

Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez"
Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.
Carrera de Ingeniería Industrial.

TRABAJO DE DIPLOMA

Título: Mejoras al proceso de almacenamiento
en la Posición de Silo Guillermo Moncada.

Autor: Ana Beatríz Medina Pichs

Tutor : MSc. Michael Feitó Cespón

Curso: 2012 - 2013

"Año 55 de la Revolución"



Cienfuegos, 28 de mayo del 2013.

“Año 55 de la Revolución”.

AVAL

A: Quien pueda interesar.

El trabajo Diploma titulado “ Mejoras al proceso de almacenamiento en la Posición de Silo Guillermo Moncada” para el período 2012-2013, que ha sido desarrollado en dicha Posición perteneciente a la UEB Silos Cienfuegos. El mismo constituye una guía para los directivos y especialistas de la UEB y Posiciones de Silos en general para confeccionar planes de acción, garantizando la correspondencia de su gestión con los objetivos estratégicos de la UEB Silos Cienfuegos, además de ser de gran utilidad para el desarrollo de posteriores investigaciones.

Y para que así conste, firma el presente aval:

Ariel Padrón Díaz

Director UEB Silos Cienfuegos



Dedicatoria



A mis padres:

*porque para ellos este esfuerzo constituye la máxima expresión de satisfacción y orgullo de ser
precisamente mis padres...*

A mi amiga Orisley:

por congelar fragmentos de sus vidas para llenar espacios en la mía...

y mis Hermanos:

por la fe y el amor que me han dado y para ser un ejemplo para ellos...



Agradecimientos



A mis padres

Aimee y Raúl, por su confianza en mí y por tenerme siempre donde el cuerpo no tiene lugar, en sus pensamientos y sus corazones; y muy especial a mi Madre porque parte de lo que soy se lo debo a ella.

A mi tutor:

Michael Feitó Cespón por todo el apoyo, el tiempo, por su paciencia y el esfuerzo aportados, por ser exigente y perseverante. Por la confianza depositada al hacerme participe de esta investigación.

A mi familia:

Por sus consejos, preocupación, apoyo incondicional y por motivarme ha seguir adelante en mis estudios.

A todo el colectivo de trabajo de la UEB Silos Cienfuegos:

A su Consejo de Dirección y muy en especial a su director Ariel Padrón Díaz por ayudarme en todo, por ser un gran profesional, por darme la fuerza y el apoyo para llegar a cumplir mi sueño y por ser un buen ser humano.

A Irai y su familia:

Por creer en mí, por el cariño, comprensión y el amor que siempre me dieron. Por sus consejos y desear siempre lo mejor para mí.

A una amiga y compañera de estudio:

Yaima Díaz por su paciencia y apoyo incondicional en todos estos años. Porque siempre estuvo ahí ayudándome y caminando junto a mí en esta etapa de la vida, luchando por superarnos y ser en el futuro las profesionales que siempre soñamos.

Mis compañeros de aula, vecinos y amigos:

Por darme la confianza necesaria para sentirme una persona capaz. A todos ustedes los debo mi autoestima en el logro no solo de este trabajo, sino en todos estos años donde nunca pusieron pretextos y siempre me alentaron con sus consejos.

A Dios:

Por guiarme en el camino correcto, por darme la fe y la fuerza de voluntad para lograr mis metas.

A todas las personas:

Que aportaron sus ideas y me brindaron su afecto. Aquellos que dieron mucho y los que dieron poco; porque era lo que podían dar. A todos por estar ahí para mí. Mi más sentido agradecimiento. Sencillamente, Gracias.



Pensamiento



“La virtud, como el arte, se consagra constantemente a lo que es difícil de hacer, y cuanto más dura es la tarea más brillante es el éxito”

Aristóteles

Resumen

Resumen.

Resumen

El trabajo titulado “Mejora al proceso de almacenamiento en la Posición de Silo Guillermo Moncada” se realiza con el objetivo de obtener una mejor planificación de proceso de enfriamiento en los Silos Metálicos Refrigerados, para mejorar la calidad y conservación del maíz que se encuentra almacenado.

El trabajo comprende la descripción de los principales procesos de la posición, el análisis de las dos variables de control “Temperatura” y “Humedad”, así como la aplicación de un método que permita una mejor planificación de los carros de frío.

Para la conformación del mismo se utilizan técnicas y herramientas como: el SPSS, Statgraphics Plus Versión 4, el diagrama SIPOC, herramientas estadísticas y de computación



Summary



Summary.

Summary

The work entitled "Improving the storage process Silo Position Guillermo Moncada" is done with the aim of obtaining a better cooling process planning in Metal Refrigerated Silos, to improve the quality and conservation of corn that is stored.

The work includes the description of the main processes of the position, the analysis of the two control variables "Temperature" and "Humidity", and the application of a method which allows better planning of cold carts.

For the formation of the same techniques and tools are used as SPSS, Statgraphics Plus Version 4, the SIPOC diagram, statistical and computing tools.



Índice



Índice

INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	12
1.1. Gestión por Procesos.....	12
1.2. Características de la gestión por proceso.....	14
1.3. La logística.	16
1.4. Almacenes y sus características.	17
1.4.1. Clasificación de los Almacenes	17
1.5. Tecnología de Almacenamiento	19
1.5.1. Clasificación de las tecnologías de Almacenamiento.....	20
1.5.2. Elementos que componen la tecnología de Almacenamiento.	21
1.5.3. Formas de Almacenamiento	23
1.6. Almacenamiento de granos en Cuba y el Mundo	28
1.7. Conclusiones Parciales	32
CAPÍTULO 2 CARACTERIZACIÓN DE LOS PRINCIPALES PROCESOS DE LA POSICIÓN DE SILO GUILLERMO MONCADA.	33
2.1 Caracterización de la UEB Silos Cienfuegos.....	35
2.1.1. Breve caracterización de la Posición de Silo Guillermo Moncada	37
2.2 Características Constructivas de los Silos.....	38
2.3 Descripción de los Principales Procesos de la Posición	40
2.3.1. Proceso de Recepción.....	40
2.3.2. Proceso de Almacenamiento y Conservación.....	43
2.3.3. Proceso de comercialización	50
2.4 Análisis de los Procedimientos del proceso de Almacenamiento y Conservación	52
2.5 Conclusiones Parciales	53
CAPÍTULO 3 MEJORAS AL PROCESO DE ALMACENAMIENTO DE LA POSICIÓN DE SILO GUILLERMO MONCADA.	54
3.1 Comportamiento de las variables temperatura y humedad del proceso de almacenamiento y conservación del maíz.....	54
3.1.1. Análisis de la Temperatura	54
3.1.2. Análisis de la Humedad	58
3.2 Planificación de Orden de los carros de frío para la posición de Silo Guillermo Moncada.....	62
3.3 Pronóstico de la temperatura utilizando los carros de frío	66
3.4 Cálculos para la planificación del carro de frío.	73
3.5 Balance de Carga y Capacidad de los carros de frío.....	77
3.6 Conclusiones Parciales	78

Índice

Conclusiones Generales.....	80
Recomendaciones	82
Bibliografía.....	83
Anexo	86



Introducción



Introducción

INTRODUCCIÓN

En la actualidad hablar de mercado turbulento es como ubicarse en el pasado y relacionar términos del futuro. Las empresas conciben el mercado con todos los movimientos rápidos desencadenados, entre otras razones, por la propia globalización y competencia. Se compete e incluso se sobrevive a un mercado de ágiles cambios, donde ocupar un segmento no es un logro contundente, el desafío está en hacer fieles a los clientes a partir de soluciones creativas que se conviertan en ventajas competitivas.

Los directivos ya no se pueden permitir el lujo de que estos cambios los sorprendan utilizando técnicas estáticas, para ser exitosos deben estar preparados para asumir los cambios rápidamente y eficientemente. Es decir, si un proyecto va a demorarse demasiado, es mejor no iniciarse nunca, puesto que las condiciones del mundo moderno son demasiado cambiantes.

Todo este tipo de acciones y estrategias antes de llevarse a cabo, requieren ser analizadas y deben estudiarse los efectos e impactos que causarán a la entidad, es decir, cualquier cambio que se efectúe, debe ser medido en utilidades y para ello es necesario reducir costos.

La Empresa de Silos Metálicos Refrigerados fue creada como estrategia del país, con el objetivo de prolongar el almacenamiento de granos importados. Para su correcta conservación se deben encontrar bajo condiciones de temperatura y humedad controlada que garanticen la integridad física y la calidad del grano. Una de estas entidades la constituye la UEB de Silos Cienfuegos perteneciente al Ministerio de la Agricultura. Cuenta con tres posiciones de silos; teniendo como objeto social almacenar, conservar y vender granos.

En la Posición de Silo Guillermo Moncada en el año 2012 se ha visto afectada la calidad del maíz fundamentalmente por influencias de plagas. Considerando que el almacenaje no aumenta la calidad del grano, su objetivo es mantenerla, se hace evidente la necesaria coherencia de un sistema de control sobre la gestión de los procesos para disminuir el efecto de las causas que degradan el grano y afectan la economía del país. Una relación de dicha problemática se refiere a continuación:

- Inestabilidad en el proceso de enfriamiento con los carros de frío, lo cual afecta los indicadores de temperatura y humedad del grano.
- Se ha tenido que vender maíz que vienen con destino humano para consumo animal por la degradación de su calidad durante el proceso de almacenamiento, más de 2000 t en el

Introducción

2012, el cual aunque no pierde su valor económico para la empresa, si provoca impacto social negativo y daños a la economía del país difíciles de cuantificar.

- Demora en el proceso de recirculación del grano en los Silos Metálicos Refrigerados, aumentando el tiempo de enfriamiento.

Lo anteriormente expuesto constituye la **situación problemática** de la cual se deriva el siguiente **problema de la investigación**

¿Cómo contribuir a la identificación de las causas que generan las pérdidas en la calidad del maíz durante su almacenamiento en la Posición de Silo Guillermo Moncada?

Objetivo General

Mejorar el proceso de almacenamiento de maíz en los Silos Metálicos Refrigerados de la Posición Guillermo Moncada teniendo en cuenta las causas más significativas que provocan el deterioro de la calidad del grano.

Objetivos Específicos

1. Realizar una revisión teórica sobre los factores que pueden incidir en el proceso de almacenamiento y la degradación del Maíz.
2. Realizar un análisis de la capacidad del proceso para identificar los factores que afectan el almacenamiento en los Silos Metálicos Refrigerados de la Posición Guillermo Moncada y las causas que provocan el deterioro de la calidad del maíz.
3. Proponer una planificación de los carros de frío que garantice una mejora en la calidad del proceso de almacenamiento del grano en los Silos Metálicos Refrigerados de la Posición Guillermo Moncada.

Justificación de la Investigación y Viabilidad

La realización de un estudio del proceso de almacenamiento en la Posición de Silo Guillermo Moncada permitirá la aplicación de mejoras de aquellos factores que afectan la conservación del grano, garantizando la calidad del mismo y la prolongación de su tiempo de conservación.

Para la realización de la investigación se cuenta con el apoyo del Consejo de Dirección trabajadores de la UEB y la Posición. Se encuentran todos los recursos disponibles, así como el tiempo y la capacitación para cumplir con los objetivos propuestos.

Introducción

Hipótesis de la Investigación

Con la identificación de los factores negativos que inciden en el proceso de almacenamiento de Maíz en los Silos Metálicos Refrigerados de la Posición Guillermo Moncada, permitirá proponer acciones que contribuyan a mejorar la calidad del proceso estudiado.

Variable Independiente: “Factores que afectan el proceso de almacenamiento de granos en el objeto de estudio”

Variable Dependiente: Calidad del proceso de almacenamiento de granos.

Los “Factores que afectan el proceso de almacenamiento de granos en el objeto de estudio” son las causas de las deficiencias en el proceso de almacenamiento de los granos que provocan, o no evitan, el deterioro de las características del producto almacenado que lo consideran apto para el consumo humano, o que acortan su tiempo de conservación.

La “calidad del proceso de almacenamiento de granos” constituye el conjunto de parámetros del proceso de almacenamiento y el cumplimiento de sus especificaciones técnicas que garantizan el estado del grano óptimo en el mayor tiempo de almacenamiento posible.

Estructura de la tesis

Capítulo I: Marco Teórico Referencial.

En este primer capítulo del proyecto se recoge el Marco Teórico que hace referencia al tema de investigación. Para su elaboración, se realiza un análisis de la bibliografía actualizada y más novedosa del tema objeto de estudio, tanto en el ámbito nacional como internacional. Se recogen criterios de diversos autores relacionados con las temáticas de logística, el proceso de almacenamiento y las diferentes metodologías de gestión por procesos.

Introducción

Capítulo II: Caracterización de los principales procesos de la Posición de Silo Guillermo Moncada.

En este capítulo se comienza con una breve caracterización de la UEB Silos Cienfuegos y de la Posición Guillermo Moncada. Se realiza la descripción de los principales procesos que se desarrollan en el almacenaje de los silos y un análisis de la correcta implementación de los procedimientos de proceso de almacenamiento y conservación.

Capítulo III: Mejoras al proceso de almacenamiento de la Posición de Silo Guillermo Moncada.

En este capítulo se procede con el análisis del comportamiento de la temperatura y la humedad, que son las variables de control del proceso de almacenamiento y conservación del grano. Se realiza una predicción de los valores de la temperatura, para hacer una planificación de los carros de frío con el objetivo de mantener la temperatura dentro de los parámetros establecidos.

Esta investigación contribuye a la actualización del modelo económico cubano planteado en el VI Congreso del Partido Comunista de Cuba, dando cumplimiento a las siguientes políticas:

- No 42: Un sostenido incremento de la eficiencia como base del desarrollo económico, que permita lograr la disminución progresiva de los niveles de apoyo que se otorgan por el Estado y contribuya a mejorar, en lo posible, la oferta de productos y servicios esenciales para la población.
- No 65: Fortalecer los mecanismos de control fiscal, que aseguren el cumplimiento de las obligaciones tributarias, así como la preservación y uso racional de los bienes y recursos del Estado.
- No 188: Desarrollar una política integral que contribuya a potenciar la producción, beneficio, conservación y comercialización de semillas.
- No 208: Aplicar los sistemas de gestión de la calidad en correspondencia con las normas establecidas y las exigencias de los clientes, para asegurar, entre otros objetivos, la inocuidad de los alimentos.



Capítulo 1



Capítulo I: Marco Teórico Referencial.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.

Lograr eficiencia y eficacia sumada a la competitividad se ha convertido en los últimos años en una necesidad imponente de las empresas que se desenvuelven en un entorno cada vez más cambiante con altos niveles de incertidumbre, bajo políticas de globalización impuesta por los países de más desarrollo.

A tono con esto es necesario buscar formas que ayuden a alcanzar dicha competitividad y una de estas formas puede ser la logística, la cual como filosofía de gestión ha dado muestra de la aplicabilidad y funcionalidad para el alcance de estos logros. Ya está más que probada en muchas empresas líderes en el mundo y otras que aún cuando no lo son, les ha permitido mejorar sus procesos logísticos y otros de forma general en la organización.

1.1. *Gestión por Procesos.*

En el caso de las actividades productivas, las técnicas de la Gestión por Procesos adquieren especial relevancia. Según (Juran, 2001), un proceso de empresa ya sea de manufactura o de servicio, o Ambas, es la organización lógica de personas, materiales, equipamiento, finanzas, energía, información, que interactúan con el ecosistema y están diseñadas en actividades de trabajo encaminadas al logro de un resultado final deseado (Satisfacción de las necesidades y expectativas de los clientes). En el **Anexo 1** se pueden apreciar variados conceptos de procesos definidos por varios autores.

La Gestión por Procesos es la diligencia en sistema, de variables organizacionales tales como estrategia, tecnología, estructura, cultura organizacional, estilo de dirección, métodos y herramientas, en interacción con el entorno, encaminada al logro de la efectividad, la eficacia y adaptabilidad de los procesos, para ofrecer un valor agregado al cliente.(Pons Murguía, 2006).

La gestión por procesos busca reducir la variabilidad innecesaria que aparece habitualmente cuando se producen o prestan determinados servicios y trata de eliminar las ineficiencias asociadas a la repetitividad de las acciones o actividades, al consumo inapropiado de recursos, etc.

Para utilizar la gestión por procesos en una organización debe describirse de forma clara su misión (en qué consiste, para qué existe y para quién se realiza), concretando, a continuación, entradas y salidas e identificando clientes y proveedores del mismo. Se debe poder medir la cantidad y la calidad de lo producido, el tiempo desde la entrada hasta la salida y el coste

Capítulo I: Marco Teórico Referencial.

invertido en añadir valor; y, por último, ha de poder asignarse la responsabilidad del cumplimiento de la misión del proceso a una persona, al que se denomina habitualmente propietario del proceso.

La gestión por procesos conlleva:

- Una estructura coherente de procesos que representa el funcionamiento de la organización.
- Un sistema de indicadores que permita evaluar la eficacia y eficiencia de los procesos tanto desde el punto de vista interno (indicadores de rendimiento) como externo (indicadores de percepción).
- Una designación de responsables de proceso, que deben supervisar y mejorar el cumplimiento de todos los requisitos y objetivos del proceso asignado (costes, calidad, productividad, medioambiente, seguridad y salud laboral, moral).
- Cuando se define y analiza un proceso, es necesario investigar todas las oportunidades de simplificación y mejora del mismo. Para ello, es conveniente tener presentes los siguientes criterios:
- Se deben eliminar todas las actividades superfluas, que no añaden valor.
- Los detalles de los procesos son importantes porque determinan el consumo de recursos, el cumplimiento de especificaciones, en definitiva: la eficiencia de los procesos. La calidad y productividad requieren atención en los detalles.
- No se puede mejorar un proceso sin datos. En consecuencia: son necesarios indicadores que permitan revisar la eficacia y eficiencia de los procesos (al menos para los procesos claves y estratégicos).
- Las causas de los problemas son atribuibles siempre a los procesos, nunca a las personas.
- En la dinámica de mejora de procesos, se pueden distinguir dos fases bien diferenciadas: la estabilización y la mejora del proceso. La estabilización tiene por objeto normalizar el proceso de forma que se llegue a un estado de control, en el que la variabilidad es conocida y puede ser controlada. La mejora, tiene por objeto reducir los márgenes de variabilidad del proceso y/o mejorar sus niveles de eficacia y eficiencia.

El análisis y definición de los procesos permite:

- Establecer un esquema de evaluación de la organización en su conjunto (definiendo indicadores de los procesos).

Capítulo I: Marco Teórico Referencial.

- Comprender las relaciones causa-efecto de los problemas de una organización y por lo tanto atajar los problemas desde su raíz.
- Definir las responsabilidades de un modo sencillo y directo (asignando responsables por proceso y por actividad).
- Fomentar la comunicación interna y la participación en la gestión.
- Evitar la “Departa mentalización” de la empresa.
- Facilitar la Mejora Continua (Gestión del Cambio).
- Simplificar la documentación de los sistemas de gestión (puesto que por convenio un proceso podemos describirlo en un único procedimiento).

Los procesos de una organización pueden verse afectados por diversos requisitos legales y/o normativos, del cliente, internos y externos, medioambientales, de calidad, de seguridad, de medio ambiente, de productividad. Pueden surgir nuevos requisitos o verse modificados los actuales, pero la estructura de procesos no tiene porqué sufrir modificaciones.

1.2. Características de la gestión por proceso

La Gestión por Procesos consiste en entender la organización como un conjunto de procesos que traspasan horizontalmente las funciones verticales de la misma y permite asociar objetivos a estos procesos, de tal manera que se cumplan los de las áreas funcionales para conseguir finalmente los objetivos de la organización.

Para facilitar la identificación, selección y definición de los procesos es necesario conocer diferentes criterios referente a la gestión por proceso y tener en cuenta algunos términos relacionados con esta temática, los cuales se muestran en el **Anexo 2**.

Un proceso debe cumplir con las siguientes características:

- Se pueden describir las entradas y las salidas.
- El Proceso cruza uno o varios límites de áreas o departamentos organizativos funcionales.
- Una de las características significativas de los procesos es que son capaces de cruzar vertical y horizontalmente la organización.
- Se requiere hablar de metas y fines en vez de acciones y medios. Un proceso responde a la pregunta "QUE", no al "COMO".

Capítulo I: Marco Teórico Referencial.

- El proceso tiene que ser fácilmente comprendido por cualquier persona de la organización.
- El nombre asignado a cada proceso debe ser sugerente de los conceptos y actividades incluidos en el mismo.

Además todo proceso tiene que cumplir con los requisitos básicos siguientes: poseer un responsable designado que asegure su cumplimiento y eficacia continúa, tienen que ser capaces de satisfacer el ciclo PHVA (Ciclo Gerencial de Deming) ver **Anexo 3**, tienen que tener indicadores que permitan visualizar de forma gráfica la evolución de los mismos. Tienen que ser planificados en la fase P, tienen que asegurarse su cumplimiento en la fase D, tienen que servir para realizar el seguimiento en la fase C y tiene que utilizarse en la fase A para ajustar y/o establecer objetivos, así como tienen que ser auditados para verificar el grado de cumplimiento y eficacia de los mismos. Para esto es necesario documentarlos mediante procedimientos.

Para medir la calidad de un proceso se establecen diferentes medidas o indicadores en dependencia del autor que se trate. Según (Juran, 2001) existen tres dimensiones principales para medir la calidad de un proceso: Efectividad, Eficacia y Adaptabilidad.

Se dice que un proceso es **efectivo** cuando sus salidas satisfacen las necesidades de sus clientes, es **eficaz**, cuando es efectivo al menor coste y **adaptable** cuando logra mantenerse efectivo y eficaz frente a los muchos cambios que ocurren en el transcurso del tiempo.

Es vital una orientación a los procesos para las organizaciones que pretenden permanecer saludables a través de:

- Incrementar la eficacia.
- Reducir costos.
- Mejorar la calidad del proceso y con ello la calidad de sus salidas.
- Acortar los tiempos y reducir, así, los plazos de producción y entrega del servicio o producto.

Siendo estos los objetivos de la gestión por procesos, los cuales suelen ser abordados selectivamente, pero también pueden acometerse conjuntamente dada la relación existente entre ellos. Por ejemplo, si se acortan los tiempos es probable que mejore la calidad.

Capítulo I: Marco Teórico Referencial.

Además están presentes, en la gestión por procesos, otras características que le confieren una personalidad bien diferenciada de otras estrategias y que suponen, en algunos casos, puntos de vista radicalmente novedosos en relación con los tradicionales.

Así, se pueden aproximar las siguientes:

- *Identificación y documentación.*
- *Definición de objetivos.*
- *Especificación de responsables de los procesos.*
- *Reducción de etapas y tiempos.*
- *Simplificación*
- *Reducción y eliminación de actividades sin valor añadido.*
- *Reducción de burocracia.*

1.3. **La logística.**

El término "**logística**" (del inglés: *Logistics*) ha sido tomado del ámbito militar para ser utilizado en el mundo empresarial como el término que, en un sentido general, se refiere: 1) al posible flujo de los recursos que una empresa va a necesitar para la realización de sus actividades; y 2) al conjunto de operaciones y tareas relacionadas con el envío de productos terminados al punto de consumo o de uso.

Por ello, es imprescindible que el mercadólogo tenga un buen conocimiento de este importante tema; por lo cual, debe saber: *¿cuál es la **definición de logística**?*

Logística es "una función operativa importante que comprende todas las actividades necesarias para la obtención y administración de materias primas y componentes, así como el manejo de los productos terminados, su empaque y su distribución a los clientes"(Ferrel, Hirt, Ramos, Adriaenséns, & Flores, 2004).

Logística es "el proceso de administrar estratégicamente el flujo y almacenamiento eficiente de las materias primas, de las existencias en proceso y de los bienes terminados del punto de origen al de consumo" (Lamb, McDaniel, & Hair, 2002).

Logística es "el movimiento de los bienes correctos en la cantidad adecuada hacia el lugar correcto en el momento apropiado"(Franklin & Mc Graw, 2004).

Capítulo I: Marco Teórico Referencial.

Se puede definir logística como la planificación, organización y control de variadas actividades de almacenamiento y transporte, que facilitan el movimiento de productos y materiales desde su origen hasta su destino final, con el objetivo de satisfacer la demanda al menor coste y ofrecer el mayor servicio al cliente.

El flujo informativo que es emanado de todo el movimiento e interacción de los flujos anteriores, que expresa las decisiones e informaciones que permiten la coordinación de todo el proceso que comprende la organización (Acevedo Suárez, 2001). Por último, el flujo financiero, es el movimiento del dinero, sea en efectivo u otros, expresado en ingresos a partir de las ventas de la organización, créditos, asignaciones del presupuestos, etc., o egresos expresados en remuneración de los recursos laborales y compra de aprovisionamientos. (Acevedo Suárez, 1999).

1.4. Almacenes y sus características.

Un almacén es una instalación técnica constituida por diferentes áreas equipadas, destinadas para la actividad de almacenamiento, cuyo objetivo está encaminado a lograr el proceso de recepción, ubicación, ordenamiento, control y conservación, preparación de la producción para el consumo y despacho de los valores materiales (Torres, Daduna, & Cabrera Mederos, 2003).

Según (Resolución 59/2004) logística de almacenes consiste en la actividad que tiene por objetivo realizar la gestión de inventarios, conservación, manipulación y almacenamiento de bienes de consumo y medios de producción, diseño de almacenes y la explotación de los medios técnicos utilizados, equipos de manipulación y medios de almacenamiento y medición.

1.4.1. Clasificación de los Almacenes

Los almacenes como instalaciones donde se desarrollan las actividades descritas anteriormente, se clasifican en función de diferentes criterios, siendo los más utilizados:

➤ Según su papel dentro del proceso de producción:

Almacenes de materias primas o materiales para el consumo de la producción industrial: Este tipo de almacén está orientado a cubrir la reserva de productos correspondiente a los ciclos de producción y ciclos de reaprovisionamiento por el suministrador.

Almacenes de productos terminados: Para cubrir una cantidad de productos correspondiente a los ciclos de entrega de la producción según lo contratado con los clientes.

Capítulo I: Marco Teórico Referencial.

Almacenes de productos intermedios para acumular la producción entre puestos de trabajo: Este almacén se emplea para equilibrar los ritmos de entrega de los materiales y productos semielaborados entre puestos de trabajo o talleres.

➤ Según el grado de especialización:

Almacenes Universales: Son aquellos destinados para productos de nomenclatura y características diferentes.

Almacenes Especializados: Son aquellos que tienen una nomenclatura y tecnología única. En este tipo de almacén se obtienen los mejores índices de utilización de la capacidad de almacenamiento y explotación de los equipos.

Almacenes combinados: Combinación de los dos anteriores.

➤ Según el tiempo de almacenamiento de los productos:

Almacén de reserva: Para almacenamiento prolongado, donde el coeficiente de rotación del producto es bajo.

Almacén de distribución: Para el almacenamiento de productos por un período relativamente corto de tiempo, donde el coeficiente de rotación del producto es alto.

Almacén de tránsito: Para conservar productos en espera de su transportación a los almacenes de reserva, distribución o producción, donde el coeficiente de rotación es muy alto.

- Según el diseño constructivo:

A cielo abierto: Terreno cercado o no, sin cubierta, para el almacenamiento de productos que pudieran estar a la intemperie.

Techado abierto: Almacenes cuyo espacio interior está delimitado fundamentalmente por el perímetro de su piso terminado, con o sin cierre parcial y con cubierta.

Techado cerrado: Almacén delimitado por un cierre perimetral (paredes) y cubierta.

- Según los requerimientos del producto almacenado:

Capítulo I: Marco Teórico Referencial.

Son contruidos con parámetros y características específicas para los requerimientos del producto a almacenar.

Almacén climatizado: Para mantener condiciones atmosféricas diferentes a las ambientales.

Silos: Para cargas pulverulentas y granuladas.

Tanques: Para líquidos.

Polvorines: Para explosivos.

- Según el peligro de incendio, de acuerdo a los materiales con que está contruido:

Almacén contruido con materiales combustibles: Ejemplo: Madera.

Almacén contruido con materiales incombustibles: Ejemplo: Hormigón.

Almacén contruido con materiales de difícil combustión: Ejemplo: Perfiles y tejas de fibrocemento, etc.

1.5. Tecnología de Almacenamiento

La tecnología de almacenamiento abarca la forma de conservación del inventario, las operaciones de transportación interna e izaje, los sistemas de almacenamiento y desplazamiento de los flujos de carga y la mecanización o automatización de los trabajos de índole operativo-organizativo, así como la organización integral de la actividad.

La tecnología seleccionada para cada almacén debe garantizar un conjunto de actividades en él, las que se desarrollan según las características de las cargas que se almacenan; la construcción del almacén, las formas en las que se reciben y expiden las cargas y los medios de transporte utilizados (accesos automotor, ferroviario, etc.)

➤ Recepción

- Descarga de los medios de transporte en que se reciben.
- Control cuantitativo y cualitativo de las cargas recibidas.
- Preparación para el almacenamiento, paletización, fraccionamiento de las cargas, etc.

➤ Almacenamiento

- Colocar los productos en los medios de almacenamiento.
- Abarca el período en el cual los productos permanecen conservados adecuadamente.
- Extraer los productos de los medios de almacenamiento.

Capítulo I: Marco Teórico Referencial.

➤ Despacho

- Completamiento de los pedidos y servicios técnico-productivos asociados.
- Acondicionamiento de los productos para ser despachados (documentos, pesaje, conteo, etc.).
- Carga de los equipos de transporte con los productos para el cliente.

1.5.1. Clasificación de las tecnologías de Almacenamiento

La tecnología de almacenamiento se puede clasificar en formas diferentes. Una de ellas es el nivel de mecanización (NM), que es un indicador técnico-económico y se calcula dividiendo la cantidad de operaciones mecánicas entre el total de las operaciones que se realizan (mecánicas y manuales) en el almacén.

Tecnología manual: Se realizan todas las operaciones de forma manual o con el auxilio de equipos de poca complejidad tales como: escaleras, carretillas de 2 y 3 ruedas. Las carga se colocan, generalmente, en gaveteros, casilleros o en estibas directas sin el uso de medios unitarizadores. Esta tecnología es usual para el almacenamiento de pequeñas cantidades (cargas fraccionadas).

Tecnología semimecanizada: Una parte de las operaciones se realizan de forma manual y otra de forma mecanizada. Estas últimas corresponden, generalmente, a las de carga y descarga, empleándose para ello esteras transportadoras de banda, de rodillo, montacargas frontales, gúinches y otros. Como medio de almacenamiento se emplean ocasionalmente las paletas, las tarimas y las cargas se colocan en estiba directa o se fraccionan en estantes de carga fraccionada, casilleros y otros.

Tecnología mecanizada: Las operaciones se realizan, fundamentalmente, de forma mecanizada incluyendo las operaciones de carga, descarga, transporte interno y almacenamiento de las mercancías. Se emplean para ello montacargas de diferentes tipos, entre ellos: frontales, retráctiles, selectores de pedidos y trilaterales. Son empleados también grúas apiladoras, transelevadores y otros equipos auxiliares, así como también se desarrolla el uso de aditamentos para el agarre de las cargas.

Tecnología semiautomatizada: Una parte de las operaciones se realizan con equipos mecánicos y en otras, parte de las operaciones se utilizan equipos de computación.

Capítulo I: Marco Teórico Referencial.

Tecnología automatizada: Las operaciones se realizan, fundamentalmente, a través de mandos programados. El equipamiento está basado en transelevadores para cargas unitarias o fraccionadas, estanterías y medios unitarizadores. Se desarrollan en la actualidad sistemas robotizados para la realización de las diferentes actividades del almacén.

1.5.2. Elementos que componen la tecnología de Almacenamiento.

Todo sistema es un conjunto compuesto de dos o más elementos relacionados entre sí, y la tecnología de almacenamiento no es una excepción, ya que está formada por 7 elementos fundamentales, que son: los medios de almacenamiento, los equipos de manipulación, las áreas del almacén, el flujo de las cargas, los procedimientos funcionales, las formas de almacenamiento y el control de ubicación y localización de los productos en el almacén.

Los medios de almacenamientos: que constituyen uno de los elementos que componen la tecnología de almacenamiento y se encuentran divididos en dos grandes grupos: las estanterías y los medios unitarizadores. Se diferencian fundamentalmente entre sí en que los primeros son elementos diseñados para ubicarse fijos en un lugar determinado, mientras que los segundos cumplen la doble función de medio para almacenar y para transportar y se diseñan para ser manipulados.

Equipos de manipulación e izaje: En una empresa industrial la capacidad de los equipos instalados es una de las limitantes fundamentales en el proceso de producción. En los almacenes este papel lo asumen los equipos de manipulación e izaje, pues de su capacidad de izaje, posibilidad de elevación y radio de giro (pasillo de trabajo) depende la eficiencia de la tecnología de almacenamiento. La selección del equipo de manipulación idóneo es fundamental en la tecnología de almacenamiento ya que de sus características técnicas depende una mejor organización y utilización de las instalaciones.

Áreas del almacén: En el almacén existen diferentes áreas, en las cuales se desarrollan las operaciones inherentes a los procesos de almacenamiento y manipulación. En los almacenes se pueden señalar, entre otras, las siguientes: área de almacenamiento, área de recepción y entrega, pasillos de trabajo y pasillos de tránsito.

Las áreas del almacén varían en sus dimensiones y tipos en función de los siguientes factores:

- Estructura de los despachos y recepciones.

Capítulo I: Marco Teórico Referencial.

- nivel de la circulación mercantil.
- Características de los productos y de los equipos.
- Grado de masividad.

Flujo de las cargas: A partir del momento en que la mercancía llega a un almacén, ésta comienza un recorrido a través de diferentes áreas hasta que la abandona al ser despachada a otro destino. El trayecto recorrido abarca tres áreas, fundamentalmente: recepción, almacenamiento y despacho. Para la determinación del flujo de las cargas se debe disponer de la información siguiente:

- Las áreas de almacén por las que pasa el flujo.
- La secuencia de las operaciones, inspecciones, demoras, transporte y almacenamiento que genera cada producto.

El flujo de las cargas se origina entre las distintas áreas donde se realizan las operaciones que es necesario ejecutar en el almacén, pudiendo ser éste longitudinal (paralelo al lado más largo de la zona de almacenamiento) o transversal (perpendicular al lado más largo de la zona de almacenamiento). La inmensa mayoría de los almacenes son rectangulares, por lo que el flujo longitudinal es el más recomendable debido a que logran mayores niveles de aprovechamiento de la capacidad de almacenamiento. Sin embargo el mismo provoca un aumento de los recorridos de los dependientes y de los equipos de manipulación.

En el caso de flujo longitudinal y que la forma de almacenamiento definida, se basa en el uso de estanterías para paletas o fraccionadas se hace necesario interrumpir las filas de estanterías con pasillos de circulación cada cierta distancia en función de la longitud del almacén.

El flujo de mercancías en aquellos almacenes donde se emplea la estiba directa como forma de almacenamiento se requerirá hacer replanteamientos y un análisis casuístico para lograr el equilibrio entre el aprovechamiento del espacio y las distancias a recorrer.

Los factores que más pesan en la determinación del flujo de las cargas son:

- La estructura de las recepciones y los despachos.
- El grado de masividad.
- El indicador de rotación.

Capítulo I: Marco Teórico Referencial.

Procedimientos funcionales: todo lo relacionado con el flujo y contenido de la información llamada contable (tarjetas de identificación del producto, tarjeta de estiba, modelos de inventarios y estadísticas, documentos para la recepción y para el despacho, etc.)

Formas de Almacenamiento: Este es uno de los elementos a considerar en la concepción de la tecnología de los almacenes, y consiste en lograr la colocación más racional de los productos en las instalaciones actuales o a proyectar, con destino a su almacenamiento. Estas formas de colocar las cargas en el almacén tienen como premisa la necesidad que existe de tener acceso directo o no a todas las cargas, independientemente de su peso y dimensiones, necesidad impuesta por las características propias de la forma y tamaño de los despachos. Ante esta disyuntiva de la accesibilidad a las cargas hay dos alternativas fundamentalmente:

- Con acceso directo a todas las cargas (almacenamiento selectivo).
- Sin acceso directo a todas las cargas (almacenamiento masivo).

Control de ubicación y localización de los productos en el almacén: El conocimiento de en qué lugar se debe ubicar un producto, o el lugar o lugares donde se puede localizar tiene una incidencia importante en la eficiencia de la operación de un almacén. Por sus características y para una mayor comprensión, en el próximo capítulo se explicarán más detalladamente, métodos para el control de la ubicación y localización de los productos en el almacén.

1.5.3. Formas de Almacenamiento

Una adecuada selección de la forma de almacenamiento de los productos permite lograr el equilibrio, generalmente necesario, entre el aprovechamiento del volumen del almacén y el acceso a los diferentes surtidos.

La clasificación de las formas de almacenamiento se realiza en base al acceso y selección de los productos, definiéndose dos grandes grupos: almacenamiento selectivo y el almacenamiento masivo.

➤ *Almacenamiento selectivo*

Garantiza el acceso directo a cada surtido (unitarizado o no) permitiendo la adecuada selectividad de los productos. En este grupo están incluidas dos formas con características tecnológicas diferentes, que son:

Capítulo I: Marco Teórico Referencial.

Con acceso directo a las cargas unitarizadas: La aplicación de esta forma exige la utilización de estanterías, fundamentalmente la convencional para paletas, donde se colocan los productos en medios unitarizados o directamente, lo cual está en dependencia de sus características o las de su envase. Las estanterías convencionales para paletas están diseñadas para ser colocadas en filas sencillas o dobles, de manera que sus alojamientos colinden por un lado con los pasillos de trabajo para los equipos de manipulación e izaje, garantizando el acceso directo a las cargas y permitiendo una correcta utilización de la altura de la instalación.

Con acceso directo a las cargas fraccionadas: Esta forma permite el acceso directo a los productos cuyo peso, volumen y cantidad por surtido permitan o requieran su selección manual. Es posible la utilización de estanterías con manipulación manualmente pura o semimecanizada, siendo necesario en ambos casos tener presente las áreas de trabajo en cuanto a las distancias a recorrer; cuando se utilice la manipulación manualmente pura, es conveniente emplear dos niveles de estanterías, mediante la construcción de un entrepiso para obtener una mayor utilización de la altura del almacén, cuando los productos se almacenan en estructuras altas o en paletas cajas se recomienda el empleo de equipos especializados y por tanto la manipulación semimecanizada.

En el almacenamiento selectivo se puede señalar el uso de los siguientes medios de almacenamiento:

- Estanterías para carga fraccionada con operación y traslado manual o con selección manual y traslado mecanizado con equipos seleccionadores de pedidos.
- Estanterías para cargas unitarizadas operadas con equipos mecánicos o automáticos.
- Estanterías móviles de almacenamiento compacto y desplazamiento horizontal operadas manual o mecanizadamente.
- Estanterías móviles de desplazamiento vertical, operadas mecánicamente con selección manual.

➤ *Almacenamiento masivo*

No se garantiza el acceso directo a cada unidad de carga. Este almacenamiento es por lo general el más económico desde el punto de vista de la utilización del espacio, porque se logran mayores por cientos de aprovechamiento del área y requiere (en algunos casos) menos medios de almacenamiento que otros. Se utiliza cuando existen grandes cantidades de productos de un mismo surtido, por ejemplo en los almacenes portuarios donde generalmente se descargan

Capítulo I: Marco Teórico Referencial.

grandes cantidades de una misma mercancía, en los almacenes de productos terminados de fábricas y en algunos casos, en los almacenes de materias primas que se consumen en grandes cantidades en una fábrica.

En este grupo están incluidas las formas de almacenamiento siguientes:

A granel: Esta forma se utiliza con productos que tanto por sus características propias, como las de masividad, manipulación y transporte, permiten su almacenamiento a granel en grandes recipientes o instalaciones construidas para estos fines.

En estanterías por acumulación: Se aplica esta forma cuando el envase o embalaje de los productos no permite una estiba directa estable, es económicamente más caro debido a un menor aprovechamiento de la capacidad de almacenamiento y a una mayor utilización de medios para el almacenamiento.

En estiba directa con o sin paletas: Esta forma se aplica, por regla general, cuando se da una gran homogeneidad de los productos. Aunque los bloques de estibas pueden estar constituidos por un solo producto, es posible también, según el grado de homogeneidad de las cargas, almacenar un producto por fila y, si el bloque posee doble acceso, dos productos por fila.

En estos casos, al igual que en el caso de que el bloque esté constituido por un solo producto, la cantidad de filas y profundidad de cada una o por tanto, las dimensiones del bloque, está determinada por los volúmenes asociados a los productos (inventario promedio), aunque en ambos casos deben establecerse límites lógicos atendiendo a una rotación adecuada de los productos y una mejor forma de operar los equipos de manipulación.

En estas formas se puede señalar el uso de los siguientes medios de almacenamiento:

- Paletas, paletas con autosoportantes o paletas cajas.
- Estanterías por acumulación (Drive-in, Drive-through, etc.).
- Silos, naves especializadas, tanques, etc.
- Estanterías de transportadores activos o por gravedad.
- Además, el almacenamiento directo de bultos, bobinas, bidones, pacas, sacos, etc.

Capítulo I: Marco Teórico Referencial.

Principios básicos de almacenamiento

En la selección y proyección de la tecnología de los almacenes se requiere tener presente los principios de almacenamiento. Los principios básicos que se deben cumplir en el proceso de almacenamiento, son los siguientes:

➤ *Lograr una adecuada ubicación de los productos en el almacén*

Los productos en el almacén deben colocarse atendiendo a un orden consecuente de clasificación. Este ordenamiento debe garantizar que exista la menor cantidad y frecuencia de recorridos internos; para ello debe contarse con un lógico y rápido método de control de ubicación y localización de los productos.

➤ *Garantizar una correcta distribución en planta*

Este principio está relacionado con el tipo de distribución en planta que se realice con las estibas o estantes de forma tal que se garantice una racional accesibilidad a las cargas y una buena utilización del almacén.

➤ *Utilizar la tercera dimensión*

Debe observarse este principio en la selección de las tecnologías de los almacenes, ya que la utilización de la altura en el almacenamiento garantiza una reducción considerable de los gastos por el concepto de almacenamiento.

➤ *Proteger al producto contra riesgos potenciales y/o ambientales*

La colocación de los productos en el almacén debe efectuarse previendo que no corran riesgos de ninguna índole. Los productos, salvo raras excepciones, deben ser estibados sobre tarimas, parrillas, paletas o plataformas de no menos de 150 mm de alto, con el fin de protegerlos contra la humedad del suelo.

De forma general puede concluirse que los productos deben almacenarse en lugares donde estén protegidos contra: fuego, hurto, daños, accidentes, humedad, temperatura, agentes corrosivos, polvo, suciedad y otros riesgos potenciales y ambientales.

➤ *Cuidar y mantener las instalaciones*

El almacén, las estanterías y las restantes instalaciones (baños, taquillas, iluminación, ventilación, etc.), deben ser cuidados y mantenidos periódicamente, mediante el pintado de los

Capítulo I: Marco Teórico Referencial.

elementos constructivos, la eliminación de los baches en los pisos, limpieza de las áreas, mantenimiento eléctrico y constructivo, etc.

➤ *Atender a la rotación de los productos*

Debe garantizarse una rotación adecuada de los productos almacenados. En el caso de los productos alimenticios y otros perecederos debe tenerse un control sobre las fechas de vencimiento para poder accionar oportunamente.

➤ *Controlar las existencias*

Se debe llevar el inventario perpetuo de los materiales, así como el debido sistema de conteo físico de los mismos, según el método establecido para ello.

➤ *Conocer las reglas, principios y documentos normativos*

Los trabajadores vinculados con el almacenamiento deben conocer todas las reglas, principios y documentos normativos que rigen este proceso. Una de las formas de garantizarlo es mediante la capacitación del personal que participa en el proceso de almacenamiento.

➤ *Minimizar los costos de almacenamiento*

Deben utilizarse los medios unitarizadores, las estanterías y los equipos para la manipulación e izaje, que sin afectar la eficiencia en la explotación de los almacenes, sean los menos costosos.

➤ *Velar por la protección e higiene del trabajo*

Un proyecto tecnológico de un almacén puede ser excelente en su concepción técnica, pero impracticable si pone en peligro la salud y la seguridad de los trabajadores que laboran en ese almacén.

➤ *Garantizar la conservación*

Una de las funciones fundamentales de un almacén es la conservación de los productos; por tanto resulta indispensable que en la proyección de la tecnología se tengan en cuenta las características fundamentales de los productos y sus requerimientos de conservación, que pueden ser muy diferentes dependiendo de la nomenclatura.

Existen productos que tienen requerimientos de temperatura y necesitan áreas climatizadas (de frío o de calor), otros que son sensibles a la humedad, al polvo, etc.; cualquier proyecto

Capítulo I: Marco Teórico Referencial.

tecnológico no es válido si desconoce los requerimientos esenciales de conservación de los productos que se almacenan.

1.6. Almacenamiento de granos en Cuba y el Mundo

El almacenamiento de granos, constituye una actividad muy especializada que requiere de tecnologías apropiadas, para garantizar su conservación, con la calidad necesaria como uso industrial o consumo directo. Partiendo de lo anterior, el principio para lograr que el almacenamiento de los granos se efectúe correctamente, radica en que estos deben conservarse limpios, sanos, secos y fríos y en un lugar o depósito que pueda mantener las temperaturas y las condiciones iniciales de calidad hasta que el producto llegue a su destino final. El desarrollo de tecnologías avanzadas como la conservación de los granos en almacenes y sobre todo en dispositivos de mayores requerimientos técnicos como los Silos Metálicos Refrigerados (SMR) ha logrado que las producciones se conserven por mayor espacio de tiempo, en condiciones más homogéneas libres de cambios bioquímicos y del daño ocasionado por las plagas.

En los últimos años la población mundial ha aumentado considerablemente y por ende la población de América. Así mismo las necesidades alimentarias han sido mayores de acuerdo con el aumento demográfico y en cambio, la producción de los productos y subproductos para la alimentación no ha crecido de acuerdo con el crecimiento poblacional. Según la estimación de la (FAO, 2007), en el futuro la demanda de los alimentos aumentará un 3% por año, sin embargo la producción alimentaria únicamente tendrá un aumento del 2.8% por año. Por lo que el almacenamiento y conservación de los productos y subproductos (granos, cereales, frutas, hortalizas, conservas, productos industrializados, etc.) para la alimentación humana y animal requieren de mayor atención con el fin de solventar todas las necesidades.

La cadena del maíz ocupa un lugar prioritario en el desarrollo de casi todos los países del mundo debido a su capacidad de generación de empleo, inversión, desarrollo regional y a las innumerables oportunidades de crecimiento y progreso que ofrece. Este fenómeno se observa tanto en los países que lo producen en gran cantidad, como Brasil, los Estados Unidos o la Unión Europea; como en aquellos que deben importarlo para abastecer sus industrias como Japón o Corea (MAIZAR, 2006).

El cultivo del maíz en el continente americano representa casi el 40% del área ocupada en el mundo por este cultivo. En América del Norte, los Estados Unidos son el centro productor, con

Capítulo I: Marco Teórico Referencial.

más del 45% de la producción mundial y constituye el cultivo más importante, utilizando para la alimentación humana y como alimento básico de las dietas para animales (Nutrición, 1998). Dentro de Latinoamérica, todos los países cultivan este cereal, entre ellos se destacan, Brasil, México y Argentina. Europa ocupa el segundo lugar en cuanto a producción y sobresalen Francia, Rumania y Yugoslavia.

Los métodos de almacenamiento en las diferentes regiones del mundo van a estar en dependencia de las necesidades de cada lugar, las condiciones económicas, así como del objetivo del almacenamiento.

En Estados Unidos existe una amplia red de recursos disponibles para el desarrollo del maíz, con la finalidad de aumentar el rendimiento y calidad de la cosecha. El producto puede almacenarse en granjas en el campo, donde se secan o transportan directamente a los silos, con servicios para secar y almacenar el grano (Reed, 2005).

La finalidad principal del almacenamiento (Cepero, 2010), está en guardar parte o la totalidad de las cosechas o subproductos elaborados en correspondencia con necesidades tales como: contar con semillas certificadas para los cultivos de las siguientes temporadas, constituir una reserva de alimentos para épocas posteriores, esperar mejores precios en los mercados locales e internacionales y utilizar los productos de acuerdo con las necesidades de consumo, industriales y de mercado. La conservación de los productos agropecuarios es necesaria para lograr su disponibilidad en un momento dado ó a lo largo de todo un período. Durante la conservación el producto puede mantener sus cualidades originales o sufrir transformaciones, según el proceso y los objetivos (MINAGRI, 2006).

Dentro de los silos, se debe mantener un valor constante de temperatura y humedad para no favorecer los procesos fermentativos que pueden sufrir los granos en condiciones de almacenamiento. El aislamiento total con el exterior del producto almacenado y su consecuente conservación en el tiempo es la premisa fundamental de este tipo de sistema de almacenaje (Velásquez, 2005).

Las condiciones tropicales imperantes en Cuba (Vázquez, 2006), favorecen grandemente la proliferación de las plagas dentro de los almacenes, toda vez que estas requieren valores elevados de temperatura para su desarrollo, reproducción y mantenimiento en el ambiente. Al mismo tiempo que ocurre la elevación de la temperatura aumenta con esta la actividad biológica

Capítulo I: Marco Teórico Referencial.

de las poblaciones de insectos que viven en los alimentos almacenados dado que la temperatura posee una influencia directa sobre el ritmo de desarrollo de estos que permite su desarrollo entre 15-35 °C. En climas tropicales húmedos como el nuestro.

En general, los granos deben almacenarse atendiendo a mantenerlos físicamente bien y conservando su poder germinativo. Los granos pueden deteriorarse físicamente por la acción de bacterias y hongos, por lo se debe tener en cuenta en las condiciones de almacenamiento. El principio más usado en esta etapa para la prolongación marcada de la vida útil de los productos agropecuarios es el del almacenamiento refrigerado o de baja temperatura bajo condiciones controladas de humedad y temperatura, con lo que se reduce la actividad biológica del producto y de los microorganismos, y en el caso de granos y especias se evita la incubación de los huevos de insectos (Pérez, 2005).

Para conservar productos en su estado natural (León & Ravelo, 2007) con el mínimo de cambios y pérdidas, es necesario controlar: temperatura, humedad relativa, condiciones del local. La humedad y las altas temperaturas combinadas propician, en primer lugar, las actividades biológicas de los tejidos vegetales (respiración principalmente), hasta la germinación o brote, y también el desarrollo de enfermedades que puedan estar en el producto o que se provoquen por accidentes. A temperaturas y humedad relativa bajas, los efectos anteriores disminuyen o cesan, incluido el ataque de insectos. (López & Delgado, 2007) señalan que las bajas temperaturas tienen acción inhibidora en las reacciones bioquímicas de la germinación y de la fermentación así como en la supervivencia de agentes bióticos destructores de los granos.

La variable temperatura es la más importante en el proceso de conservación de los granos en los Silos Metálicos Refrigerados (SMR), pues esta influye en el tiempo de almacenamiento de los granos, además en la velocidad de desarrollo de hongos y plagas y solo logramos controlarla con un buen enfriamiento, entonces partiremos de la importancia o finalidad de la refrigeración del grano (Martínez, Jiménez, & González, 2008).

Durante el almacenamiento se toma una lectura diaria (8 de la mañana) la cual indica la temperatura que poseen los sensores ubicados en los 6 cables, por lo que se suman la temperatura de cada cable y se divide entre los sensores del mismo obteniéndose el promedio por cable. De igual forma se suman todos los sensores y se divide entre 31 y se obtiene el promedio general de temperatura en el interior del silo.

Capítulo I: Marco Teórico Referencial.

La medición y control de la temperatura de los granos se efectúa con un equipo Termo-Colector Grupo FOCKINK que desarrolla un sistema de sensores. Este Termocolelector posee una batería recargable la cual no debe tener menos de 90 % de carga si queremos lograr una lectura confiable el mismo es conectado a una caja de termometría la cual recibe la información de todos los sensores que se encuentran en el interior del silo. Además este equipo nos brinda la temperatura ambiente y la posibilidad de descargar las lecturas directamente a la computadora mediante un software que realiza los cálculos y nos brinda las temperaturas en cada sensor mediante gráficos.

Los insectos plagas requieren las temperaturas típicamente sobre 14°C para poder multiplicarse. Debajo de esta temperatura muchas plagas mueren lentamente, los huevos, larvas y pupas a menudo son susceptibles a las temperaturas ligeramente bajas. Algunos adultos de plagas son capaces de entrar en diapausa y puede persistir durante meses o incluso años. (CNSV, 2006).

El almacenamiento a temperaturas por debajo de 14°C y bajo las condiciones secas es una herramienta de manejo útil para materia prima en su estado natural que está en riesgo, con el propósito de llevar la infestación a un bajo nivel. El proceso subsiguiente puede eliminar las plagas, mientras el frío previene su diseminación o multiplicación en el almacenamiento. (Pérez, Hernández, Navarro, & Miralles, 2009).

Como se ha podido ver en los granos que se reciben en los Silos Metálicos Refrigerados hay dos propiedades que definen: Temperatura y Humedad, sin embargo esta última no se puede variar hoy con las condiciones tecnológicas de nuestro país, por lo que hay que trabajar con la que trae el grano. Entonces solo queda el control y monitoreo de la temperatura que sí puede variarse, y que incide directamente en la calidad de los granos, pero no puede ser un control en papel sino que se estudie y razone en la sala de análisis y posición de silo, el comportamiento diario de las temperaturas En las siguientes tablas observamos como la temperatura y la humedad influye en el tiempo de almacenamiento de los granos, pero además en la velocidad de desarrollo de los hongos y en el desprendimiento de CO₂.

Se realizaron estudios sobre el monitoreo y manejo de las temperaturas durante el proceso de conservación almacenamiento de granos en los Silos Cuba Libre donde, se obtuvieron resultados satisfactorios teniendo en cuenta conectar el carro de frío antes de recepcionar las

Capítulo I: Marco Teórico Referencial.

primeras 500 toneladas, en caso de la conservación, repetir el proceso de enfriamiento cuando el valor promedio general de la temperatura del silo sobrepase los valores entre 20 – 25°C, recirculando el producto almacenado cuando la temperatura en uno, dos e inclusive tres puntos alcance 25° C. Informar a la Empresa cuando se detecten más de tres puntos con esta temperatura, para determinar la inmediata salida del producto del silo. En los períodos que el silo mantuvo temperaturas más bajas hubo menos plagamiento y por tanto menos pérdidas.

1.7. Conclusiones Parciales

- Las Empresas de la actualidad requieren incrementar la eficiencia y la eficacia en su gestión, para lo que deben proyectarse en buscar el sistemático mejoramiento de los procesos, su control y gestión en general. El almacenamiento es un proceso vital en muchas organizaciones, su gestión correcta permite mantener los inventarios con la calidad necesaria para su utilización o comercialización, a costos competitivos.
- La gestión del almacenamiento de alimentos, en especial los granos constituye un eje medular en la proyección estratégica de cualquier país en el aseguramiento de la alimentación de sus habitantes. La utilización de tecnologías, como los Silos Refrigerados, permite aumentar el tiempo de almacenamiento y conservación de granos.
- Las pérdidas potenciales de los granos se encuentran fundamentalmente por la aparición de plagas que contaminan el producto. La utilización correcta de esta tecnología de almacenamiento para la conservación, junto al control estricto de las variables temperatura y humedad, evitan la contaminación por plagas en los granos almacenados en Silos Metálicos Refrigerados.

Capítulo 2

Capítulo II: Caracterización de los principales procesos de la posición de Silo Guillermo Moncada.



CAPÍTULO 2 CARACTERIZACIÓN DE LOS PRINCIPALES PROCESOS DE LA POSICIÓN DE SILO GUILLERMO MONCADA.

El diseño de los sistemas logísticos pretende la coordinación entre cada una de las actividades que hacen posible cualquier proceso empresarial. Para ello, es sin duda imprescindible tener creadas las bases estratégicas en función de la misión de la organización.

Cualquier empresa que esté dispuesta a realizar el diseño de su sistema, aplicando cualquier filosofía de gestión debe asumir numerosos cambios, para ello es necesario haber recorrido un proceso de análisis, de manera que le permita detectar cuáles son sus principales deficiencias, donde están y cuál es la representatividad de cada una de ellas.

En el año 2012 la UEB Silos Cienfuegos se vio afectada en sus tres posiciones de silos debido a la presencia de plagas en el producto almacenado como se puede ver en la tabla 2.1.

Tabla No. 2.1 Afectación por insectos plagas en la UEB Silos Cienfuegos

Posición de Silo	Toneladas Infectadas	Silo	Producto	Tipo de Plaga	Nivel de Plagamiento
Guillermo Moncada	6000	A	Maíz	Tribolium castaneum	Ligero
			Maíz	Sitophilus oryzae	Ligero
			Maíz	Tribolium castaneum	Medio
			Maíz	Tribolium castaneum	Ligero
		B	Maíz	Tribolium castaneum	Ligero
			Maíz	Sitophilus oryzae	Ligero
			Maíz	Tribolium castaneum	Medio
			Maíz	Sitophilus oryzae	Medio
		B	Maíz	Tribolium castaneum	Ligero
			Maíz	Sitophilus oryzae	Ligero
Ramón Balboa	4000	A	Maíz	Tribolium castaneum	Ligero
			Maíz	Cryptolestes ferrugineus	Ligero
		C	Maíz	Cryptolestes ferrugineus	Ligero
Mal Tiempo	2000	A	Maíz	Tribolium castaneum	Ligero
			Maíz	Tribolium castaneum	Medio

Fuente: Departamento de Producción de la UEB Silos Cienfuegos.

Capítulo II: Caracterización de los principales procesos de la posición de Silo Guillermo Moncada.

La presencia de plagas en las posiciones provocó que en varias ocasiones el plagamiento fuera de ligero a medio provocando la venta del maíz con muy poco tiempo de almacenamiento y debido a la infestación el cambio de su destino que era consumo humano para animal, lo que no representa una pérdida económica para la UEB debido a que el precio de venta es el mismo; pero si un impacto social negativo.

De las tres posiciones de silos la que estuvo más afectada no solo en toneladas de maíz, sino en el nivel de plagamiento es la Posición de Silo Guillermo Moncada como se puede observar en el gráfico 2.1.



Gráfico No 2.1 Cantidad de toneladas plagadas por Posiciones de Silos Fuente: Elaboración Propia.

Como la posición de silo que más plagamiento tuvo fue la de Guillermo Moncada se procede a realizar un estudio de las causas que pudieran estar afectando la calidad y la integridad física del maíz almacenado en los Silos Metálicos Refrigerados debido a que, según los especialistas de calidad, las causas fundamentales de que se propiciaran las condiciones para la infestación de insectos plagas fueron las siguientes:

- Demora en la conexión de carro de frío en las posiciones después de ser comunicada a la UEB la orden para el enfriamiento del grano.
- Aumento de la temperatura en los silos.

2.1 Caracterización de la UEB Silos Cienfuegos.

En el marco de la Batalla de Ideas emprendida por el pueblo cubano con el Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz al frente, surge la iniciativa de crear la Empresa de Silos y Molinos dentro del MINAZ con la intención de dedicarla al almacenamiento de granos en Silos Metálicos Refrigerados (SMR).

Después de seguir todos los pasos establecidos se aprueba por Resolución N° 117 del 3 de abril de 2006 del Ministerio de Economía y Planificación a propuesta del Ministerio del Azúcar, la creación oficial de la Empresa de Silos, la cual debía radicar en Ciudad de la Habana; y por propuesta realizada al Ministro de la Azúcar Ulises Rosales del Toro y el Presidente del INRE, General de Brigada Moisés Sío Wong, se aprueba que esta radique en la Ciudad de Matanzas. La Empresa de Silos cuenta con 11 UEB a nivel de país y una de ellas es la UEB Silos Cienfuegos.

La UEB de Silos Cienfuegos ubicada en la carretera de Palmira $\frac{1}{2}$, fue creada en el año 2006 mediante la resolución 11/2006, cuenta con tres posiciones de silos, ellas son Posición de Silo Ramón Balboa (Lajas), Posición de Silo Mal Tiempo (Cruces) y Posición de Silo Guillermo Moncada (Abreu), con una estructura organizativa que se puede ver en el **(Anexo 4)**; teniendo como objeto social Almacenar, Conservar y Vender Granos.

La UEB cuenta con una Plantilla de 125 trabajadores de ellos 46 mujeres y 79 hombres distribuidos según sus funciones como se muestra en el gráfico 2.2.

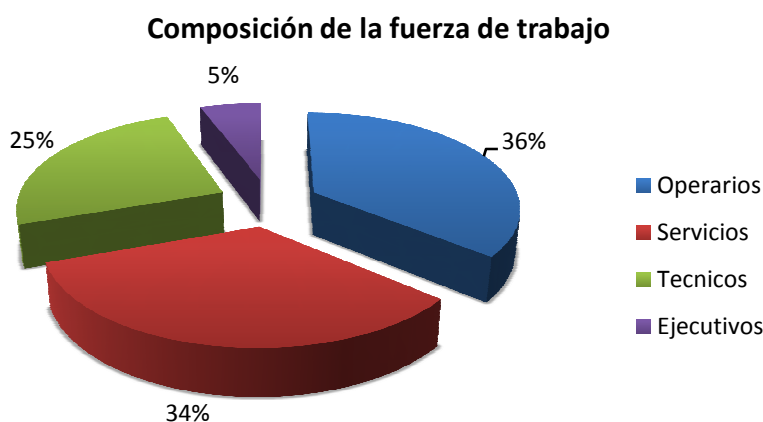


Gráfico No 2.2 Composición de la fuerza de trabajo UEB Silos Cienfuegos. Fuente: Elaboración propia.

Capítulo II: Caracterización de los principales procesos de la posición de Silo Guillermo Moncada.



La UEB Silos Cienfuegos tiene la siguiente "misión" y "visión"

Misión

Comercializar, almacenar, molinar, custodiar, conservar la integridad del grano almacenado o sus derivados preservando su calidad en los Silos Metálicos Refrigerados con destino al consumo humano y animal.

Visión

Convertirse en un Silo de excelencia en la conservación, almacenamiento y molido de granos en Silos Metálicos Refrigerados donde la calidad sea la premisa fundamental en nuestra labor diaria lograr un control interno eficiente que nos permita contar con una Empresa perfeccionada, siendo la Empresa líder y única en el país que almacena todos los tipos de granos que necesite la reserva estatal y moline todos su derivados siendo útil en el mercado nacional.

Los principales proveedores y clientes se describen a continuación en la tabla 2.2

Tabla No. 2.2 Principales clientes y proveedores de la UEB Silos Cienfuegos

Principales Proveedores	Principales Clientes
Comercializadora Centro (Harina Proteica) Cienfuegos	EMPA Villa Clara
Alimport Cienfuegos	EMPA Cienfuegos
	EMPA Santi Spiritus
	Acopio Cienfuegos
	Acopio Santi Spiritus
	Acopio Villa Clara
	Porcino Villa Clara
	Porcino Santi Spiritus

Fuente: Departamento de Comercial.

Si para determinados productos, existieran instrucciones específicas por parte del cliente, se seguirán estas, independientemente de lo reflejado en el procedimiento habitual establecido.

La documentación normativa para la correcta conservación y almacenaje del producto es la siguiente:

- NC 586; 2008 Cereales y Granos –Requisitos sanitarios generales.

- NC ISO 712; 2000 Cereales y productos de Cereales. Determinación de humedad. Método de referencia de rutina (ISO 712:1998 IDT).
- NC 86-17:1989 Determinación de humedad en el Maíz.
- NC 684, Maíz, Especificaciones.
- NC 552 Envases, embalajes y medios auxiliares, requisitos sanitarios generales.
- NC 454 "Transportación de Alimentos. Requisitos Generales
- NC 585 Requisitos Sanitarios y microbiológicos
- NC-ISO 9000. Sistemas de Gestión de Calidad. Requisitos 2008

2.1.1. Breve caracterización de la Posición de Silo Guillermo Moncada.

La Posición de Silos Guillermo Moncada se encuentra ubicada en la Calle Muelle Constancia del Municipio de Abreu, ocupa un área total de 2 336 m, cuenta con dos silos de una capacidad de 2000 toneladas cada uno, con un consumo energético de 150 KW mensual.

La posición cuenta con 22 trabajadores en total de ellos 9 son mujeres y 13 hombres con un balance de la fuerza laboral por categoría ocupacional como se muestra en el grafico 2.3 y una estructura organizativa que se puede apreciar en el **Anexo 5**.

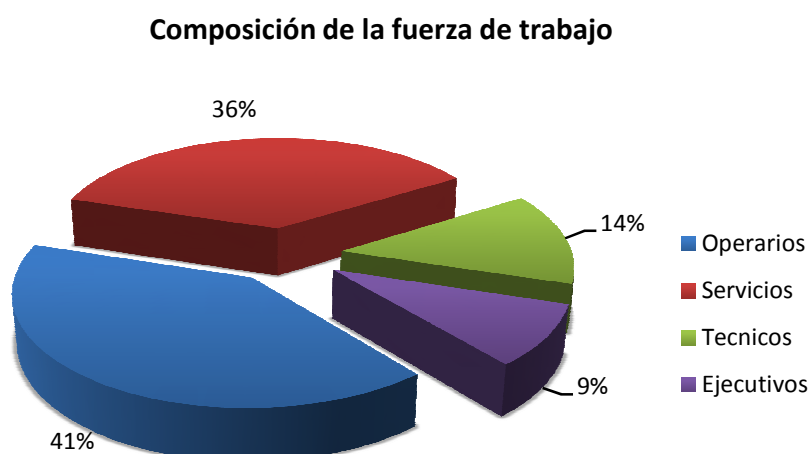


Gráfico No 2.3 Composición de la fuerza de trabajo Posición de Silo Guillermo Moncada. Fuente: Elaboración Propia.

Capítulo II: Caracterización de los principales procesos de la posición de Silo Guillermo Moncada.



Es una unidad dedicada a brindar servicios teniendo como objetivo fundamental almacenar, conservar y comercializar granos importados ya que los silos son contenedores de distintas formas que pueden tener una capacidad de unos pocos metros cúbicos o de unos centenares, y que pueden ser abiertos o herméticamente. El almacenamiento de granos en silos es una práctica muy frecuente y su normatividad apunta a las condiciones técnicas de los silos, para garantizar su resistencia, gracias a la presión interna de la carga y a la generada en muchos casos por la fermentación del producto.

La cartera de productos que en los silos son objeto del servicio de almacenaje, conservación y comercialización mayorista, está integrada en general por los granos señalados en la tabla 2.3 expuesta a continuación:

Tabla No. 2.3 Diferentes productos que se pueden almacenar en el Silo

No	Descripción S.A	Nombre Científico	Nombre Popular
1	Cereales/ Maíz	Zea mayas L	Maíz
2	Ídem	Glicina Max Merar	Soya
3	Cereales/ Arroz	Orza sativa	Arroz c/cáscara
4	Hortalizas	Pisan sativa	Chícharos
5	Ídem	Cocer arietina	Garbanzos
6	Ídem	Lens culinarias	Lentejas

Fuente: Departamento de Producción de la UEB Silos Cienfuegos.

Para dar inicio a la explotación de los Silos Metálicos Refrigerados en el sistema del MINAZ, el producto de la cartera de productos aprobada sujeto del servicio de almacenaje, conservación y comercialización fue el maíz.

2.2 Características Constructivas de los Silos

La tecnología de almacenamiento utilizada como se había dicho anteriormente son los Silos Metálicos Refrigerados de fondo plano, los cuales permiten almacenar por largos intervalos, preservando la calidad e integridad física de los granos.

Estos están contruidos con chapas estructurales galvanizadas, unidas a los montantes partir del anillo central, lo que ofrece más rigidez y permite transferir uniformemente cargas como viento, cables de termometría, pasarela y transportadores de carga. Las chapas laterales están

Capítulo II: Caracterización de los principales procesos de la posición de Silo Guillermo Moncada.



fabricadas de acero de alta resistencia, galvanizadas, con revestimiento mínimo de zinc de 350 g/m², lo cual le garantiza resistencia a la corrosión y alta durabilidad. Su altura es de 914 mm y la corrugación estándar es de 102 mm, lo cual le da gran resistencia estructural.

Las chapas de acero del techo del silo tienen una inclinación de 30° y están revestidas con una aleación de zinc - aluminio que puede ser hasta 4 veces más resistente a la corrosión que la galvanización estándar. Hay un encaje exclusivo entre las chapas, lo cual ofrece unión perfecta. Los puntos de fijación tienen bordes para crear una superficie plana que recibe el tornillo con arandela de neopreno, sellando el techo contra filtraciones.

El silo tiene diseñado para permitir el acceso a su interior para inspecciones y mantenimientos una tapa central. Cuentan con respiraderos que equilibran la presión interna durante el proceso de carga y descarga.

Otros complementos que tiene dicha tecnología son:

Sistema de Aireación: proyectado para mantener la calidad del producto durante el período de almacenaje, la aireación consiste en inyectar el aire del ambiente a través de la masa de granos. Entre los beneficios de la aireación se destacan:

- Uniformizar la temperatura en la masa de granos,
- Reducir o mantener el contenido de humedad,
- Promover la remoción de olores,
- Inhibir el desarrollo de insectos.

Sistema de termometría: está formado por cables pendulares con varios sensores del tipo termopar que miden la temperatura de la masa de granos en diferentes niveles. Los sistemas de termometría y aireación pueden estar integrados buscando la automatización del proceso de manejo de las condiciones del producto almacenado.

Rosca Barredora: desarrollada para agilizar el proceso de descarga de los silos y reducir la intervención del operador. Su sistema de avance automático y el conjunto de canaletas autoportantes, permite que el equipo inicie su funcionamiento sumergido y remueva el producto en una única pasada.

Pasarela metálica: fabricada en acero galvanizado es totalmente atornillada. Dimensionada para soportar el transportador de carga del silo, sobrecargas de servicio y fuerzas de vientos de hasta 120 km/h, permitiendo el acceso al tope del silo con seguridad. Las pasarelas metálicas pueden ser abiertas o cerradas.

Escalera en el techo: fabricada con peldaños antideslizantes, baranda de seguridad, pasamanos y una plataforma en el punto de carga del silo, garantizan el acceso seguro para inspecciones en canalizaciones, pasarelas y transportadores.

Puertas de Mantenimiento: ubicada en el primer anillo, cerca de la base de hormigón, esta puerta rectangular de 0,7 m de altura por 1,0m de ancho, está equipada con cierre rápido, lo que permite fácil acceso para la limpieza y mantenimiento.

2.3 Descripción de los Principales Procesos de la Posición

En la Posición de Silo Guillermo Moncada se realizan varios procesos, de ellos los principales son el de recepción, almacenamiento y comercialización, los que se pueden ver representados mediante el diagrama SIPOC en el **Anexo 6**. Para un mejor análisis de dichos procesos se realiza la descripción de los mismos.

2.3.1. Proceso de Recepción

Para la recepción se deben seguir las siguientes indicaciones:

- Previa comunicación del arribo del barco al Puesto de Dirección se genera la obligación del Jefe de Posición de mantener comunicación diaria con esta, para poder prever en qué momento se iniciará la recepción.
- Verificar que el acceso vial es transitable.
- Prever la localización de los trabajadores de manera que puedan ser movilizadas para el silo a cualquier hora del día y la noche desde que se anuncia la entrada de la motonave.
- Comprobar la existencia de todo el modelaje de control, en el silo.
- Informar por escrito a la PNR del territorio la fecha en que debe comenzar la recepción del grano.
- Tener activado y habilitado el grupo electrógeno.
- Solicitar certificación a la ETAG de que el camión cumple con lo estipulado en la NC 454: 2006.
- Fumigar el silo con 72 horas de antelación.

Capítulo II: Caracterización de los principales procesos de la posición de Silo Guillermo Moncada.



- Tener certificación anual de la APCI actualizada.
- Tener convenio con los bomberos en caso de no tener concluida la red contra incendio.
- Poseer el Certificado Fitosanitario de Puesta en Marcha para el almacenamiento en Silos Metálicos con Sistema de Enfriamiento (SMR) o el Certificado Fitosanitario Operacional para el almacenamiento en Silos Metálicos con Sistema de Enfriamiento (SMR), acorde a lo establecido en la Resolución No. 1 de 2009 del CNSV; así como el de Salud Pública, sí fuese necesario; los que se conservarán en el Expediente del producto.
- Que la báscula esté debidamente verificada y certificada por la OTN (anual).
- Realizar desde la primera comunicación de pronóstico de recepción de productos la revisión y prueba en vacío, de todo el sistema mecánico y eléctrico incluyendo:
- Comprobar que estén cerrados los registros y compuertas de los silos dejando preparada la válvula de llenado del silo que se va a alimentar.
- Conectar correctamente la válvula bifurcadora del elevador de grano.
- Regular compuerta del pie del elevador.
- Revisar mecanismos de las compuertas de regulación de la descarga de la tolva.
- Revisar la alineación, empates y tensión de transportadores de banda y elevadores de grano, también el sistema de cadenas de los silos de la primera etapa.
- Observar que la posición y fijación de los cables de termometría estén junto al apoyo del silo y en los puntos correspondientes.
- Verificar la medición de los 31 sensores del interior de un silo.
- Verificar el funcionamiento del esparcidor del grano para garantizar el llenado uniforme del silo.
- Verificar el control del nivel con el sistema automático, entre otros.
- Tener creada todas las condiciones para el muestreo camión a camión (modelos, toma muestra, cantinas con tapas, pomos para las muestras testigos limpios y secos etc).
- Capacitar a todo el personal para garantizar la observación del grano en todo momento para detectar anomalías de la calidad del mismo.
- Tener certificado todo el equipamiento de laboratorio por la OTN u otro organismo.
- Garantizar los medios de protección necesarios para la actividad.
- Garantizar antes de echar el grano que el silo no se moja.
- Garantizar la comunicación con el Puesto de Dirección de la UEB por cualquier vía, informando todos los hechos e incidencias de las 24 horas.
- Tener constancia y dominio de las obligaciones contractuales que se derivan del contrato con la ETAG.

Capítulo II: Caracterización de los principales procesos de la posición de Silo Guillermo Moncada.



- Organizar la recepción para las 24 horas hasta llenar el silo.
- Precisar la existencia del representante de la Empresa en el puerto.
- Tener creada las condiciones para albergar a los compañeros del carro de enfriamiento.
- Contar con el refuerzo alimentario para la recepción.
- Contar con los sellos necesarios para sellar los puntos vulnerables del silo.
- Cuando el producto a recepcionar se va a vender ensacado, coordinar que junto a la entrada de este, entren los sacos.
- Prever a tiempo los requerimientos para la aplicación de tratamiento químico directo al grano en caso necesario (instalación del equipo, condiciones de albergue, disponibilidad de producto etc). Coordinaciones con el INRE, Suministro Agropecuario y Sanidad Vegetal.
- Exigir para la recepción del producto al departamento comercial de la UEB, el resumen de trazología que emite ALIMPORT.

El proceso de recepción comienza con la entrada del barco al país con el grano que se va a almacenar en los silos, el cual es contratado por Alimport, que es el principal proveedor de la UEB. Cuando este llega al puerto se realiza una distribución por el grupo GIAS a los silos y la Comercializadora del Centro se encarga de la operación de descarga del Buque utilizando como medio de transporte contratados a la ETAG. Los chóferes encargados de trasladar el grano a los silos lo hacen con un orden de carga que deben presentar unas veces que llegan a la posición.

Una vez que llega el camión al silo el chofer debe presentar la orden de carga del puerto y la factura. Luego este se lleva a la pesa y a partir de ese momento se empiezan a llenar los informes de recepción. La ubicación del producto dentro del silo se realiza a partir de la tolva receptora, donde se toma una muestra del grano para analizar su calidad en cuanto a granos dañados por calor o insectos, humedad, presencia de materias extrañas y granos partidos; se deja cada 100 toneladas una muestra en un envase para la infestación oculta donde se verifica si el grano venía plagado del barco, ya que la plaga puede estar presente y mantenerse oculta por 45 días.

Después que se realizan los análisis de calidad se procede a la descarga del grano y por medio de la banda de goma sube por el elevador cangilones, este lo entrega al conductor de cadena y lo deposita en el silo. Cuando el camión termina se lleva a la pesa para obtener el peso tara que

permite determinar las toneladas que realmente se descargaron. El proceso de recepción finaliza con la descarga del último carro.

El proceso de recepción en el periodo que se está analizando se ha comportado de manera satisfactoria, respondiendo a los requisitos establecidos para su correcto desempeño, teniendo como única deficiencia la recepción de granos que no cumplen con los parámetros de calidad establecidos.

2.3.2. Proceso de Almacenamiento y Conservación

La instalación tiene un área total de 2336 m² y área útil de 510,94 m² por lo que se clasifica como almacén grande. Cuenta con un volumen total de 9344 m³ y un volumen útil de 4703,04 m³ y su por ciento de aprovechamiento es de 50,33% ver **Anexo 7**.

El almacén cuenta con un área de recepción y salida del producto, posee un buen sistema de ventilación e iluminación, las puertas y ventanas garantizan la seguridad del producto que se tiene almacenado, el piso resiste el peso el producto almacenado y de los medios y equipos de manipulación.

Los medios de manipulación utilizados en este proceso son los siguientes:

- Recipientes con medidas
- Balanza Analítica
- Probetas graduadas
- Termómetro
- Detector rápido de humedad
- Recipientes para conservar las muestras del grano.
- Termocolector

La Posición de Silo en su estructura presenta elementos que propician los reservorios de plagas, incrementándose para los silos techados. La detección de los primeros síntomas de un plagamiento en el producto, del tipo insectil, será cuando la intensidad de la plaga sea igual a 1 insecto vivo en 3 Kg de grano pudiendo encontrarse oculto dentro del grano. Esto garantiza que la plaga se encuentre también por debajo del umbral económico y puedan ser efectivas las medidas de control de plagas.

Capítulo II: Caracterización de los principales procesos de la posición de Silo Guillermo Moncada.



La presencia de sospechas de plagas, o presencia de las mismas en trampas o en la instalación es una señal de peligro para el producto, no se considera infestación del producto pero si contingencia. Esta tiene como objetivos minimizar daños a los granos, evitar daños económicos y garantizar granos inocuos y esta surge desde que se detecta la presencia de plaga en la instalación.

Cuando el grano almacenado en un silo está declarado plagado y está vacío el silo aledaño, se recomienda realizar trasiego del grano con refrigeración y tratamiento químico. El tratamiento sólo será factible si la infestación es ligera y se orienta por Sanidad Vegetal, a través de la correspondiente Orden de Tratamiento.

Un grano contaminado puede tener los siguientes niveles de infestación en cualquier tipo de plaga:

- Presencia de plaga
- Plagamiento ligero
- Plagamiento medio
- Plagamiento intenso

El tratamiento directo al grano con plaguicidas u otros medios de lucha se realiza por la Brigada de Control de Plagas de la Empresa de Suministros Agropecuarios o de otros organismos autorizados. Concluido el tratamiento y en la frecuencia establecida, Sanidad Vegetal elabora y entrega a la posición para su registro y conservación en el Expediente del MIP, el Acta de Eficacia del Tratamiento.

Para preservar la calidad del grano almacenado se establece un sistema de enfriamiento, para evitar pérdidas por mal manejo de las variables de control de este proceso que son temperatura y humedad. Para esto se deben comprobar las condiciones técnicas del carro de frío y los requerimientos para su correcta conexión.

Para tener un estricto control sobre la temperatura y la humedad dentro del silo se tienen los siguientes criterios de decisión:

Temperatura

- Cuando los sensores de temperatura dentro del silo muestren diferencias de lectura entre ellos igual o superior a 5°C y existan puntos de temperatura dentro del silo igual o inferior a los 12 °C, proceder a recircular el alimento en el mismo Silo.
- Luego de la recirculación no se elimina la diferencia de 5°C entre sensores o cuando uno o más puntos de temperatura del alimento almacenado muestren una diferencia igual o superior a 5°C con respecto a la temperatura del medio ambiente exterior, aplicar el proceso de enfriamiento.
- Cuando no existan puntos de temperatura del alimento almacenado con una diferencia igual o superior a 5°C con respecto a la temperatura del medio ambiente exterior y existan puntos igual o por encima de 22 °C aplicar el proceso de refrigeración.
- Cuando la lectura simultánea de uno o dos sensores dentro del Silo Metálico registren temperaturas mayores a 20°C y menores a 25°C o no se recupere el rango de temperatura permisible tras concluir un ciclo de enfriamiento, debe declararse el alimento como “*sufriendo calentamiento*”, informar de inmediato a la autoridad de Sanidad Vegetal competente en el territorio de la Instalación y cumplir lo dispuesto para el manejo integral de Plagas e Infestaciones, ejecutar la inspección fitosanitaria requerida para determinar las causas del calentamiento y descartar cualquier sospecha o evidencia de infestación por hongos, insectos o cualquier otro agente contaminante.
- Cuando la lectura de un sensor dentro del silo registre temperatura igual o superior a 25°C y se hayan aplicado las variantes precedentes: declarar y registrar el alimento como “caliente” informar de inmediato a las autoridades sanitarias competentes en el territorio, informar y solicitar la extracción del producto por escrito al Puesto de Dirección de la UEB y esta lo informa al INRE y a la EMSIL.

Humedad

Todas las partidas de grano recibidas en los silos, desde la recepción y luego con una frecuencia semanal se muestrean y documenta la humedad. Para los granos húmedos, las instalaciones deben contar, al menos, de un sistema de aireación que nos permita mantener los granos sin deterioro por un tiempo determinado, pero que no los seque.

Durante la recepción y venta del grano hay que determinar la humedad de la siguiente manera.

Capítulo II: Caracterización de los principales procesos de la posición de Silo Guillermo Moncada.



- Humedad rastra a rastra utilizando el determinador rápido de humedad, una vez concluida la operación se pondera para determinar la humedad promedio de la partida de granos.
- Humedad cada 250 toneladas aplicando la técnica gravimétrica por estufa. También se determina el promedio ponderando los resultados para obtener humedad promedio. Siendo esta determinación la que se utilizará para comparar con el resultado de la determinación realizada por Sanidad Vegetal.

En el año 2012 el proceso de almacenamiento y conservación se ha visto afectado por la presencia de insectos plagas; lo que ha provocado la venta del maíz antes del tiempo planificado de almacenaje. Se vendieron 4000 toneladas de grano con un nivel de plagamiento medio para consumo animal, teniendo este como destino para consumo humano.

Para mantener la variable temperatura dentro de los parámetros establecidos se le da enfriamiento al grano cuando este sobrepasa el valor establecido para su correcta conservación utilizando los carros de frío.

En la posición para la medición automática de la temperatura de los granos se requiere de la existencia de computadoras. Los trabajadores deben ser capaces de conocer la importancia de esta operación para la conservación y actuar con apropiada rectitud y respeto para evitar conflictos que puedan dañar la economía del país.

Se necesita un sistema que dé respuestas a las necesidades técnicas de las refrigeradoras de los carros de frío para lograr la mayor eficiencia en las operaciones de refrigerar los productos en los silos.

El enfriamiento del grano en los silos se realiza a través de la inyección de aire seco a baja temperatura y constituye también un método de secado, lo cual se debe lograr con un costo razonable en tiempo y recursos. Se deben tomar las medidas necesarias para evitar el desgaste de los carros de frío y los riesgos a la calidad de conservación de grano tales como:

- Frisurado del grano provocado por el sobre secado del grano en los planos inferiores del silo provocado por un exceso de frío.

Capítulo II: Caracterización de los principales procesos de la posición de Silo Guillermo Moncada.



- Condensación o paso del vapor de agua presente en el aire ha estado líquido provocando un aumento de la humedad del grano por el equilibrio higroscópico así como la compactación del mismo.
- Explosión por niveles elevados de temperaturas
- Recalentamiento del grano en los planos centrales del silo que propicia la aparición o incremento de plagas.

En la eficiencia del enfriamiento del grano inciden dos factores importantes:

- 1- Viabilidad: según características del grano y su calidad (% de humedad, % de porosidad)
- 2- Resistencia: según calidad y altura del grano en el silo, por la presión que tiene que vencer el enfriamiento.

Durante el llenado del silo el responsable de exigir la llegada oportuna del carro de frío es el jefe de la posición. Para ejecutar el servicio de enfriamiento durante el llenado se debe tener en cuenta las toneladas almacenadas. La primera etapa se encuentra en el rango de 100 a 200 toneladas y la segunda de 100 a 500 toneladas recepcionadas. En ambos casos se debe considerar la temperatura con que se entrega al grano al silo y el nivel de polvo del grano.

Mientras el grano está almacenado se le realiza el monitoreo a la temperatura y humedad. Cuando la temperatura del silo sobrepasa los 20 °C el jefe de la posición solicita al Puesto de Dirección de la UEB el servicio de enfriamiento ante el calentamiento del producto. Esta debe ser aprobada en un término de 24 horas.

Previo a la instalación y uso de las máquinas enfriadoras Cool Seed, el Jefe de Brigada debe velar por el cumplimiento de que el operario de la máquina enfriadora cumpla con:

- Alinear el equipo con la boca de entrada de la estructura de aireación, evitando codos en el conducto flexible.
- Fijar el conducto flexible a la máquina y el sistema de aireación del silo.
- Instalar el sensor de temperatura móvil (lanza) en la parte superior de la masa del grano próximos a uno de los péndulos de termometría del silo.
- Conectar la alimentación eléctrica, garantizando buena conexión, para evitar puntos de calentamiento (evitar falsos contactos).

Una vez realizada todas las supervisiones, el electricista de la Posición de Silo es responsable de efectuar la energización del equipo, para lo cual procederá de la forma siguiente:

Capítulo II: Caracterización de los principales procesos de la posición de Silo Guillermo Moncada.



- Energizar mediante el interruptor general en el cuadro de fuerza.
- Verificar por parte del operario si en la pantalla del equipo aparece el mensaje de secuencia invertida.
- Si esto sucediera deberá desconectar nuevamente el interruptor general e invertir las fases de la red de alimentación en el tablero de fuerza de la planta.
- Verificar que el carro opera sin ruidos extraños en el funcionamiento de los motores del condensador, con las correas del ventilador centrífugo en buen estado y tensionado debidamente.
- En la pantalla del equipo aparezca "COOL SEED REFRIGERATOR".
- Que por parte del operario del equipo de frío se conecte la llave 3 para energizar el ventilador centrífugo.
- Comprobando que el ventilador centrífugo se pondrá a girar en la rotación mínima programada de 800 rpm y un máximo de 2000 rpm.
- Comprobar que sean conectadas de conjunto las 4 llaves de los compresores.
- Aguardar aproximadamente 15 minutos y al concluir la fase preparatoria anterior para el enfriamiento, el Jefe de la Posición de Silo realizará el registro de los parámetros técnicos del enfriamiento acorde a su modelo establecido así como las anotaciones pertinentes para informar de inmediato al Puesto de Dirección sobre el inicio y condiciones técnicas iniciales del carro de frío.

Si en el inicio del enfriamiento se detectan anomalías técnicas en el equipo se procede de inmediato a informarlo al Puesto de Dirección de la UEB y se decide la evaluación del servicio a las 24 horas para proceder a la no conformidad si fuera necesario, manteniendo la condición de solicitud del servicio. Las primeras 24 horas de enfriamiento continuo son decisivas, atendiendo a las condiciones técnicas del carro o capacidad tecnológica de refrigeración del equipo y condiciones del grano.

El jefe de la Posición de Silo es responsable de elaborar un informe técnico sobre causas que provocan enfriamiento de granos que superen los 8 días, siendo este el tiempo máximo en que el grano debe permanecer en el proceso de refrigeración. Este documento se entregará al Departamento de Producción de la UEB en un término de 72 horas de producido el hecho, siendo el responsable de no permitir servicios de climatización con carros defectuosos que pongan en peligro la conservación del grano ni la eficiencia del servicio.

Capítulo II: Caracterización de los principales procesos de la posición de Silo Guillermo Moncada.



Para el control del servicio de enfriamiento el jefe de la Posición de Silo es responsable de establecer una guardia operativa que cada 4 horas proceda a verificar y registrar que:

- La temperatura del generador, esté en concordancia con el valor del set-point (punto de calibración) que está ajustado entre 10 – 12°C del controlador *PID (procesador integral digital)*.
- Que la rotación del ventilador centrífugo se encuentre entre 800 a 2000 rpm, en el Inversor de Frecuencia.
- Mantener trabajando las 4 máquinas y tomar lectura de las presiones de los compresores del 1 al 4, comprobando a partir de este tiempo si se alcanzaron los valores normales que están comprendidos entre 50 a 75 lb/pulg², Teniendo presente que las presiones de trabajo de los circuitos frigoríficos 1 y 2, son menores que la de los circuitos 3 y 4.
- Verificar la limpieza de los filtros de captación de aire.

El jefe de la Posición garantizará durante el enfriamiento del grano un análisis diario de la tendencia y resultado del servicio de enfriamiento con el objetivo de evitar el deterioro de la calidad de los granos, desconectando los carros de frío en el punto optimo y evitar gastos innecesarios de energía eléctrica y el presupuesto del estado. Para concluir el servicio de enfriamiento los sensores de temperatura que estén en el interior de la masa de grano deben registrar una temperatura en el rango de 12 – 17 °C.

El 1 de diciembre del 2012 se comienza con la recepción del maíz y el día 30 de noviembre se conecta el carro de frío. Al término de los 8 días de estar conectado se retira del silo ya que es el tiempo máximo que debe durar el proceso de refrigeración, a pesar de que la temperatura se encontraba a 19 °C un valor muy cercano a 20 °C.que es el maximo establecido .

El 13 de enero del 2013 se solicita a la UEB el carro de frío, ya que el maiz se encontraba 20,9 °C. El carro llega a la posición 72 horas despues de la solicitud. En ese momento la temperatura se encontraba a 22,4 °C. Teniendo en cuenta que se comienza a ver un descenso de la temperatura pasadas las 24 horas de estar conectado el tiempo de demora es considerable para que la variable sea mas dificil de llevar a los limites establecidos. Pasados 5 dias de enfriamiento se desconecta debido a que el sistema computarizado se mantiene bloqueado impidiendo visualizar al operador las condiciones de enfriamiento en las cuales se le estaba inyectando al silo. Solo pasados los 4 dias de ser desconectado el carro por problemas de

roturas es que llega otro para continuar con el proceso de enfriamiento anteriormente interrumpido.

Pasadas las 100 horas de estar enfriando y existe en el silo puntos calientes, se decide recircular el grano. En el caso de 2000 toneladas el proceso debe durar 33 horas; pero en realidad se está demorando 72 horas, ya que no existe el mantenimiento adecuado de los rodamientos y no se pueden explotar al máximo de su capacidad.

2.3.3. Proceso de comercialización

Para lograr buenas prácticas de comercialización del grano se requiere en primer lugar que haya existido un buen almacenamiento, ya que antes de venderse se debe ser certificado por Salud Publica y/o Veterinaria de que el grano está apto para el consumo humano y/o animal.

La comercialización se inicia cuando el DEPOSITARIO (INRE u otros) emite el documento que avala la liberación del producto y la distribución nacional. El departamento comercial de la UEB, según la distribución nacional se encarga de ver que los contratos estén actualizados y si en algún caso este no se encuentra vigente se procede con la firma de nuevos contratos. En el caso del despacho del grano almacenado se produce un movimiento inverso al que ocurre en la recepción y se inicia a través de un surtidor de cadena que traslada el producto para el elevador de canjilones, baja por un tubo de descargue hacia la transportación el cual es tarado y pesado.

Para la correcta comercialización se deben cumplir las siguientes obligaciones:

- Verificar que el acceso vial es transitable.
- Comprobar la existencia de todo el modelaje de control para la venta en el Silo.
- Informar por escrito a la PNR del territorio la fecha en que debe comenzar la venta del grano.
- Tener activado y habilitado el grupo electrógeno.
- Tener certificación de la APCI actualizada.
- Existencia del convenio con bomberos en caso de no tener concluida la red contra incendio.
- Que la pesa y el equipamiento de laboratorio este certificado y verificado por la OTN.
- Probar el correcto funcionamiento del sistema de extracción de grano y ensaque en el caso que lo requiera.
- Garantizar los medios de protección necesarios para la actividad.

Capítulo II: Caracterización de los principales procesos de la posición de Silo Guillermo Moncada.



- Organizar los turnos de trabajo según lo convenido en el contrato con el cliente.
- Garantizar el control del cumplimiento de la tarea diaria, observando que no se viole lo establecido en cuanto a la estancia del transportista en la posición de silo.
- Garantizar la entrega de turno con el silo limpio sin barredura recolectada dentro de la instalación.
- Es responsable de exigir a el cliente el listado de todos los carros que van a intervenir en el traslado del producto, documento debidamente firmado y acuñado por la máxima autoridad de la entidad nombrando la persona que actuará como su representante y las personas que emitirán los autorizo de cargas.
- Es responsable de exigir la Carta Porte al transportista y previa identificación.
- Conciliar el peso de las rastras según el peso del cliente para comprobar el comportamiento de la báscula
- Si durante el despacho aparece una anomalía en el producto, informar de inmediato a Sanidad Vegetal

Una vez terminado la venta total del grano se debe evaluar lo concerniente a las mermas de los productos en los momentos de almacenamiento y venta, según tipo de producto, aprobado en la Resolución 339/2010 de la Empresa. Las mermas permisibles para la EMSIL son: mermas por diferencia peso puerto – peso silo de 0.20%, mermas en proceso de recepción del grano de 0.03% y mermas para el almacenamiento del grano como se muestra en la tabla 2.4.

Tabla No. 2.4 Por ciento de merma establecida para diferentes tipos de grano.

No	Grano	Tiempo de Almacenamiento	% de merma
1	Maíz	0 a 5 meses	0.50
		De 5 meses y un día a 7 meses	0.80
		De 7 meses y un día a 12 meses	1.20
		Más de 12 meses	1.50
2	Chícharo	1 a 2 meses	0.49
		Más de 12 meses	0.74
3	Arroz	1 a 8 meses	0.79
		Más de 8 meses	0.90
4	Trigo	1 a 8 meses	0.65
		Más de 8 meses	1.50

Fuente: Procedimiento 06 EMSIL Comercialización.

Este análisis se realiza con el objetivo de saber si hubo pérdidas económicas fuera de los índices establecidos a la hora del despacho del producto.

En el período que se está analizando el proceso de comercialización no ha presentado ninguna anomalía que afectara su correcto funcionamiento, cumpliendo así con los niveles de satisfacción de los clientes.

2.4 Análisis de los Procedimientos del proceso de Almacenamiento y Conservación

Para el análisis de los procedimientos establecidos para el correcto almacenamiento y conservación de los granos se aplica una Lista de Chequeo elaborada por el departamento de producción de la UEB Silos Cienfuegos como se puede observar en el **Anexo 8**.

Para la aplicación se hace una verificación de cada uno de los puntos, pidiendo evidencia documental y realizando una inspección con el jefe de la Posición del Silo donde se está realizando la investigación junto al especialista de calidad del mismo.

Al concluir el análisis se detectan los aspectos que pueden favorecer las condiciones para que el grano que se encuentra en estos almacenes se plague. Los aspectos que hoy están presentando problemas son los siguientes:

- No se evita la recepción de granos infectados, lo cual disminuye el tiempo de conservación en el silo y un control intensivo para evitar que aumente el nivel de plagamiento.
- La lechada de cal que se debe aplicar de forma mensual como parte de la limpieza que debe mantener el silo se está ejecutando cada dos meses aproximadamente debido al desgaste de las brochas, propiciando un escenario favorable para la presencia de plagas.
- Los carros de frío según la temperatura que debe tener el grano no se está pidiendo de manera oportuna debido a la demora de este desde que se pide su conexión al departamento de producción de la UEB Silo Cienfuegos, lo que provoca un aumento de la temperatura por encima de los índices establecidos.
- Está establecido por el INRE que los carros de frío solo pueden estar conectados en el silo dando enfriamiento 8 días y evitar su prolongación. Muchas veces este es desconectado teniendo una temperatura en el silo de 18°C, no estando en su óptimo valor para terminar con el proceso de enfriamiento.

Según el procedimiento de enfriamiento el carro de frío debe pedirse a la UEB cuando la temperatura del silo se encuentra en 20 °C, lo que no deja de ser criticado ya que dicho valor es el máximo al que debe estar el maíz. Considerando el tiempo que demora en llegar el carro a la posición y el que necesita luego de ser conectado para comenzar a dar enfriamiento se propone que este se pida antes de que llegue a su límite superior.

Otro aspecto considerable a criticar es el monitoreo de la temperatura, ya que solo se realiza la lectura a las 8:00am y no se tiene un registro con los valores de la temperatura ambiente. Debido a los cambios de temperatura ambiente en el transcurso del día la lectura de la termometría se debería realizar en tres horarios del día. La primera lectura a las 8:00am, la segunda a la 1:00pm y la tercera a las 5:00pm.

2.5 Conclusiones Parciales

- La UEB Silos Cienfuegos se creó con el objetivo de comercializar, almacenar, molinar y custodiar el grano que se encuentra almacenado, así como sus derivados conservándolos en los Silos Metálicos Refrigerados para preservar su calidad. La posición de silo Guillermo Moncada tiene tres procesos fundamentales que son: la recepción, el almacenamiento y la conservación del grano, la comercialización. El proceso de almacenamiento y conservación del grano es el más importante, pero en el año 2012 el índice de producto almacenado infestado por plagas fue muy alto.
- Existe algunas irregularidades en los procedimientos establecidos para el proceso de almacenamiento, lo que pudo ser un elemento para que el grano se encontraba almacenado en la posición de silo Guillermo Moncada tuviera un nivel de plagamiento medio en varias ocasiones en el año 2012.
- Se presume que el descontrol de variables de temperatura y humedad producto del mal manejo de los carros de frío, es la principal causa de la presencia de plagas por lo que es necesario un análisis más profundo de estas variables y del uso de los carros de enfriamiento de los silos.

Capítulo 3

***CAPÍTULO 3 MEJORAS AL PROCESO DE ALMACENAMIENTO DE LA POSICIÓN DE SILO
GUILLERMO MONCADA.***

La ausencia de un enfoque científico actualizado en las normas y recomendaciones técnicas para la manipulación y almacenamiento de cereales y granos, está conduciendo a pérdidas de alimentos que conspiran contra la seguridad alimentaria y al deterioro de la economía nacional.

En cuanto al efecto combinado: humedad – temperatura se plantea que son los principales factores en el deterioro del grano. A cada valor de humedad relativa del aire corresponde uno del contenido de humedad del grano (humedad de equilibrio), que entre 25 y 60% de humedad relativa ocurre una reducción considerable del deterioro del grano; mientras que por encima de 65 –70% se acelera el desarrollo de mohos y a temperaturas entre 25 y 35°C se observa el crecimiento óptimo de microorganismos (mohos) y de insectos. Es por esto que el control de estas variables en el almacenamiento de maíz en la posición de Silo Guillermo Moncada constituye el punto central de este capítulo. Para la realización del mismo se presenta un análisis estadístico del comportamiento de la temperatura y la humedad del silo, así como una planificación eficiente y eficaz del uso de los carros de frío, los cuales son los encargados de mantener en los parámetros establecidos dichas variables en el proceso de almacenamiento.

***3.1 Comportamiento de las variables temperatura y humedad del proceso de
almacenamiento y conservación del maíz.***

En el año 2012 la Posición de Silo Guillermo Moncada tuvo que vender un maíz que tenía como destino consumo humano para consumo animal, lo que no afecta a la UEB económicamente debido a que el precio de venta es el mismo, pero provocó un impacto social negativo.

A continuación se le realiza el análisis a las dos variables de control, temperatura y humedad, del proceso de almacenamiento de maíz en los Silos Metálicos Refrigerados de la Posición Guillermo Moncada.

3.1.1. Análisis de la Temperatura

Las plagas insectiles poscosecha se desarrollan en un rango óptimo entre 25°C y 35°C. Temperaturas debajo de 20°C reducen su tasa de crecimiento a puntos tan bajos que los niveles de daños son casi insignificantes, pero algunos son resistentes como los Sitophilus. Los productos almacenados en los silos no deben tener puntos inferiores a 12 °C ni mayores a 20 °C, siendo lo óptimo mantener la temperatura de todos los puntos del grano entre estos valores

Capítulo III: Mejoras al proceso de almacenamiento de la posición de Guillermo Moncada.



y el promedio de temperatura del silo no debe sobrepasar los 17,5 °C. La práctica en las condiciones actuales en esta UEB, dice que en el nivel superior del silo persisten temperaturas por encima de 25 °C, muy favorables al desarrollo de insectos. Según las normas establecidas para un correcto almacenamiento del maíz, la temperatura se debe encontrar entre los 15 °C y 20 °C. Cuando la temperatura del maíz es alta este queda vulnerable a la aparición de plagas. Si estas son bajas el grano se cristalizaría lo que afectaría su molido, lo que provoca pérdidas y consigo reclamaciones de los clientes.

La lectura de la termometría se realiza todos los días a las 8:00 am. El termocolector debe tener un mínimo del 70 % de su carga de energía para ejecutar cada medición, lo que permite el cuidado, conservación y prolongación de la vida útil del mismo. La lectura de termometría se comienza por la temperatura ambiente antes de conectar el termocolector a la caja de registro de los sensores por cable, luego se conecta el termocolector cable a cable tomando la temperatura de cada uno de sus sensores de forma automática o manual según el apartado.

Se toma una muestra de la temperatura para analizar la capacidad del proceso desde el 1 de diciembre del 2012 hasta el 28 de febrero del 2013 ver **Anexo 9**. El software utilizado fue el Statgraphics Plus Versión 4. Se ajustan varias distribuciones a los valores de la muestra de la variable. De acuerdo con el resultado estadístico la distribución que mejor se ajusta es la lognormal, ya que tiene el valor extremo más grande como se muestra en la tabla 3.1.

Tabla No. 3.1 Comparación de distribuciones alternas.

Distribución	Parámetros Est.	Log Verosimilitud	KS D
Valor Extremo Más Grande	2	-187,396	0,0864302
Lognormal	2	-191,572	0,130102
Gamma	2	-192,398	0,13672
Loglogística	2	-194,041	0,097791
Normal	2	-194,361	0,148853
Logística	2	-196,314	0,10986
Laplace	2	-197,332	0,116809
Weibull	2	-202,125	0,174969

Capítulo III: Mejoras al proceso de almacenamiento de la posición de Guillermo Moncada.

Valor Extremo Más Chico	2	-206,839	0,189876
Exponencial	1	-360,328	0,567572
Pareto	1	-458,685	0,610517

Fuente: Elaboración Propia.

Seguidamente se realiza la prueba de Kolmogorov-Smirnov donde se calcula la distancia máxima entre la distribución acumulada de la temperatura y la distribución de frecuencias acumulada de la Lognormal ajustada ver tabla 3.2.

Tabla No. 3.2 Pruebas Bondad-de-Ajuste

Pruebas	Distribución Lognormal
DPLUS	0,130102
DMINUS	0,0848388
DN	0,130102
Valor-P	0,0950296

Fuente: Elaboración Propia

En este caso la distancia máxima es de 0,130102. Dado que el menor valor entre las pruebas realizadas es mayor que 0,05 se acepta que la variable temperatura proviene de una distribución Lognormal con un 95% de confianza como se puede ver en el histograma de frecuencias que se muestra en el gráfico 3.1.

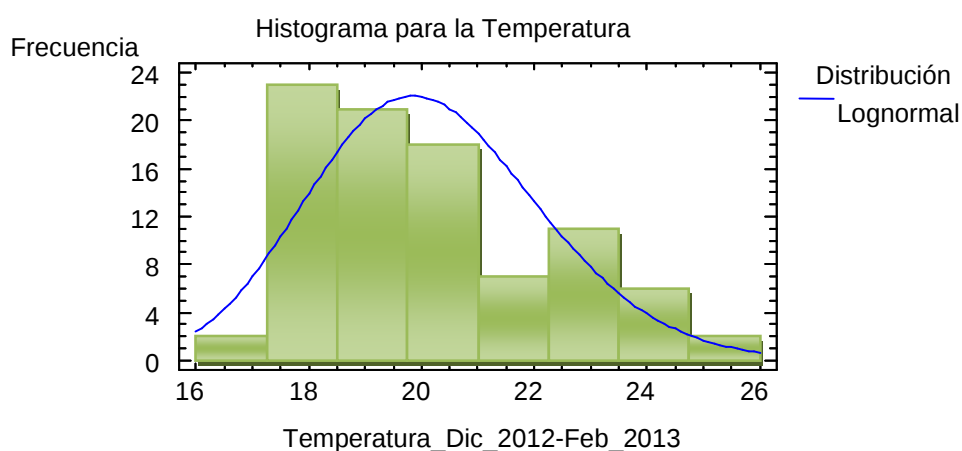


Gráfico 3.1 Histograma de frecuencia de la Temperatura. Fuente: Elaboración Propia

Capítulo III: Mejoras al proceso de almacenamiento de la posición de Guillermo Moncada.

Con la variable ajustada a una distribución Lognormal se realiza un análisis para estimar la proporción de la población, de la cual provienen los datos, que quedan fuera de los límites de especificación. Se tiene un conjunto de 90 observaciones de la variable temperatura, donde el 51,27% de la distribución queda fuera de los límites de especificación, observar tabla 3.3.

Tabla No. 3.3 Proporción de la población de la temperatura.

Especificaciones	Observados Fuera Especs.	Valor-Z	Estimados Fuera Especs.	Defectos Por Millón
LSE = 20,0	38,888889%	-0,03	51,051564%	510515,64
Nominal = 17,5		-1,34		
LIE = 15,0	0,000000%	-2,85	0,219970%	2199,70
Total	38,888889%		51,271534%	512715,34

Fuente: Elaboración Propia

Estimada la proporción de la población y analizadas las pruebas de Bondad de Ajuste se realiza el análisis de la capacidad estableciendo los límites según la norma establecida de la temperatura para la correcta conservación del maíz en el silo. Se establece como límite inferior 15,0 °C y superior 20,0 °C ver gráfico 3.2. Donde las líneas azules indican los límites de las especificaciones y las líneas rojas representan los límites de tolerancia natural del proceso.

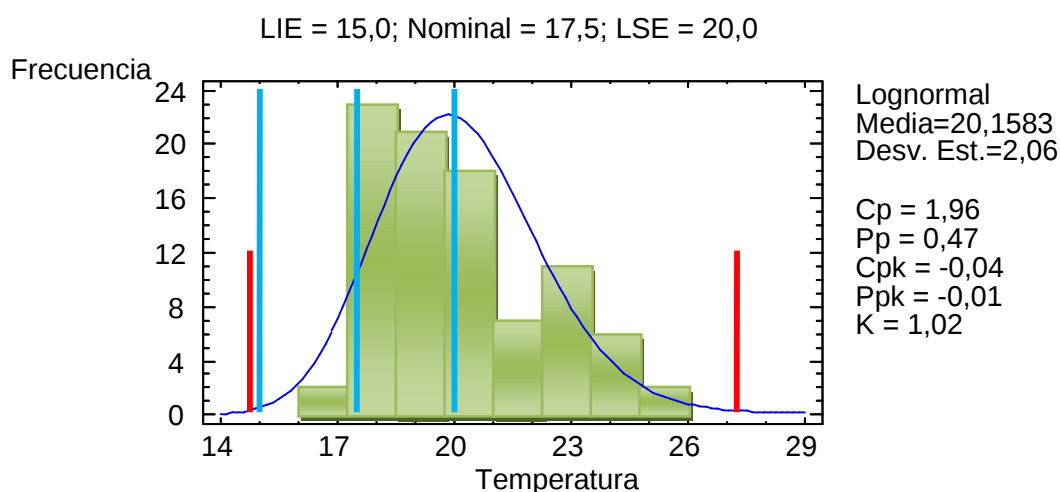


Gráfico No 3.2 Capacidad de proceso para la temperatura Fuente: Elaboración Propia

Se han calculado diversos índices de capacidad para resumir la comparación entre la distribución ajustada y las especificaciones. Un índice común es el Pp, que en el caso de una distribución normal, es igual a la distancia entre los límites de especificación dividida entre 6 veces la desviación estándar. En este caso, el Pp es igual a 0,470275 el cual no se considera bueno. El Ppk es un índice de capacidad unilateral, el cual, en el caso de una distribución normal, divide la distancia de la media al límite de especificación más cercano, entre 3 veces la desviación estándar. En este caso, el Ppk es igual a -0,00878777. La diferencia más bien grande entre el Pp y el Ppk es un signo de que la distribución no está bien centrada entre los límites de especificación. El índice K es una medida especializada para evaluar el centrado del proceso en términos relativos y porcentuales, puesto que K es igual a 1,02013 la media está localizada 102,013% desde el centro de las especificaciones hacia el límite superior de especificación. El valor de K es mayor que el 20%, a medida que este sea mayor hace más descentrado el proceso, lo que puede contribuir de manera significativa que la capacidad del proceso para cumplir con las especificaciones es baja.

Según el resultado de Cp que es el índice que compara el ancho de las especificaciones o variación tolerada para el proceso con la amplitud de la variación real del proceso e indica la capacidad potencial el proceso es adecuado, pero requiere un control estricto. El índice Cpk evalúa la capacidad real del proceso, tomando en cuenta las dos especificaciones, la variación y el centrado del proceso, en este caso es negativo lo que indica que la media del proceso está fuera de las especificaciones. Como la media del proceso es mayor que el valor nominal que es el que indica la calidad objetivo y óptima, se llega a la conclusión de que el proceso está descentrado.

En este caso los valores de la temperatura se van por encima del límite superior de las especificaciones lo que puede provocar el calentamiento del grano que se tiene almacenado y ser un punto vulnerable ante la aparición de plagas. El aumento de la temperatura está causado por los problemas que está presentando el proceso de enfriamiento reflejados en el capítulo 2 de dicha investigación.

3.1.2. Análisis de la Humedad

A medida que aumenta la humedad del grano por encima de la humedad de recibo, aumenta el deterioro, principalmente causado por el desarrollo de hongos, levaduras y bacterias. Estos

Capítulo III: Mejoras al proceso de almacenamiento de la posición de Guillermo Moncada.



microorganismos necesitan de humedad para crecer y a medida que se van desarrollando, aumentan su nivel de respiración y aumentan la temperatura de la masa de los granos.

En general se pueden guardar granos con contenidos de al menos 14% de humedad en equilibrio con una humedad relativa de menos del 70% sin peligro de infección por microorganismos. Aún con humedades bastantes bajas, los insectos atacan al grano. Muy pocos insectos atacan los productos almacenados causando deterioro al grano con menos del 10% de humedad, ya que la mayoría de estos mueren en condiciones de menos del 12%. En el caso del maíz los índices establecidos para mantener su integridad física durante el tiempo de conservación están entre el 10% y 14% de humedad.

El valor de humedad que se obtiene a partir del detector rápido de humedad será utilizado para detectar desviaciones marcadas de este parámetro en determinada rastra y su promedio permite comparar con el promedio obtenido por el método gravimétrico.

Para analizar la capacidad del proceso se toma una muestra de la humedad de 12 observaciones desde el 1 de diciembre del 2012 hasta el 28 de febrero del 2013 ver **Anexo 10**. El software utilizado fue el Statgraphics Plus Versión 4.

Para determinar si la distribución Normal es apropiada para estos datos, se realiza las Pruebas de Bondad de Ajuste ver tabla 3.4.

Tabla No. 3.4 Pruebas de Bondad-de-Ajuste para humedad

Pruebas	Normal
DMAS	0,178091
DMENOS	0,153706
DN	0,178091
Valor-P	0,841108

Fuente: Elaboración Propia

Esta tabla muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si la humedad puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor 0,05 no se puede rechazar la idea de que la humedad proviene de una distribución normal con 95% de confianza como se puede ver en el histograma de frecuencias que se muestra en el gráfico 3.3

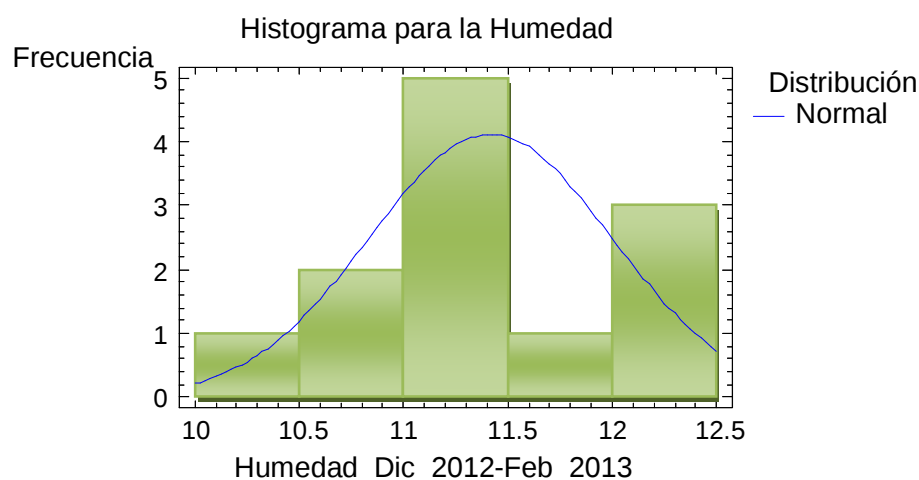


Gráfico 3.3 Histograma de frecuencia de la Humedad. Fuente: Elaboración Propia

Seguidamente como ya se tiene definido la distribución que sigue la variable se realiza la estimación de la proporción de la población, de la cual provienen los datos que se encuentran fuera de los límites de especificación como se pueden observar en la tabla 3.5 que se muestra a continuación.

Tabla No. 3.5 Proporción de la población de la humedad.

Especificaciones	Observados Fuera Especs.	Valor-Z	Estimados Fuera Especs.	Defectos Por Millón
LSE = 14,0	0,000000%	4,44	0,000454%	4,54
Nominal = 12,0		1,00		
LIE = 10,0	0,000000%	-2,43	0,746842%	7468,42
Total	0,000000%		0,747296%	7472,96

Fuente: Elaboración Propia

En este caso, se ha ajustado una distribución Normal a un conjunto de 12 observaciones de la variable Humedad, donde el 0,747296% estima el porcentaje de la población que queda fuera de las especificaciones.

A continuación se analiza la capacidad del proceso tomando los valores de la humedad, donde se toma como límite inferior 10 y superior 14, ver gráfico 3.4.

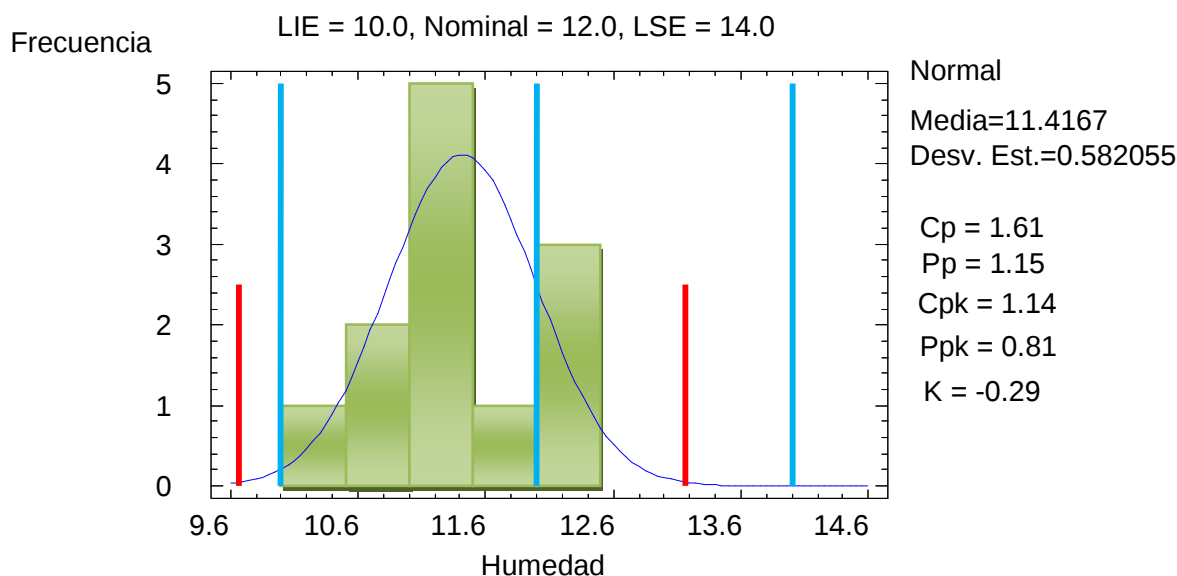


Gráfico No 3.4 Capacidad de proceso para la humedad. Fuente: Elaboración Propia

Se han calculado diversos índices de capacidad para resumir la comparación entre la distribución ajustada y las especificaciones. En este caso, el Pp es igual a 1,14537 el cual generalmente se considera que está bien. El Ppk es un índice de capacidad unilateral, el cual, en el caso de una distribución normal, divide la distancia de la media al límite de especificación más cercano, entre 3 veces la desviación estándar. En este caso es igual a 0,811302. La diferencia más bien grande entre el Pp y el Ppk es un signo de que la distribución no está bien centrada entre los límites de especificación. Puesto que K es igual a -0,291667, la media está localizada 29,1667% desde el centro de las especificaciones hacia el límite inferior de especificación. Como este valor es mayor que el 20% indica que el proceso está un poco descentrado.

El valor de Cp es 1,61 lo que indica que el proceso es adecuado. El índice Cpk es igual a 1,14 en este caso es mucho más pequeño que Cp establece que la media del proceso está alejada del centro, pero con poca variabilidad. En este caso la media del proceso está corrida hacia la izquierda lo hace que el maíz pierda peso por la falta de contenido de agua.

Con el objetivo de enfocar el estudio y mejorar la capacidad del proceso de almacenamiento del maíz el cual se ve afectado por valores de la temperatura fuera de los parámetros establecidos, se quiere conocer si los cambios para mejorarla no afectan el comportamiento de la humedad.

Para ello se realiza la prueba de independencia Chi-cuadrado de Pearson los datos tomados se pueden ver en el **Anexo 11**. El análisis estadístico se realiza en el software SPSS donde se obtienen los resultados mostrados en la **tabla 3.6**

Tabla No 3.6 Pruebas de Chi - cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	117,00	110	,306
Razón de verosimilitudes	58,37	110	1,000
Asociación lineal por lineal	,251	1	,617
N de casos válidos	13		

a. 132 casillas (100,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,08.

La hipótesis nula de esta prueba es que las variables son independientes entre sí. Según los resultados que muestra la tabla las significaciones asintóticas para la prueba de Chi-cuadrado de Pearson es mayor que α la cual está fijada en 0,05 lo que expresa que no se puede rechazar la idea de que las variables temperatura y humedad son independientes con 95% de confianza.

La realización de esta prueba permite realizar acciones para corregir la temperatura sin temor a afectar la humedad en el proceso de almacenamiento de granos.

3.2 Planificación de Orden de los carros de frío para la posición de Silo Guillermo Moncada.

Debido los resultados del análisis realizado en dicho capítulo sobre las variables de control del proceso de almacenamiento y lo expuesto en el capítulo 2 sobre la importancia que tienen los carros de frío para mantener los valores de la temperatura dentro de los parámetros establecidos se realiza a continuación el pronóstico de la temperatura, para luego hacer una planificación para los carros de frío.

Capítulo III: Mejoras al proceso de almacenamiento de la posición de Guillermo Moncada.



Debido a que los datos tomados en el análisis del comportamiento de la temperatura tienen varios problemas, ya que en una ocasión se tuvo que desconectar el carro de frío por roturas se toman nuevos valores para realizar el pronóstico para la planificación.

Para la realización de una mejor planificación de los carros de frío se toma una muestra de la temperatura en el período de enero, febrero y marzo del 2012 ver **Anexo 12**, ya que en estos meses la capacidad del proceso era más eficiente y los datos más confiables. El software utilizado para el análisis de la capacidad es el Statgraphics Plus Versión 4.

Para saber si los datos siguen una distribución normal se realizan las Pruebas de Bondad de Ajuste. La prueba de Kolmogorov-Smirnov calcula la distancia máxima entre la distribución acumulada de Temperatura y la FDA de la distribución Normal ajustada.

En este caso, la distancia máxima es 0.145688. Dado que el menor valor-P entre las pruebas realizadas es menor que 0.05, se puede rechazar la idea de Temperatura proviene de una Normal con 95% de confianza ver tabla 3.7

Tabla No. 3.7 Pruebas de Bondad-de-Ajuste para temperatura para la normal

Pruebas	Distribución Normal
DPLUS	0.145688
DMINUS	0.0801586
DN	0.145688
Valor-P	0.0477189

Fuente: Elaboración Propia

Basadas en las pruebas anteriores se puede llegar a la conclusión de que los valores no siguen una distribución normal. Como los datos de la temperatura anteriormente analizada seguían distribución Lognormal y se analizó los índices de la capacidad de proceso con dicha distribución, seguidamente se analiza si los nuevos valores tomados para realizar la predicción son Lognormal.

Capítulo III: Mejoras al proceso de almacenamiento de la posición de Guillermo Moncada.



Para determinar si la temperatura puede modelarse adecuadamente con una distribución Lognormal se realizan las pruebas que se muestran en la tabla 3.8.

Tabla No. 3.8 Pruebas de Bondad-de-Ajuste para temperatura para la Lognormal.

Pruebas	Distribución Lognormal
DPLUS	0.12919
DMINUS	0.0668151
DN	0.12919
Valor-P	0.106008

Fuente: Elaboración Propia

En este caso, la distancia máxima es 0.12919. Dado que el menor valor-P entre las pruebas realizadas es mayor o igual que 0.05, no se puede rechazar la idea de que la temperatura proviene de una Lognormal con 95% de confianza.

Como ya se tiene definido la distribución que sigue la variable se realiza la estimación de la proporción de la población, de la cual provienen los datos que se encuentran fuera de los límites de especificación como se pueden observar en la tabla 3.9 que se muestra a continuación.

Tabla No. 3.9 Proporción de la población de la temperatura.

Especificaciones	Observados FueraEspecs.	Valor-Z	Estimados FueraEspecs.	Defectos PorMillón
LSE = 20.0	17.045455%	0.60	27.555989%	275559.89
Nominal = 17.5		-1.33		
LIE = 15.0	0.000000%	-3.55	0.019042%	190.42
Total	17.045455%		27.575031%	275750.31

Fuente: Elaboración Propia

En este caso, se ha ajustado una distribución Lognormal a un conjunto de 88 observaciones en la variable temperatura 27.575% de la distribución ajustada queda fuera de los límites de especificación como se observa en el gráfico 3.5

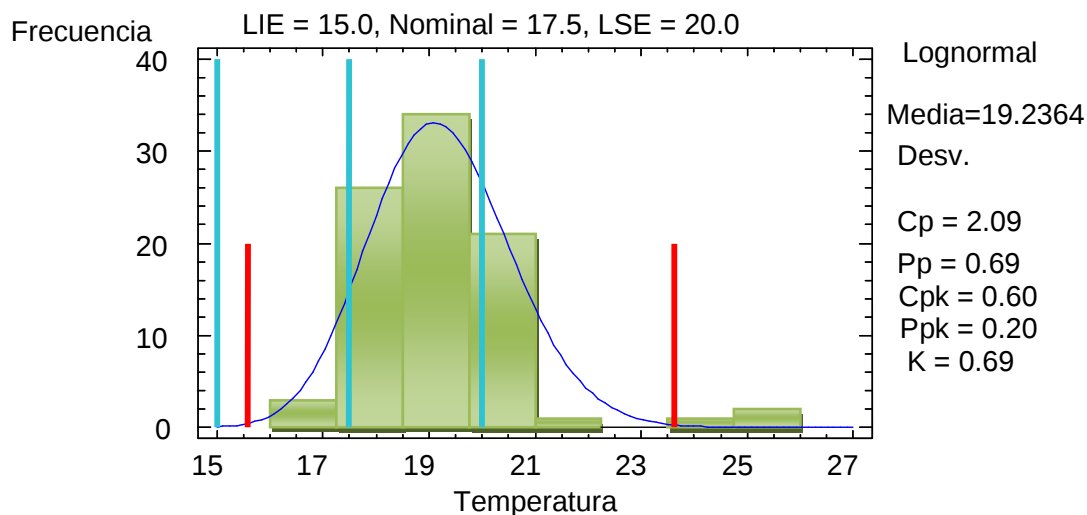


Gráfico No 3.5 Capacidad de proceso para la temperatura. Fuente: Elaboración Propia

Se han calculado diversos índices de capacidad para resumir la comparación entre la distribución ajustada y las especificaciones. En este caso, el Pp es igual a 0.691518, el cual no se considera bueno. Ppk es un índice de capacidad unilateral, el cual, en el caso de una distribución normal, divide la distancia de la media al límite de especificación más cercano, entre 3 veces la desviación estándar. En este caso, el Ppk es igual a 0.198695. La diferencia más bien grande entre el Pp y el Ppk es un signo de que la distribución no está bien centrada entre los límites de especificación. El índice de localización K es igual a la media menos el valor nominal, dividida entre la mitad de la distancia entre las especificaciones. Puesto que K es igual a 0.690489, la media está localizada 69.0489% desde el centro de las especificaciones hacia el límite superior de especificación, lo que puede contribuir de manera significativa a que la capacidad del proceso para cumplir con las especificaciones sea baja. Como el valor de Cp es mayor que 2 se determina que el proceso es adecuado con una categoría de clase mundial. El índice Cpk es mucho más pequeño que el de Cp, lo que indica que la media del proceso está alejada de las especificaciones.

A pesar que los resultados obtenidos con los valores de la temperatura para el año 2012 no se encuentran entre los parámetros necesarios, son menos erráticos que los tomados en el 2013 y

pueden ser mejor utilizados para encontrar una función capaz de predecir el comportamiento de la temperatura en el tiempo.

3.3 Pronóstico de la temperatura utilizando los carros de frío

Para hacer una planificación del comportamiento de la temperatura y la orden de conexión de los carros de frío se realiza la predicción de los valores de la temperatura tomando los datos representados en el **Anexo 12**. Se realiza la línea de tendencia lineal cuando no está conectado el carro de frío como se puede ver en el gráfico 3.6 y 3.7 y así obtener la ecuación de la recta para dicha predicción.

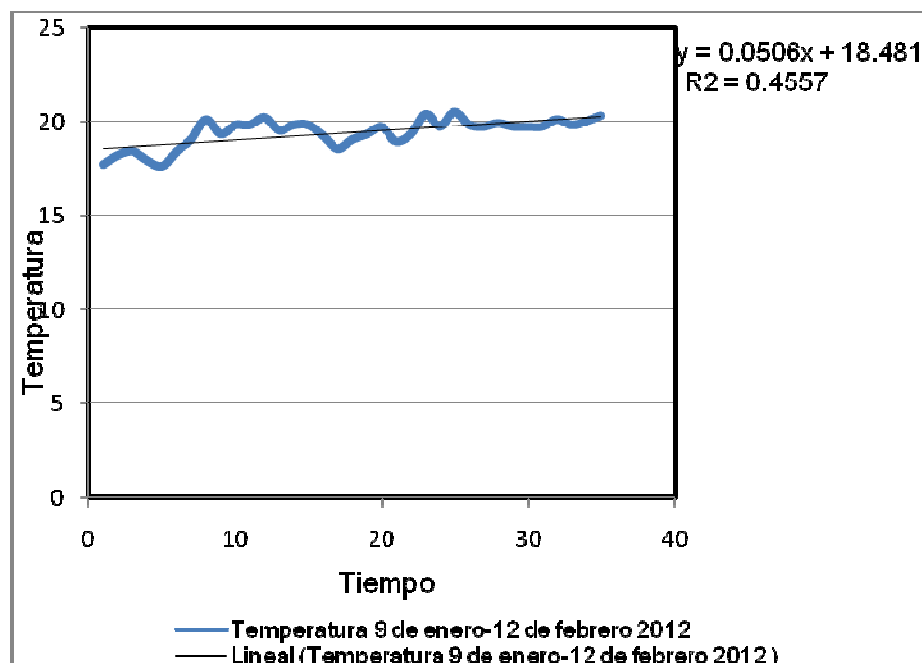


Gráfico 3.6 Comportamiento de la temperatura sin carro de frío 9 de enero – 12 febrero 2012. Fuente: Elaboración Propia.

En los gráficos se muestra que aunque el coeficiente de correlación de las rectas no es bueno para utilizar la misma como medio de pronóstico, 0,4557 y 0,533 respectivamente, la tendencia de la temperatura es bastante clara, por lo que las pendientes de estas rectas se pueden utilizar para predecir los valores de temperatura del silo en el tiempo.

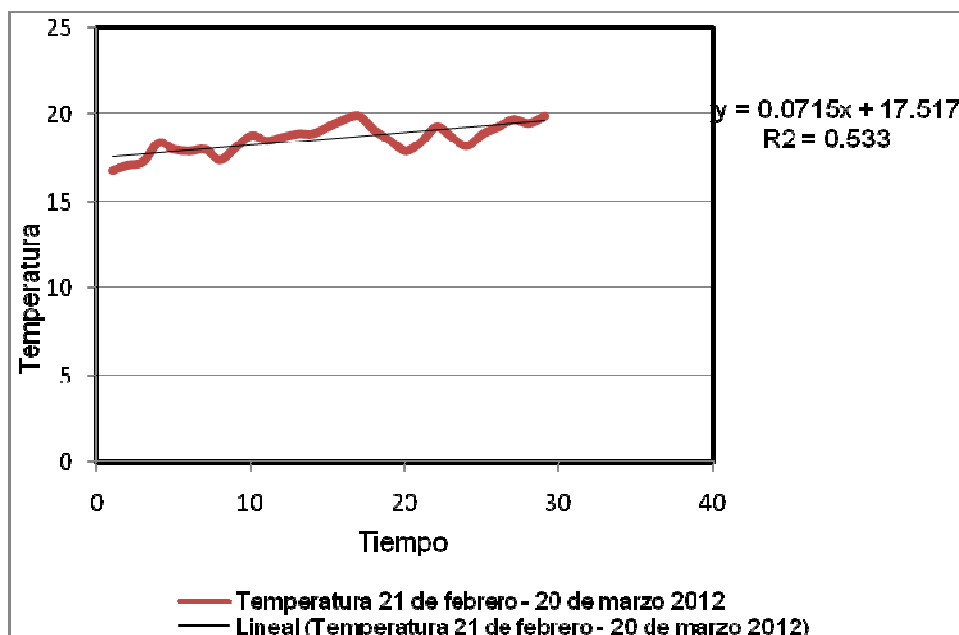


Gráfico 3.7 Comportamiento de la temperatura sin carro de frío 21 de febrero- 20 de marzo 2012. Fuente: Elaboración Propia.

En la muestra tomada en el período que se analiza, como se puede ver en el **Anexo 12**, se tiene también los valores de la temperatura cuando se le brinda enfriamiento al maíz. Para este proceso se realiza la línea de tendencia lineal para cada carro de frío que dio servicio con el objetivo de obtener al igual que el procedimiento anterior la ecuación de la recta, como lo muestran los gráficos 3.8, 3.9 y 3.10.

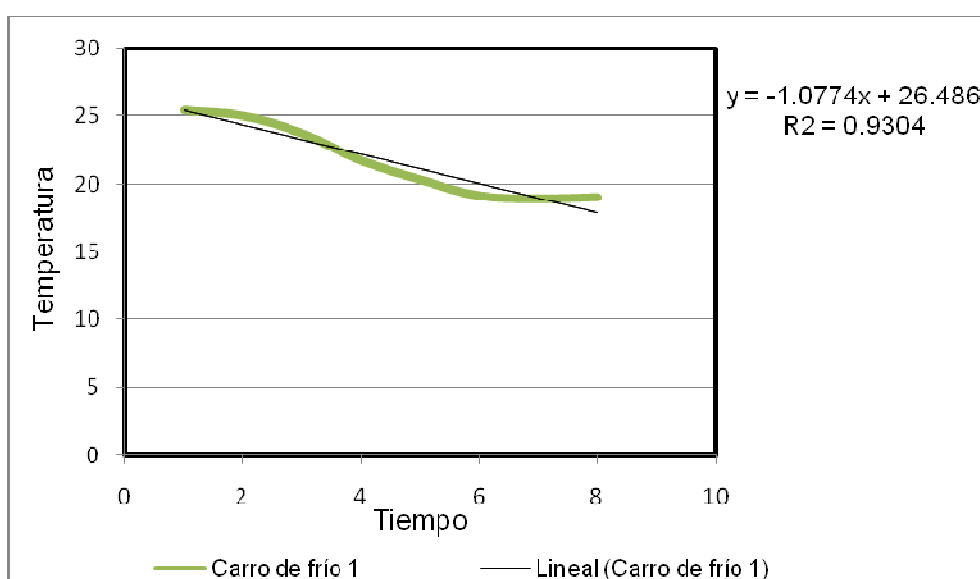


Gráfico No 3.8 Comportamiento de la temperatura conectado Carro de Frío "1" Fuente: Elaboración Propia.

En este caso la temperatura baja muy rápido debido a que se estaba comenzando con la recepción del maíz y el carro de frío se encontraba conectado 24 horas antes de que llegara el grano, ya que cuando el silo se encuentra vacío la temperatura en su interior es muy alta. Este proceso de enfriamiento anticipado permite que el producto que llega con temperaturas por encima de los 25 °C debido al calentamiento en su transportación se estabilice dentro de los parámetros establecidos en menor tiempo.

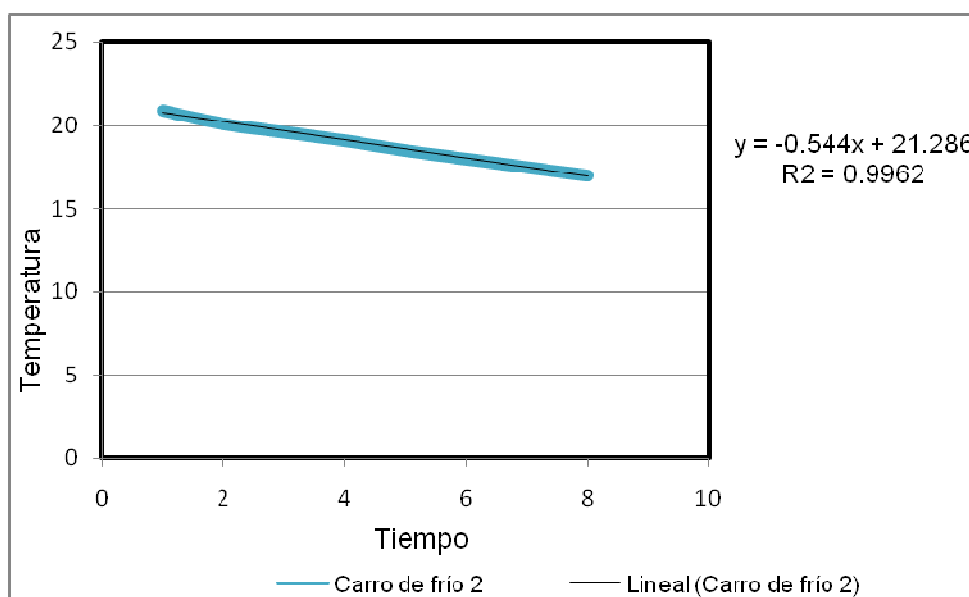


Gráfico No 3.9 Comportamiento de la temperatura conectado Carro de Frío "2" Fuente: Elaboración Propia.

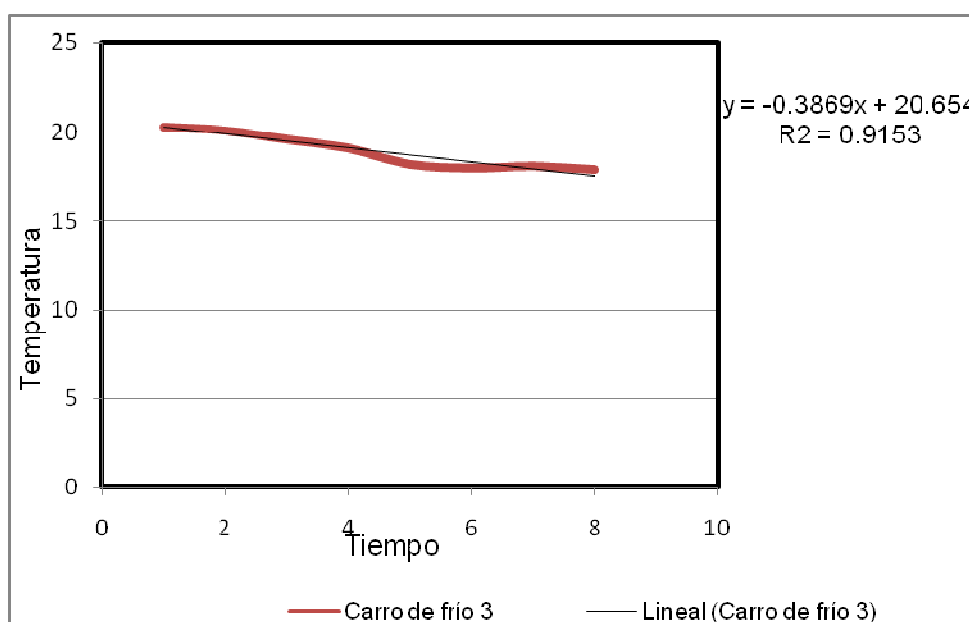


Gráfico No 3.10 Comportamiento de la temperatura conectado Carro de Frío “3” Fuente: Elaboración Propia.

Para realizar la predicción de los valores de la temperatura cuando entra el primer carro de frío se toma la ecuación de la recta correspondiente a este, ya que estos datos fueron tomados durante el llenado del silo donde el grano viene con temperaturas muy altas. En el caso de los otros dos carros se toma la pendiente de la recta que más se demora en bajar la temperatura la cual se corresponde con la del gráfico 3.10, para analizarlo en el peor de los escenarios y cuando no está conectado el carro de frío se calcula con la pendiente de la recta que más rápido sube la temperatura, (gráfico 3.7).

Las nuevas rectas de predicción se forman utilizando las pendientes antes explicadas multiplicadas por el valor de “X”, sumándole el valor de la temperatura del período anterior. El comportamiento de la predicción y el de los valores reales de la temperatura para la muestra utilizada se muestran en el gráfico 3.11. El valor de “X” representa los días, cada vez que cambie la ecuación “X” comenzará por el primer valor que sería “1”. Se construye el modelo de predicción y se calculan los errores basados en la diferencia de los valores reales con los de la predicción, se calcula la media de las desviaciones absolutas (MAD) y la señal de rastreo que no es más que la división de la suma de los errores entre el MAD, ésta indica la tendencia del modelo de pronóstico y la separación de las desviaciones. El cálculo de estas medidas de error para el pronóstico realizado se puede ver en el **Anexo 13**.

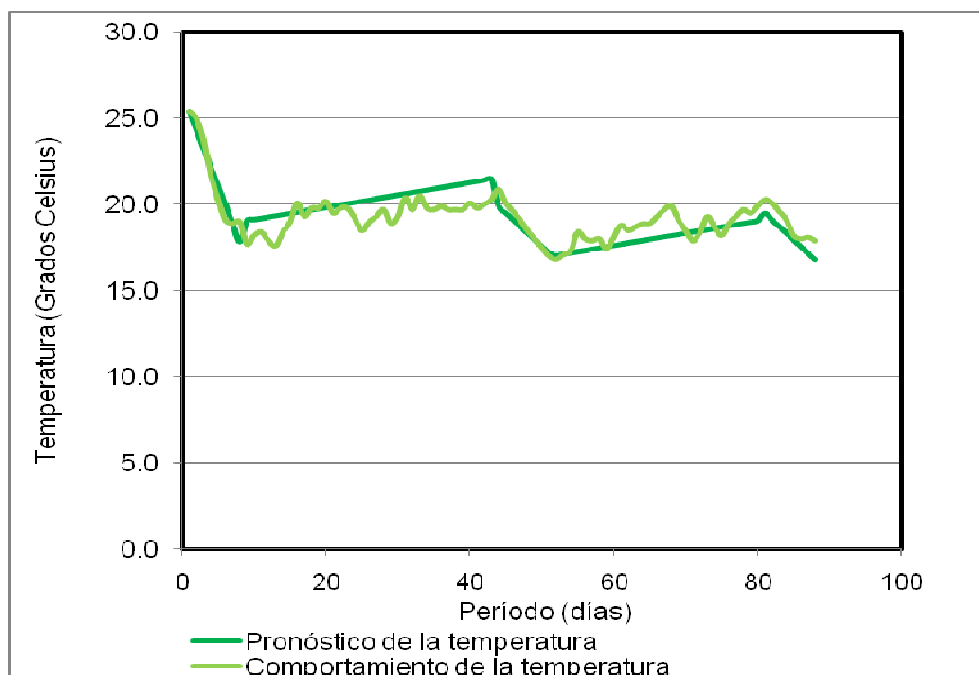


Gráfico 3.11 Comportamiento de los valores reales tomados de la temperatura del silo y los calculados. Fuente: Elaboración Propia.

El MAD con un valor de 0.737 es muy bueno, debido a que se encuentra cercano a cero. La señal de rastreo de la variable temperatura no es buena ya que el valor de la suma es igual a -10.973 y este se debe encontrar entre ± 6 como se puede ver en el **Anexo 14**. Como la desviación es negativa significa que el modelo predice los valores de la temperatura por encima de lo que puede encontrarse realmente, lo que ocasionaría la planificación de los carros de fríos con anterioridad. Por dicho motivo aunque la señal de rastreo no está dentro de los parámetros se considera que el modelo de predicción es adecuado para la planificación.

A continuación se realiza la Prueba de Hipótesis para conocer la diferencia de las medias entre la predicción y los valores reales de la temperatura. También se hace la prueba para comprobar si el método elaborado anteriormente para la predicción es adecuado. El software utilizado para la prueba de hipótesis es el Statgraphics Plus Versión 4.

Datos para el análisis

Media de los valores reales (μ_1): 19,3294

Media de los valores de la predicción (μ_2): 19,2375

Tamaño de ambas muestras: 88

Hipótesis Nula: diferencia entre medias $\mu_1 - \mu_2 = 0,0$

Hipótesis Alternativa: no igual $\mu_1 - \mu_2 \neq 0,0$

Análisis de la diferencia entre dos medias

Intervalo aproximado del Intervalos de confianza del 95,0% para la diferencia entre medias:

$0,0919 \pm 0,450441 = [-0,358541; 0,542341]$

Estadístico t calculado = 0,402729

Valor-P = 0,687651

Dada una muestra de 88 observaciones con una media de 19,3294 y una desviación estándar de 1,61244 y una segunda muestra de 88 observaciones con una media de 19,2375 y una desviación estándar de 1,40797, el estadístico t calculado es igual a 0,402729. Puesto que el valor-P para la prueba es mayor o igual que 0,05, no puede rechazarse la hipótesis nula con un 95,0% de nivel de confianza. El intervalo de confianza muestra que los valores de $\mu_1 - \mu_2$ soportados por los datos caen entre -0,358541 y 0,542341.

Para realizar una correcta regresión lineal se tienen que comprobar varias suposiciones respecto a los errores de predicción. Las pruebas de hipótesis que se deben cumplir en el modelo de regresión lineal son las siguientes:

1. Normalidad de las perturbaciones, los errores deben seguir una distribución normal.
2. Esperanza matemática nula. Para cada valor de X la perturbación tomará distintos valores de forma aleatoria, pero no tomará sistemáticamente valores positivos o negativos, sino que se supone que tomará algunos valores mayores que cero y otros menores, de tal forma que su valor esperado sea cero.
3. Homocedasticidad. Todos los términos de la perturbación tienen la misma varianza que es desconocida. La dispersión de cada $\hat{e}_i$ en torno a su valor esperado es siempre la misma.
4. Incorrelación. Las covarianzas entre las distintas perturbaciones son nulas, lo que quiere decir que no están correlacionadas o auto correlacionadas. Esto implica que el valor de la perturbación para cualquier observación muestral no viene influenciado por los valores de la perturbación correspondientes a otras observaciones muestrales.

De las hipótesis se pudieron comprobar dos de ellas la “Esperanza matemática nula” y la “Normalidad de las perturbaciones”. No se puede comprobar la homocedasticidad ya que existen errores con mayor variabilidad que otros, debido a que el comportamiento de la temperatura durante la colocación de los carros de frío es mucho menos errática que cuando estos no están conectados. Tampoco se puede descartar que no exista intercorrelación entre los errores debido a que es posible que un valor de error en la temperatura dependa de la desviación anterior.

➤ **Comprobación de hipótesis de normalidad**

Para comprobar si se cumple la hipótesis de “Normalidad de las perturbaciones” se hace el Ajuste de Datos no Censurados con 88 valores con rango desde -1,7575 a 1,6845. Se tiene como resultado una media de -0,091958 y una desviación estándar de 0,8784 se puede ajustar una distribución normal a los datos de los errores de la predicción. Este análisis se puede evaluar visualmente mediante un histograma de frecuencia que se puede observar en el gráfico 3.12

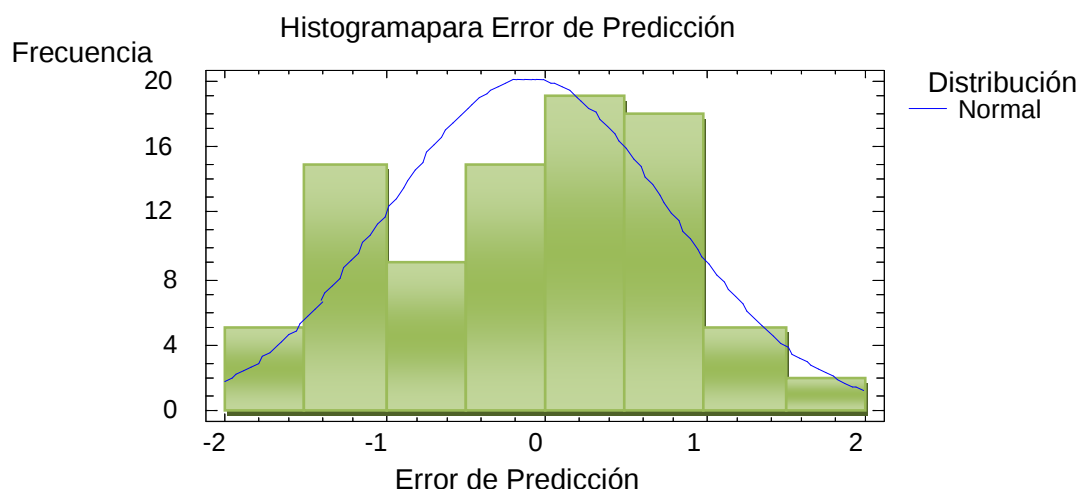


Gráfico No 3.12 Histograma de frecuencia del Error de la Predicción. Fuente Elaboración Propia.

Para analizar si los valores del error en la predicción siguen una distribución normal se procede a efectuar las Pruebas de Bondad-de-Ajuste como se muestra en la tabla 3.10.

Tabla No 3.10 Pruebas de Bondad-de-Ajuste para el Error en la Predicción para la Normal

Pruebas	Normal
DMAS	0,0889052
DMENOS	0,0955337
DN	0,0955337
Valor-P	0,402877

Fuente: Elaboración Propia

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es mayor a 0,05, no se puede rechazar la idea de que Error de Predicción proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

➤ Comprobación de la esperanza matemática nula

Se realiza una prueba de hipótesis para los valores del error en la predicción para saber si los valores de la predicción son confiables. El software utilizado para la prueba de hipótesis es el Statgraphics Plus Versión 4.

Datos para el análisis

Media de los Errores = -0,091958

Tamaño de ambas muestras: 88

Hipótesis Nula: Media = 0,0

Hipótesis Alternativa: Media $\neq$ 0,0

Análisis de la diferencia entre dos medias

Intervalo aproximado del Intervalos de confianza del 95,0% para la diferencia entre medias:

-0,091958 $\pm$ 0,174294 = [-0,266252; 0,082336]

Estadístico t calculado = -1,04688

Valor-P = 0,297704

Dada una muestra de 88 observaciones con una media de -0,091958 y una desviación estándar de 0,8784, el estadístico t calculado es igual a -1,04688. Puesto que el valor-P para la prueba es mayor que 0,05, no puede rechazarse la hipótesis nula con un 95,0% de nivel de confianza. El intervalo de confianza muestra que los valores de μ soportados por los datos caen entre -0,266252 y 0,082336.

Según los resultados de los análisis de errores, y los supuestos comprobados, la autora de esta investigación asume la utilización del método de regresión para la predicción de la temperatura a pesar de que no se pueden comprobar dos supuestos de los errores. El hecho de que los errores se aproximen a la distribución normal estándar y que la media sea estadísticamente igual a 0, se consideran aspectos suficientes para utilizar el método.

3.4 Cálculos para la planificación del carro de frío.

Basados en los resultados obtenidos se puede decir que el método predice bastante bien el comportamiento de la variable que es objeto de estudio, tanto en condiciones normales de operación y cuando se encuentran conectados los carros de frío. Seguidamente se procede a planificar los días que se le debe dar enfriamiento al grano que se encuentra almacenado en el silo y los días de antelación en que se deben pedir los carros de frío. Para ello se utiliza un método muy similar al de la predicción. En este caso en la ecuación de la recta el valor de la temperatura que se toma es el anterior al de la planificación excepto los primeros valores que

se planifica con el valor de la temperatura de la ecuación de la recta que es 26,486 como se puede ver en la **Anexo 15**.

Como se puede ver en el gráfico 3.13 con la planificación de los carros de frío se mantiene la temperatura dentro de los parámetros establecidos. Solo se tienen los primeros valores fuera de los límites de especificaciones debido a que fueron tomados durante la recepción del grano. El carro de frío se conecta el 1 de enero del 2012 un día antes de la recepción del maíz y se desconecta a los 10 días cuando la temperatura del silo llega a los 15,71 °C. Se conecta nuevamente el 10 de marzo del 2012 con una temperatura en el silo de 19,54 °C y se mantiene dando enfriamiento al grano hasta el 20 de marzo, con un valor de la temperatura en el silo de 15,67 °C.

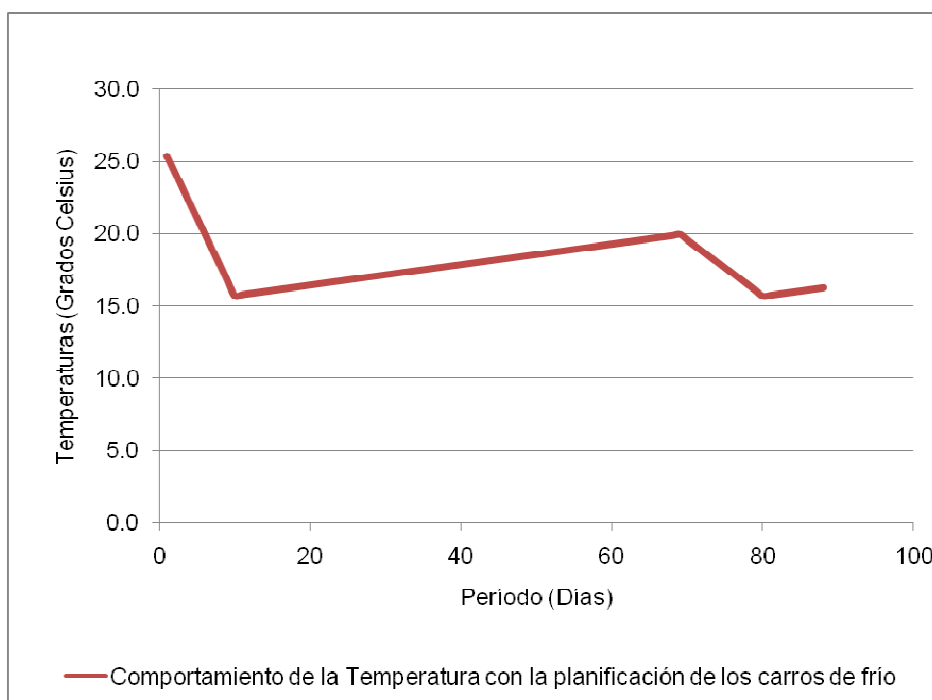


Gráfico No 3.13 Comportamiento de los valores de la temperatura con la planificación de los carros de frío.
Fuente: Elaboración Propia.

Según lo estudiado la variable temperatura con la nueva planificación de los Carros de Frío se debe mantener dentro de las especificaciones establecidas para este proceso de almacenamiento del Maíz. Para saber cuan efectiva será esta planificación se realiza un análisis de la capacidad del proceso con los nuevos valores de la temperatura calculados que se muestran en **Anexo 15**. El software utilizado para el análisis de la capacidad es el Statgraphics Plus Versión 4. Antes de analizar la capacidad del proceso se debe determinar si la temperatura

Capítulo III: Mejoras al proceso de almacenamiento de la posición de Guillermo Moncada.



puede modelarse adecuadamente a una distribución Normal. En este caso la distancia máxima es 0,108968 como se muestra en la tabla 3.11.

Tabla No 3.11 Pruebas de Bondad-de-Ajuste para temperatura para la Normal.

Pruebas	Distribución Normal
DPLUS	0.0772215
DMINUS	0.108968
DN	0.108968
Valor-P	0.247649

Fuente: Elaboración Propia

Dado que el menor valor-P entre las pruebas realizadas es mayor que 0,05, no se puede rechazar la idea de que la temperatura proviene de una Normal con 95% de confianza. Teniendo en cuenta de que la temperatura sigue una distribución Normal con un tamaño de muestra de 88 observaciones, una media de 17,96 °C y una desviación estándar igual a 1,858 se realiza el análisis para estimar la proporción de la población, de la cual provienen los datos que quedan fuera de los límites de especificación. En este caso el porcentaje estimado de la población que queda fuera de la especificación es de un 19,1936% como se puede ver en la tabla 3.12.

Tabla No 3.12 Proporción de la población de la temperatura.

Especificaciones	Observados FueraEspecs.	Valor-Z	Estimados FueraEspecs.	Defectos PorMillón
LSE = 20.0	6.818182%	1.10	13.661465%	136614.65
Nominal = 17.5		-0.25		
LIE = 15.0	0.000000%	-1.60	5.532102%	55321.02
Total	6.818182%		19.193567%	191935.67

Fuente: Elaboración Propia

Realizadas las pruebas de Bondad de Ajuste y estimada la proporción de la población se procede al análisis de la capacidad estableciendo como límite superior de la temperatura 20,0°C, límite inferior 15,0 °C y valor nominal de 17,5 °C ver gráfico 3.14.

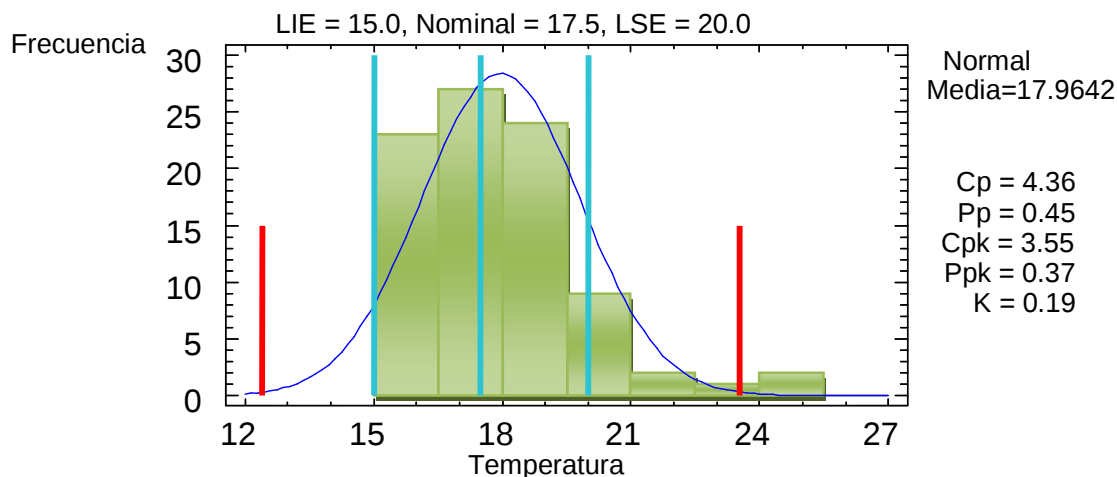


Gráfico No 3.14 Capacidad de proceso para la temperatura con la planificación de los carros de frío. Fuente: Elaboración Propia

Se han calculado diversos índices de capacidad para resumir la comparación entre la distribución ajustada y las especificaciones. En este caso, el Pp es igual a 0.448494, el cual generalmente no se considera bueno. En este caso, el Ppk es igual a 0.365218. K es igual a la media menos el valor nominal, dividida entre la mitad de la distancia entre las especificaciones. Puesto que K es igual a 0.18568, la media está localizada 18.568% desde el centro de las especificaciones hacia el límite superior de especificación, como el valor porcentual es menor que 20% lo que se puede considerar el proceso como aceptable. Según el resultado de Cp que en este caso es 4,36 mucho mayor que 2 por lo que se considera una categoría del proceso de clase mundial y que se encuentra centrado con una calidad de Seis Sigma. El índice Cpk como es mucho más pequeño que el valor de Cp lo que indica que la media del proceso está alejada del centro de las especificaciones.

Si se comparan los resultados de la capacidad del proceso con los valores reales y los obtenidos según la planificación se pueden ver que este mejora considerablemente; por lo que el estudio realizado puede ser tomado como recomendación no solo para la Posición de Silo Guillermo Moncada, sino para los diferentes silos de las provincias centrales teniendo en cuenta la situación geográfica y el comportamiento de la variable en dichas posiciones.

3.5 Balance de Carga y Capacidad de los carros de frío

Para saber la disponibilidad de los carros de frío se realiza un balance de carga y capacidad. Para calcular la carga y la capacidad de los carros de frío se utiliza la expresión 3.1 y 3.2 y la realización del balance utilizando la expresión 3.3 y el porcentaje de utilización planificado según la ecuación 3.4.

$$Carga = N_{\text{silos}} t_{cf} \quad 3.1$$

$$Capacidad = n_{cf} (\text{Fondo de tiempo}) (1 - \gamma) \quad 3.2$$

$$Balance = Capacidad - Carga \quad 3.3$$

$$U = \frac{Carga}{Capacidad} 100 \quad 3.4$$

Donde:

N_{silos} es la cantidad de silos llenos como promedio a la vez, t_{cf} es el tiempo que necesitan conectados los carros de frío en cada Silo. n_{cf} es la cantidad de carros de frío disponibles, el fondo de tiempo es la cantidad de tiempo que pueden ser utilizados los carros de frío y $(1 - \gamma)$ es la fracción de disponibilidad por mantenimiento o roturas.

Cálculos

$$\begin{aligned} \text{Carga} &= 23 * 11 \\ &= 253 \text{ días} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Capacidad} &= 8 * 88 (1 - 0,05) \\ &= 669 \text{ días} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balance} &= 669 - 253 \\ &= 416 \text{ días} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Utilización} &= \frac{253}{669} * 100 \\ &= 38 \% \end{aligned}$$

Los resultados obtenidos de este balance de carga y capacidad para analizar la disponibilidad de los carros de frío se muestran en la tabla 3.13.

Capítulo III: Mejoras al proceso de almacenamiento de la posición de Guillermo Moncada.



Tabla No 3.13 Resultados del Balance de Carga y Capacidad

Descripción	Unidad	Valor
NSilos	Silos	23
Tcf	días/Silo	11
Carga	días	253
Ncf	Carros de frío	8
Fondo de tiempo	días/ Carro de frío	88
Fracción de disponibilidad (1- γ)		0,04
Capacidad	días	669
Balance	días	416
Utilización	%	38

Fuente: Elaboración Propia

Comparando los resultados obtenidos se puede ver que la capacidad es mayor que la carga, con un 38% de utilización planificado, por lo que se puede aplicar la investigación realizada a las diferentes posiciones de silos a las que la UEB Silos Cienfuegos presta el servicio de enfriamiento que son UEB Villa Clara y UEB Santis Spiritus.

3.6 Conclusiones Parciales

- Las dos variables de control que tiene el proceso de almacenamiento y conservación son la temperatura y la humedad. En el análisis de dichas variables se detectaron problemas en la temperatura, ya que esta tenía valores por encima del límite superior, el proceso de enfriamiento no es capaz por lo que es necesaria una nueva planificación y utilización de los carros de frío.
- Se realizó un pronóstico de la temperatura a través de líneas de regresión, el modelo resultante posee un MAD de 0.737, aunque la señal de rastreo es de -10.973 se decidió utilizar el mismo para planificar el uso de los carros de frío ya que se considera que la sobreestimación de la temperatura no afecta en demasía el resultado real del pronóstico.
- Los carros de frío no se deben ordenar cuando la temperatura llega a su límite superior, sino unos días antes teniendo en cuenta el tiempo que demora en llegar al silo después de ser solicitado y las horas que necesita después de conectado para comenzar a bajar la

temperatura. Conectando el carro de frío al silo cuando la temperatura no está todavía en los 20°C y desconectando el mismo cerca del límite inferior, dicha variable se mantiene dentro de los límites establecidos. Siguiendo estas pautas se realizó una planificación del primer trimestre del año, planificando un proceso de enfriamiento más capaz.

- El uso de esta planificación permite el uso adecuado de los carros de frío disponibles demostrándose que la carga no excede la capacidad de los mismos, y que permite establecer un plan de su utilización para dar respuesta a las necesidades del territorio central.

Conclusiones

Conclusiones.

Conclusiones Generales

Al comienzo de la investigación se trazan unas series de objetivos, llegado el punto de culminación según los resultados permiten arribar a las siguientes conclusiones:

- La gestión del almacenamiento de granos es muy importante en la proyección estratégica de cualquier país para asegurar la alimentación de sus habitantes. La utilización de tecnologías, como los Silos Metálicos Refrigerados, permite aumentar el tiempo de almacenamiento y conservación de granos.
- En el proceso de almacenamiento y conservación del grano de la Posición de Silo Guillermo Moncada existen problemas con el monitoreo y control de la variable temperatura, provocando en el año 2012 un deterioro en la calidad del maíz almacenado en dicha posición. Se vendieron más de 2000 toneladas de maíz para consumo animal, teniendo este como destino inicial el consumo humano, el cual no pierde su valor económico para la UEB, pero si provoca un impacto social negativos y daños a la economía del país.
- Dentro de los procedimientos establecidos por la Empresa Nacional existen según los resultados obtenidos en la investigación irregularidades en su correcta implementación, así como críticas de algunos aspectos como el monitoreo de la temperatura que se realiza una sola medición a las 8:00am.
- Las variables de control que tiene el proceso de almacenamiento y conservación del grano son la temperatura y la humedad. En el análisis del comportamiento de dichas variables se detectaron problemas en la temperatura, ya que esta tenía valores por encima de los 20°C.
- Se realizó el pronóstico de la temperatura mediante el método de regresión lineal, donde los resultados obtenidos en el modelo muestran un MAD de 0.737 y una señal de rastreo de -10.973, a pesar de que esta no se encuentra entre ± 6 se decidió utilizar el modelo para la planificación de los carros de frío ya que se considera de la temperatura no afecta en demasía el resultado real del pronóstico.

Se realiza una planificación de los carros de fríos que permiten mantener la temperatura dentro de los parámetros establecidos. Se cuenta con la disponibilidad de los carros de frío para la

Conclusiones.

implementación de la planificación propuesta para los silos a los cuales se le brinda el servicio de enfriamiento que son UEB Villa Clara, UEB Santis Spiritus con un 38% de utilización planificada, para mantener los valores de la temperatura dentro de los límites establecidos. Con lo que se le da respuesta al problema científico y se comprueba la hipótesis de la investigación



Recomendaciones



Recomendaciones.

Recomendaciones

Al concluir el trabajo se emiten las recomendaciones siguientes a la UEB Silos Cienfuegos:

- Exigir en el mercado de compra internacional de los granos y chequear que estos cumplan con los parámetros de calidad contratados.
- Revisar los procedimientos establecidos por la EMSIL del proceso de almacenamiento y conservación, para compararlo con los resultados obtenidos en la investigación.
- Debido a los cambios de temperatura ambiente en el transcurso del día la lectura de la termometría se debe realizar en tres horarios del día como se muestra a continuación:
 - Primera lectura 8:00am
 - Segunda lectura 1:00pm
 - Tercera lectura 5:00pm
- Ordenar el carro de frío antes de que la temperatura llegue a los 20 °C, para evitar que esta sobrepase los límites establecidos para el correcto almacenamiento del maíz.
- Aplicar la planificación de los carros de fríos modelada en el capítulo 3 de dicha investigación en las posiciones de silos de la UEB Silos Cienfuegos, UEB Silos Villa Clara y UEB Silos Santis Spiritus, con el objetivo de mantener el proceso de almacenamiento y conservación en control.
- Darle mantenimiento a los rodamientos que intervienen en el proceso de recirculación del grano, para que se pueda recircular el mismo en el tiempo que está establecido.
- Divulgar los resultados obtenidos en la investigación a las diferentes UEB de Silos de todo el país, así como a la Empresa Nacional de Silos para estudios posteriores.



Bibliografia



Bibliografía.

Bibliografía

- Acevedo Suárez, J., A. (1999). *Diseño de los sistemas logísticos*. La Habana.
- Acevedo Suárez, J. A. (2001). *Diseño del Servicio al Cliente*. La Habana: LOGESPRO Y CETA.
- Arias Velázquez, C. (2000). *Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural*. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, FAO, CD-ROM de la Red de Información Sobre Operaciones en Poscosecha (INPHO), Roma.
- Centro Nacional de Sanidad Vegetal 41 (CNSV). (2006). *MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN ALMACENES, SILOS, INSTALACIONES DE LA INDUSTRIA MOLINERA Y TRANSPORTACIÓN DE ALIMENTOS* (p. 78). La Habana. Cuba.
- Cepero, O. (2010). *Entomofauna asociada al almacén central de alimentos y dos silos de la provincia de Matanzas*. Matanzas, Cuba.
- Domínguez, M. (2006). *Cálculo de temperaturas extremas para insectos*. Centro Agrícola.
- FAO. (1971). *Manipulación de almacenamientos de granos alimenticios en zonas tropicales y subtropicales*. (pp. 180-225).
- FAO. (1985). *Procesamiento de semillas de cereales y leguminosas de granos. Producción y proyección vegetal* (pp. 39-52).
- FAO. (2007). *Técnicas de almacenamiento de granos en poscosecha*. México.
- Ferrel, O. ., Hirt, G., Ramos, L., Adriaenséns, M., & Flores, M. (2004). *Introducción a los Negocios en un Mundo Cambiante* (Cuarta.).
- Franklin, B. E., & Mc Graw, H. (2004). *Organización de Empresas* (Segunda.).
- García Lara, S., Bergvinson, D., & Espinosa, C. (2000). *Manual de plagas en granos almacenados y tecnologías alternas para su manejo y control. Unidad de Entomología* (Programa Global de Maíz). México: Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.
- González Santos, A. (2010). *Mejoras al Proceso de Generación de Vapor*.
- Guerrero, J. (1999). *Factores relacionados con la conservación de granos almacenados* (Publicación docente N° 19). Universidad de La Frontera. Temuco.

Bibliografía.

- Gutiérrez Pulido, H., & Vara Salazar, R. (2007a). *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma* (Vol. 2). La Habana: Félix Varela.
- Gutiérrez Pulido, H., & Vara Salazar, R. (2007b). *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma* (Vol. 1). La Habana: Félix Varela.
- Hack, A. (2008a). *Almacenamiento de granos* (p. 109). Agrimedia.
- Hack, A. (2008b). *Almacenamiento de granos* (p. 49). Agrimedia.
- Juran, J. M. (2001). *Manual de Calidad*.
- Lamb, C., McDaniel, C., & Hair, J. (2002). *Marketing* (Sexta.). International Thomson Editores S.A.
- León, P., & Ravelo, R. (2007). *Fitotecnia General*. La Habana: Félix Varela.
- López, G., & Delgado, S. (2007). *Guía para el manejo adecuado de plaguicidas en almacenes de granos*. Almacenadora Sur S.A de C.V. México DF.
- MAIZAR. (2006). Los mercados regionales del maíz.
- Martínez, B., Jiménez, A., & González, J. (2008). *Estudio del comportamiento de las temperaturas en la posición de SMR al aire libre* (p. 14). Villa Clara. CONAZUCAR.
- MINAGRI. (2006). *Conservación de alimentos* (p. 14). La Habana: Agrinfor.
- Ministerio de Comercio Exterior, Resolución 59. (2004). Logística de Almacenes. La Habana.
- Nutrición. (1998). El maíz en la alimentación humana. Cereal. Características. Hábitat. Floración. Tipología. Grano. Composición. Nutrientes. Valor nutritivo.
- Pérez, E. (2005). *Pérdidas en productos almacenados*. La Habana: INISAV.
- Pérez, E., Hernández, M., Navarro, A., & Miralles, L. (2009). *Manejo Integrado de plagas en almacenes, silos, instalaciones industriales y transportación de alimentos* (Vol. 13).
- Pons Murguía, R. Á. (2006). *Monografía Gestión por Procesos*.
- Reed, C. (2005). *Maíz Estadounidense. Almacenamiento en climas tropicales* (pp. 3-53). International Grains Program. Kansas State University.
- Resolución 234. (2006). Procesamiento operacional para el muestreo de cereales y leguminosas que arriben al país por vía marítima. Trazabilidad de cereales.

Bibliografía.

Torres, G., Daduna, M., & Cabrera Mederos, B. (2003). *Logística. Temas Seleccionados* (Vol. I). La Habana: Universitaria.

Torres, G., Daduna, M., & Mederos Cabrera, B. (2003). *Logística. Temas Seleccionados* (Vol. II). Santa Clara: Feijóo.

Torres, G., Mederos Cabrera, B., & Daduna, M. (2003). *Logística. Temas Seleccionados* (Vol. III). Pinar del Rio: Universitaria.

Vázquez, L. (2006). *Diagnóstico de insectos plagas de almacén*. La Habana: INISAV.

Velásquez, L. (2005). *Logística del proceso de almacenamiento. Un enfoque hacia una gestión de excelencia*. Ciudad de La Habana. Cuba: LOGICUBA.

Anexos

Anexo # 1: Conceptos de Gestión por Procesos.

Autor	Año	Concepto
Harrington	1995	Posición competitiva que proporciona el mejoramiento continuo basado en el trabajo en equipo en el cual se combinan conocimientos, habilidades y el compromiso de los individuos que conforman la organización, con un objetivo común que es el cumplimiento de la misión de la organización “.
Fernández, Mario A.	1996	La Gestión por procesos se fundamenta en la dedicación de un directivo a cada uno de los procesos de la empresa, teniendo toda la responsabilidad de conseguir la finalidad que este proceso persigue.
Amozarrain	1999	La Gestión por Procesos es la forma de gestionar toda la organización basándose en los Procesos. Entendiendo estos como una secuencia de actividades orientadas a generar un valor añadido sobre una ENTRADA para conseguir un resultado, y una SALIDA que a su vez satisfaga los Requerimientos del Cliente.
Mora Martínez	1999	La Gestión de Procesos percibe la organización como un sistema interrelacionado de procesos que contribuyen conjuntamente a incrementar la satisfacción del cliente. Supone una visión alternativa la tradicional caracterizada por estructuras organizativas de corte jerárquico – funcional

Anexos.

Junginger	2000	Es la forma de reaccionar con más flexibilidad y rapidez a cambios en las condiciones económicas.
Colegio Oficial de Ingenieros Superiores Industriales de la Comunidad Valenciana	2001	La Gestión por Procesos consiste en concentrar la atención en el resultado de cada uno de los procesos que realiza la empresa, en lugar de en las tareas o actividades.
Aiteco Consultores (sitio Web www.aiteco.com)	2002	La Gestión de Procesos percibe la organización como un sistema de procesos que permiten lograr la satisfacción del cliente. Fundamenta una visión alternativa a la tradicional caracterizada por estructuras organizativas departamentales.
Díaz Gorino	2002	La Gestión por Procesos es la forma de optimizar la satisfacción del cliente, la aportación de valor y la capacidad de respuesta de una organización.
(Ishikawa, 1988; Singh Soin, 1997; Juran & Blanton, 2001; Pons Murguía, 2003; Villa González & Pons Murguía 2003; 2004).		La Gestión por Procesos consiste en entender la organización como un conjunto de procesos que traspasan horizontalmente las funciones verticales de la misma y permite asociar objetivos a estos procesos, de tal manera que se cumplan los de las áreas funcionales para conseguir finalmente los objetivos de la organización. Los objetivos de los procesos deben corresponderse con las necesidades y expectativas de los clientes.

Anexos.

Anexo No 2: Selección de definiciones y criterios referentes a la gestión por procesos.

Proceso: organización lógica de personas, recursos materiales y financieros, equipos, energía e información, que interactúan con el ecosistema con entradas y salidas definidas que está concebida en actividades de trabajo diseñadas para lograr un resultado deseado (Pall, 1986: citado por Juran & Blanton, 2001; Pons Murguía, 2003; Amozarrain, M; 2004).

Proceso clave: Son aquellos procesos que inciden de manera significativa en los objetivos estratégicos y son críticos para el éxito de la organización.

Subprocesos: son partes bien definidas en un proceso. Su identificación puede resultar útil para aislar los problemas que pueden presentarse y posibilitar diferentes tratamientos dentro de un mismo proceso.

Sistema: Conjunto integrado y coordinado de personas, conocimientos, habilidades, equipos, maquinarias, métodos, procesos, actividades, etc; cuyo fin es que la organización cree valor para el cliente y los grupos de interés e influencia.

Procedimiento: forma específica de llevar a cabo una actividad. En muchos casos los procedimientos se expresan en documentos que contienen el objeto y el campo de aplicación de una actividad; que debe hacerse y quien debe hacerlo; cuando, donde y como se debe llevar a cabo; que materiales, equipos y documentos deben utilizarse; y como debe controlarse y registrarse.

Actividad: es el conjunto de tareas, que normalmente se agrupan en un procedimiento para facilitar su gestión. La secuencia ordenada de actividades da como resultado un subproceso o un proceso. Normalmente se desarrolla en un departamento o función.

Indicador: es un dato o conjunto de datos que ayudan a medir objetivamente la evolución de un proceso o de una actividad.

Anexos.

Macro proceso: Son todas las actividades que abarcan operaciones ejecutadas por más de un departamento o área funcional dentro de la organización. Estos también son llamados procesos ínter funcionales.

Cliente: Persona, institución u órgano que determina la calidad de un proceso que pretende servirlo, determinando la medida en que este con sus salidas ha logrado satisfacer sus necesidades y expectativas.

Proveedor: Persona, institución u órgano que provee, observando las exigencias del cliente, información, equipamiento, materiales etc.

Ejecutor: Cualquier persona, institución, departamento o grupo que realiza determinada actividad en función de producir un producto o servicio.

Gerente: Persona a quién compete administrar una determinada actividad o función, proceso u organización.

Mapas de Procesos: Una aproximación que define la organización como un sistema de procesos interrelacionados. El mapa de procesos impulsa a la organización a poseer una visión más allá de sus límites geográficos y funcionales, mostrando cómo sus actividades están relacionadas con los clientes externos, proveedores y grupos de interés. Tales "mapas" dan la oportunidad de mejorar la coordinación entre los elementos clave de la organización. Asimismo permiten distinguir entre procesos clave, estratégicos y de soporte, constituyendo el primer paso para seleccionar los procesos sobre los que actuar.

Modelado de Procesos: Un modelo es una representación de una realidad compleja. Realizar el modelado de un proceso es sintetizar las relaciones dinámicas que en él existen, probar sus premisas y predecir sus efectos en el cliente. Constituye la base para que el equipo de proceso aborde el rediseño y mejora y establezca indicadores relevantes en los puntos intermedios del proceso y en sus resultados.

Documentación de procesos: Un método estructurado que utiliza un preciso manual para comprender el contexto y los detalles de los procesos clave. Siempre que un proceso vaya a ser rediseñado o mejorado, su documentación es esencial como punto de partida. Lo habitual en

Anexos.

las organizaciones es que los procesos no estén identificados y, por consiguiente, no se documenten ni se delimiten. Los procesos fluyen a través de distintos departamentos y puestos de la organización funcional, que no suele percibirlos en su totalidad y como conjuntos diferenciados y, en muchos casos, interrelacionados.

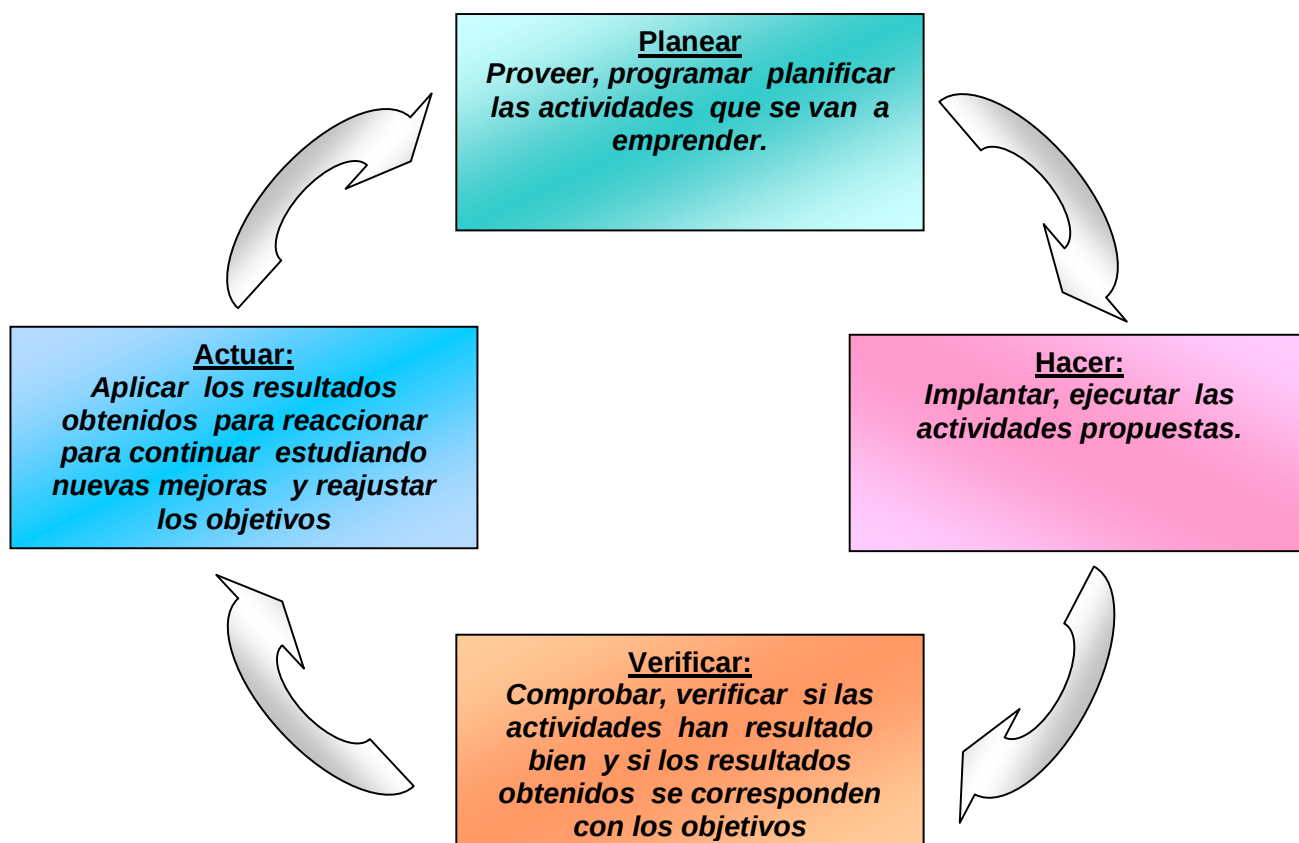
Equipos de proceso. La configuración, entrenamiento y facilitación de equipos de procesos es esencial para la gestión de los procesos y la orientación de éstos hacia el cliente. Los equipos han de ser liderados por el "propietario del proceso", y han de desarrollar los sistemas de revisión y control.

Rediseño y mejora de procesos. El análisis de un proceso puede dar lugar a acciones de rediseño para incrementar la eficacia, reducir costes, mejorar la calidad y acortar los tiempos reduciendo los plazos de producción y entrega del producto o servicio.

Indicadores de gestión. La Gestión por Procesos implicará contar con un cuadro de indicadores referidos a la calidad y a otros parámetros significativos. Este es el modo en que verdaderamente la organización puede conocer, controlar y mejorar su gestión.

Anexos.

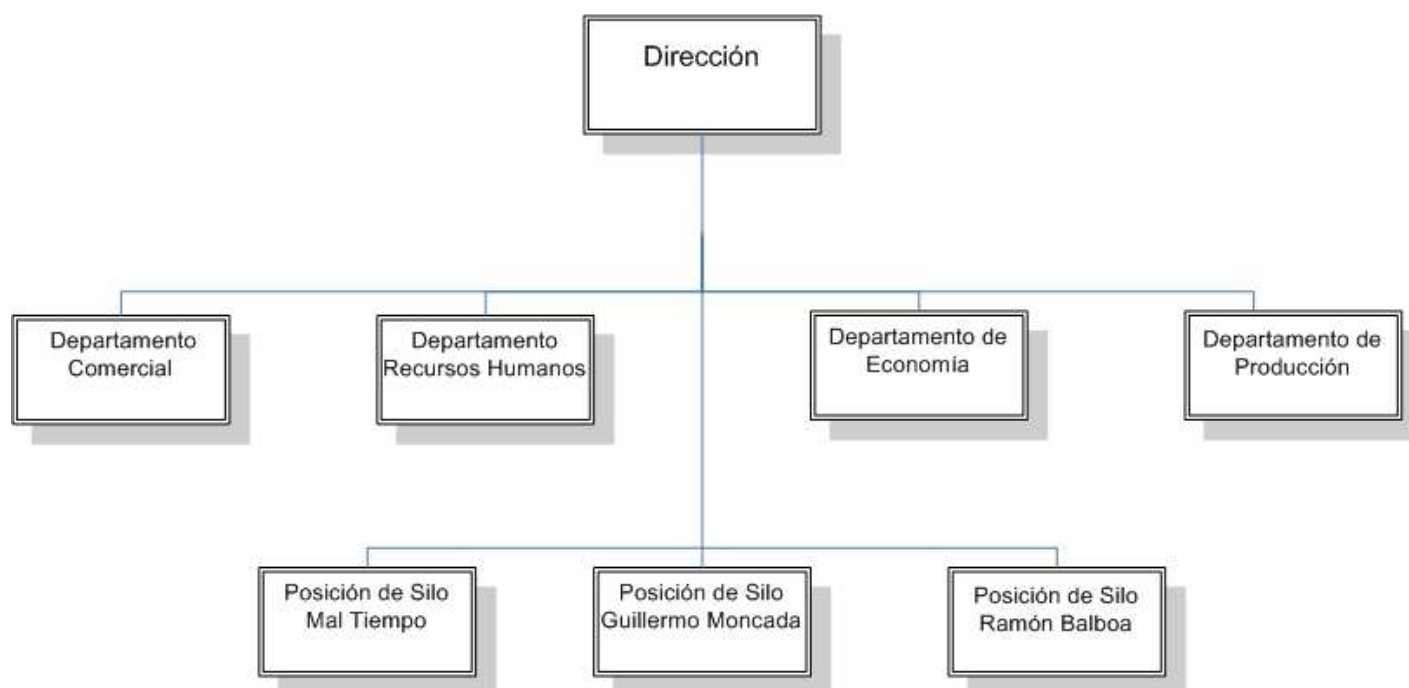
Anexo No 3: Ciclo Gerencial de Deming (Planear, Hacer, Verificar, Actuar). Fuente: Tomada Deming (1982).



Anexos.

Anexo No 4: Estructura Organizativa de la UEB Silos Cienfuegos.

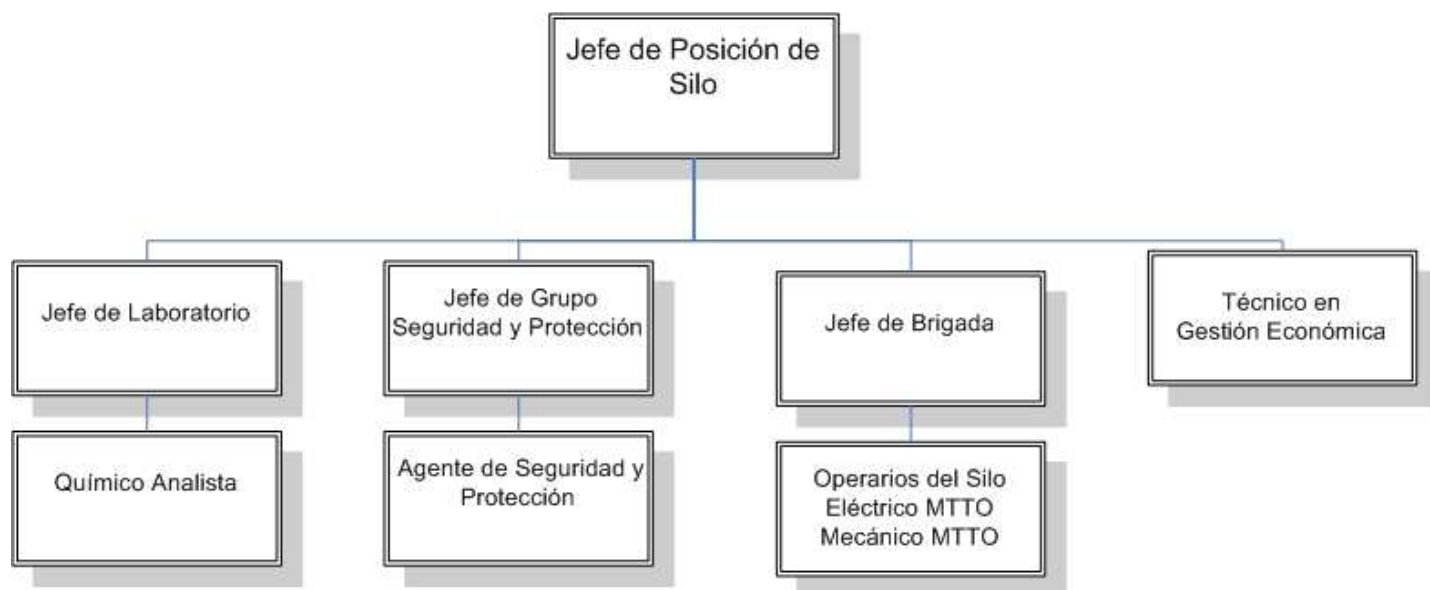
Fuente: Elaboración Propia.



Anexos.

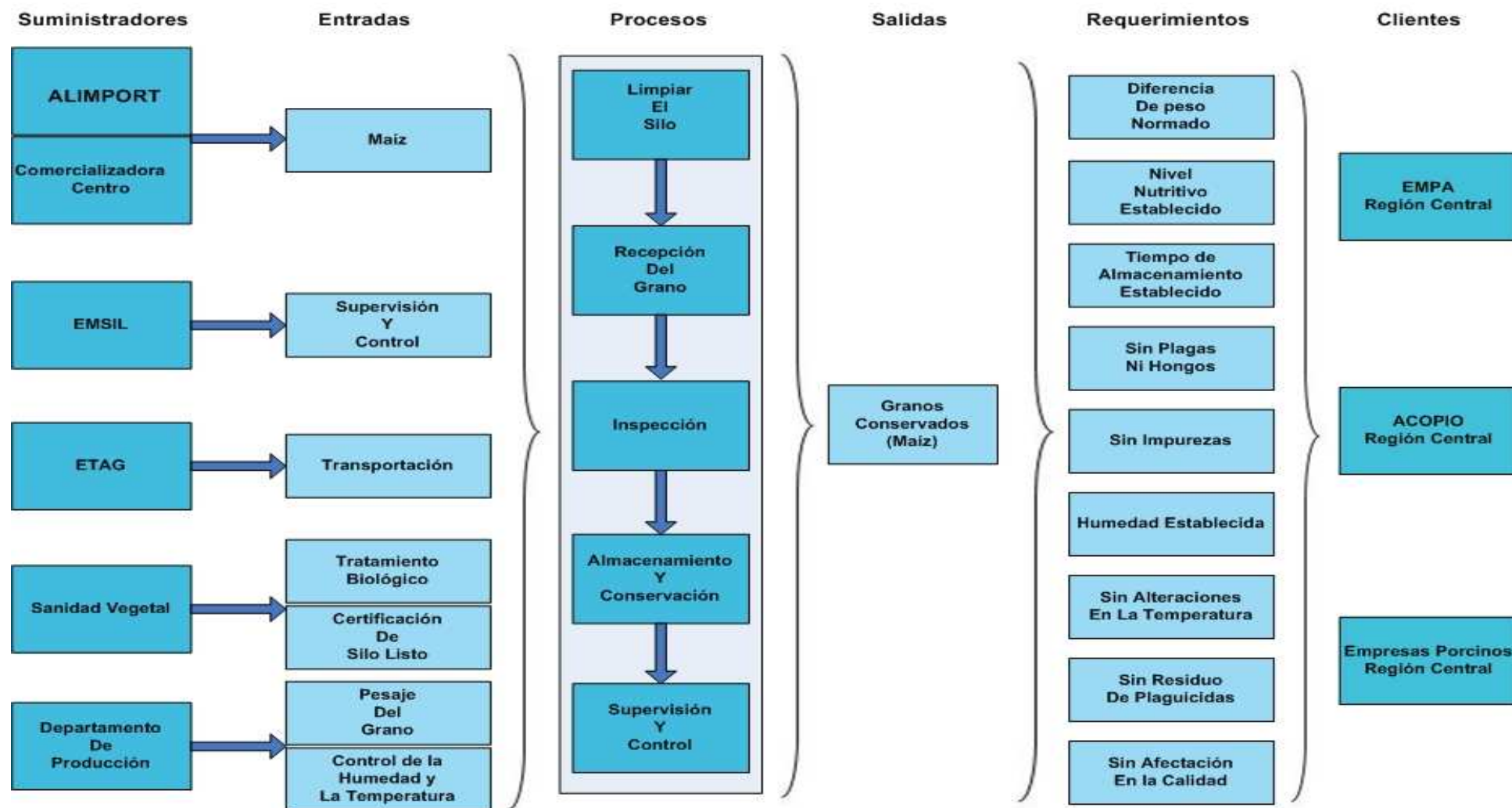
Anexo No 5: Estructura Organizativa de la Posición de Silos

Guillermo Moncada. Fuente: Elaboración Propia.



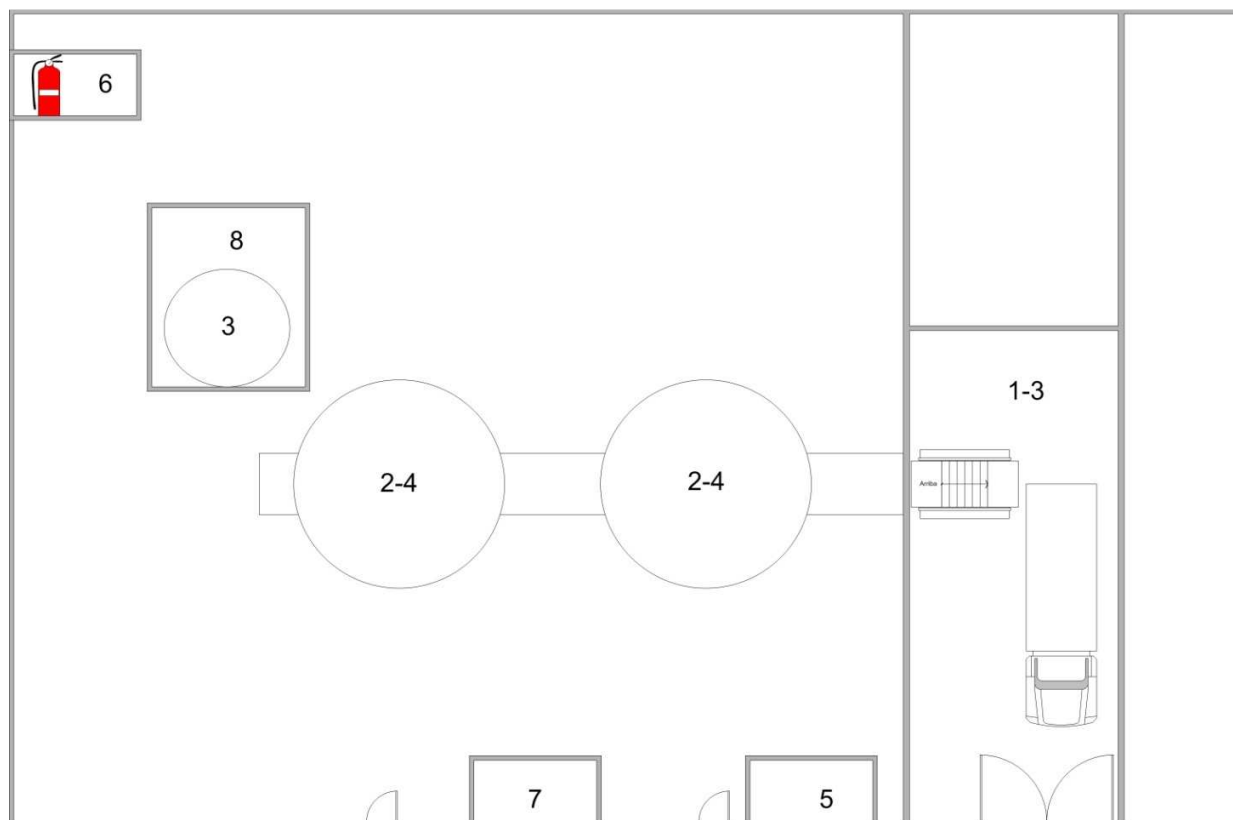
Anexos.

Anexo No 6: Diagrama SIPOC del proceso de Almacenamiento de Granos. Fuente: Elaboración Propia.



Anexos.

Anexo No 7: Distribución en Planta del Almacén de la Posición de Silo Guillermo Moncada. Fuente: Elaboración Propia.



Leyenda

- 1: Área de recepción
- 2: Área de almacenamiento
- 3: Área de despacho
- 4: Área refrigerada
- 5: Cuarto Central de Mando
- 6: Área contra incendio
- 7: Punto general de distribución eléctrica
- 8: Área de ensaque Silo Pulmón y red contra incendio.

Anexo No 8: Lista de chequeo sobre la correcta implantación del Manual de procedimientos para la Posición de Silo Guillermo Moncada. Fuente: Departamento de Producción de la UEB.

N°	Proc.	Aspecto a verificar	Cump.		Observaciones
			Si	No	
Generalidades					
1		Existe el manual actualizado de los procedimientos.	X		
2		Existe evidencia de la capacitación de los procedimientos.	x		
3		Existe evidencia de las evaluaciones realizadas luego de las actividades de capacitación.		X	
4		Existen y se encuentran debidamente actualizados los registros de toda la evidencia documental relacionada con la implantación de los procedimientos.		x	
5	001 Proc. para establecer condiciones y requerimientos en la recepción del grano	El Jefe de de la Posición de Silo cumple con todas sus obligaciones previas para la recepción del grano y no se presentan dificultades del tipo organizativas en este momento en la posición de silo.	X		
6		El pesador cumple con todo lo que se establece en materia de organización y sistema de control del pesaje.	X		
7		Existe comunicación necesaria entre la posición de silo y el puerto a través del representante de la EMSIL para contribuir a la eficiencia económica y operacional de la Posición de Silo (PS).	X		
8		Se evita la recepción de granos infestados.	X		
9		Se llenan los silos según tipo de grano hasta su capacidad útil.	X		
10		Se evitan barreduras por derrames de productos en la recepción.	X		
11		Existe evidencia de la solicitud del carro de frío		X	
12		Luego del llenado del silo no queda grano en las canales.	X		
13		Se desconectan los tubos de descarga de los silos llenos.	X		
14		Existe el informe de eficiencia operacional en la recepción para cada partida de grano que	X		

Anexos.

		se recibe y se logra eficiencia superior al 90 %.			
15	002 Proc. para preservar la integridad del grano almacenado	Existe y se encuentra debidamente actualizado el registro de control de sello	X		
16		Existe y se encuentra debidamente actualizado registro de control de rastras	X		
17		Existe y se encuentra debidamente actualizado registro de control de visitantes	X		
18		Existe y se encuentra debidamente actualizado registro de incidencia		X	
19		Existe y se encuentra debidamente actualizado registro de control de solapines	X		
20		Existe y se encuentra debidamente actualizado registro de firmas autorizadas	X		
21		Existe y se encuentra debidamente actualizado registro de control de pase	X		
22	003 Proc. para la prevención, detección y control de plagas	Se conocen y están implantadas todas las medidas establecidas para la prevención de las plagas (Se identifican en este procedimiento)	X		
23		Existe convenio de trabajo entre Sanidad Vegetal (SV) y la PS	X		
24		Todos los silos llenos en su expediente contienen el certificado operacional legislado por Sanidad según la R 01/2009	X		
25		Existen los planes de medidas a partir de los señalamientos de los organismos que inspeccionan la PS	X		
26		Existe el croquis detallado de la instalación con la ubicación de trampas.	X		
27		Existen tipos de trampas y cantidades según lo convenido con SV, se les da el mantenimiento establecido	X		
28		Se observa cultura de aplicación de lechada de cal (mensual)		X	
29		El plan de contingencia recoge las medidas correctivas ajustadas a cada momento	X		
30		Ante la aparición de infestación en el grano existe evidencia de la evaluación de los daños ocasionados por las plagas	X		
31		El plagamiento se le informa de inmediato a SV para la confirmación y sugerencias del Plan de Contingencia	X		

Anexos.

32	Se realiza acorde a lo establecido por SV la evaluación del nivel infestación	X		
33	Se realiza el informe de causas y consecuencias de aparición de las plagas	X		
34	Se evalúa el Plan de contingencia y en especial la efectividad de los métodos de control de plaga establecidos en el.	X		
35	Existe coordinación con SV para evaluar el grano semanal una vez detectada la infestación	X		
36	Se informa el parte de plagamiento todos los jueves a la UEB	X		
37	Existe el documento del MIP establecido por SV	X		
38	Existe contratación con los centros de producción de los medios biológicos	X		
39	Se homogeniza y cuarteo correctamente la muestra global antes de conformar la muestra de laboratorio.	X		
40	Se revisan las muestras en el acto de conformarlas para evitar, de ser posible la recepción de grano infestado.	X		
41	Se tiene establecido el control de muestras testigos por cada partida de grano que se recibe en el silo, están correctamente cuidadas.	X		
42	Existe un registro con el control de las muestras.	X		
43	Existe en el laboratorio un tanque plástico con tapa para los residuos del cuarteo, pesada y análisis que se puedan por su calidad incorporar al proceso y evitar el incremento de barredura.		X	
44	Todas las muestras del laboratorio tienen su etiqueta.	X		
45	Existe evidencia de los análisis periódicos de las muestras testigos.	X		
46	Se practica entre el jefe de laboratorio y el químico análisis de concordancia entre los resultados de las determinaciones analíticas de una misma muestra de grano	X		
47	Existen los registros de la información primaria rastra a rastra de las determinaciones analíticas realizadas al	X		

Anexos.

		grano en la recepción.			
48		Se realizan las determinaciones según las normas que se establecen en el Manual del Laboratorio para cada tipo de grano.	X		
49		Existe evidencia del dictamen técnico realizado al grano luego de de su recepción.	X		
50		Se muestrea acorde a lo establecido y semanal el grano almacenado durante recirculación, trasiego, por el fondo y en la parte superior del silo	X		
51		Existe evidencia del control de los resultados analíticos y se aprecia un sistema de análisis en las reuniones del grupo de calidad	X		
52		Se realizan dictámenes técnicos durante el almacenamiento, como sistema oportuno para prevenir y poner en alerta a la EMSIL de una situación dada.	X		
53	004 Proc. para el enfriamiento o del grano.	Se realizan según lo establecido en cuanto a tipo y frecuencia las determinaciones analíticas del grano.	X		
54		Existe evidencia de la determinación de residual al grano tratado químicamente en la recepción antes de la comercialización y los resultados están dentro de la norma del registro oficial de plaguicidas	X		
55		Bajo sospecha de infestación se procede con el sistema de muestreo propuesto por SV cumpliendo con todas las medidas de seguridad establecidas par espacios confinados	X		
56		Existe la evidencia de la solicitud del carro de frío de manera oportuna		x	
57		Los carros se instalan en las PS acorde a las exigencias técnicas y favoreciendo el funcionamiento de los mismos	X		
58		Los carros no prolongan el tiempo establecido para el enfriamiento del grano, de excederse existe el informe de causas de la prolongación	X		
59		Se desconectan los carros de frío según las exigencias de la temperatura optima para la conservación de granos en SMR		x	
60		Todos los enfriamiento de los granos se acompañan del acta final de conformidad del	X		

Anexos.

		servicio			
61	005	Existe control diario de las réplicas de temperatura.	X		
62	para el monitoreo de la temperatura y la humedad	Las decisiones del monitoreo de la temperatura se realizan teniendo en cuenta los 6 criterios de temperatura que aparecen en este procedimiento	X		
63		Se realiza un monitoreo de la humedad semanal acorde a lo establecido en el procedimiento	x		
64		Las determinaciones de humedad se realizan según lo establecido en el Manual del Laboratorio de la EMSIL	X		
65	006	Existen los medios necesarios para la inspección del grano referidos en el procedimiento.	X		
66	para la inspección del producto y la Posición de Silo	Existe la evidencia de la autoevaluación mensual del MIP de la PS	X		
67		Existe evidencia del control de las medidas del plan de contingencia si procede	X		
68		Existe la evidencia del control de las medidas preventivas del MIP	X		
69		Existe evidencia del muestreo de trampas	X		
70		Se actualiza diariamente el registro de inspección de los Jefes de Laboratorio.	X		
71		Existe y se actualiza el modelo de inspección de la limpieza		X	
72		De surgir un plagamiento, es detectado por el sistema de inspección establecido en la PS	x		

Anexo No 9: Valores de la variable temperatura desde el 1 de diciembre del 2012 hasta el 28 de febrero del 2013. Fuente: Departamento de calidad de la Posición de Silo Guillermo Moncada.

No	Día	Mes/Año	Valor de la Temperatura °C
1	1	Diciembre 2012	25.4
2	2	Diciembre 2012	25
3	3	Diciembre 2012	23.7
4	4	Diciembre 2012	21.7
5	5	Diciembre 2012	20.3
6	6	Diciembre 2012	19.1
7	7	Diciembre 2012	18.9
8	8	Diciembre 2012	19
9	9	Diciembre 2012	17.7
10	10	Diciembre 2012	18.2
11	11	Diciembre 2012	18.4
12	12	Diciembre 2012	17.9
13	13	Diciembre 2012	17.6
14	14	Diciembre 2012	18.4
15	15	Diciembre 2012	19
16	16	Diciembre 2012	20.1
17	17	Diciembre 2012	19.3
18	18	Diciembre 2012	19.8
19	19	Diciembre 2012	19.8
20	20	Diciembre 2012	20.2
21	21	Diciembre 2012	19.5
22	22	Diciembre 2012	19.8
23	23	Diciembre 2012	19.8
24	24	Diciembre 2012	19.2
25	25	Diciembre 2012	18.5
26	26	Diciembre 2012	19
27	27	Diciembre 2012	19.3
28	28	Diciembre 2012	19.7
29	29	Diciembre 2012	18.9
30	30	Diciembre 2012	19.3
31	31	Diciembre 2012	20.4
32	1	Enero 2013	19.7
33	2	Enero 2013	20.5
34	3	Enero 2013	19.8
35	4	Enero 2013	19.7
36	5	Enero 2013	19.9

Anexos.

37	6	Enero 2013	19.7
38	7	Enero 2013	19.7
39	8	Enero 2013	19.7
40	9	Enero 2013	20.1
41	10	Enero 2013	19.8
42	11	Enero 2013	20
43	12	Enero 2013	20.3
44	13	Enero 2013	20.9
45	14	Enero 2013	21.5
46	15	Enero 2013	21.6
47	16	Enero 2013	22.4
48	17	Enero 2013	22.9
49	18	Enero 2013	23.5
50	19	Enero 2013	24.2
51	20	Enero 2013	23.8
52	21	Enero 2013	23.5
53	22	Enero 2013	23
54	23	Enero 2013	22.9
55	24	Enero 2013	23.7
56	25	Enero 2013	24
57	26	Enero 2013	23.5
58	27	Enero 2013	23
59	28	Enero 2013	22.1
60	29	Enero 2013	21.4
61	30	Enero 2013	22.1
62	31	Enero 2013	22.8
63	1	Febrero 2013	23.9
64	2	Febrero 2013	23.5
65	3	Febrero 2013	22.6
66	4	Febrero 2013	21.7
67	5	Febrero 2013	20.8
68	6	Febrero 2013	19.9
69	7	Febrero 2013	19.1
70	8	Febrero 2013	18.5
71	9	Febrero 2013	17.9
72	10	Febrero 2013	18.4
73	11	Febrero 2013	19.3
74	12	Febrero 2013	18.7
75	13	Febrero 2013	18.2
76	14	Febrero 2013	17.9
77	15	Febrero 2013	18
78	16	Febrero 2013	17.7
79	17	Febrero 2013	16.9
80	18	Febrero 2013	17.1
81	19	Febrero 2013	17.3
82	20	Febrero 2013	18.4

Anexos.

83	21	Febrero 2013	18
84	22	Febrero 2013	17.9
85	23	Febrero 2013	18
86	24	Febrero 2013	17.4
87	25	Febrero 2013	18.1
88	26	Febrero 2013	17.9
89	27	Febrero 2013	18.6
90	28	Febrero 2013	18

Anexo No 10: Valores de la variable Humedad desde el 1 de diciembre del 2012 hasta el 28 de febrero del 2013. Fuente: Departamento de calidad de la Posición de Silo Guillermo Moncada.

No	Semana	Humedad %	Días Almacenados
1	10/12/2012-14/12/2012	12,35	17
2	17/12/2012-22/12/2012	12,15	24
3	24/12/2012-28/12/2012	12,05	31
4	1/01/2013-5/01/2013	11,0	38
5	7/01/2013-11/01/2013	11,3	45
6	14/01/2013-19/01/2012	11,25	51
7	21/01/2013-26/01/2013	10,2	59
8	28/01/2013-2/02/2013	11,4	66
9	4/02/2013-8/02/2013	11,3	74
10	11/02/213-16/02/2013	11,4	81
11	18/02/2013-22/02/2013	11	86
12	25/02/2013-2/03/2013	11,6	94

Anexos.

Anexo No 11: Valores para la prueba de independencia Chi-cuadrado de Pearson. Fuente: Departamento de calidad de la Posición de Silo Guillermo Moncada.

No	Valores de la Temperatura °C	Valores de la Humedad %
1	18.9	12.33
2	17.6	12.17
3	20.2	12.04
4	19.7	11.25
5	19.7	11
6	20	11.22
7	18	11.02
8	18	10.45
9	18.7	10.2
10	18.5	11.4
11	19.3	11.3
12	19.1	11.4
13	17.9	11.06

Anexos.

Anexo No 12: Valores de la variable temperatura tomados desde el 1 de enero del 2012 hasta el 28 de marzo del 2012. Fuente: Departamento de calidad de la Posición de Silo Guillermo Moncada.

No	Día	Mes	Temperatura	Carro de frío conectado Si o No
1	1	enero	25.4	Si
2	2	enero	25	Si
3	3	enero	23.7	Si
4	4	enero	21.7	Si
5	5	enero	20.3	Si
6	6	enero	19.1	Si
7	7	enero	18.9	Si
8	8	enero	19	Si
9	9	enero	17.7	No
10	10	enero	18.2	No
11	11	enero	18.4	No
12	12	enero	17.9	No
13	13	enero	17.6	No
14	14	enero	18.4	No
15	15	enero	19	No
16	16	enero	20.1	No
17	17	enero	19.3	No
18	18	enero	19.8	No
19	19	enero	19.8	No
20	20	enero	20.2	No
21	21	enero	19.5	No
22	22	enero	19.8	No
23	23	enero	19.8	No
24	24	enero	19.2	No
25	25	enero	18.5	No
26	26	enero	19	No
27	27	enero	19.3	No
28	28	enero	19.7	No
29	29	enero	18.9	No
30	30	enero	19.3	No
31	31	enero	20.4	No
32	1	febrero	19.7	No
33	2	febrero	20.5	No
34	3	febrero	19.8	No
35	4	febrero	19.7	No
36	5	febrero	19.9	No
37	6	febrero	19.7	No
38	7	febrero	19.7	No

Anexos.

39	8	febrero	19.7	No
40	9	febrero	20.1	No
41	10	febrero	19.8	No
42	11	febrero	20	No
43	12	febrero	20.3	No
44	13	febrero	20.9	Si
45	14	febrero	20.1	Si
46	15	febrero	19.6	Si
47	16	febrero	19.1	Si
48	17	febrero	18.5	Si
49	18	febrero	18	Si
50	19	febrero	17.5	Si
51	20	febrero	17	Si
52	21	febrero	16.8	No
53	22	febrero	17.1	No
54	23	febrero	17.3	No
55	24	febrero	18.4	No
56	25	febrero	18	No
57	26	febrero	17.9	No
58	27	febrero	18	No
59	28	febrero	17.4	No
60	29	febrero	18.1	No
61	1	marzo	18.8	No
62	2	marzo	18.5	No
63	3	marzo	18.7	No
64	4	marzo	18.9	No
65	5	marzo	18.9	No
66	6	marzo	19.3	No
67	7	marzo	19.7	No
68	8	marzo	19.9	No
69	9	marzo	19.1	No
70	10	marzo	18.5	No
71	11	marzo	17.9	No
72	12	marzo	18.4	No
73	13	marzo	19.3	No
74	14	marzo	18.7	No
75	15	marzo	18.2	No
76	16	marzo	18.9	No
77	17	marzo	19.3	No
78	18	marzo	19.7	No
79	19	marzo	19.5	No
80	20	marzo	19.9	No
81	21	marzo	20.3	Si
82	22	marzo	20.1	Si
83	23	marzo	19.6	Si
84	24	marzo	19.1	Si

Anexos.

85	25	marzo	18.2	Si
86	26	marzo	18	Si
87	27	marzo	18.1	Si
88	28	marzo	17.9	Si

Anexos.

Anexo No 13: Tabla del cálculo de la Predicción de la Temperatura.

Fuente: Elaboración Propia.

No	Día	Mes	Valores reales de la Temperatura	Valores de "X"	Ecuación de la Recta	Predicción de la Temperatura	Conectado Carro de Frío Si o No
1	1	enero	25.4	1	$-1.0774 \cdot X + 26.486$	25.4	Si
2	2	enero	25	2	$-1.0774 \cdot X + 26.486$	24.3	Si
3	3	enero	23.7	3	$-1.0774 \cdot X + 26.486$	23.3	Si
4	4	enero	21.7	4	$-1.0774 \cdot X + 26.486$	22.2	Si
5	5	enero	20.3	5	$-1.0774 \cdot X + 26.486$	21.1	Si
6	6	enero	19.1	6	$-1.0774 \cdot X + 26.486$	20.0	Si
7	7	enero	18.9	7	$-1.0774 \cdot X + 26.486$	18.9	Si
8	8	enero	19	8	$-1.0774 \cdot X + 26.486$	17.9	Si
9	9	enero	17.7	1	$0.0715 \cdot X + 19$	19.0715	No
10	10	enero	18.2	2	$0.0715 \cdot X + 19$	19.143	No
11	11	enero	18.4	3	$0.0715 \cdot X + 19$	19.2145	No
12	12	enero	17.9	4	$0.0715 \cdot X + 19$	19.286	No
13	13	enero	17.6	5	$0.0715 \cdot X + 19$	19.3575	No
14	14	enero	18.4	6	$0.0715 \cdot X + 19$	19.429	No
15	15	enero	19	7	$0.0715 \cdot X + 19$	19.5005	No
16	16	enero	20.1	8	$0.0715 \cdot X + 19$	19.572	No
17	17	enero	19.3	9	$0.0715 \cdot X + 19$	19.6435	No
18	18	enero	19.8	10	$0.0715 \cdot X + 19$	19.715	No
19	19	enero	19.8	11	$0.0715 \cdot X + 19$	19.7865	No
20	20	enero	20.2	12	$0.0715 \cdot X + 19$	19.858	No
21	21	enero	19.5	13	$0.0715 \cdot X + 19$	19.9295	No
22	22	enero	19.8	14	$0.0715 \cdot X + 19$	20.001	No
23	23	enero	19.8	15	$0.0715 \cdot X + 19$	20.0725	No
24	24	enero	19.2	16	$0.0715 \cdot X + 19$	20.144	No
25	25	enero	18.5	17	$0.0715 \cdot X + 19$	20.2155	No
26	26	enero	19	18	$0.0715 \cdot X + 19$	20.287	No
27	27	enero	19.3	19	$0.0715 \cdot X + 19$	20.3585	No
28	28	enero	19.7	20	$0.0715 \cdot X + 19$	20.43	No
29	29	enero	18.9	21	$0.0715 \cdot X + 19$	20.5015	No
30	30	enero	19.3	22	$0.0715 \cdot X + 19$	20.573	No
31	31	enero	20.4	23	$0.0715 \cdot X + 19$	20.6445	No
32	1	febrero	19.7	24	$0.0715 \cdot X + 19$	20.716	No
33	2	febrero	20.5	25	$0.0715 \cdot X + 19$	20.7875	No
34	3	febrero	19.8	26	$0.0715 \cdot X + 19$	20.859	No
35	4	febrero	19.7	27	$0.0715 \cdot X + 19$	20.9305	No
36	5	febrero	19.9	28	$0.0715 \cdot X + 19$	21.002	No
37	6	febrero	19.7	29	$0.0715 \cdot X + 19$	21.0735	No
38	7	febrero	19.7	30	$0.0715 \cdot X + 19$	21.145	No
39	8	febrero	19.7	31	$0.0715 \cdot X + 19$	21.2165	No
40	9	febrero	20.1	32	$0.0715 \cdot X + 19$	21.288	No
41	10	febrero	19.8	33	$0.0715 \cdot X + 19$	21.3595	No

Anexos.

42	11	febrero	20	34	$0.0715 \cdot X + 19$	21.431	No
43	12	febrero	20.3	35	$0.0715 \cdot X + 19$	21.5025	No
44	13	febrero	20.9	1	$-0.3869 \cdot X + 20.3$	19.9131	Si
45	14	febrero	20.1	2	$-0.3869 \cdot X + 20.3$	19.5262	Si
46	15	febrero	19.6	3	$-0.3869 \cdot X + 20.3$	19.1393	Si
47	16	febrero	19.1	4	$-0.3869 \cdot X + 20.3$	18.7524	Si
48	17	febrero	18.5	5	$-0.3869 \cdot X + 20.3$	18.3655	Si
49	18	febrero	18	6	$-0.3869 \cdot X + 20.3$	17.9786	Si
50	19	febrero	17.5	7	$-0.3869 \cdot X + 20.3$	17.5917	Si
51	20	febrero	17	8	$-0.3869 \cdot X + 20.3$	17.2048	Si
52	21	febrero	16.8	1	$0.0715 \cdot X + 17$	17.0715	No
53	22	febrero	17.1	2	$0.0715 \cdot X + 17$	17.143	No
54	23	febrero	17.3	3	$0.0715 \cdot X + 17$	17.2145	No
55	24	febrero	18.4	4	$0.0715 \cdot X + 17$	17.286	No
56	25	febrero	18	5	$0.0715 \cdot X + 17$	17.3575	No
57	26	febrero	17.9	6	$0.0715 \cdot X + 17$	17.429	No
58	27	febrero	18	7	$0.0715 \cdot X + 17$	17.5005	No
59	28	febrero	17.4	8	$0.0715 \cdot X + 17$	17.572	No
60	29	febrero	18.1	9	$0.0715 \cdot X + 17$	17.6435	No
61	1	marzo	18.8	10	$0.0715 \cdot X + 17$	17.715	No
62	2	marzo	18.5	11	$0.0715 \cdot X + 17$	17.7865	No
63	3	marzo	18.7	12	$0.0715 \cdot X + 17$	17.858	No
64	4	marzo	18.9	13	$0.0715 \cdot X + 17$	17.9295	No
65	5	marzo	18.9	14	$0.0715 \cdot X + 17$	18.001	No
66	6	marzo	19.3	15	$0.0715 \cdot X + 17$	18.0725	No
67	7	marzo	19.7	16	$0.0715 \cdot X + 17$	18.144	No
68	8	marzo	19.9	17	$0.0715 \cdot X + 17$	18.2155	No
69	9	marzo	19.1	18	$0.0715 \cdot X + 17$	18.287	No
70	10	marzo	18.5	19	$0.0715 \cdot X + 17$	18.3585	No
71	11	marzo	17.9	20	$0.0715 \cdot X + 17$	18.43	No
72	12	marzo	18.4	21	$0.0715 \cdot X + 17$	18.5015	No
73	13	marzo	19.3	22	$0.0715 \cdot X + 17$	18.573	No
74	14	marzo	18.7	23	$0.0715 \cdot X + 17$	18.6445	No
75	15	marzo	18.2	24	$0.0715 \cdot X + 17$	18.716	No
76	16	marzo	18.9	25	$0.0715 \cdot X + 17$	18.7875	No
77	17	marzo	19.3	26	$0.0715 \cdot X + 17$	18.859	No
78	18	marzo	19.7	27	$0.0715 \cdot X + 17$	18.9305	No
79	19	marzo	19.5	28	$0.0715 \cdot X + 17$	19.002	No
80	20	marzo	19.9	29	$0.0715 \cdot X + 17$	19.0735	No
81	21	marzo	20.3	1	$-0.3869 \cdot X + 19.9$	19.5131	Si
82	22	marzo	20.1	2	$-0.3869 \cdot X + 19.9$	19.1262	Si
83	23	marzo	19.6	3	$-0.3869 \cdot X + 19.9$	18.7393	Si
84	24	marzo	19.1	4	$-0.3869 \cdot X + 19.9$	18.3524	Si
85	25	marzo	18.2	5	$-0.3869 \cdot X + 19.9$	17.9655	Si
86	26	marzo	18	6	$-0.3869 \cdot X + 19.9$	17.5786	Si
87	27	marzo	18.1	7	$-0.3869 \cdot X + 19.9$	17.1917	Si

Anexos.

88	28	marzo	17.9	8	$-0.3869 \cdot X + 19.9$	16.8048	Si
----	----	-------	------	---	--------------------------	---------	----

Anexos.

Anexo No 14: Cálculo de los supuestos de los errores en la predicción.

Fuente: Elaboración Propia.

No	Día	Mes	Valores reales de la Temperatura	Valores de la Predicción	Error en la Predicción	MAD	Señal de Rastreo
1	1	enero	25.4	25.4	-0.0086	0.0086	-1
2	2	enero	25	24.3	0.6688	0.3387	1.9492176
3	3	enero	23.7	23.3	0.4462	0.37453333	2.95407618
4	4	enero	21.7	22.2	-0.4764	0.4	1.575
5	5	enero	20.3	21.1	-0.7990	0.4798	-0.3522301
6	6	enero	19.1	20.0	-0.9216	0.55343333	-1.97060772
7	7	enero	18.9	18.9	-0.0442	0.48068571	-2.3607941
8	8	enero	19	17.9	1.1332	0.56225	-0.00284571
9	9	enero	17.7	19.0715	-1.3715	0.65216667	-2.10544339
10	10	enero	18.2	19.143	-0.9430	0.68125	-3.39977982
11	11	enero	18.4	19.2145	-0.8145	0.69336364	-4.51509112
12	12	enero	17.9	19.286	-1.3860	0.75108333	-6.01344724
13	13	enero	17.6	19.3575	-1.7575	0.8285	-7.57284249
14	14	enero	18.4	19.429	-1.0290	0.84282143	-8.66506208
15	15	enero	19	19.5005	-0.5005	0.82	-9.51658537
16	16	enero	20.1	19.572	0.5280	0.80175	-9.0746492
17	17	enero	19.3	19.6435	-0.3435	0.77479412	-9.83370914
18	18	enero	19.8	19.715	0.0850	0.73647222	-10.2299853
19	19	enero	19.8	19.7865	0.0135	0.69842105	-10.768003
20	20	enero	20.2	19.858	0.3420	0.6806	-10.5474581
21	21	enero	19.5	19.9295	-0.4295	0.66864286	-11.3784211
22	22	enero	19.8	20.001	-0.2010	0.64738636	-12.0625031
23	23	enero	19.8	20.0725	-0.2725	0.63108696	-12.8058422
24	24	enero	19.2	20.144	-0.9440	0.644125	-14.0121871
25	25	enero	18.5	20.2155	-1.7155	0.68698	-15.6352441
26	26	enero	19	20.287	-1.2870	0.71005769	-16.9396095
27	27	enero	19.3	20.3585	-1.0585	0.72296296	-18.1013422
28	28	enero	19.7	20.43	-0.7300	0.72321429	-19.1044346
29	29	enero	18.9	20.5015	-1.6015	0.7535	-20.4619774
30	30	enero	19.3	20.573	-1.2730	0.77081667	-21.6537871
31	31	enero	20.4	20.6445	-0.2445	0.75383871	-22.4658137
32	1	febrero	19.7	20.716	-1.0160	0.76203125	-23.5575641
33	2	febrero	20.5	20.7875	-0.2875	0.74765152	-24.395189
34	3	febrero	19.8	20.859	-1.0590	0.75680882	-25.4993063
35	4	febrero	19.7	20.9305	-1.2305	0.77034286	-26.6486537
36	5	febrero	19.9	21.002	-1.1020	0.77955556	-27.7473489
37	6	febrero	19.7	21.0735	-1.3735	0.79560811	-28.9138582
38	7	febrero	19.7	21.145	-1.4450	0.81269737	-30.0838922
39	8	febrero	19.7	21.2165	-1.5165	0.83074359	-31.2558536
40	9	febrero	20.1	21.288	-1.1880	0.839675	-32.3382261
41	10	febrero	19.8	21.3595	-1.5595	0.85723171	-33.4951446
42	11	febrero	20	21.431	-1.4310	0.87089286	-34.6128686
43	12	febrero	20.3	21.5025	-1.2025	0.87860465	-35.6777078
44	13	febrero	20.9	19.9131	0.9869	0.88106591	-34.4579216
45	14	febrero	20.1	19.5262	0.5738	0.87423778	-34.0707079
46	15	febrero	19.6	19.1393	0.4607	0.86524783	-33.892255

Anexos.

47	16	febrero	19.1	18.7524	0.3476	0.85423404	-33.9223194
48	17	febrero	18.5	18.3655	0.1345	0.83923958	-34.3681358
49	18	febrero	18	17.9786	0.0214	0.82254898	-35.039494
50	19	febrero	17.5	17.5917	-0.0917	0.807932	-35.7869227
51	20	febrero	17	17.2048	-0.2048	0.79610588	-36.575788
52	21	febrero	16.8	17.0715	-0.2715	0.78601731	-37.3906525
53	22	febrero	17.1	17.143	-0.0430	0.77199811	-38.1253522
54	23	febrero	17.3	17.2145	0.0855	0.75928519	-38.65109
55	24	febrero	18.4	17.286	1.1140	0.76573455	-36.8707409
56	25	febrero	18	17.3575	0.6425	0.76353393	-36.1355258
57	26	febrero	17.9	17.429	0.4710	0.75840175	-35.7590154
58	27	febrero	18	17.5005	0.4995	0.75393793	-35.3082116
59	28	febrero	17.4	17.572	-0.1720	0.74407458	-36.0074122
60	29	febrero	18.1	17.6435	0.4565	0.73928167	-35.6233641
61	1	marzo	18.8	17.715	1.0850	0.74494918	-33.8958692
62	2	marzo	18.5	17.7865	0.7135	0.74444194	-32.960529
63	3	marzo	18.7	17.858	0.8420	0.74599048	-31.7634082
64	4	marzo	18.9	17.9295	0.9705	0.74949844	-30.3198764
65	5	marzo	18.9	18.001	0.8990	0.75179846	-29.0313177
66	6	marzo	19.3	18.0725	1.2275	0.75900606	-27.1383867
67	7	marzo	19.7	18.144	1.5560	0.77090149	-24.7012104
68	8	marzo	19.9	18.2155	1.6845	0.78433676	-22.1304174
69	9	marzo	19.1	18.287	0.8130	0.78475217	-21.0827068
70	10	marzo	18.5	18.3585	0.1415	0.77556286	-21.1500588
71	11	marzo	17.9	18.43	-0.5300	0.77210423	-21.931236
72	12	marzo	18.4	18.5015	-0.1015	0.76279028	-22.3320885
73	13	marzo	19.3	18.573	0.7270	0.7623	-21.3927588
74	14	marzo	18.7	18.6445	0.0555	0.75274865	-21.5904738
75	15	marzo	18.2	18.716	-0.5160	0.749592	-22.3697692
76	16	marzo	18.9	18.7875	0.1125	0.74120921	-22.4709836
77	17	marzo	19.3	18.859	0.4410	0.73731039	-21.9916879
78	18	marzo	19.7	18.9305	0.7695	0.73772308	-20.9363113
79	19	marzo	19.5	19.002	0.4980	0.73468861	-20.3449459
80	20	marzo	19.9	19.0735	0.8265	0.73583625	-19.1900032
81	21	marzo	20.3	19.5131	0.7869	0.73646667	-18.1050964
82	22	marzo	20.1	19.1262	0.9738	0.73936098	-16.7171387
83	23	marzo	19.6	18.7393	0.8607	0.74082289	-15.5223335
84	24	marzo	19.1	18.3524	0.7476	0.74090357	-14.511605
85	25	marzo	18.2	17.9655	0.2345	0.73494588	-14.3101693
86	26	marzo	18	17.5786	0.4214	0.7313	-13.8052783
87	27	marzo	18.1	17.1917	0.9083	0.73333448	-12.5283895
88	28	marzo	17.9	16.8048	1.0952	0.73744659	-10.9734049

Anexos.

Anexo No 15: Planificación de los carros de frío para mantener la temperatura del maíz según lo establecido. Fuente: Elaboración Propia.

No	Día	Mes	Valores de "X"	Ecuación de la Recta	Planificación del comportamiento de la Temperatura	Planificación de los Carros de Frío
1	1	enero	1	$-1.0774 \cdot X + 26.486$	25.409	Se conecta Carro de Frío
2	2	enero	2	$-1.0774 \cdot X + 26.486$	24.331	
3	3	enero	3	$-1.0774 \cdot X + 26.486$	23.254	
4	4	enero	4	$-1.0774 \cdot X + 26.486$	22.176	
5	5	enero	5	$-1.0774 \cdot X + 26.486$	21.099	
6	6	enero	6	$-1.0774 \cdot X + 26.486$	20.022	
7	7	enero	7	$-1.0774 \cdot X + 26.486$	18.944	
8	8	enero	8	$-1.0774 \cdot X + 26.486$	17.867	
9	9	enero	9	$-1.0774 \cdot X + 26.486$	16.789	
10	10	enero	10	$-1.0774 \cdot X + 26.486$	15.712	Se desconecta Carro de Frío
11	11	enero	1	$0.0715 \cdot X + 15.712$	15.784	
12	12	enero	2	$0.0715 \cdot X + 15.712$	15.855	
13	13	enero	3	$0.0715 \cdot X + 15.712$	15.927	
14	14	enero	4	$0.0715 \cdot X + 15.712$	15.998	
15	15	enero	5	$0.0715 \cdot X + 15.712$	16.070	
16	16	enero	6	$0.0715 \cdot X + 15.712$	16.141	
17	17	enero	7	$0.0715 \cdot X + 15.712$	16.213	
18	18	enero	8	$0.0715 \cdot X + 15.712$	16.284	
19	19	enero	9	$0.0715 \cdot X + 15.712$	16.356	
20	20	enero	10	$0.0715 \cdot X + 15.712$	16.427	
21	21	enero	11	$0.0715 \cdot X + 15.712$	16.499	
22	22	enero	12	$0.0715 \cdot X + 15.712$	16.570	
23	23	enero	13	$0.0715 \cdot X + 15.712$	16.642	
24	24	enero	14	$0.0715 \cdot X + 15.712$	16.713	
25	25	enero	15	$0.0715 \cdot X + 15.712$	16.785	
26	26	enero	16	$0.0715 \cdot X + 15.712$	16.856	
27	27	enero	17	$0.0715 \cdot X + 15.712$	16.928	
28	28	enero	18	$0.0715 \cdot X + 15.712$	16.999	
29	29	enero	19	$0.0715 \cdot X + 15.712$	17.071	
30	30	enero	20	$0.0715 \cdot X + 15.712$	17.142	
31	31	enero	21	$0.0715 \cdot X + 15.712$	17.214	
32	1	febrero	22	$0.0715 \cdot X + 15.712$	17.285	
33	2	febrero	23	$0.0715 \cdot X + 15.712$	17.357	
34	3	febrero	24	$0.0715 \cdot X + 15.712$	17.428	
35	4	febrero	25	$0.0715 \cdot X + 15.712$	17.500	
36	5	febrero	26	$0.0715 \cdot X + 15.712$	17.571	
37	6	febrero	27	$0.0715 \cdot X + 15.712$	17.643	
38	7	febrero	28	$0.0715 \cdot X + 15.712$	17.714	
39	8	febrero	29	$0.0715 \cdot X + 15.712$	17.786	
40	9	febrero	30	$0.0715 \cdot X + 15.712$	17.857	
41	10	febrero	31	$0.0715 \cdot X + 15.712$	17.929	
42	11	febrero	32	$0.0715 \cdot X + 15.712$	18.000	
43	12	febrero	33	$0.0715 \cdot X + 15.712$	18.072	

Anexos.

44	13	febrero	34	$0.0715 \cdot X + 15.712$	18.143	
45	14	febrero	35	$0.0715 \cdot X + 15.712$	18.215	
46	15	febrero	36	$0.0715 \cdot X + 15.712$	18.286	
47	16	febrero	37	$0.0715 \cdot X + 15.712$	18.358	
48	17	febrero	38	$0.0715 \cdot X + 15.712$	18.429	
49	18	febrero	39	$0.0715 \cdot X + 15.712$	18.501	
50	19	febrero	40	$0.0715 \cdot X + 15.712$	18.572	
51	20	febrero	41	$0.0715 \cdot X + 15.712$	18.644	
52	21	febrero	42	$0.0715 \cdot X + 15.712$	18.715	
53	22	febrero	43	$0.0715 \cdot X + 15.712$	18.787	
54	23	febrero	44	$0.0715 \cdot X + 15.712$	18.858	
55	24	febrero	45	$0.0715 \cdot X + 15.712$	18.930	
56	25	febrero	46	$0.0715 \cdot X + 15.712$	19.001	
57	26	febrero	47	$0.0715 \cdot X + 15.712$	19.073	
58	27	febrero	48	$0.0715 \cdot X + 15.712$	19.144	
59	28	febrero	49	$0.0715 \cdot X + 15.712$	19.216	
60	29	febrero	50	$0.0715 \cdot X + 15.712$	19.287	
61	1	marzo	51	$0.0715 \cdot X + 15.712$	19.359	
62	2	marzo	52	$0.0715 \cdot X + 15.712$	19.430	
63	3	marzo	53	$0.0715 \cdot X + 15.712$	19.502	
64	4	marzo	54	$0.0715 \cdot X + 15.712$	19.573	
65	5	marzo	55	$0.0715 \cdot X + 15.712$	19.645	Ordena Carro de Frío
66	6	marzo	56	$0.0715 \cdot X + 15.712$	19.716	
67	7	marzo	57	$0.0715 \cdot X + 15.712$	19.788	
68	8	marzo	58	$0.0715 \cdot X + 15.712$	19.859	
69	9	marzo	59	$0.0715 \cdot X + 15.712$	19.931	
70	10	marzo	1	$-0.3869 \cdot X + 19.931$	19.544	Se conecta Carro de Frío
71	11	marzo	2	$-0.3869 \cdot X + 19.931$	19.157	
72	12	marzo	3	$-0.3869 \cdot X + 19.931$	18.770	
73	13	marzo	4	$-0.3869 \cdot X + 19.931$	18.383	
74	14	marzo	5	$-0.3869 \cdot X + 19.931$	17.996	
75	15	marzo	6	$-0.3869 \cdot X + 19.931$	17.609	
76	16	marzo	7	$-0.3869 \cdot X + 19.931$	17.222	
77	17	marzo	8	$-0.3869 \cdot X + 19.931$	16.835	
78	18	marzo	9	$-0.3869 \cdot X + 19.931$	16.448	
79	19	marzo	10	$-0.3869 \cdot X + 19.931$	16.062	
80	20	marzo	11	$-0.3869 \cdot X + 19.931$	15.675	Se desconecta Carro de Frío
81	21	marzo	1	$0.0715 \cdot X + 15.675$	15.7461	
82	22	marzo	2	$0.0715 \cdot X + 15.675$	15.8176	
83	23	marzo	3	$0.0715 \cdot X + 15.675$	15.8891	
84	24	marzo	4	$0.0715 \cdot X + 15.675$	15.9606	
85	25	marzo	5	$0.0715 \cdot X + 15.675$	16.0321	
86	26	marzo	6	$0.0715 \cdot X + 15.675$	16.1036	
87	27	marzo	7	$0.0715 \cdot X + 15.675$	16.1751	
88	28	marzo	8	$0.0715 \cdot X + 15.675$	16.2466	