerdo a normas internacionales en el tema de colores para que ésta pueda ser interpretada por cualquier persona que se encuentra dentro de la planta, tanto personal que labora como personal ajeno. Entre los colores que se utilizan están los colores de seguridad conformados por el rojo, amarillo, verde y azul. Donde cada color tiene un significado diferente, el cual se interpreta como:

- Rojo: notifica una prohibición o identifica un elemento contra incendio
- Amarillo: denota una advertencia o precaución
- Verde: denota una condición segura o señal informativa
- Azul: denota una obligatoriedad

3.2.1. Hábitos y conducta

El programa de BPM norma todo lo concerniente a hábitos y conducta por parte del personal que labora y personal ajeno dentro de la planta, así como su monitoreo y verificación. Entre las mejoras se encuentra llevar una estricta

verificación y control sobre la higiene del personal que labora en la planta, especialmente en el área de envasado, ya que por medio del mismo disminuye la ocurrencia de actividades que terminen por contaminar la harina de trigo. Entre las actividades que se puede implementar se encuentran:

- Rutinas de bañado al ingresar al turno de trabajo para minimizar la contaminación adquirida en la calle.
- Uso de diversos uniformes de trabajo para evitar la acumulación de suciedad y sudoración que sea fuente de contaminación.
- Lavado de manos al ingresar a la planta para no ingresar alguna bacteria que se haya adquirido en lugares contaminados.
- Dispositivos de desinfección para eliminar bacterias de las manos que el lavado no eliminó.
- Uso de guantes al tener contacto con el producto para disminuir la ocurrencia de contaminación.
- Llevar control sobre la permanencia del personal en áreas restringidas y no autorizadas para evitar accidentes que afecten a la harina de trigo.

En el tema de los alimentos del personal, se deben tomar medidas para que los mismos tengan un lugar idóneo dentro del área de cafetería, por medio de una serie de *lockers* que tengan el único propósito de almacenar los alimentos, para evitar que se deban introducir dentro de la planta.

3.2.2. Indumentaria

Al igual que en los hábitos y conducta el programa de BPM norma todo lo concerniente a la indumentaria que debe de portar el personal que labora y personal ajeno dentro de la planta. En este aspecto se lleva un estricto control y verificación por parte de la empresa, pero hay aspectos importantes que no se han logrado controlar. Las actividades que se proponen para mejorar el control sobre estos aspectos son:

- Uso y portación del equipo de protección personal para evitar accidentes.
- Mantener el uniforme en óptimas condiciones y cambiarlo diariamente, para evitar el uso del mismo en días consecutivos.
- Separación en los *lockers* de la ropa de trabajo y de la ropa de calle, evitando que se mezcle.
- Uso de uniformes flojos que pueda exponer al personal a daños en su integridad.
- Uso del uniforme completo que se provee por parte de la empresa.

Las mejoras en los temas de seguridad, indumentaria, hábitos y conducta tienen la finalidad de minimizar accidentes dentro de la planta, que involucren la perturbación de vidas humanas o la pérdida del producto, en consecuencia que afecten las finanzas de la empresa. Se puede llevar el control de los aspectos anteriormente descritos por medio de un formato de supervisión de indumentaria el cual sea utilizado por el área de Gestión de Calidad, en la figura 4 se realiza una propuesta para dicho formato.

calidad, que deban comprobarse de forma sistemática. La inspección sistemática es previamente planeada según las necesidades que se desean mejorar, además se requiere de conocimiento previo sobre qué y dónde se van a buscar los factores de riesgo, se puede realizar en cualquier área no es necesario que sean áreas críticas.

Dentro de las instalaciones del molino la inspección sistemática tendrá la finalidad de identificar todos aquellos riesgos en instalaciones y equipo en general para evitar el deterioro de los mismos que provoquen el mal funcionamiento del proceso productivo y pongan en riesgo al personal o a la harina de trigo. Para realizar una inspección sistemática se deben de tomar en cuenta los siguientes instrumentos:

- Lista de verificación de factores de riesgo: donde se incluyan todos los factores de riesgo que puedan presentarse en la empresa. Hay que tomar en cuenta que no se debe generalizar, por lo cual es necesario separar los riesgos por las áreas existentes.
- Formato de inspección: para consignar los factores de riesgo encontrados, conformada por una matriz que permite anotaciones ordenadas de las observaciones practicadas, se debe elaborar un formato por cada área que se deba inspeccionar, ver figura 6 página 93.
- Tabla de valoración subjetiva del grado de peligro: asigna a los riesgos detectados durante las observaciones una ponderación de acuerdo al grado de peligro, esto con la finalidad de clasificar los riesgos según su prioridad, ver figura 5 página 92.

- Los planos de las áreas de la empresa: sirven como guía para poder identificar locaciones que no son fácilmente visibles y que puedan ser fuente de riesgos, además de mostrar la ubicación óptima de la maquinaria y equipo.

Hay que considerar que las actividades descritas se deberán ejecutar con una frecuencia relativamente larga (dos veces al año) y es necesaria la conformación de un grupo que tenga conocimiento previo sobre los riesgos que existen dentro de la empresa, de modo que se maximice el tiempo y la utilidad de estas herramientas.

Figura 5. **Tabla de valorización del grado de peligro**

Variables	Condición	Indicador para accidentalidad	Indicador para enfermedad	Valoración
Probabilidad del suceso (P)	Máxima	Resultado probable máximo		10
	Alta	Resultado probable alto		7
	Media	Resultado probable medio		5
	Baja	Resultado probable bajo		2
	Mínima	Resultado probable mínimo		1
Exposición al factor de riesgo (E)	Continua	Muchas veces por día	Por más de 8 horas/diarias	10
	Frecuente	Una vez por día	Entre 5 horas y < 8 horas/diarias	7
	Ocasional	Una vez por semana	Entre 2 horas y < 5 horas/diarias	5
	Irregular	Una vez al mes	Entre 1 hora y < 2 horas/diarias	2
	Raramente	Se sabe que ocurre	Por < 1 hora/día	1
Consecuencias para la salud y la integridad física (C)	Fatal	Desastres	Patología irreversible a largo plazo	76 - 100
	Invalidez	Grave	Causa sospechosa de patologías irreversibles	51 - 75
	Incapacidad (parcial)	Severa	Patología no empeorable con cese de la exposición al riesgo	26 - 50
	Incapacidad (temporal)	Importante	Patologías benignas	10 – 25
	Molestias	Notable	Molestias	1 - 10

Fuente: www.salud-ocupacional-nusefa-cartilla3.blogspot.com. Consulta: 25 de enero de 2012.

Figura 6. **Formato de inspección de factores de riesgo**

Elaborado:					Fecha:						
Grupo factor riesgo	Factor riesgo (código)	Fuente factor riesgo	Sección afectada	No. de expuestos	Grado peligro			Resultado	Método de control		
					P	E	C		GP	F	M

F: fuente, M: medio, H: hombre
P: probabilidad de suceso, E: exposición al factor de riesgo, C: consecuencias para la salud y la integridad física, GP: grado de peligro

Fuente: www.salud-ocupacional-nusefa-cartilla3.blogspot.com. Consulta: 25 de enero de 2012.

3.3.1. Inspección periódica

Dada la limitación en el tema de ejecución de la inspección sistemática, es necesario de una inspección que se realice con más frecuencia. Por tal motivo, en conjunto con la inspección sistemática es necesaria la implementación de una inspección periódica, ésta tendrá el objetivo de verificar los riesgos que son más frecuentes y de mayor impacto, como lo son las malas prácticas y las no conformidades en procesos.

La inspección periódica debe ser ejecutada de acuerdo a la incidencia de cada área en el proceso productivo, por lo cual las áreas que desempeñan un

papel importante como el Laboratorio Control de Calidad, Mantenimiento, Bodegas y Empaque se deben someter a inspecciones diarias de ser necesario. Esto para evitar riesgos que dañen y contaminen la harina de trigo así como velen por el buen desempeño del personal. Entre los aspectos que la inspección periódica estaría verificando se encuentran:

- Estado de los silos de materia prima y silos de almacenamiento
- Estado de las tuberías de distribución
- Limpieza de la maquinaria e instalaciones
- Correcta evacuación del producto barrido
- Higiene e indumentaria del personal de planta
- Portación del equipo de protección personal
- Portación del uniforme de trabajo
- Estado de las trampas contra plagas
- Calidad del agua de cisterna y de depósitos
- Estado de producto empacado

Figura 7. **Formato de inspección periódica**

Fecha		Área	Objeto supervisado	Fallas detectadas	Servicio		Medidas aplicadas	Comentario
Semana	día				Interno	Externo		

Fuente: elaboración propia.

Las no conformidades detectadas durante las rutinas de inspección periódicas se considerarán como principales y secundarias.

- Principal: se refiere a cuando el problema detectado debe de ser corregido de manera inmediata, ya que puede ocasionar el corte en el proceso productivo.
- Secundaria: se refiere cuando el problema no ocasiona un corte en el proceso productivo.

3.4. Aseguramiento de calidad producto terminado

Entre las actividades propuestas como mejoras está la ejecución de un mayor número de análisis microbiológicos a la harina de trigo, a través de la instalación de un pequeño laboratorio microbiológico dentro de la planta. El laboratorio microbiológico se plantea con el objetivo de ejecutar más análisis a los lotes de producto terminado, así como, brindar información completa sobre los lotes de producto terminado a los clientes.

Por medio del laboratorio microbiológico se tendrá una herramienta de competitividad frente a otras empresas de la misma índole, además de llevar más controles establecidos por la industria alimenticia sobre el producto terminado. Es de suma importancia contar con el laboratorio microbiológico dentro de la planta, dadas las siguientes ventajas:

- Incremento significativo del número de análisis microbiológicos practicados al producto terminado: actualmente se lleva un análisis microbiológico por mes lo cual es insuficiente para el número de lotes producidos. Por medio del laboratorio microbiológico se podrán ejecutar análisis a cada uno de los lotes producidos.
- Incremento del capital humano: al hacer que el personal se capacite, mejore sus aptitudes y capacidades.
- Incluir otras áreas dentro de la planta: en el mediano plazo el mismo puede ser ampliado para incluir diversos análisis como por ejemplo, el agua.

- La información al cliente: puede incluirse dentro de los resultados de los análisis presentados al cliente la información de los análisis microbiológicos.
- Información sobre los resultados microbiológicos se tendría en menos tiempo: al no depender de los laboratorios externos y sus engorrosos procesos.
- No depender de largos procesos: donde se tiene que realizar citas, procesos de colección, análisis y resultados los cuales duran alrededor de dos semanas.
- Resultados de los análisis serían más confiables: los laboratorios externos se ven opacados al presentar resultados incorrectos de muestras equivocadas que pertenecen a otras actividades industriales, al ser un único producto no se tendrá dichos problemas.

Entre las desventajas que podrían existir se encuentran:

- La adaptación del personal a nuevos procesos y métodos de análisis: los cuales en general llevan aproximadamente cuatro a cinco semanas en dominar.
- Incrementar el nivel de seguridad en el lugar donde se instalará el equipo: dado el uso de agentes químicos dañinos para el personal.
- Métodos de disposición de desechos químicos: contar con un procedimiento efectivo para eliminar los desechos derivados de actividades con productos químicos peligrosos.

3.4.1. Proyecciones

Como parte de las actividades propuestas para la mejora del sistema de aseguramiento de calidad es necesaria la implementación de un laboratorio microbiológico de requerimientos mínimos, con la finalidad de proporcionar al cliente y a la empresa información acerca de la cantidad de microorganismos presentes en la harina de trigo. Por lo cual se realizarán estimaciones con respecto a la producción, la demanda y el producto en *stock*.

Estas estimaciones tienen el objetivo de cuantificarla cantidad de lotes a producir, la cantidad de lotes que se distribuirá al mercado y la cantidad de lotes que serán parte del inventario, para determinar la cantidad de análisis microbiológicos necesarios para dichas estimaciones.

Como parte de la metodología a utilizar las estimaciones se realizarán de acuerdo a datos históricos aproximados de lotes que la empresa registra en cada uno de los rubros a estimar. Se tomará como datos históricos aproximadamente 50 meses, estos datos se tratarán en forma de serie de tiempo para poder utilizar métodos de descomposición.

La idea básica en la que se apoyan los modelos es la descomposición de las series temporales en varios factores, tendencia, estacionalidad, ciclo e irregular. Para tal motivo, se utilizará el modelo de descomposición multiplicativa, ya que éste es útil para modelar las series temporales que manifiestan una variación estacional creciente o decreciente.

La cantidad de datos que se utilizan para desarrollar el método de descomposición multiplicativo es de 60 observaciones los cuales fueron registrados durante los últimos 5 años de operación en la empresa. El método

consiste en aproximar por medio de herramientas matemáticas los componentes presentes en una serie de tiempo (tendencia, estacional, cíclico e irregular). El modelo de descomposición multiplicativa es determinado por medio de:

$$y_t = TR_t * SN_t * CL_t * IR_t$$

Donde:

y_t = producción en cada período t

TR_t = componente tendencial de la serie de datos en cada período t

SN_t = componente estacional de la serie de datos en cada período t

CL_t = componente cíclico de la serie de datos en cada período t

IR_t = componente irregular de la serie de datos en cada período t

El componente tendencial (TR_t) se calcula a partir de una relación por medio de una regresión simple de la forma $TR_t = \beta_0 + \beta_1 t$

Donde:

β_1 = pendiente de la ecuación de regresión simple

β_0 = intercepto de la ecuación de regresión simple

El componente estacional (SN_t) se calcula para cada mes durante un año a partir de la media de los datos registrados en el mismo período durante el horizonte de tiempo analizado.

$$SN_t = \left(\frac{12}{\sum \overline{sn}_t} * \overline{sn}_t \right)$$

Donde:

$\sum \overline{sn}_t$ = suma de los componentes estacionales mensuales promedio

\overline{sn}_t = componente estacional mensual promedio

El componente cíclico (CL_t) se calcula a partir de un promedio móvil de tres períodos de la relación $CL_t \times IR_t = \frac{y_t}{TR_t \times SN_t}$

$$CL_t = \frac{CL_{t-1} \times IR_{t-1} + CL_t \times IR_t + CL_{t+1} \times IR_{t+1}}{3}$$

Donde:

CL_{t-1} = componente cíclica período anterior

CL_t = componente cíclica período actual

CL_{t+1} = componente cíclica período siguiente

IR_{t-1} = componente irracional período anterior

IR_t = componente irracional período actual

IR_{t+1} = componente irracional período siguiente

El componente irregular (IR_t) se calcula a partir de la relación

$$IR_t = \frac{CL_t \times IR_t}{CL_t}$$

3.4.1.1. Producción

Como se mencionó en el apartado anterior, las proyecciones que se desarrollarán estarán fundamentadas bajo los datos históricos de los lotes de producción en la empresa, para consultas sobre los mismos ver el anexo A.

Se proyectó para un lapso de tiempo de un año utilizando el método de descomposición aditiva, dado el problema que mientras más períodos se proyectan los errores de pronóstico que se cometen en la estimación son cada vez mayores.

Tabla XIX. **Proyección de la producción de harina de trigo**

Mes	Pronóstico
Enero	169
Febrero	173
Marzo	173
Abril	170
Mayo	167
Junio	167
Julio	166
Agosto	170
Septiembre	170
Octubre	171
Noviembre	171
Diciembre	169
Valores expresados en lotes.	

Fuente: elaboración propia.

Como se puede apreciar las proyecciones para el año siguiente indican que la producción de harina de trigo en la empresa tenderá a incrementarse. El desarrollo y cálculos matemáticos empleados en el proceso de proyección de la producción se pueden consultar en el Apéndice a.

3.4.1.2. Demanda

Utilizando el método de descomposición aditiva, ver apéndice a, se realiza la estimación de la demanda de harina de trigo, el anexo B contiene datos históricos de la demanda de harina. Al igual estará fundamentada bajo los datos históricos de las ventas de lotes de harina de trigo al mercado.

Tabla XX. **Proyección de la demanda de harina de trigo**

Mes	Pronóstico
Enero	148
Febrero	147
Marzo	142
Abril	147
Mayo	148
Junio	148
Julio	153
Agosto	144
Septiembre	153
Octubre	144
Noviembre	147
Diciembre	146
Valores expresados en lotes.	

Fuente: elaboración propia.

Dados los resultados se puede apreciar las proyecciones para el año siguiente la demanda tiende a la baja, esto puede ser debido a que los precios de las materias primas están aumentando en los mercados internacionales, por lo cual los consumidores sustituirán el consumo de los productos de harina de trigo por otros productos.

3.4.1.3. Producto en *stock*

De acuerdo a las proyecciones de la producción y la demanda es posible estimar el número de lotes en *stock* que se esperaría para el año estimado, al realizar la resta de la producción de la demanda.

Tabla XXI. **Proyección de lotes en *stock***

Mes	Pronóstico
Enero	21
Febrero	26
Marzo	31
Abril	23
Mayo	19
Junio	19
Julio	14
Agosto	26
Septiembre	18
Octubre	27
Noviembre	25
Diciembre	24
Valores expresados en lotes.	

Fuente: elaboración propia.

Los resultados de las proyecciones se asemejan a la realidad, ya que el número promedio de lotes en *stock* por mes es de 20.

3.4.1.4. Análisis

Una de las propuestas de mejora al sistema de aseguramiento de calidad consiste en ampliar el alcance de los análisis microbiológicos, que los mismos sean practicados a la mayor cantidad de lotes de harina de trigo producida, se utilizarán los resultados de las estimaciones anteriores para poder establecer la cantidad de análisis requeridos para llevar de manera óptima el control sobre los lotes producidos.

Hay que tomar en consideración que por cada 8 lotes producidos se efectuarían 3 análisis microbiológicos, ya que se está suponiendo que la producción es realizada de corrido con un mismo tipo de harina de trigo. La cantidad de análisis microbiológicos necesarios de acuerdo a las proyecciones es de 6 análisis quincenales. Con los cuales se estaría cubriendo en su totalidad los lotes producidos.

3.4.2. Comparación

Se realizará la comparación de ejecutar los análisis microbiológicos de manera interna para ver si es menos costoso que ejecutarlos por medio de un laboratorio externo como se realiza actualmente. Esto con la finalidad de identificar la posibilidad de implementación de un laboratorio microbiológico interno, que sea el encargado de detectar patógenos en la harina de trigo de manera más rápida para poder garantizar de mejor forma el producto.

Se utilizará para efectuarla comparación los resultados obtenidos de las proyecciones anteriores, además se incluirá la compra del equipo necesario para operar el laboratorio microbiológico interno. Para realizar la comparación se utilizará la herramienta del Valor Actual Neto (VAN), el mecanismo de toma de decisión se basará en el VAN que sea mayor. Para realizar el análisis de comparación se consideró un horizonte temporal de 60 meses a una tasa de interés de 5,50%.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_o$$

Donde:

V_t = saldo de los flujos en cada período t

I_o = valor de la inversión inicial

k = interés del proyecto

n = horizonte temporal

3.4.2.1. Análisis microbiológico interno

Los análisis se ejecutarán por medio de un novedoso equipo de laboratorio llamado Sistema 3M de Detección de Patógenos distribuido y diseñado por la empresa internacional 3M. El equipo presenta varias ventajas entre las cuales se pueden mencionar:

- Es lo más novedoso en la detección molecular de patógenos en alimentos, entre los cuales se encuentra la salmonella y escherichia coli.
- Puede testear desde 1 a 96 muestras al mismo tiempo.

- Puede identificar diferentes organismos en una sola corrida.
- Las muestras positivas se pueden identificar hasta en 15 minutos.
- El equipo no necesita calibración.
- Los resultados se interpretan automáticamente.

Los gastos comprenden la adquisición del equipo el cual está valorado en Q. 150 000,00, gastos mensuales de Q. 700,00 en los reactivos y Q. 200,00 en mantenimiento, además de tener un beneficio de Q. 2 600,00 el cual se atribuye al tiempo de obtención de resultados y el equipo cuenta con un valor de rescate de Q. 25 000,00.

Costo de equipo	Q. 150 000,00
Reactivos	Q. 700,00
Valor de rescate	Q. 25 000,00
Beneficio	Q. 2 600,00
Mantenimiento	Q. 200,00

$$VAN = \sum_{t=1}^{60} \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

$$VAN = Q. 119 328,80$$

El valor actual neto del internalizar los análisis es de Q. 119 328,80 a una tasa de interés de 5,50% durante un período de 60 meses.

3.4.2.2. Análisis microbiológico externo

Al realizar los 6 análisis quincenales estimados de acuerdo a las proyecciones para llevar un óptimo control sobre los lotes de harina de trigo producidos, es necesario que la empresa esté dispuesta a incurrir en costos fijos mensuales. De acuerdo al monto que genera cada análisis microbiológico, que consiste en analizar 6 muestras, el cual es de Q. 800,00 se estaría incurriendo en un costo de Q. 4 800,00 quincenales.

Los análisis externos presentan los siguientes gastos mensuales Q. 9 600,00 a lo largo de los 60 períodos, una penalización de Q. 1 000,00 mensual por el tiempo que el laboratorio externo presenta los resultados de los análisis y un beneficio de Q. 2 900,00 por estar exentos de ejecutar los análisis.

Análisis externos	Q. 9 600,00
Penalización tiempo	Q. 1 000,00
Beneficio	Q. 2 900,00

$$VAN = \sum_{t=1}^{60} \frac{V_t}{(1+k)^t}$$

$$VAN = Q. 123 334,29$$

El valor actual neto de la realización de los análisis externos a una tasa de interés de 5,50% es de Q. 123 334,29 durante un período de 60 meses.

3.4.2.3. Análisis beneficio/costo

Al realizar el análisis beneficio-costo se deberá identificar cual es la opción con mayor ratio entre beneficios y costos incurridos a lo largo del horizonte de planeación, por tal motivo se analizarán los flujos en beneficios y costos que genera cada opción.

$$\text{Beneficio/Costo} = \frac{\text{Total beneficios}}{\text{Total costos}}$$

Si los análisis microbiológicos se realizan de manera externa se tiene un valor actual neto de beneficios de Q. 50 604,58 y un valor presente de costos de Q. 184 968,45, resultando en un ratio de beneficios/costos de 0,2735. Mientras tanto, si se realizan los análisis microbiológicos de manera interna se tiene un valor actual neto de beneficios de Q. 46 376,07 y un valor actual de costos de Q. 165 704,87, resultando en un ratio beneficio/costo de 0,2798. De los resultados anteriores y al comparar los ratios de beneficio/costo la mejor opción de acuerdo a este criterio es la opción de instalar un laboratorio de microbiología.

3.4.3. Parámetros de análisis

Los parámetros utilizados en análisis de laboratorio interno no están divididos según el tipo de harina de trigo. Como primera aproximación se propondrá parámetros por medio de un análisis estadístico para los dos tipos de harina de trigo, dura y suave, hay que tomar en cuenta que para dicho análisis se recolectó información de las diversas marcas que componen cada tipo de harina de trigo. Además, el período está comprendido entre los meses de enero a octubre. A continuación en la tabla XXII se presentan los parámetros propuestos al 95% de confianza para la harina de trigo dura y suave.

Tabla XXII. **Parámetros propuestos harina de trigo**

Harina de Trigo Dura	Limite inferior	Limite superior
Humedad	12,80%	13,92%
Ceniza	0,451	0,553
Almidón dañado	3,12	4,32
Cantidad	29,07%	33,32%
Calidad	89,93%	96,34%
Proteína	8,50%	11,59%
Número de caída	339 seg	---
Granulometría	80%	85%
Harina de Trigo Suave	Limite inferior	Limite superior
Humedad	13,28%	13,81%
Ceniza	0,437	0,561
Almidón dañado	3,36	4,13
Cantidad	27,67%	29,20%
Calidad	89,75%	95,46%
Proteína	8,27%	9,90%
Número de caída	365 seg	---
Granulometría	84%	90%

Fuente: elaboración propia.

En relación a los parámetros de análisis microbiológicos para la detección de patógenos en la harina de trigo, se basan según lo establecido en el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.15:06. Así como, los parámetros del agua utilizada en el proceso productivo se basan en lo establecido por la comisión guatemalteca de normas en el Reglamento COGUANOR NGO 29 001 (ver apartado 2.6.2.2 página 68).

3.5. Implementación

La implementación de las mejoras al sistema de calidad está enfocada al establecimiento del laboratorio microbiológico dentro de la planta de producción. Dados los resultados de la comparación y la ventaja competitiva que se tendría con la implementación de dicho laboratorio. Ya que las otras mejoras propuestas no incluyen un rubro económico, al tratarse de aspectos a controlar y monitorear que formarían parte de las responsabilidades del personal.

3.5.1. Costos asociados

Ya que se propone la implementación del laboratorio microbiológico que cumpla con los requerimientos mínimos para un adecuado control sobre los patógenos presentes en la harina de trigo, es necesario establecer cuáles son los costos que generará dicha implementación.

Tabla XXIII. **Costos del laboratorio microbiológico**

Artículo	cantidad	Precio	Frecuencia
Compra equipo	1	Q. 150 000,00	Único
Reactivos	5	Q. 700,00	Mensual
Mantenimiento	1	Q. 200,00	Mensual
Total (mes)		Q. 900,00	
Total (año)		Q. 10 800,00	

Fuente: comercios del ramo.

Actualmente se cuenta con instalaciones físicas adecuadas dentro del laboratorio de control de calidad para establecer el equipo microbiológico, por lo

cual no se incurre en gastos de adecuación de instalaciones. En el tema de capacitación del personal sobre el uso y manejo del equipo, la misma es impartida por parte de la empresa proveedora del equipo. Por lo cual los costos asociados a la implementación del laboratorio microbiológico, se reducen a los expuestos en la tabla XXII donde se detallan los costos asociados.

3.5.2. Cronograma

Es el esquema donde se organiza y distribuye de manera secuencial y temporal el conjunto de actividades establecidas para la implementación del laboratorio microbiológico, la figura 8 en la página 111 muestra el cronograma de actividades propuesta junto con la duración de cada actividad para la implementación.

El período estimado para la implementación del laboratorio microbiológico es de 10 semanas, tomando un horizonte temporal de mínimo 9 semanas y un máximo 13 semanas. Dentro del cronograma propuesto se encuentra las actividades que se consideraron más relevantes complementándose con la matriz de responsabilidades ver tabla XXIV en la página 112.

Figura 8. Cronograma de actividades para implementación

Actividades	AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE			
	1 ^o semana	2 ^o semana	3 ^o semana	4 ^o semana	1 ^o semana	2 ^o semana	3 ^o semana	4 ^o semana	1 ^o semana	2 ^o semana	3 ^o semana	4 ^o semana
Asignar presupuesto	X	X										
Aprobar presupuesto			X	X								
Presentar cotización					X							
Aprobar cotización						X	X					
Compra equipo								X	X			
Inspección equipo											X	
Reclutamiento de personal									X			
Capacitación personal										X	X	X
Gestión ambiente de trabajo									X	X		
Instalación equipo										X	X	

Fuente: elaboración propia.

Se deja una ventana de tiempo más amplia debido a que se consideró que algunas actividades como la aprobación del presupuesto pueden incurrir en atrasos lo cual hace que el proceso genere retrasos afectando de manera directa las actividades subsiguientes.

3.5.3. Matriz de responsabilidades

La matriz de responsabilidades es la herramienta que se utilizará para poder establecer el rol de participación de las áreas en la organización que intervienen en la implementación del laboratorio microbiológico. La cual está en base a las actividades del cronograma descritas anteriormente

Tabla XXIV. Matriz de responsabilidades

Actividades / Procedimientos	Administrativa	Aseguramiento de Calidad	Bodega de insumo y repuestos	Bodega producto terminado	Empaque	Gestión de Calidad	Limpieza	Laboratorio Control de Calidad	Mantenimiento	Producción	Recursos Humanos
Asignar presupuesto		P						R		P	
Aprobar presupuesto	R	P						P		R	
Presentar cotización	P							R		P	
Aprobar cotización	R							P		R	
Compra equipo	R							P		R	
Inspección equipo		P				P		R		P	
Reclutamiento de personal interno		P				P		R		P	R
Capacitación personal	P	P				P		R		P	R
Gestión ambiente		P				P	P	R	P	P	
Instalación equipo		P						P	R	P	
P: participa R: responsables											

Fuente: elaboración propia.

4. SEGUIMIENTO DEL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD PROPUESTO

4.1. Retroalimentación y correcciones

La retroalimentación es de gran importancia dentro de un sistema de aseguramiento de calidad, ya que permite la obtención de información para la toma de decisiones que ajustan al sistema. El funcionamiento del sistema es vigilado a fin de determinar si el desempeño del mismo está dentro de lo anticipado y si se están alcanzando los objetivos establecidos. Otra de las funciones atribuidas a la retroalimentación, es servir como indicador de la evolución de las mejoras aplicadas al sistema de aseguramiento de calidad.

Por tal razón, es necesaria la institución de un comité de supervisión que controle y monitoree el funcionamiento del sistema de aseguramiento de calidad con frecuencia periódica, generalmente se realiza una vez por año, por medio de la medición de resultados comparado contra la práctica. Algunas de las herramientas utilizadas incluyen las acciones correctivas y el análisis de la satisfacción en los miembros o clientes. Dichos controles conducirán a la acción correctiva, cuando se detectan fallas o desviaciones en relación a los estándares, es conveniente el ajuste o corrección correspondiente. Sin embargo, es necesario antes de llevar acabo las correcciones identificar si la desviación es un síntoma ó una causa.

Mediante la retroalimentación y corrección se está manejando indirectamente un proceso de mejora continua, ya que se pretende mejorar la

eficiencia de los procesos y el producto. Entre los aspectos importantes para que el proceso de retroalimentación y correcciones sean efectivos es necesario:

- Apoyo de la gestión
- Revisión de los procesos
- Responsabilidades definidas
- Empoderamiento para el trabajador
- Indicadores de eficiencia en cada proceso
- Compromiso de parte de los miembros

4.1.1. Parámetros de calidad

El tema de parámetros de calidad es muy relevante en el proceso de la retroalimentación y correcciones, dado que los mismos deberán de ser tomados en cuenta al momento de realizar dichas actividades. Es de suma importancia que los parámetros sean controlados de manera más rigurosa dada la repercusión que tiene sobre el producto y el proceso.

En relación al producto es urgente el establecimiento de parámetros individuales a cada marca distribuida al mercado y la programación de un mayor número de análisis que permitan identificar la presencia de patógenos en el producto. En cuanto al proceso, es necesaria la programación de mayor número de análisis que controlen la calidad de las materias primas utilizadas en el proceso productivo.

4.2. Establecimiento de documentación y registros

Para seguir en congruencia con la implementación de las Normas ISO, es necesario que las mejoras propuestas se incluyan dentro de procedimientos existentes donde apliquen, en caso contrario, es necesario implementarlos como nuevos procedimientos con el establecimiento de su respectiva documentación para desarrollar dichas actividades. En la tabla XXV se encuentra el contenido mínimo para la conformación de los documentos.

Tabla XXV. **Contenido de la estructura de documentación**

Documento	Manual	Planes	Procedimientos	Instructivos	Formatos
Encabezado	SI	SI	SI	SI	SI
Pié de Página	SI	SI	SI	SI	SI
Propósito	SI	O	SI	SI	N/A
Política	SI	N/A	SI	N/A	N/A
Alcance	SI	N/A	SI	SI	N/A
Documentos de Referencia	SI	O	SI	O	N/A
Distribución	SI	O	SI	O	N/A
Definiciones	O	O	SI	O	N/A
Responsabilidades	SI	O	SI	SI	N/A
Desarrollo	SI	O	SI	SI	N/A
Documentos relacionados	SI	O	SI	SI	N/A
Anexos	O	O	O	O	O
Cambios en el Documento	SI	O	SI	SI	N/A
SI: Aplica O: Opcional N/A: No Aplica					

Fuente: Área Gestión de Calidad.

Los cuales están de acuerdo a los requerimientos establecidos por las normas ISO que se manejan como parte del programa de Buenas Prácticas de Manufactura.

4.2.1. Procedimientos de aseguramiento de calidad del producto terminado

Los procedimientos de aseguramiento del producto terminado deberán incluir todas aquellas actividades que se desarrollan a la harina de trigo cuando ésta finalizó el proceso de molienda de trigo. Dentro de esta categoría están contenidos los análisis internos y análisis microbiológicos que se ejecutarán a la harina de trigo en *stock*, además, deberán incluirse todas aquellas mejoras que involucren la inspección de instalaciones con el fin de salvaguardar la presentación, inocuidad y calidad de la harina de trigo.

Por otra parte hay que adoptar, en aspectos y metodologías que apliquen, los procedimientos de aseguramiento del producto que se maneja en otros países que sirvan para mejorar los sistemas de control actual y aumenten la competitividad de la empresa en el mercado local.

4.2.2. Procedimientos de aseguramiento de calidad durante la molienda de trigo

Los procedimientos de aseguramiento durante la molienda de trigo deberán incluir todas aquellas mejoras propuestas, que actualmente no son parte de los procedimientos establecidos, que son necesarios para poder llevar un adecuado control sobre el producto durante el proceso de transformación, además se deben incluir todas aquellas actividades de limpieza de instalaciones, así como los monitoreos y controles respectivos.

Es necesario que los responsables de establecer la documentación o procedimientos escritos acerca de las mejoras se comprometan a apegarse lo más posible a la realidad al momento de redactar dicha documentación, para estar acordes a lo establecido en las Normas ISO.

4.3. Seguimiento del sistema de calidad y las mejoras propuestas

Es necesario que al sistema de calidad y las mejoras propuestas se les de seguimiento por lo menos durante el transcurso de un año, dado que la mejora en el sistema se efectuará paulatinamente. Por lo cual, es necesario que se de un seguimiento a todo el sistema en general para ver el desempeño del mismo, para luego evaluar el desempeño de forma individual de las actividades y procedimientos involucrados en cada etapa del proceso de molienda.

El seguimiento deberá estar a cargo de las áreas de gestión de calidad y laboratorio de control de calidad, ya que las mismas están encargadas del control y monitoreo de la seguridad, calidad e inocuidad dentro del proceso productivo. Además, debido a que las mismas tienen amplia experiencia y conocimientos sobre aspectos y temas de buenas prácticas de manufactura dentro de la empresa. Por último, al ser en definitiva los responsables del control y monitoreo de la harina de trigo.

4.3.1. Mejora continua del recurso humano

Uno de los aspectos importantes que hay que tomar en cuenta al momento de darle seguimiento al sistema es el personal, dada su participación activa dentro de los procesos involucrados en el aseguramiento de calidad. Más importante aun que invertir en la mejora continua del recurso humano, se está garantizando que la misma se sienta incentivada para desempeñarse de mejor

manera en sus actividades, lo cual aumenta su productividad y por consiguiente la productividad de la empresa. Hay que tomar en cuenta de todas las posibles inversiones en activos que pueda realizar la empresa, el único activo que no se deprecia es el recurso humano.

Esto tiene las ventajas que exista empoderamiento por parte del personal que tenga cierto nivel de competencias. Por otra parte, es importante mencionar los beneficios en cuanto a las actitudes del personal y su compromiso con los objetivos de la empresa, así como se crea el sentido de pertenencia y respeto hacia la misma. Por otra parte, es necesaria la mejora continua del personal por el crecimiento profesional de cada individuo, además, por el mejoramiento del bienestar del personal y sus familias.

El personal puede ser capacitado por medio de instituciones nacionales como el Instituto técnico de capacitación y productividad (INTECAP) en temas relacionados a las buenas prácticas de manufactura en procesamiento de Alimentos y estándares internacionales; por otra parte, las empresas proveedoras de insumos y materias primas tienen dentro de sus servicios la capacitación de personal en temas diversos relacionados con la industria alimenticia. Dichas capacitaciones se realizarían dentro de las instalaciones de la empresa en días y horarios que sean adecuados y que no interfieran con las actividades de la empresa.

4.3.2. Mejora continua en los procesos

Al momento de implementar las mejoras propuestas, es indispensable que se obtenga retroalimentación de los resultados de las mismas. Esto con el fin de poder localizar deficiencias que puedan ser corregidas, así lograr un proceso cada vez más eficiente. Es importante que el sistema de

aseguramiento de calidad sea evaluando continuamente para identificar y corregir no conformidades que pongan en riesgo la inocuidad y calidad de la harina de trigo.

Debe existir compromiso por parte de la organización en realizar las actividades necesarias para mejorar el sistema de aseguramiento de calidad de acuerdo a los resultados de la retroalimentación. Hay que tomar en consideración que los procesos son interrelacionados, por lo cual, es necesario comprender en su totalidad el alcance de cada uno de los mismos. Se propone como base para la gestión de la mejora continua el ciclo PHVA, el cual es de la siguiente forma:

- Planificar
 - Involucrar a la gente correcta
 - Recopilar los datos disponibles
 - Estudiar los procesos involucrados
 - Entrenar al personal

- Hacer
 - Implementar la mejora
 - Verificar las causas del problema
 - Recopilar los datos apropiados

- Verificar
 - Analizar y desplegar los datos
 - Comprender y documentar las diferencias
 - Revisar los problemas y errores

- Actuar
 - Incorporar la mejora al proceso
 - Comunicar la mejora a todos los integrantes de la empresa
 - Identificar nuevos problemas

5. IMPACTO AMBIENTAL

5.1. Uso de agua en la molienda de trigo

Uno de los recursos importantes del proceso de molienda es el agua, ya que es necesaria para poder completar varias etapas del proceso de transformación, además, es utilizado como medio de refrigeración para varios equipos. Es necesario que el agua que se utiliza dentro del proceso de molienda cumpla con ciertos estándares internos para evitar la contaminación de los granos de trigo.

Entre las etapas donde su uso es de vital importancia se encuentra la limpieza de materia prima (ver apartado 1.8.1 página 18), para que la etapa tenga el desempeño deseado es necesario el uso de aproximadamente 40 galones de agua por hora. Otra etapa donde su uso es indispensable es el acondicionamiento de materia prima (ver apartado 1.8.2 página 19), en esta etapa se dosifica en promedio 40 galones por hora o según el porcentaje de humedad presente en los granos de trigo. Hay que tomar en consideración que el agua utilizada para el proceso productivo es abastecida por la municipalidad.

Dado lo anterior, es necesario que el agua tenga monitoreo y control adecuado que garantice que la misma no sea una fuente de contaminación, ya que el agua sin tratamiento tiende a contener altos índices de contaminación fecal. Por tal motivo, es importante que el agua tenga un tratamiento que elimine todos los contaminantes presentes en la misma de manera eficiente.

Se lleva control por medio de análisis de laboratorio externos al agua de la cisterna y los depósitos de forma mensual, los cuales tienen el objetivo de identificar la presencia y cantidad de microorganismos dañinos para el ser humano, entre los cuales se encuentra la *Escherichia coli*, los resultados de dichos análisis sirven para contrastar si la cantidad de cloro dosificado es suficiente para eliminar en su totalidad los contaminantes presentes en el agua, además sirven para identificar la acumulación de contaminantes en la cisterna y los depósitos, dependiendo de los niveles reportados de contaminantes en ambos.

5.1.1. Tratamiento del agua de proceso

El tratamiento que recibe el agua que se utilizará en las etapas de proceso tiene como objetivo la eliminación de cualquier microorganismo presente en la misma para evitar la contaminación de los granos de trigo y por ende la contaminación del producto.

Hay que tomar en cuenta que al momento que el agua sea tratada pierde todas las características que la hacen potable para el ser humano, por lo cual ésta puede ser catalogada como dañina para consumo y peligrosa al momento de prologados lapsos de exposición. Esto es importante debido a que el personal tiene contacto con el agua, ya que es utilizada para realizar las rutinas de limpieza de los equipos de laboratorio.

El proceso de tratamiento incorpora rutinas de control del estado del agua tanto en la cisterna como en los depósitos de agua para proceso, en las cuales se identifica el nivel de cloro presente en el agua que se utilizará en el proceso. Ya identificado el nivel de cloro presente en el agua de la cisterna se procede a dosificar la cantidad requerida de cloro, dentro del rango de 3 ppm–

20 ppm. Además, se procede a dosificar 2 ppm a los depósitos para agua de proceso. Esta rutina se lleva a cabo una vez por semana, si el nivel de cloro registrado es mayor a 3 ppm no es necesaria la dosificación de cloro, en caso contrario se dosifica la cantidad requerida.

Estas rutinas son necesarias para modificar la calidad y características del agua, ya que inicialmente presenta niveles de contaminación muy elevado, específicamente contaminación de tipo fecal. El agua tratada tiene la suficiente efectividad de eliminar el 99% de los contaminantes presentes en el agua y el 100% de las impurezas presentes en los granos de trigo, dados los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos practicados al agua tratada. Al terminar el proceso productivo al agua no se le añadió ninguna sustancia química por lo cual es descartada en el sistema de drenajes colectivos de la municipalidad, puede existir casos en donde el agua descartada presenta altos niveles de cloro residual.

5.2. Manejo y disposición de desechos

En la última década, la preocupación mundial por el estado del medio ambiente ha tomado relevancia ya que estudios muestran la incidencia de los desechos industriales en la destrucción del mismo. Lo que genera alternativas en el tema de desechos para evitarlos, reducirlos y controlarlos.

Guatemala no es la excepción en este tema ya que en los últimos años se ha elevado la actividad industrial concentrada en su mayoría en la ciudad capital, además de no contar con legislación alguna que norme lo relacionado con la generación y disposición de desechos industriales. Dando cabida a varias industrias ha descartar los desechos en vertederos y drenajes sin tener

control alguno del contenido de los mismos y generando a su vez mayor contaminación para el ambiente.

Como resultado de varios estudios sobre las actividades industriales a nivel regional que son más propensas a contaminar el medio ambiente se tiene que la industria molinera no se encuentra dentro de las actividades industriales que presentan riesgo significativo. Lo cual en parte se debe a que dentro del proceso de molienda no se utilizan químicos que sean nocivos y que provoquen alguna contaminación al ambiente.

El proceso de molienda genera desechos que son denominados no peligrosos, los cuales no son dañinos para el ser humano. El proceso de molienda tiene la característica que procesa la materia prima en su totalidad, ya sea produciendo harina de trigo (75%) y sub productos (25%). Por tal motivo los desechos que se generan se derivan de actividades ajenas a la producción entre las que se encuentra (1) harina de trigo del proceso de limpieza, (2) uso de material de utilería y material de empaque, (3) rutinas de limpieza de pisos, techos e instalaciones.

Al analizar los desechos generados por el área administrativa se puede identificar que los mismos están compuestos en su totalidad por material de utilería. Es necesario establecer un programa piloto de manejo y disposición de los desechos tanto del área administrativa como del proceso de molienda, de manera que se pueda agrupar los mismos por categoría y similitud para evitar que los desechos que puedan ser tratados y reprocesados se destinen a los rellenos sanitarios.

Entre las consideraciones importantes a tomar en cuenta están:

- Establecimiento de políticas en pro del medio ambiente.
- Establecer un comité de supervisión y control.
- Capacitación extramuros sobre temas afines al manejo y disposición de desechos.
- Reubicación de los depósitos y contenedores para basura a lugares más alejados de la planta para evitar la propagación de plagas.
- Los contenedores deberán ser colocados sobre superficies duras que se puedan limpiar, como el concreto.
- De contar con variedad de contenedores identificados cuya función sea la separar por similitud los tipos de desechos para su mejor clasificación.
- Botes y contenedores de basura deberán de ser cerrados de forma adecuada.
- Botes y contenedores deberán ser compuestos de metal o plástico muy resistente.
- Las tapas deben cerrar los botes de forma hermética.
- Procedimientos relacionados al manejo y disposición de desechos.

- Control periódico sobre el estado de los contenedores y botes para basura.

5.3. Reciclaje

Con la responsabilidad hacia el medio ambiente se deben impulsar acciones que ayuden a la conservación del planeta, evitando la contaminación y creando conciencia ecológica. Con la ayuda del programa piloto de separación y disposición de desechos se deberá crear el hábito del reciclaje en todas las áreas de la empresa involucrando de forma activa al personal. Es vital que dicho programa no se sustente en base a recompensas, ya que se pierde el objetivo y fallará.

Con el programa piloto se estará disminuyendo en una medida significativa la saturación de los rellenos sanitarios, al mismo tiempo se estará optimizando los recursos al reciclarlos para darles un nuevo ciclo de vida. Entre los aspectos importantes que conlleva el reciclaje se encuentra la reducción del consumo de recursos (materias primas y energía) y la disminución de los impactos en suelos, aguas y aire; así como la protección de la salud de los seres humanos evitando la dispersión de contaminantes.

Como se mencionó anteriormente, el proceso de producción en general dentro de la empresa genera en su mayoría lo que se denominan desechos no peligrosos, a continuación se plantea una serie de actividades que tienen como objetivo darles un mejor uso a dichos elementos en específico. Dichas actividades tienen un alcance general que se aplicará a todas las áreas de la empresa, ya que el uso de los materiales no peligrosos, como el papel y cartón, son de uso cotidiano dentro de las actividades que se llevan a cabo. Lo cual hace que la cantidad que se utiliza de dichos materiales sea elevada.

5.3.1. Material de envasado

El programa piloto de manejo y disposición de desechos deberá establecer una serie de actividades para el tratamiento de los materiales de envasado. Ya que los mismos tienen lugar dentro de la etapa de envasado, es necesario establecer actividades que tengan como objetivo la separación de dichos materiales de los desechos de diferente procedencia.

Realizar la separación de dichos elementos y clasificarlos según se especifique en los procedimientos del programa de manejo y disposición de desechos. Su permanencia dentro de los contenedores de material para reciclaje deberá de ser no más de cuatro semanas, para evitar la proliferación de plagas. La cantidad generada de material de envasado es 5 kg quincenales de bolsas de papel kraft y 10 kg de cajas de cartón.

5.3.2. Material de utilería

El programa piloto de manejo y disposición de desechos deberá también establecer una serie de actividades para el tratamiento de los materiales de utilería, los cuales son generados dentro del área administrativa y dentro de la planta. Estos desechos deberán de seguir una serie de actividades especiales, ya que los mismos tienden a contener información que se ha utilizado dentro de la empresa. Por tal motivo, es necesario una actividad de triturado previo a cualquier actividad de clasificación para evitar que se filtre información, luego se procedería a las actividades de acumulación y disposición.

Realizar la separación de dichos elementos según se especifique en los procedimientos del programa de manejo y disposición de desechos. Hay que tomar en cuenta, que dichos residuos son fuente de plagas, en su mayoría

roedores, por lo cual es necesario de una estadía no muy prolongada dentro de las instalaciones y un control muy minucioso del estado de los contenedores y su buen manejo. La cantidad generada de material de utilería es 10 kg semanales.

Dado lo anterior el programa de manejo y disposición de desechos tiene la posibilidad de autofinanciarse, dado la cantidad de material reciclable que se puede vender a empresas dedicadas al reciclaje, actualmente en el mercado los precios de compra por quintal de papel es Q. 70,00 mientras que el cartón es de Q. 10,00, por lo cual sería una forma en que la empresa sea responsable con el medio ambiente y además genere un ingreso extraordinario.

CONCLUSIONES

1. El sistema de aseguramiento de calidad actual presentó no conformidades en el tema de inocuidad y calidad de la harina de trigo, por lo cual las mejoras propuestas tienen como en primera instancia la corrección, y en segunda la prevención de las mismas.
2. Se identificó que dentro de los lugares que no tenía alcance el sistema de aseguramiento de calidad se encuentran los silos de almacenamiento, las tuberías de distribución y el área de bodega; por lo cual las mejoras propuestas conllevan a una inclusión de dichos lugares en las rutinas de limpieza.
3. Al realizar las pruebas de laboratorio se pudo determinar que el tiempo de vida útil de la harina de trigo es de 12 meses, por lo cual el tiempo máximo de permanencia en *stock* debería ser de 8 meses. Para evitar las pérdidas financieras para la empresa por temas de devoluciones y producto en malas condiciones.
4. El laboratorio microbiológico es la principal propuesta para complementar el sistema de aseguramiento de calidad actual, ya que por medio del mismo se pueden realizar análisis microbiológicos a la harina de trigo de manera más rápida sin depender de los laboratorios externos.

5. Los parámetros propuestos son una primera aproximación para medir la calidad de la harina de trigo dura y suave, con los cuales, se podrá llevar el control de la harina de trigo de manera más certera y específica. Los cuales se elaboraron para todos los análisis realizados dentro del laboratorio de control de calidad.

6. El estudio beneficio/costo de ejecutar los análisis microbiológicos muestra que la implementación del laboratorio microbiológico representa menores costos para la empresa que realizar los análisis de manera externa. Además, es una oportunidad para poder capacitar al personal en temas relevantes a la microbiología.

7. El cuidado del medio ambiente es un tema relevante a nivel mundial, por lo que se propone la creación de un sistema de recolección de material reciclable; con lo que se esperaría disminuir, significativamente, la cantidad de desechos reciclables que descarta la empresa, aparte de obtener con la venta de ellos ingresos extraordinarios.

RECOMENDACIONES

1. Es importante, antes de ejecutar la implementación de las mejoras propuestas en el estudio, la realización de una prueba piloto que compruebe la efectividad y compatibilidad en el sistema de aseguramiento de calidad.
2. La capacitación constante al personal es importante, para mejorar la productividad en general de la empresa; y lograr el uso eficiente de las materias primas, del producto en proceso, producto terminado y la aplicación de valor agregado a la harina de trigo.
3. Llevar un estricto control sobre las rutinas de limpieza en instalaciones, equipo y maquinaria dentro de la planta de producción, para minimizar las posibles fuentes de contaminación de la harina de trigo y evitar pérdidas del producto que conllevarían reducción en las utilidades.
4. Establecer convenios con los proveedores de impartir seminarios y capacitaciones de interés para Molinos Central Helvetia, S.A (Centia), en temas de importancia relacionados a la producción de harina de trigo, como la seguridad industrial, inocuidad y calidad del producto y mejores rutinas de limpieza.

BIBLIOGRAFÍA

1. ÁLVAREZ CHAJÓN, Karina Isabel. *Diseño e implementación de un sistema de calidad alimenticio HACCP, en una planta de manufactura de productos de harina de maíz*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008. 55 p.
2. CIFUENTES RODAS, Mirna Lisset. *Diseño de un sistema de control de calidad en la fabricación de telas*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2003. 117 p.
3. CONSTANZA SOBERANIS, Alejandra Marisol. *Desarrollo e implementación de normas y procedimientos para un sistema de control de calidad en una fábrica de envases plásticos*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2003. 140 p.
4. GONZÁLEZ PALACIOS, Ronaldo Misael. *Análisis y mejoramiento de los procesos productivos de la empresa Compaca S.A.* Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2001. 211 p.

5. GORDILLO OROZCO, Luis Antonio. *Diseño de un sistema de control de calidad estadístico para una planta procesadora de ajonjolí*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1992. 108 p.
6. HIDALGO PONCE, Óscar Augusto. *Ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable para la población de Cobán, Alta Verapaz*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1985. 79 p.
7. RIVERA MORALES, Dennis Ariel. *Diseño e implementación de un sistema de calidad, herramienta indispensable para el mejoramiento del servicio de eliminación de plagas de la empresa Control Total*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008. 143 p.
8. SAGASTUME TURCIOS, José David. *Estudio de la calidad del agua y del proceso del tratamiento del sistema de abastecimiento de Nimajuyu I*. Trabajo de graduación de Maestro en Ing. Sanitaria. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1996. 66 p.
9. SAPÓN VELÁSQUEZ, Mario Ronaldo. *Diseño de un sistema de control de calidad en la industria de empaque flexible de polietileno*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería 1999. 122 p.

10. VIDAL PÉREZ, Christian Daniel. *Implantación de un Sistema de Gestión de Calidad en una empresa de Servicios de Lavandería*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Industrial, 2004. 78 p.

APÉNDICE

Método de descomposición multiplicativa

Media Móvil	CMA	Snt X irt	snt	dt = yt/snt	tr	y^t	clt X irt	clt	irt	y(puntual)
			1.00986	123.779562	148.607	150.072	0.832932			
			1.028389	127.383753	123.594	127.103	1.030663	0.958845	1.074901	122
			1.026695	125.645926	124.041	127.352	1.012939	1.000975	1.011952	127
			1.004820	119.424386	124.488	125.088	0.959324	0.994436	0.964692	124
			0.98959	126.314908	124.935	123.634	1.011045	0.980739	1.030901	121
			0.985957	121.852316	125.382	123.621	0.971849	0.982821	0.988836	121
124	124	0.957138	0.979451	121.496666	125.829	123.243	0.96557	0.975815	0.989501	120
125	125	1.001499	0.999867	125.016633	126.276	126.259	0.990027	0.971746	1.018812	123
125	125	0.969451	0.994994	121.608763	126.723	126.089	0.959642	0.978523	0.980705	123
125	125	0.999831	0.996994	125.376868	127.170	126.788	0.985900	0.969902	1.016494	123
125	126	0.979264	0.999645	123.043738	127.617	127.572	0.964164	0.980757	0.983081	125
126	126	0.990633	0.983740	127.066141	128.064	125.982	0.992208	0.981959	1.010438	124
127	127	1.042411	1.042866	127.162161	128.511	134.020	0.989504	0.992492	0.996990	133
128	128	1.050847	1.051307	128.411614	128.958	135.574	0.995763	0.995574	1.00019	135
129	130	0.964136	0.964557	129.593138	129.405	124.819	1.001454	1.001548	0.999906	125
130	131	0.985685	0.986116	130.816309	129.852	128.049	1.007426	1.007586	0.999841	129
131	132	0.983618	0.984048	132.107411	130.299	128.220	1.013879	1.013333	1.000538	130
133	133	0.968116	0.968539	133.190271	130.746	126.633	1.018695	1.017667	1.001010	129
134	134	1.007980	1.008420	133.872758	131.193	132.298	1.020426	1.019895	1.000521	135
134	134	1.034182	1.034634	134.347003	131.640	136.199	1.020564	1.021994	0.998600	139
135	135	0.999421	0.999858	135.388214	132.087	132.068	1.024993	1.025088	0.999908	135
136	137	1.025410	1.025858	136.471074	132.534	135.961	1.029706	1.027779	1.001875	140
137	137	1.015717	1.016161	136.789286	132.981	135.130	1.028638	1.02812	1.000504	139
137	137	0.985696	0.986127	136.899255	133.428	131.577	1.026016	1.025437	1.000565	135
137	137	1.015829	1.016273	136.774310	133.875	136.054	1.021657	1.020633	1.001003	139
137	136	1.027203	1.027652	136.232880	134.322	138.036	1.014226	1.014617	0.999615	140
136	136	1.066945	1.067411	135.842677	134.769	143.854	1.007967	1.008186	0.999783	145
136	136	0.995612	0.996047	135.535771	135.216	134.681	1.002365	1.002006	1.000359	135

Continuación del apéndice

135	135	0.974128	0.974554	135.077638	135.663	132.211	0.995685	0.996108	0.999576	132
135	135	0.96407	0.964491	134.786099	136.110	131.277	0.990273	0.990692	0.999578	130
135	135	0.972387	0.972812	134.661154	136.557	132.844	0.986117	0.98643	0.999683	131
135	135	0.964964	0.965386	134.661154	137.004	132.262	0.982899	0.982906	0.999993	130
135	135	1.002078	1.002516	134.661154	137.451	137.797	0.979703	0.980415	0.999274	135
135	135	0.9851	0.985531	134.952693	137.898	135.903	0.978641	0.979483	0.999141	133
135	136	0.995196	0.995631	135.592396	138.345	137.741	0.980103	0.9809	0.999187	135
136	137	0.966148	0.966571	136.565286	138.792	134.152	0.983956	0.983912	1.000045	132
137	138	1.010297	1.010739	137.523201	139.239	140.734	0.987677	0.987371	1.00031	139
138	138	1.011439	1.011881	138.356170	139.686	141.346	0.99048	0.990573	0.999906	140
139	139	1.040981	1.041436	139.230787	140.133	145.940	0.993562	0.993061	1.000504	145
140	140	1.014588	1.015031	139.897163	140.580	142.693	0.995143	0.995238	0.999904	142
140	141	0.995261	0.995696	140.605186	141.027	140.420	0.997009	0.997398	0.99961	140
141	142	1.024433	1.024881	141.479804	141.474	144.994	1.000041	0.999154	1.000888	145
142	142	0.978586	0.979014	141.979585	141.921	138.943	1.000413	1.000119	1.000293	139
142	142	0.997074	0.99751	142.354422	142.368	142.014	0.999905	1.000295	0.99961	142
143	143	1.007287	1.007727	142.895852	142.815	143.919	1.000566	1.000468	1.000098	144
143	143	0.975893	0.97632	143.395633	143.262	139.870	1.000933	1.001125	0.999808	140
144	144	1.006653	1.007093	143.978711	143.709	144.728	1.001877	1.001201	1.000675	145
144	144	0.990762	0.991195	144.270251	144.156	142.887	1.000793	1.000411	1.000382	143
144	144	0.969138	0.969561	144.395196	144.603	140.201	0.998563	0.999011	0.999552	140
145	145	1.022267	1.022714	144.712930	145.050	148.345	0.997676	0.997964	0.999711	148
145	145	1.032922	1.033374	145.155609	145.497	150.353	0.997654	0.998069	0.999583	150
145	146	1.021639	1.022086	145.780336	145.944	149.167	0.998879	0.998876	1.000002	149
146	146	1.003625	1.004064	146.405063	146.391	146.986	1.000096	1.000188	0.999908	147
147	147	0.985485	0.985915	147.071438	146.838	144.770	1.00159	0.667229	1.501119	97

Los cálculos realizados se basan en los datos del anexo A.

Continuación del apéndice

Cálculo del factor estacional

		Snt X irt					S barra	snt
		año 1	año 2	año 3	año 4	año 5		
1	ene		1.042410666	1.0158285	1.0102968	0.9691376	1.0094184	1.0098598
2	feb		1.050847288	1.0272029	1.0114389	1.0222674	1.0279391	1.0283886
3	mar		0.964135675	1.0669447	1.0409812	1.0329221	1.0262459	1.0266946
4	abi		0.985684579	0.9956117	1.0145877	1.0216390	1.0043807	1.0048199
5	may		0.983617651	0.9741278	0.9952607	1.0036248	0.9891577	0.9895902
6	jun		0.968115896	0.9640696	1.0244333	0.9854845	0.9855258	0.9859568
7	jul	0.9571381	1.007979504	0.9723869	0.9785861		0.9790227	0.9794507
8	ago	1.0014994	1.034181971	0.9649641	0.9970743		0.9994300	0.9998670
9	sep	0.9694514	0.999420779	1.0020781	1.0072865		0.9945592	0.9949941
10	oc	0.9998305	1.025410052	0.9850998	0.9758931		0.9965584	0.9969941
11	nov	0.9792641	1.015717332	0.9951959	1.0066532		0.9992076	0.9996445
12	dec	0.9906328	0.985695624	0.9661482	0.9907621		0.9833097	0.9837396
suma							11.994755	
factor							1.0004373	

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo A. **Historial de producción últimos cinco años**

Año	Mes	t	Yt
2006	enero	1	125
	febrero	2	131
	marzo	3	129
	abril	4	120
	mayo	5	125
	junio	6	120
	julio	7	119
	agosto	8	125
	septiembre	9	121
	octubre	10	125
	noviembre	11	123
	diciembre	12	125
2007	enero	13	133
	febrero	14	135
	marzo	15	125
	abril	16	129
	mayo	17	130
	junio	18	129
	julio	19	135
	agosto	20	139
	septiembre	21	135
	octubre	22	140
	noviembre	23	139
	diciembre	24	135
2008	enero	25	139
	febrero	26	140
	marzo	27	145
	abril	28	135
	mayo	29	132
	junio	30	130

	julio	31	131
	agosto	32	130
	septiembre	33	135
	octubre	34	133
	noviembre	35	135
	diciembre	36	132
2009	enero	37	139
	febrero	38	140
	marzo	39	145
	abril	40	142
	mayo	41	140
	junio	42	145
	julio	43	139
	agosto	44	142
	septiembre	45	144
	octubre	46	140
	noviembre	47	145
	diciembre	48	143
2010	enero	49	140
	febrero	50	148
	marzo	51	150
	abril	52	149
	mayo	53	147
	junio	54	145
	julio	55	142
	agosto	56	147
	septiembre	57	150
	octubre	58	149
	noviembre	59	151
	diciembre	60	153
Cifras expresadas en lotes.			

Fuente: Área de Producción.

Anexo B. Historial de demanda últimos cinco años

Año	Mes	t	Yt
2006	enero	1	122
	febrero	2	125
	marzo	3	119
	abril	4	114
	mayo	5	118
	junio	6	116
	julio	7	125
	agosto	8	118
	septiembre	9	131
	octubre	10	115
	noviembre	11	119
	diciembre	12	118
2007	enero	13	129
	febrero	14	127
	marzo	15	123
	abril	16	119
	mayo	17	125
	junio	18	123
	julio	19	129
	agosto	20	119
	septiembre	21	121
	octubre	22	117
	noviembre	23	123
	diciembre	24	122
2008	enero	25	123
	febrero	26	127
	marzo	27	117
	abril	28	124
	mayo	29	122
	junio	30	130

	julio	31	130
	agosto	32	124
	septiembre	33	132
	octubre	34	128
	noviembre	35	125
	diciembre	36	126
2009	enero	37	138
	febrero	38	126
	marzo	39	135
	abril	40	145
	mayo	41	146
	junio	42	140
	julio	43	142
	agosto	44	134
	septiembre	45	140
	octubre	46	136
	noviembre	47	138
	diciembre	48	135
2010	enero	49	142
	febrero	50	145
	marzo	51	135
	abril	52	140
	mayo	53	139
	junio	54	140
	julio	55	145
	agosto	56	148
	septiembre	57	146
	octubre	58	143
	noviembre	59	143
	diciembre	60	150
Cifras expresadas en lotes.			

Fuente: Área de Ventas.