



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

**MEJORA EN EL MANEJO DE INVENTARIOS Y AMPLIACIÓN DE BODEGA
DE PRODUCTO TERMINADO EN ISOPAN S.A.**

Carlos Otoniel González Batres

Asesorado por el Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel

Guatemala, octubre de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MEJORA EN EL MANEJO DE INVENTARIOS Y AMPLIACIÓN DE BODEGA
DE PRODUCTO TERMINADO EN ISOPAN S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

CARLOS OTONIEL GONZÁLEZ BATRES

ASESORADO POR: EL ING. JAIME HUMBERTO BATTEN ESQUIVEL

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molino Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

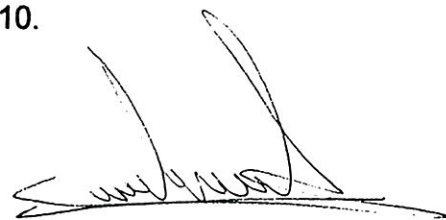
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Oscar Mauricio Herrera
EXAMINADORA	Inga. Maria Guísela Gaitán Garavito
EXAMINADOR	Ing. Erwin Danilo González Trejo
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

MEJORA EN EL MANEJO DE INVENTARIOS Y AMPLIACIÓN DE BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO EN ISOPAN S.A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 12 de julio de 2010.



Carlos Otoniel González Batres



Guatemala, 23 de mayo de 2011.
REF.EPS.DOC.657.05.11.

Ingeniera
Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Inga. Sarmiento Zeceña.


Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Carlos Otoniel González Batres**, Carné No. **200011160** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"MEJORA EN EL MANEJO DE INVENTARIOS Y AMPLIACIÓN DE BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO EN ISOPAN S.A."**.

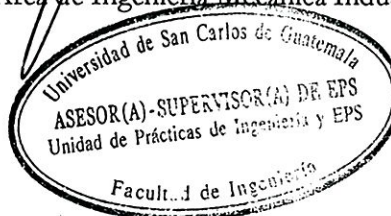
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



JHBE/ra



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

Respetable Ingeniero Urquizú.

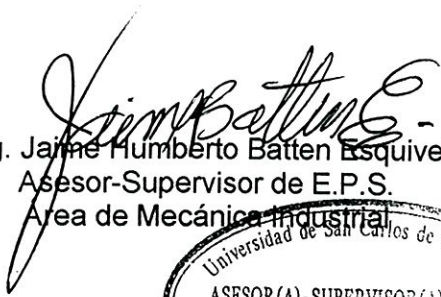
Por medio de la presente, envío a usted el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), modalidad de **tres (03)** meses de duración titulado: **"MEJORA EN EL MANEJO DE INVENTARIOS Y AMPLIACIÓN DE BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO EN ISOPAN, S.A."**. Este trabajo lo desarrolló el estudiante universitario **CARLOS OTONIEL GONZÁLEZ BATRES**, camé 2000-11160, de la carrera de Ingeniería Mecánica Industrial.

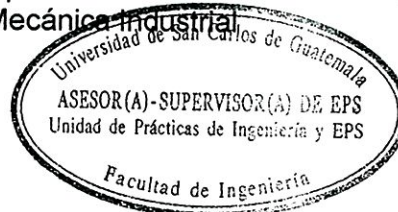
En dicha modalidad de EPS, el estudiante ya ha realizado y aprobado su examen general privado, por lo que ya no se realiza evaluación final de EPS, sino que únicamente se revisa el documento final (trabajo de graduación), por el Director de Escuela.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

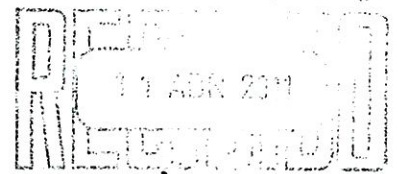
Muy Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
Asesor-Supervisor de E.P.S.
Área de Mecánica Industrial



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESC. MECÁNICA INDUSTRIAL



Firma:  _____

JHBE/jhbe
c.c.: Archivo
Adjunto informe final



Guatemala, 23 de mayo de 2011.
REF.EPS.D.402.05.11

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente


Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"MEJORA EN EL MANEJO DE INVENTARIOS Y AMPLIACIÓN DE BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO EN ISOPAN S.A."** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Carlos Otoniel González Batres** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor-Supervisor de EPS, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Heana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS

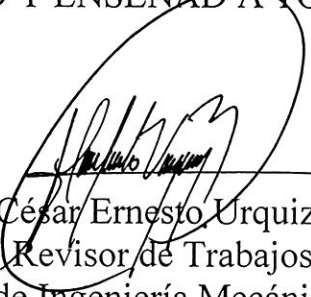
NISZ/ra





Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **MEJORA EN EL MANEJO DE INVENTARIOS Y AMPLIACIÓN DE BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO EN ISOPAN S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Otoniel González Batres**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAR A TODOS


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, mayo de 2011.

/mgp



REF.DIR.EMI.154.011

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **MEJORA EN EL MANEJO DE INVENTARIOS Y AMPLIACIÓN DE BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO EN ISOPAN S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Otoniel González Batres**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑADA TODOS”


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



Guatemala, octubre de 2011.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de *conocer* la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **MEJORA EN EL MANEJO DE INVENTARIOS Y AMPLIACIÓN DE BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO EN ISOPAN, S.A.**, presentado por el estudiante universitario: **Carlos Otoniel González Batres**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO

A large, stylized handwritten signature in black ink, positioned over the printed name of the Dean.



Guatemala, octubre de 2011

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Porque sin Él nada existe.
Mis padres	Porque gracias a su esfuerzo estoy aquí.
Mi hermana	Por ser parte de mi vida y apoyo incondicional.
Mis abuelos	Por su enseñanza de vida.
Mi asesor	Por su confianza e impulso a este objetivo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. ANTECEDENTES GENERALES DE ISOPAN S.A	1
1.1. Identificación de la empresa	1
1.2. Reseña histórica	2
1.3. Visión	2
1.4. Misión	2
1.5. Estructura Organizacional	3
1.6. Ubicación	4
2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL (PASOS PARA IMPLEMENTAR EL SISTEMA DE INVENTARIOS)	5
2.1. Comportamiento de la producción	5
2.2. Capacidad de almacenaje	7
2.3. Distribución dentro de la bodega	11
2.4. Condiciones de la bodega de producto terminado	13
2.4.1. Condiciones de las paredes y techo	13
2.4.2. Condiciones del piso	13
2.4.3. Iluminación	13
2.5. Rangos de temperaturas	15
2.6. Condiciones del equipo utilizado para el almacenaje	16

2.6.1.	Motores utilizados para la generación de frío	16
2.6.2.	Condiciones del sistema de tuberías	17
2.6.3.	Gases utilizados dentro del sistema de congelación	18
2.6.4.	Eficiencia del sistema	18
2.6.5.	Programa de mantenimiento actual	19
2.6.6.	Personal utilizado para el manejo de bodega	20
	2.6.6.1. Personal de empaque	21
	2.6.6.2. Personal de despacho	22
2.7.	Equipo utilizado para el trabajo dentro de la bodega	23
2.8.	Tiempos de colocación de producto terminado	24
2.9.	Tiempos de despacho de producto terminado	25
2.10.	Formatos utilizados para manejo de inventarios	26
	2.10.1. Formatos para la entrada de producto terminado	26
	2.10.2. Formatos para la salida de producto terminado	27
	2.10.3. Formatos para la realización de inventarios	28
2.11.	Sistema de inventario actual	29
2.12.	Capacidad de espacio para la ampliación	29
	2.12.1. Espacio disponible para la ampliación	30
2.13.	Materiales óptimos para la instalación de paredes y techo	31
	2.13.1. Espumas aislantes	32
	2.13.2. Planchas aislantes	32
	2.13.3. Juntas para planchas	33
	2.13.4. Selladores térmicos	33
	2.13.5. Preparación del suelo	34
	2.13.6. Espumas aislantes	34
	2.13.7. Concreto para cargas pesadas y temperaturas bajas	34
	2.13.8. Drenajes	35
2.14.	Costos de la ampliación	35

2.14.1.	Costos de preparación del suelo	36
2.14.2.	Costos del montaje	36
2.14.3.	Costos imprevistos	36
2.14.4.	Costo de la ampliación vrs. bodega alquilada	37
2.14.5.	Costo anual de alquiler de bodega	37
2.14.6.	Costo de la ampliación	37
2.14.7.	Costos comparativos	38
2.15.	Conclusiones	38
2.16.	Propuesta de mejora	39
2.16.1.	Posibles métodos en el manejo de inventarios	39
2.16.1.1.	Clasificación ABC	39
2.16.1.2.	Modelos determinísticos	40
2.16.1.2.1.	Modelo estático de lo económico	40
2.16.1.2.2.	Modelo de artículos múltiples con límite de almacenamiento	41
2.16.1.3.	Modelos probabilísticos	41
2.16.1.3.1.	Modelo de revisión continua	42
2.16.1.3.2.	Modelo probabilizado	42
2.16.1.3.3.	Método de manejo óptimo	43
2.17.	Prueba piloto	43
2.18.	Conclusiones	45
3.	FASE DE INVESTIGACION (DETERMINACION DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA GENERAL)	47
3.1.	Inventario de equipo utilizado	47

3.1.1.	Motores	47
3.1.2.	Tuberías	47
3.1.3.	Gases	48
3.1.4.	Medidores de presión	48
3.1.5.	Termostato	48
3.1.6.	Ventiladores	48
3.2.	Capacidad de congelación	49
3.3.	Croquis del sistema de congelación	49
3.4.	Método para la medición de la eficiencia del sistema	50
3.4.1.	Potencia de entrada	51
3.4.2.	Rendimiento térmico de los motores	51
3.5.	Equipo extra necesario	55
3.5.1.	Aplicación de arrancadores	55
3.5.2.	Medidores de presión	56
3.5.3.	Termostatos	58
3.6.	Mantenimiento general del sistema de congelación	59
3.6.1.	Mantenimiento diario	59
3.6.2.	Mantenimiento mensual	59
3.7.	Conclusiones	62
3.8.	Procedimientos	63
3.8.1.	Procedimientos para ingreso a bodega	63
3.8.1.1.	Formatos utilizados	64
3.8.1.2.	Personal responsable	65
3.8.2.	Procedimiento para descarga de bodega	65
3.8.2.1.	Formatos utilizados	66
3.8.2.2.	Personal responsable	67
3.9.	Procedimiento para mantenimientos	68
3.9.1.	Formatos utilizados	71
3.9.2.	Personal responsable	73

3.9.3.	Instructivo para la medición constante de la eficiencia en el sistema de congelación	75
3.9.3.1.	Medidores utilizados	76
3.9.3.2.	Frecuencia de las mediciones	77
3.9.4.	Registros utilizados	78
4.	FASE DE DOCENCIA (CAPACITAR AL PERSONAL SOBRE EL MANEJO DEL NUEVO SISTEMA)	81
4.1.	Planificación	81
4.2.	Temas a impartir en las capacitaciones	82
4.2.1.	Manejo de equipo de trabajo	83
4.2.2.	Seguridad Industrial	83
4.2.3.	Trabajo en equipo	84
4.2.4.	Manejo de productos congelados	84
4.3.	Método utilizado para las capacitaciones	85
4.4.	Calendarización de las capacitaciones	85
4.5.	Resultado de las capacitaciones	86
	CONCLUSIONES	87
	RECOMENDACIONES	89
	BIBLIOGRAFÍA	91

ÌNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de la planta de congelado y pre – cocido de Isopan.	3
2.	Localización de la planta de producción de Isopan S.A.	4
3.	Tendencia del comportamiento de producción del centro 8, en unidades por mes.	6
4.	Tendencia del comportamiento de producción del centro 9, en quintales por mes.	7
5.	Croquis de la distribución de canastas dentro de la bodega, actual.	10
6.	Luxómetro utilizado para medir flujo luminoso.	14
7.	Compresores utilizados para generación de frío.	16
8.	Diagrama del sistema de tuberías.	17
9.	Formato utilizado para el registro de mantenimientos.	20
10.	Formato para descarga de producto en bodega de producto terminado.	22
11.	Equipo para utilizar dentro de la bodega congelada.	23
12.	Croquis para el espacio de la posible ampliación de la bodega de producto terminado.	30
13.	Croquis para la capacidad de la ampliación de la bodega, en canastas.	31
14.	Croquis de la disposición en planta de los compresores, tuberías t cuartos congelados.	50
15.	<i>Timer</i> utilizado para arranque de compresores.	56
16.	Medidor de presión utilizado en Isopan S.A.	58
17.	<i>Check List</i> para mantenimiento mensual del sistema de	

refrigeración.	60
18. <i>Check List</i> para mantenimiento mensual de los condensadores.	61
19. <i>Check List</i> para mantenimiento mensual de los evaporadores.	61
20. <i>Check List</i> para mantenimiento mensual del tablero eléctrico.	62
21. Formato para el control de procedimiento para ingreso de producto a bodega.	65
22. Formato para el control de procedimiento para retirar producto de bodega.	67
23. Formato para solicitud de mantenimiento.	72
24. Formato de reporte de mantenimiento realizado.	73
25. Organigrama de mantenimiento de Isopan S.A.	74
26. Termómetro digital utilizado para medir la diferencia de temperaturas.	77
27. Formato para control de temperatura de las bodegas congeladas.	79
28. Formato para control de rotación del producto y existencias.	80
29. Diagrama de Gantt para planeación de las capacitaciones.	82

TABLAS

I. Producción mensual en libras del 2008 de los centros de producción 8 y 9.	5
II. Producción mensual en libras de enero a septiembre del 2009 de los centros de producción 8 y 9.	6
III. Capacidad de canastas negras pequeñas.	8
IV. Capacidad de canastas negras grandes.	9
V. Capacidad de canastas de color.	9
VI. Capacidad máxima en número de canastas que se tienen actualmente para la bodega congelada.	10
VII. Capacidad por canasta y producto en la bodega de producto	12

	terminado.	
VIII.	Datos para determinar el rango de temperaturas de bodegas congeladas.	15
IX.	Tiempos de colocación del producto dentro de la bodega.	24
X.	Tiempos para despacho de producto.	25
XI.	Formato para darle ingreso al producto a bodega de producto terminado.	26
XII.	Formato para la salida de producto terminado.	27
XIII.	Formato para la realización de inventarios.	28
XIV.	Gastos comparativos anuales, alquiler de bodega vrs. ampliación de bodega.	38
XV.	Datos para cálculo de cantidad de pedido en prueba piloto.	44
XVI.	Temperaturas promedio para el compresor no. 1.	52
XVII.	Temperaturas promedio para el compresor no. 2.	52
XVIII.	Temperaturas promedio para el compresor no. 3.	53
XIX.	Promedio del coeficiente de actuación del sistema de congelación.	54
XX.	Tabulación para registro de presiones en los compresores.	57
XXI.	Presiones a diferentes horas de la bodega congelada.	78
XXII.	Calendarización de capacitaciones.	86

GLOSARIO

Amasado	Proceso que consiste en el formado de una pasta viscosa a partir de una harina, que puede ser de trigo, de maíz, de yuca, etc.
Cadena de frío	Procesos y traslados en los cuales se evita que el producto incremente su temperatura.
Condensador térmico	Dispositivo cuyo principal funcionamiento es evacuar el calor de condensación al exterior mediante un fluido de intercambio, el cual puede ser agua o aire.
Fermentación	En panificación se refiere al proceso en el cual la levadura se alimenta de los azúcares de la harina de trigo, lo que produce dióxido de carbono, haciendo que el pan crezca en volumen y le de cierta acidez.
Pre - cocido	En panificación se refiere al horneado incompleto del pan. Regularmente se hornea un 70% del tiempo total que tomaría hornearlo completamente.
Ultra - congelado	En panificación se refiere a la congelación rápida del producto, la velocidad de congelación debe de ser de aproximadamente $\frac{1}{2}$ grado por minuto.

RESUMEN

En una empresa, cualquiera que sea a la actividad que se dedique, ya sea de productos o de servicios, se poseen cuellos de botella, y es ahí en donde debiera empezar el trabajo de todo ingeniero, en el caso de la empresa Isopan S.A., posee capacidad productiva, pero no tiene los elementos para poder almacenar de una forma correcta y ordenada, para satisfacer la demanda requerida, es por ello que se hace necesario la ampliación de la bodega de producto terminado.

Para que una ampliación de bodega congelada sea la adecuada, se requiere de varios elementos técnicos importantes para su correcto desempeño, entre los que se puede mencionar: adecuados métodos de manejo de inventarios, instalaciones y equipos funcionando con las eficiencias adecuadas y un personal capacitado.

En el presente trabajo se muestra el método de manejo óptimo para la organización y manejo de bodega producto terminado, tomando en cuenta las variables específicas de la empresa como niveles de producción, forma y velocidad de despacho, cuantas personas están involucradas en el proceso y cuantos productos diferentes se manejarán.

Se determinó el tiempo en que se recuperará la inversión de una ampliación de bodega, ampliación necesaria para el crecimiento de la empresa. Además se presenta como optimizar el equipo y el sistema de congelación en general, por medio del desarrollo de métodos de mantenimientos y formatos de control de los mismos.

OBJETIVOS

General

Diseñar y desarrollar un sistema de manejo de inventarios que se adecue a las necesidades que posee la empresa, determinando el equipamiento y montaje óptimo necesario para el mejor funcionamiento del sistema de congelación y capacitando a todo el personal involucrado en la bodega de producto terminado, en temas que ayuden a elevar tanto las eficiencias de las instalaciones y equipo, como de la línea de producción en sí.

Específicos

1. Determinar la capacidad de almacenaje e investigar sobre la eficiencia del sistema de congelación actual.
2. Determinar las dimensiones y la forma correcta de emplear la bodega de producto terminado.
3. Establecer cuál de los métodos de manejo de inventarios es el que mejor se adecúa a la bodega en mención.
4. Determinar la distribución, las eficiencias y la forma en que el sistema de congelación deberá funcionar.

5. Detallar los procedimientos necesarios para el mejor funcionamiento de la bodega.
6. Crear un programa de capacitaciones al personal, para un mejor control del proceso.

INTRODUCCIÓN

Para la industria de alimentos es de suma importancia, tener un buen manejo de producto, especialmente si estos son perecederos, como en el caso de Isopan S.A; es crucial para la comercialización y venta de los mismos que sean frescos y de buena calidad. Eso es lo que pretende el siguiente trabajo: optimizar la bodega de producto terminado para crear las condiciones ideales para el despacho de un producto de buena calidad.

En Guatemala, Isopan S.A. es de las pocas empresas que maneja pan pre - cocido, hay otras que utilizan el método de masas congeladas o pan de diario, es por ello que se crea una ventaja competitiva, al crear productos de un horneado final, es decir como “pan del día”, en cada punto de venta y muy cerca del cliente.

Un elemento trascendental para la producción, venta y distribución de producto de pan pre - cocido, es el mantener la cadena de frío intacta y sin sufrir mayores variaciones, es por ello, que la bodega congelada de producto terminado es un eslabón de esa cadena que debe ser cuidadosamente estudiado.

Existen muchos tipos de formas de llevar en orden una bodega de producto terminado, pero por la naturaleza e importancia de la bodega en mención, se presenta un estudio que determine la forma efectiva de conservarla manteniendo un flujo de producto efectivo.

Gracias a la importancia mencionada, la empresa se ve en la obligación de crear una ampliación de la misma, con todas las especificaciones técnicas que con eso conlleva, como el tipo de paredes a utilizar, la preparación que debe llevar el piso, el equipo para el sistema de enfriamiento que se adecue, las eficiencias necesarias para que el sistema sea el óptimo para lo que se creará, etc.

Cabe resaltar que la eficiencia y funcionamiento de la bodega tendrán un impacto muy importante, no sólo dentro de la planta de producción si no que en todos los puntos de ventas también, esto es porque se tendrá mayor capacidad de almacenaje, lo que se traduce en tiempos de entrega más rápidos en pedidos grandes.

1. ANTECEDENTES GENERALES DE ISOPAN S.A.

1.1. Identificación de la empresa

Isopan S.A. es una empresa panificadora, de carácter privado, antiguamente funcionaba bajo el nombre comercial “La Mejor”, aunque tenía funciones diferentes a las actuales, las instalaciones y muchos de los trabajadores siguen siendo los mismos. La marca Isopan como tal surge en 2001, empezando operaciones bajo la experiencia y tradición de la empresa La Mejor y la panadería La Baguette, esta fusión, hace que se fabriquen panes tradicionales a nivel industrial, como se encuentra actualmente.

Cuenta con más de 30 puntos de ventas distribuidos en la ciudad capital y sus alrededores, además satisface las necesidades de clientes institucionales como supermercados y restaurantes. Aunque es una empresa mediana con más de 250 trabajadores operativos y más de 20 trabajadores administrativos, es una de las panificadoras líderes a nivel nacional y se encuentra entre las de más rápido crecimiento.

La gama de productos es variada, van desde pan tradicional guatemalteco, hasta bollería y pastelería congelada, es por ello y gracias a sus más de 200 productos diferentes, se logra un acercamiento y un alto grado de satisfacción del cliente.

1.2. Reseña histórica

Isopan, como se conoce actualmente empezó operaciones en el 2001, con la fusión de dos empresas con amplia experiencia y tradición en el ramo, La Baguette y Panadería La Mejor. Esta consolidación se crea por dos razones, para unificar experiencia y para crear productos de gran calidad gracias al trabajo que históricamente habían desarrollado ambas empresas.

Dos años después, en 2003, contaba con 18 puntos de venta, distribuidos estratégicamente por la ciudad capital, con lo que poco a poco se fue formando el concepto que tiene actualmente, de brindar pan de calidad en puntos estratégicos de la ciudad capital.

Gracias a la expansión progresiva que se ha tenido durante los últimos ocho años, ahora cuenta con más de treinta puntos de ventas, además de clientes institucionales con los que se poseen contratos de exclusividad, lo que ha ayudado a dar cierto prestigio entre dichos clientes.

1.3. Visión

Debido a la estrategia y al trabajo que se viene desarrollando dentro de la empresa, la mejor forma de describir la visión, que esta posee es de “Ser la empresa líder en Guatemala, de producción y venta de productos de panadería y bollería, de la mejor calidad, variedad y frescura”.

1.4. Misión

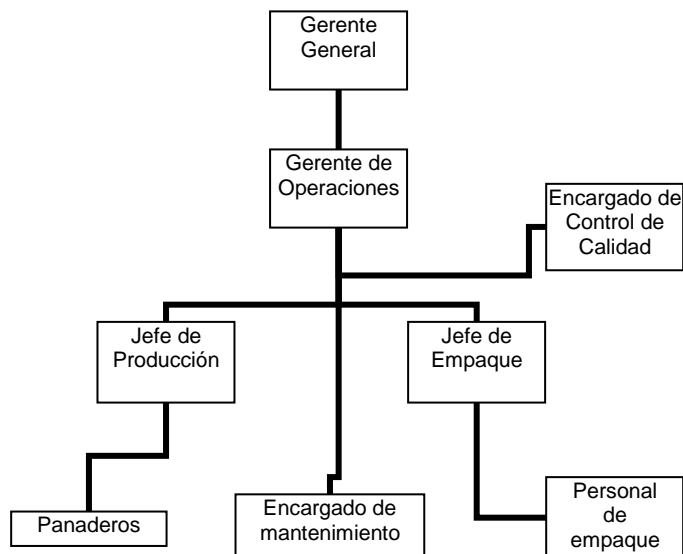
Para poder cumplir con lo establecido como visión de la empresa, se plantea lo siguiente para poder conseguirla: “Ser la mejor empresa panificadora

en Guatemala, teniendo productos de la más alta calidad, en puntos de venta, convenientes, para poder ofrecer productos frescos al consumidor, además de satisfacer sus necesidades con una amplia gama de productos.”

1.5. Estructura Organizacional

La forma de producir de Isopan, está dividida en dos plantas de producción, prácticamente independientes, pero su estructura organizacional y administrativa es claramente vertical y del tipo funcional; en el caso de la planta de producción en la que se trabajará, la que es llamada ahí mismo como “planta de producto precocido y congelado”, se tiene la siguiente estructura según el siguiente organigrama a continuación:

Figura 1. **Organigrama de la planta de congelado y pre - cocido de Isopan**

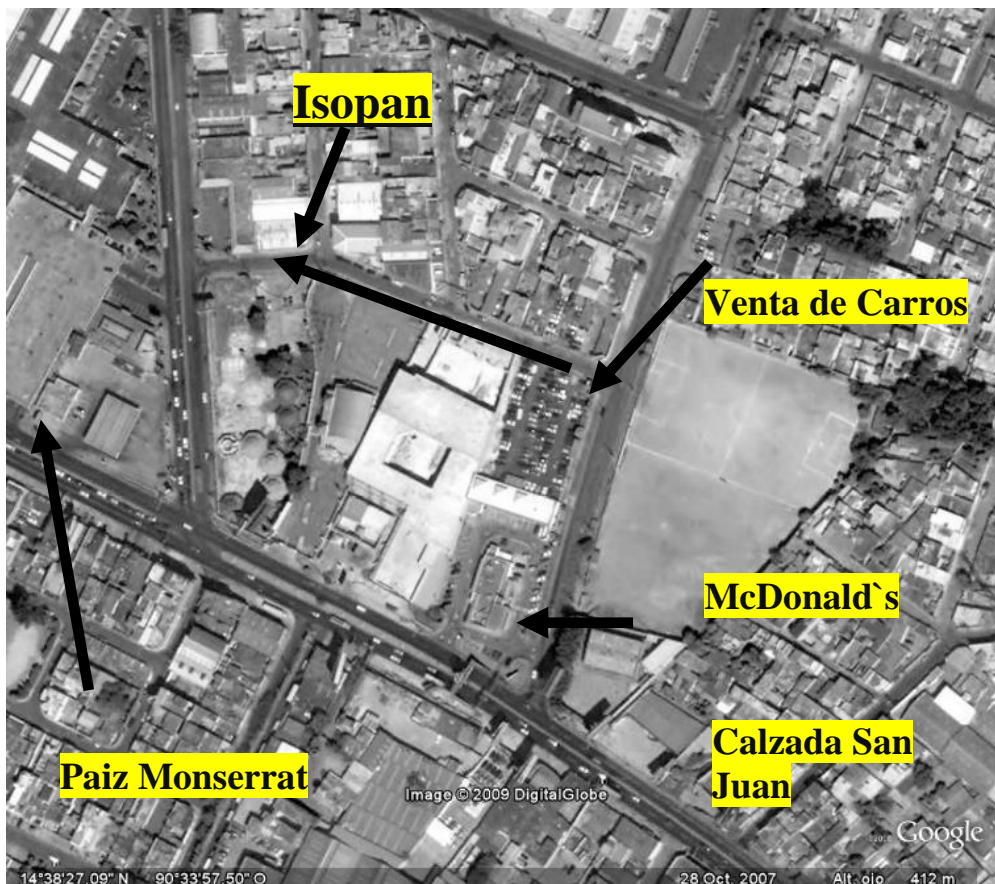


Fuente: elaboración propia.

1.6. Ubicación

Isopan S.A. aunque es una sola empresa, por sus tipos de productos, sus centros de producción se divide en dos plantas, una ubicada en la 23 ave 0-33 zona 7, en donde funciona la planta de producción de pan dulce y pan del día; y la planta en estudio ubicada en la 15 Ave. "A" 1 – 05 zona 4 de Mixco, Colonia Valle del Sol.

Figura 2. Localización de la planta de producción de Isopan S.A.



Fuente: Google Maps.

2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL (PASOS PARA IMPLEMENTAR EL SISTEMA DE INVENTARIOS)

2.1. Comportamiento de la producción

La producción en Isopan varía, según varios factores entre los que se puede mencionar: la época del año y el clima imperante en la región. Por ejemplo si el clima es frío y lluvioso la producción tiende a subir y si el clima es calido tiende a bajar, pero en general se tienen los siguientes datos de producción, divididos en dos centros, centro 8 y 9, que son los que utiliza la bodega congelada y por lo mismo los del siguiente estudio.

El centro 8 es el encargado de producir toda la bollería congelada, como por ejemplo, las empanadas, los volovanes, los strudel, etc. y el centro 9 se encarga de la producción de todo el pan desabrido como por ejemplo: el francés, la baguette, el pan chapata, etc. Según los datos que se obtuvieron de la producción correspondiente al 2008, fueron los siguientes:

Tabla I. Producción mensual en libras del 2008 de los centros de producción 8 y 9

CENTRO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
CENTRO 8	828.69	804.45	803.76	786.27	794.41	787.70
CENTRO 9	55,053.00	68,742.00	65,418.00	58,402.50	61,338.75	67,635.00
JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
886.82	807.93	827.34	899.08	819.96	1,037.39	
88,417.50	82,014.00	81,085.50	74,419.50	80,919.00	84,742.50	

Fuente: elaboración propia.

Además de los datos anteriores se utilizarán los datos del 2009, para poder observar el comportamiento a largo plazo para poder crearse una idea del movimiento de producto que se deberá de almacenar en la bodega de producto terminado.

Tabla II. **Producción mensual en libras de enero a septiembre del 2009 de los centros de producción 8 y 9**

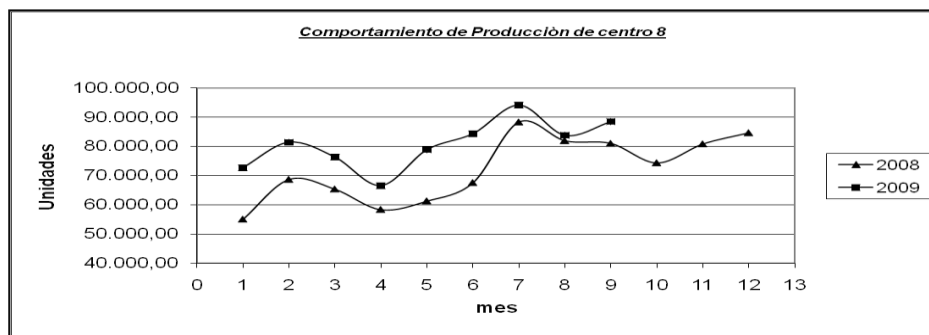
CENTRO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
CENTRO 8	839.67	755.83	812.60	747.59	726.32	714.34
CENTRO 9	72,676.50	81,403.50	76,317.00	66,561.00	78,861.00	84,343.50

JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
853.93	722.21	722.81
94,120.50	83,779.50	88,468.50

Fuente: elaboración propia.

Una forma de poder determinar de mejor manera es por medio de gráficas de tendencias como se muestra a continuación:

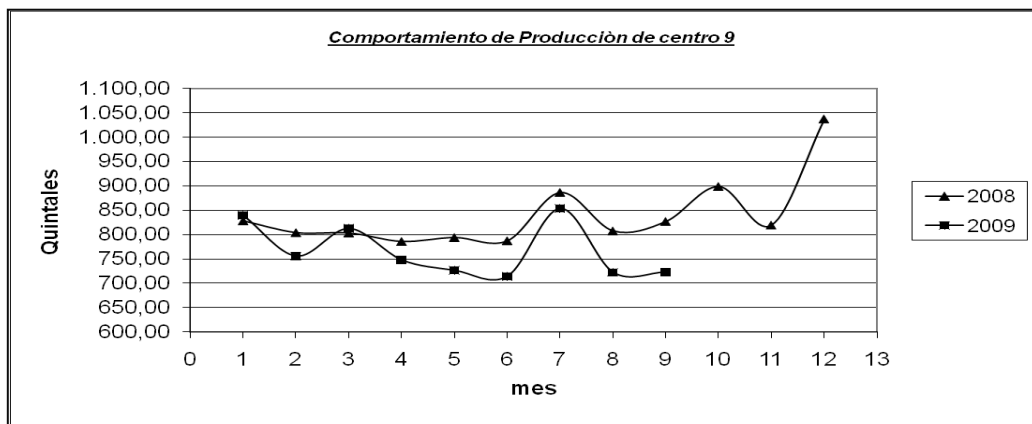
Figura 3. **Tendencia del comportamiento de producción del centro 8, en unidades por mes**



Fuente: elaboración propia.

Además se muestra la tendencia del centro 9, la cual representa el mayor volumen comparado con el centro 8:

Figura 4. **Tendencia del comportamiento de producción del centro 9, en quintales por mes**



Fuente: elaboración propia.

Al observar ambas gráficas se pueden sacar las siguientes conclusiones:

- El comportamiento en el año sigue la misma tendencia cíclica, siendo los meses más altos para el centro 8: febrero, julio y diciembre para ambos años y el comportamiento del centro 9 también es cíclico, siendo los meses más altos marzo, julio y diciembre.
- El centro 8 ha tenido una tendencia a la alza y el centro 9 ha tenido una tendencia a la baja.

2.2. Capacidad de almacenaje

En la bodega de producto terminado se almacenan 3 tipos diferentes de canastas con la variedad de productos cada una. Las medidas de las canastas que contienen el producto son las siguientes:

- Canasta de colores: 73 cms. de largo * 42.5 cms. de ancho * 20 cms. de alto.
- Canasta negra pequeña: 67.5 cms. de largo * 56.5 cms. de ancho * 15 cms. de alto.
- Canasta negra grande: 71 cms. de largo * 65 cms. de ancho * 12.5 cms. de alto.

Para determinar la capacidad de la bodega actual se determinó el número de posiciones por cada tipo de canasta, como se muestra en la figura No. 5.

- Para la canasta negra pequeña se tienen 17 posiciones actuales, en 6 posiciones se puede colocar un máximo de 22 canastas de altura, en 10 posiciones de 30 canastas de altura, y 1 posición de 12 canastas de altura, lo que da un total de 444 canastas negras pequeñas.

Tabla III. **Capacidad de canastas negras pequeñas**

Canastas por posición	No. de posiciones	Total
22	6	132
30	10	300
12	1	12
Total	17	444

Fuente: elaboración propia.

Para la canasta negra grande lo que se tiene disponible son 14 posiciones de 24 canastas de altura y 1 posición de 11 canastas de altura para ser un total de 347 canastas.

Tabla IV. **Capacidad de canastas negras grandes**

Canastas por posición	No. de posiciones	Total
24	14	336
11	1	11
Total	15	347

Fuente: elaboración propia.

Por último para las canastas de color se tienen disponible 63 posiciones de 20 canastas de altura cada una y una posición de 6 canastas de altura, para hacer un total de 1266 canastas como máximo de almacenamiento.

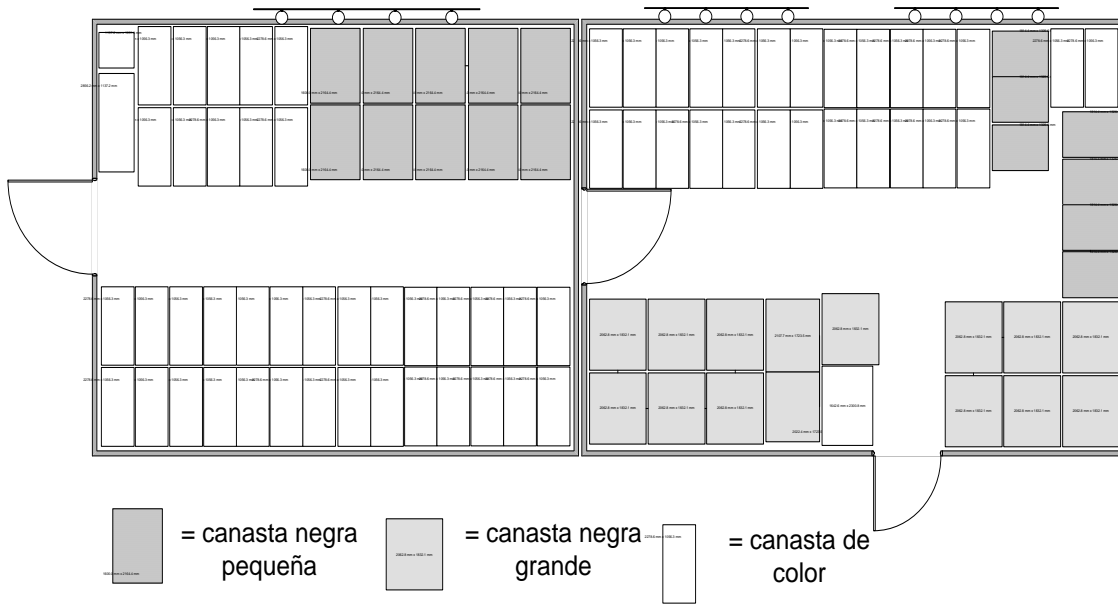
Tabla V. **Capacidad de canastas de color**

Canastas por posición	No. de posiciones	Total
20	63	1260
6	1	6
Total	64	1266

Fuente: elaboración propia.

La distribución de las canastas actuales dentro de la bodega es la siguiente:

Figura 5. Croquis de la distribución de canastas dentro de la bodega, actual



Fuente: elaboración propia.

Según sea el tamaño de cada producto y la cantidad que se produce son los niveles máximos de almacenamiento que se manejan actualmente en la bodega congelada, para tal efecto se tienen los siguientes toques de canastas como máximo que se puede almacenar:

Tabla VI. Capacidad máxima en número de canastas que se tienen actualmente para la bodega congelada

	CANASTAS NEGRAS PEQUEÑAS	CAPACIDAD MÁXIMA NEGRAS	CAPACIDAD MÁXIMA COLOR
TOTALES	444	347	1266

Fuente: elaboración propia.

Además de conocer la capacidad máxima de almacenaje en canastas es importante saber la capacidad máxima en quintales de producto, puesto que toda la producción se planifica en base a quintales y no a número de canastas y con ayuda de los datos de la tabla III, se llega a conocer la capacidad máxima en quintales producidos, la cual es de 80.5 quintales aproximadamente.

Por último la capacidad en metros cúbicos de la bodega actual según las mediciones efectuadas es de **403.15 metros cúbicos**.

2.3. Distribución dentro de la bodega

Con la ayuda de la figura numero 5, se logró determinar como se encuentra distribuido el producto dentro de la bodega de producto terminado.

El método utilizado para la distribución actual de la bodega se determinó según dos aspectos importantes:

- Según el movimiento de producto dentro de la bodega: los productos que tienen mayor demanda se colocaron cerca de la puerta y del lado del corredor de paso y los productos con menor movimiento se colocaron más lejos de la salida y pegados a la pared de la bodega.
- Además se tomó en cuenta que los productos más delicados como los pasteles congelados o las barras grandes estuvieran situados en lugares con mayor circulación de aire, para prevenir algún posible descongelamiento de dichos productos.

Tabla VII. **Capacidad por canasta y por producto en la bodega de producto terminado**

PRODUCTO	CANASTAS NEGRAS PEQUEÑAS	CAPACIDAD MAXIMA NEGRAS	CAPACIDAD MAXIMA COLOR
BAGUETTE INTEGRAL 5 ONZ	0	0	33
TORTA DE QUESO	0	0	66
FRANCES PRE-COCIDO PQ	0	148.5	0
FRANCES PRE-COCIDO GRD	0	198	0
BARRA PEQUEÑA INTEGRAL	0	0	63
BARRA PQ INTEGRAL PAIZ	0	0	4.5
BOLILLO	0	0	69
CAMPESINO	0	0	63
CHAPATA PEQUEÑA	144	0	0
CHAPATINA BLANCA	24	0	0
BARRA P BLANCA	0	0	63
BARRA PQ BLANCA PAIZ	0	0	7.5
GALLEGA PEQUEÑA	0	0	63
BARRA GRD INTEGRAL	0	0	0
BARRA GRD 19 ONZ	0	0	69
BARRA GRANDE BLANCA	0	0	132
GALLEGA GRANDE	0	0	132
PAN DE AJO	0	0	63
PAN DE MANTEQUILLA	0	0	63
PAN MANTEQUILLA PAIZ	0	0	4.5
INTEGRAL SEMILLAS	0	0	33
PAN ITALIANO	0	0	63
MINI BARRA	0	0	0
CHAPATA INTEGRAL	48	0	0
CHAPATINA INTEGRAL	24	0	0
BOLSA BASE DE PIZZA	0	0	7.5
CAMPESINO 8 ONZ	0	0	0
VOLOVÁN DE POLLO	48	0	0
VOLOVÁN DE CARNE	48	0	0
EMPANADA DE POLLO	48	0	0
EMPANADA DE ATÚN	0	0	0
PIZZA CONGELADA	0	0	15
PAÑUELO	30	0	0
STRUDEL DE MANZANA	30	0	0

Fuente: elaboración propia.

2.4. Condiciones de la bodega de producto terminado

Al momento de realizarse el presente trabajo, se acababa de dar mantenimiento y de arreglar el piso de la bodega pero presentaba algunas deficiencias estructurales mencionadas a continuación:

2.4.1. Condiciones de las paredes y techo

Actualmente y debido al manejo y al peso del producto: el 30% de las planchas que conforman las paredes de la bodega se encuentran con una separación de por lo menos de 1 milímetro, lo que provoca fugas de aire. Por otra parte, puesto que el techo no sufre ninguna presión, su estado estructural se encuentra en buenas condiciones, sin ninguna fuga visible.

2.4.2. Condiciones del piso

Como se mencionó anteriormente, el piso esta recién remodelado, por lo que aparentemente no presenta ninguna fuga, ni desnivel que podría causar disminución de eficiencia en el sistema de congelación de la bodega. Además cabe destacar que a la bodega de mayor tamaño se le instalaron los bloques de acero y espuma aislante que anteriormente tenía, solo se trató el piso con espuma aislante y se volvieron a colocar encima, pero la bodega más pequeña tiene varias capas de fundición y espuma aislante en el piso, sin dichas planchas.

2.4.3. Iluminación

Tomando en cuenta que la bodega congelada tiene menos de 7 metros de altura y el trabajo efectuado adentro es ocasional, se necesita un nivel de

iluminación de entre 100 y 300 lux¹, además se utilizan lámparas pues de utilizar luminarias estas se quemarían por el frío y la humedad dentro de la bodega.

Para determinar si la iluminación dentro de la bodega es la adecuada se utilizó un luxómetro (figura 6), dando como resultado un flujo luminoso de 3407 lúmenes y tomando en cuenta un área de 27.18 metros cuadrados que posee la bodega, nos da un nivel de iluminación de 124.89 lux.

$$\frac{\text{lm}}{\text{m}^2} = \frac{3407}{27.28} = 124.89 \text{ lux}$$

Figura 6. Luxómetro utilizado para medir el flujo luminoso



Fuente: elaboración propia.

¹ Según la norma IRAM www.cruzzolin.com.ar/downloads/archivos/facalu/industrias.doc, fecha de consulta 17/07/10, 10:45

La bodega posee un bombillo de 100 watts y la bodega grande posee 2 de 100 watts, lo que es suficiente para el trabajo que se desarrolla dentro de la bodega, puesto que no es un trabajo minucioso. Estos dos focos se mantienen todo el día y toda la noche encendidos para evitar que se congelen y dejen de funcionar.

2.5. Rangos de temperaturas

Para un mejor control de temperaturas, se llevan monitoreos eventuales a las bodegas, simplemente por observación de las sondas que estas poseen, este rango de temperaturas se encuentra entre -15 y -20 grados centígrados.

A continuación se muestra la tabulación de datos sobre las temperaturas utilizada para determinar el rango de temperaturas a la cual se encuentran las bodegas.

Tabla VIII. **Datos para determinar el rango de temperaturas de bodegas congeladas**



CONTROL DE TEMPERATURAS BODEGAS

Encargado: Carlos González

Fecha	Temperatura bodega 1 °C	Temperatura bodega 2 °C
05/04/2010	-17,50	-21,30
06/04/2010	-18,10	-18,90
07/04/2010	-16,80	-19,30
09/04/2010	-17,70	-16,00
12/04/2010	-19,20	-18,80
14/04/2010	-15,30	-19,30
27/04/2010	-18,90	-18,40
28/04/2010	-17,30	-19,70
29/04/2010	-17,70	-19,40
30/04/2010	-19,10	-19,80

Fuente: elaboración propia.

2.6. Condiciones del equipo utilizado para el almacenaje

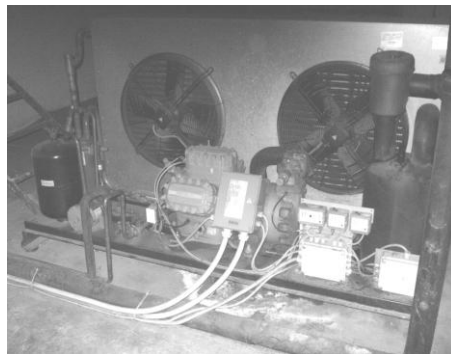
En general todo el equipo utilizado actualmente no se encuentra trabajando en óptimas condiciones porque, por ejemplo la bodega enfría adecuadamente, aproximadamente a $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, pero posee varias fugas de aire en las puertas de carga y descarga y el drenaje no funciona correctamente por lo que el agua que debería de drenarse, cae adentro de la bodega.

Debido a las fugas mencionadas anteriormente, todo el sistema de enfriamiento no trabaja eficientemente, este utiliza más energía de la que debería de utilizar si las entradas y salidas de la bodega fueran totalmente herméticas.

2.6.1. Motores utilizados para la generación de frío

Actualmente entre las dos bodegas utilizan tres compresores: dos para la bodega grande y uno para la bodega más pequeña, los tres motores son marca Copeland, herméticos, modelo CF12K6E, de $\frac{1}{2}$ Hp cada uno, los cuales utilizan gas R404A con una capacidad de enfriamiento de 12,700 BTUH.

Figura 7. **Compresores utilizados para generación de frío**



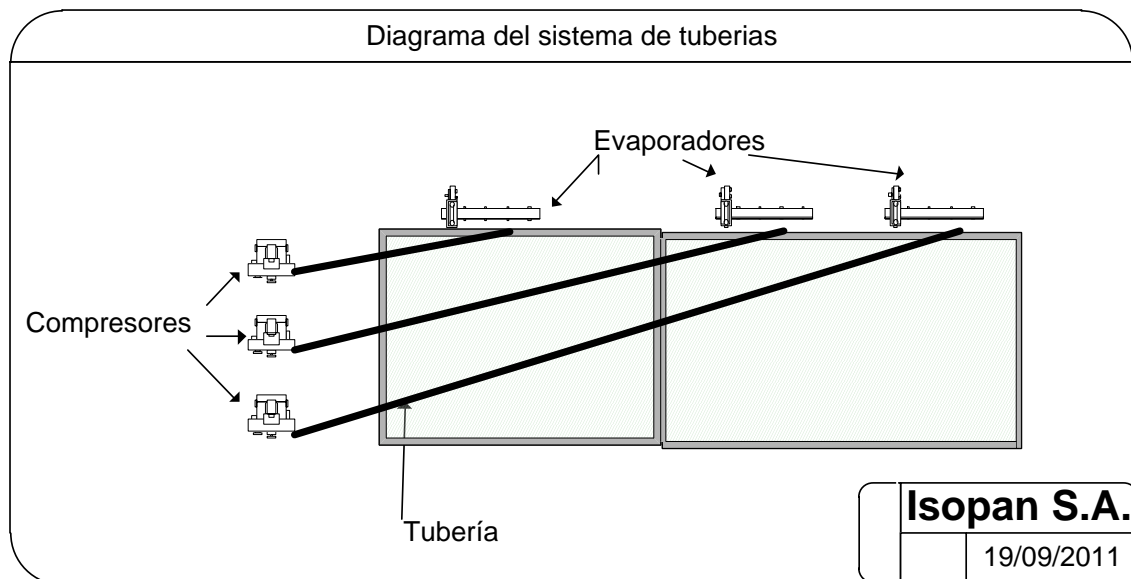
Fuente: elaboración propia.

Actualmente dos de los tres motores, los de la bodega grande se encuentran conectados a un termostato, el cual hace que las bodegas se mantengan a una misma temperatura, siendo demasiado gasto de energía, es decir el termostato es el encargado de apagar los motores cuando llegan a su temperatura ideal de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2.6.2. Condiciones del sistema de tuberías

La tubería que utiliza el equipo es de cobre de una pulgada, aunque en varias partes del equipo tiende a variar como en codos y juntas. Como se mencionó anteriormente son tres motores y por lo tanto cada uno tiene longitudes diferentes, como se muestra en la figura grafica 7, el primero mide, del motor a la entrada al condensador es de 4.65 metros, del segundo, 8.22 metros y para el tercero 9.5 metros.

Figura 8. Diagrama del sistema de tuberías



Fuente: elaboración propia.

En toda la tubería incluyendo en las juntas no aparece ninguna imperfección, a simple observación, las soldaduras no tienen fuga aparente, no hay vibraciones considerables, es decir, el estado general de la tubería funciona eficientemente.

2.6.3. Gases utilizados dentro del sistema de congelación

En los tres motores se utiliza el gas refrigerante R-401A, es utilizado por su característica de evaporarse rápidamente desde el estado líquido, si es sometido a presión. Debido a que todo el sistema se encuentra fuera de fugas, como se mencionó anteriormente, no hay cambios significativos en las presiones del mismo debido a fugas.

2.6.4. Eficiencia del sistema

Aunque en el apartado 3.2 se muestra matemáticamente la eficiencia, es importante resaltar varios enunciados que servirán para su cálculo:

- La capacidad de refrigeración de un equipo esta dada por el calor que es absorbido por el evaporador.
- El calor absorbido en el evaporador, el calor expulsado en el condensador y el trabajo ejercido sobre el refrigerante puede ser calculado de acuerdo a las variaciones de entalpía del refrigerante en las distintas etapas del ciclo.
- El coeficiente de operación (COP) nos da una idea de la eficiencia con la que estamos transfiriendo calor de una fuente fría hacia la fuente de calor.

Por lo tanto para poder calcular la eficiencia y en este caso el coeficiente de operación (COP), necesitaremos calcular:

- El caudal másico de aire transferido
- La diferencia de entalpías de refrigerante.
- Y el calor absorbido por el evaporador.

2.6.5. Programa de mantenimiento actual

Actualmente la empresa no cuenta con ningún sistema y/o programa de mantenimiento preventivo, existen los mantenimientos pero todos son correctivos, el procedimiento a utilizar es llamando al mecánico encargado de realizarlos, cuando surja algún desperfecto mecánico.

No existe ningún procedimiento o programa para mantenimiento preventivo, solamente existe un mecanismo de registros de mantenimientos, que consta del formato mostrado en la figura 9.

Figura 9. Formato utilizado para el registro de mantenimientos

ISOPAN		ISOPAN S.A. REPORTE CONTROL DE MANTENIMIENTO	
NOMBRE DE SUCURSAL			
TIPO DE SOLICITUD	PROGRAMADO <input type="checkbox"/>	EMERGENCIA <input type="checkbox"/>	FECHA <input type="checkbox"/>
HORA DE LLEGADA	<input type="text"/>	HORA DE SALIDA	<input type="text"/>
ACTIVIDADES REALIZADAS			
		OBSERVACIONES	
HERRERIA	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	
EMERGENCIA SUCURSAL	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	
PLOMERIA	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	
SOLDADURA	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	
MECANICA	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	
OTROS	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	
REPUESTOS			
MOTOR DE 10 WATTS	<input type="checkbox"/>	COGINETES	<input type="checkbox"/>
MOTOR DE 16 WATTS	<input type="checkbox"/>	MOTOR COMPRESOR	<input type="checkbox"/>
REFRIGERANTE R-134A	<input type="checkbox"/>	GRASA	<input type="checkbox"/>
REFRIGERANTE R-401	<input type="checkbox"/>	ACEITE	<input type="checkbox"/>
REFRIGERANTE R-507	<input type="checkbox"/>	VIBAGRAS DE CONGELADOR	<input type="checkbox"/>
REFRIGERANTE R-22	<input type="checkbox"/>	CABLE PARARELO	<input type="checkbox"/>
TUBOS FLURECENTES	<input type="checkbox"/>	CABLE THN	<input type="checkbox"/>
VALVULAS DE AGUA	<input type="checkbox"/>	EMPAQUE DE PUERTA	<input type="checkbox"/>
CONTROL DE TEMPERATURA	<input type="checkbox"/>	CANALETAS PLASTICAS	<input type="checkbox"/>
TOMACORRIENTES	<input type="checkbox"/>	VALASTROS	<input type="checkbox"/>
NOTAS			
<input type="text"/>			

Fuente: elaboración propia.

2.6.6. Personal utilizado para el manejo de la bodega

Las únicas personas que tienen autorización de hacer movimientos de producto dentro de la bodega son el personal de empaque el cual es el

encargado de ingresar el producto y darle la rotación correspondiente y el encargado de la bodega quien es el que despacha el producto.

El personal de empaque y el encargado de bodega que entran a colocar el producto terminado y empacado dentro de la bodega pasan por un proceso de capacitación de tres semanas, durante el cual las primeras dos semanas deben de conocer las características de todos los productos y durante la última semana deben de conocer el lugar de colocación de cada uno de los productos.

2.6.6.1. Personal de empaque

En el área de empaque laboran actualmente 4 personas, y todas entran a la bodega, una cada día por turnos, es decir que a la semana todos entran una sola vez y una persona entra dos veces a la semana turnándose una semana cada uno. La edad de los mismos varía desde los 23 años hasta los 35 y la escolaridad es a nivel medio, todos hombres.

Según el encargado de Recursos Humanos de Isopan, las cualidades personales que se buscan en cada uno de ellos son las siguientes;

- Buenas relaciones interpersonales: deben socializar con las demás personas, dar sus opiniones y no ser muy introvertidos.
- Buena Salud: debe estar físicamente capaz de realizar el trabajo.
- Modales: debe ser correcta y educada.
- Decisivo: debe poder tomar decisiones rápidas y sencillas.

2.6.6.2. Personal de despacho

En el caso de los despachos de producto terminado el encargado de entregar todo completo es el encargado de bodega de producto terminado, por lo tanto solamente él esta autorizado para entrar a la bodega, además de los pilotos quienes deben colaborar para recibir el producto, estos deben verificar que todo el producto este completo y que vaya en buenas condiciones.

Para llevar un mejor control de la salida de producto terminado se utiliza el formato de la figura No. 10, la cual debe de ser llenado por el encargado de bodega.

Figura 10. **Formato para descarga de producto en bodega de producto terminado**



FORMATO PARA DESCARGA DE BODEGA

Fecha: _____ No. Camion: _____
Encargado: _____ Piloto: _____

No. De recorrido	Producto	No de canastas

:
:
:

Encargado de Bodega de P.T.

Fuente: elaboración propia.

2.7. Equipo utilizado para el trabajo dentro de la bodega

Debido a las condiciones extremas que se manejan dentro de la bodega, se es necesario utilizar equipo especial, como guantes, gorros pasamontañas, overoles enguatados y chumpas enguatadas con capuchón. Pero cabe aclarar que en el área de empaque no se utiliza ninguno de estos equipos, solamente cuando están adentro de la bodega.

Este equipo, como el mostrado en la figura número 11, afectará en los tiempos de permanencia en la bodega, por la dificultad de movimiento que provocan, es decir protegen al trabajador del frío extremo, pero afectan los tiempos de bodega. Actualmente dichas chaquetas se encuentran en buenas condiciones, pues si cualquiera de los implementos utilizados presenta algún desperfecto o algún agujero, provocará que el aire frío penetre y afecte al trabajador.

Figura 11. Equipo para utilizar dentro de la bodega congelada



Fuente: <http://www.prosicuro.com/images/overol.jpg>, fecha de consulta 20/07/10, 15:30

2.8. Tiempos de colocación de producto terminado

Los tiempos en que los encargados de producto terminado realizan la colocación del producto dependerán de la persona y del producto, pero según un estudio realizado, el tiempo promedio es de: 6 minutos con 33 segundos por quintal colocado, es decir que sólo para colocar el producto tomando como promedio que en el día se produjeron 24 quintales, el encargado de colocar el producto en su lugar y darle la rotación correspondiente es de dos horas y media al día.

Los tiempos se obtuvieron de mediciones efectuadas a diferentes horas, a diferentes productos y diferentes días como se muestra en la tabla No. 6

Tabla IX. **Tiempos de colocación del producto dentro de la bodega**



TIEMPOS PARA COLOCACIÓN DE PRODUCTO DENTRO DE LA BODEGA

FECHA	PRODUCTO	MINUTOS POR QUINTAL
15/05/2010	BAGUETTE GRANDE	5,50
15/05/2010	BAGUETTE PEQUENA	7,80
15/05/2010	STRUDEL DE MANZANA	7,40
16/06/2010	FRÁNCES GRANDE	4,80
16/06/2010	FRÁNCES GRANDE	4,10
16/06/2010	BAGUETTE GRANDE	5,30
17/06/2010	BAGUETTE GRANDE	4,10
17/06/2010	FRANCES GRANDE	6,50
17/06/2010	BAGUETTE PEQUENA	5,60
17/06/2010	BAGUETTE PEQUENA	7,40
17/06/2010	FRÁNCES GRANDE	8,30
17/06/2010	FRÁNCES GRANDE	5,50
17/06/2010	BAGUETTE GRANDE	8,90
17/06/2010	BAGUETTE GRANDE	4,40

6,33


Fuente: elaboración propia.

2.9. Tiempos de despacho de producto terminado

Al igual que los tiempos de colocación de producto terminado por parte del personal de empaque, los tiempos de despacho variarán según el tipo y cantidad de producto que llevará cada camión, pero se tiene un promedio de despacho de 35 minutos por camión, siendo tres camiones diarios los que se cargan de producto, haciendo un total de 105 minutos aproximadamente en que se mantiene el personal de despacho dentro de la bodega congelada.

Al igual que para los tiempos de colocación del producto, se tabularon tiempos en que el encargado de la bodega y los pilotos tardan en cargar sus respectivos camiones y se muestra en la tabla No. 7.

Tabla X. **Tiempos para despacho de producto**



TIEMPOS PARA DESPACHO DE PRODUCTO

FECHA	CAMION	MINUTOS POR CAMION
15/05/2010	CAMIÓN 1	40
15/05/2010	CAMIÓN 2	39
15/05/2010	CAMIÓN 3	38
16/06/2010	CAMIÓN 1	39
16/06/2010	CAMIÓN 2	34
16/06/2010	CAMIÓN 3	28
17/06/2010	CAMIÓN 2	38
17/06/2010	CAMIÓN 3	32
17/06/2010	CAMIÓN 1	36
17/06/2010	CAMIÓN 2	35
17/06/2010	CAMIÓN 3	36
18/06/2010	CAMIÓN 1	39
18/06/2010	CAMIÓN 2	38
18/06/2010	CAMIÓN 3	40

35

Fuente: elaboración propia.

2.10. Formatos utilizados para manejo de inventarios

La persona encargada del manejo de inventarios maneja varios formatos, uno de ellos es para darle ingreso al producto, otro para darle salida y otro para los inventarios semanales y mensuales, a continuación se detallan:

2.10.1. Formatos para la entrada de producto terminado

Actualmente, los trabajadores del área de empaque son los encargados de llenar el formato a continuación, uno trabajador cada día, los únicos datos que ellos anotan en el formato, son el número de canastas, las unidades sueltas y las unidades dañadas y el encargado de bodega de producto terminado es el encargado de verificar que la cantidad reportada coincida con la cantidad reportada por el departamento de producción y darle ingreso al inventario de bodega, el formato es el siguiente:

Tabla XI. **Formato para darle ingreso al producto de bodega de producto terminado**

BODEGA:
VALLE
DEL SOL _____
FECHA _____

INDUSTRIA PANIFICADORA ISOPAN S.A.
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN

CÓDIGO	PRODUCTO	NÚMERO DE LOTE	CANASTAS	UNIDADES SUELTAS	UNADES DAÑADAS	CANASTAS PARA PAIZ	TOTAL UNIDADES
087	BARRA BLANCA 4 ONZ						
088	SARITA 5 ONZ						
090	BARRA DE 6 ONZ						
091	BARRA INTEGRAL 5 ONZ						
095	BARRA QUIZNO'S CIABATA						
218	TORTA DE QUESO						
223	BARRA PEQUEÑA INTEGRAL						

Fuente: Departamento administrativo, Isopan S.A.

Este formato es el adecuado, pues contiene la información necesaria para llevar el control del producto que ingresa a la bodega: fecha, quien es el responsable, código y nombre del producto y número de canastas, unidades y unidades dañadas que se produjeron en cada día de producción.

2.10.2. Formatos para la salida de producto terminado

En el caso del movimiento de salida de producto, y puesto que el encargado del área es una sola persona, es decir el encargado de despacho de bodega de producto terminado, a él se le deja una hoja detallando la cantidad de producto en unidades y su equivalente en canasta para saber si el camión va vacío o lleno, el formato utilizado es el siguiente:

Tabla XII. **Formato para la salida de producto terminado**

DICIEMBRE'09		MARCO	17-Dic	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	3 recorrido	TOTAL	CANASTAS
	SOURDOUGH 1 ONZ		0	
	BARRA INTEGRAL 5 ONZ		0	0
218	TORTA DE QUESO	250	250	5
220	FRANCES PRE-COCIDO PQ	3672	3672	17
221	FRANCES PRE-COCIDO GRD	2128	2128	19

Fuente: Departamento administrativo, Isopan S.A.

Dicho formato además del código y el producto correspondiente, detalla el número de recorrido que efectuara el piloto, el nombre del piloto, la fecha el total en unidades y el total en canastas de cada producto.

2.10.3. Formatos para la realización de inventarios

En el caso del formato para realizar inventarios se utiliza el mismo formato mencionado anteriormente para ingreso a bodega, se utiliza el mismo por que este ya contiene todos los datos necesarios para el mismo, contiene el código con el nombre de cada producto, la cantidad de canastas y unidades sueltas y si hay producto que se encuentra lastimado se saca como producción mala.

El único cambio que se realizo, fue agregarle en grande al título “inventario”, para que se identifique dicha hoja con las otras hojas de registro de producto que ingresa a la bodega.

Tabla XIII. Formato para realización de inventarios

BODEGA:
VALLE
DEL SOL _____

FECHA _____

INDUSTRIA PANIFICADORA ISOPAN S.A.
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN:
INVENTARIO

CÓDIGO	PRODUCTO	NÚMERO DE LOTE	CANASTAS	UNIDADES SUELTAS	UNADES DAÑADAS	CANASTAS PARA PAIZ	TOTAL UNIDADES
087	BARRA BLANCA 4 ONZ						
088	SARITA 5 ONZ						
090	BARRA DE 6 ONZ						
091	BARRA INTEGRAL 5 ONZ						
095	BARRA QUIZNO'S CIABATA						
097	PAN DE PITA						
218	TORTA DE QUESO						
223	BARRA PEQUEÑA INTEGRAL						
226	BOLILLO						
227	CAMPESINO						

Fuente: Departamento administrativo, Isopan S.A.

2.11. Sistema de inventario actual

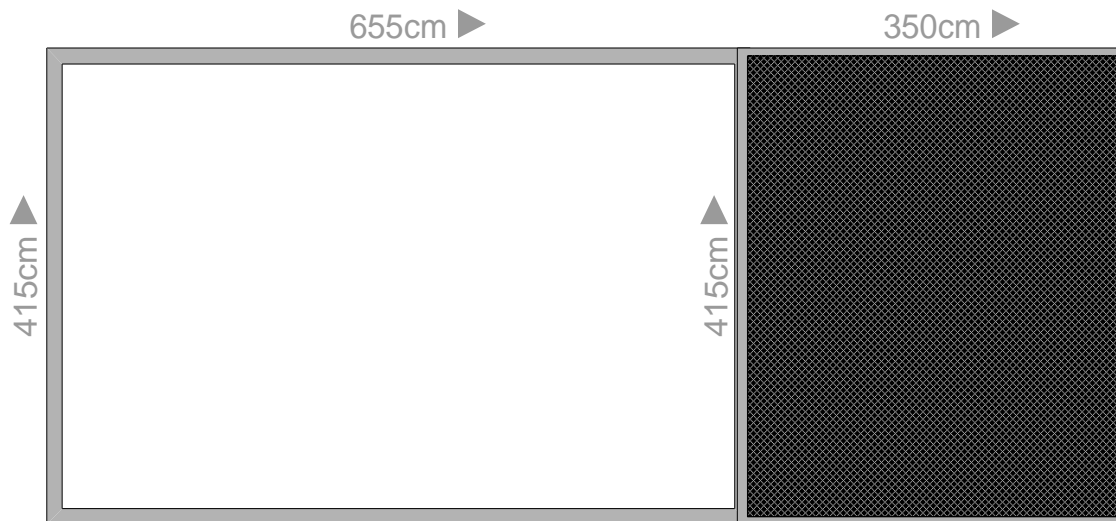
El manejo de producto utilizado actualmente es el PEPS, los artículos primeros en entrar son los primeros en salir, pero además se sigue el modelo determinístico estático de lote económico de artículos múltiples con límite de almacenamiento, esto último deducido a partir de que son varios productos que se producen a partir de la demanda conocida y más o menos constante y de la capacidad de la bodega existente.

2.12. Capacidad de espacio para la ampliación

El espacio disponible para la ampliación es el que se encuentra entre la bodega y la puerta de adentro el encargado de bodega de despacho, se desea realizar en este lado por que facilitaría el despacho, puesto que no se sacaría a la temperatura ambiente, sino que se despacharía directamente, desde la bodega hasta los camiones. El siguiente croquis muestra la posible ubicación de la ampliación.

Para llevar el producto a los camiones al sacarlo de la bodega, de primero el encargado de bodega y el chofer revisan la cantidad a despachar según los envíos solicitados y en base a esto, sacan las canastas de 8 en 8, pues esta es la cantidad máxima de canastas que caben por las puertas del camión.

Figura 12. **Croquis para el espacio de la posible ampliación de la bodega de producto terminado**

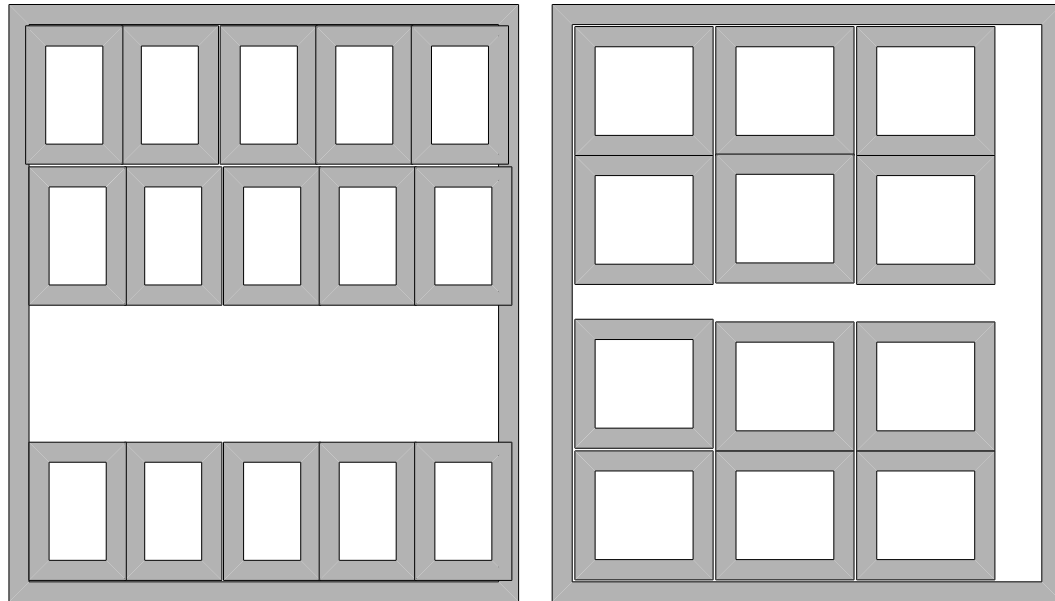


Fuente: elaboración propia.

2.12.1. Espacio disponible para la ampliación

Según el trabajo establecido en el punto anterior y tomando en cuenta el tamaño de cada una de las canastas, se tendría una capacidad máxima en canastas de 330, si es el caso de canastas de color, puesto que sólo habría espacio para 15 torres de 22 canastas cada una, y en el caso de la canasta negra, se tendría capacidad para 12 torres de canastas de 32 cada una para un total de 384 canastas como se muestra a continuación. (El lado izquierdo muestra la capacidad en canastas de color y el derecho, la capacidad en canastas negras, con escala de 1:50)

Figura 13. **Croquis para la capacidad de la ampliación de la bodega, en canastas**



Fuente: elaboración propia.

2.13. Materiales óptimos para la instalación de paredes y techo

Existe gran cantidad de espumas y paneles que son buenos aislantes, para la fabricación de cuartos fríos y congelados, por eso es importante escoger el mejor material, no solamente para obtener buena resistencia, si no para obtener eficiencia en todo el sistema de congelación, para evitar que en un futuro existan fugas de aire que puedan ser perjudiciales para el buen desempeño del sistema de enfriamiento.

2.13.1. Espumas aislantes

Como se mencionó anteriormente existe gran cantidad de materiales que pueden ser utilizados como aislantes térmicos, entre los que se encuentran los siguientes:

- Poliestireno expandido (EPS): es un material aislante derivado del petróleo, que posee una conductividad térmica máxima de $0.034 \text{ W/m}^*\text{K}$, posee una resistencia a la absorción de agua y generalmente es muy inflamable.
- Espuma celulosita: posee una conductividad térmica de $0.03 \text{ W/m}^*\text{K}$ y se utiliza también como fonoabsorbente.
- Espuma de polietileno: es económica y fácil de colocar, y posee una conductividad térmica de $0.036 \text{ W/m}^*\text{K}$.
- Espuma de poliuretano: es un material aislante de muy buen rendimiento, posee una densidad de 30 a 80 Kg./metro cuadrado, trabaja bajo cualquier condición de humedad y tiene una conductividad térmica de $0.023 \text{ W/m}^*\text{K}$.

2.13.2. Planchas aislantes

En el caso de las planchas aislantes, el único objetivo de estas es mantener unido cada una de la planchas de espuma utilizadas como aislante, el material utilizado generalmente es acero galvanizado o plástico, aunque el mas recomendado es el plástico por su bajo precio, este sólo se utiliza en las paredes por su poca resistencia a la compresión y el acero galvanizado es el utilizado para los pisos de las bodegas congeladas.

2.13.3. Juntas para planchas

En el caso de los cuartos congelados se utilizan juntas metálicas, generalmente de acero galvanizado, puesto que estas poseen gran capacidad de resistencia a la compresión, estas juntas van en el interior de cada una de la plancha, unidas a la espuma aislante, para evitar que estén expuestas al ambiente hostil al que se someten las planchas.

2.13.4. Selladores térmicos

Aparte de las juntas, es importante, que entre cada panel y en cada grieta haya algún sellador para evitar filtración de aire caliente a la bodega, entre los selladores utilizados por la industria frigorífica, se encuentran:

- Selladores acrílicos: son resistentes a la humedad, fáciles de aplicar, se utilizan en sustratos sin absorción uniforme o de mampostería abierta o en concreto texturizado abierto.
- Selladores elastoméricos: tienen excelente flexibilidad, por lo que mantiene selladas las juntas en movimiento es resistente al moho, se utilizan en un amplio rango de temperaturas, se utilizan en juntas de expansión de extremo movimiento, paneles de paredes y unidades prefabricadas.
- Selladores para juntas: es un sellador de bajo peso, elástico, tiene baja absorción a la humedad, es compatible con selladores aplicados a frío, elimina la formación de burbujas y se ajusta a juntas irregulares, se utiliza en juntas de aislamiento y expansión.

- Selladores de Poliuretano: agregan protección para movimientos inesperados, para muros de recubrimiento, juntas basculares, desagües, se utilizan en interiores y exteriores y en una gran cantidad de sustratos.

2.13.5. Preparación del suelo

Puesto que el suelo sufrirá por el peso que tendrá encima y por las bajas temperaturas es necesario tener en cuenta estos dos factores antes de la construcción del mismo. Además de los factores mencionados anteriormente, se debe utilizar acero para que soporte las posibles tensiones que se tendrán, y un drenaje que ayude y evite la humedad.

2.13.6. Espumas aislantes

Las espumas aislantes que se utilizan para cubrir los suelos de las bodegas congeladas, son las mismas que se utilizan para el recubrimiento de las paredes, en el caso de la bodega congelada de Isopan, se utilizará espuma de poliuretano, por ser la que posee menor coeficiente térmico, además este tipo de espuma puede ser echada con manguera, directamente en el suelo, lo que proporciona una mayor eficiencia puesto que cubre toda el área y una mayor economía puesto que es mas barata que las demás.

2.13.7. Concreto para cargas pesadas y temperaturas bajas

Por el tipo de producto que se maneja en Isopan, el cual no es muy pesado, es mas se podría decir que es un producto liviano, comparado con otros, no es necesario instalar en la bodega concretos especiales, ni de temperaturas extremadamente bajas, pero puesto que en la bodega, de por si

por el recubrimiento especial se mantienen temperaturas bajas, es necesario añadirle un secante, para que las temperaturas sequen uniformemente.

2.13.8. Drenajes

Como se mencionó anteriormente, es necesaria la instalación de drenajes entre la capa de concreto, esto con el fin de evitar la filtración de humedad a capas inferiores, lo que podría causar formación de bloques de hielo debajo de las capas de concreto que ocasionarían rajaduras o resquebrajamiento.

Estos drenajes se deben colocar a unos 5 centímetros del ras del suelo, distanciados cada dos metros y a todo lo largo de la bodega con tubos de PVC y agujereados. Esto último con el fin de que cualquier inicio de humedad que hubiere en el suelo por el cambio de presión entre el suelo y el tubo de drenaje, se dirija hacia este y se evapore, ayudando así a evitar la acumulación de humedad debajo del concreto.

2.14. Costos de la ampliación

Por el tipo de trabajo que se realizará y lo costoso del mismo, se realizaron dos cotizaciones. La empresa número 1 dio un costo aproximado de Q 279, 000.00 y la empresa número dos de Q 173, 400.00. Ambas cotizaciones incluyen los evaporadores, tuberías, paneles y puertas, y compresores, son la diferencia que la empresa número 1 ofrece un compresor de 4 Hp y la segunda de 3 Hp. Por la diferencia de equipo y de precios de aquí en adelante se tomará como el costo para la ampliación de cuarto congelado, lo propuesto por la empresa número 2, es decir con un costo de Q 173, 400.00.

2.14.1. Costos de preparación del suelo

Para la preparación del suelo se utilizarán aproximadamente lo siguiente:

- 65 sacos de concreto de $\frac{1}{2}$ con un costo de Q 38.92 cada uno, para un total de Q 2, 539.00.
- 17 galones de Sicasenl (para un secado rápido), con un costo de Q 114.66 cada uno para un costo total de Q 1, 949.22.
- Se utilizara electro malla con un costo de Q 255. 00
- Tubería para drenaje, incluyendo codos con un costo aproximado de Q 350.00

Por lo tanto el costo total de la preparación del suelo será de Q 10, 343.00 aproximadamente.

2.14.2. Costos del montaje

Los costos del montaje, van incluidos en las cotizaciones anteriormente mencionadas de la venta del equipo, pero desglosadas es de aproximadamente Q 1, 200. 00. Este valor aunque es relativamente bajo comparado con el resto, es simbólico por que se incluyen en la compra de los demás equipos.

2.14.3. Costos imprevistos

Aunque a la fecha no se a contemplado ningún valor para los costos imprevistos, se contemplará un 5% sobre el total de la obra, para tener previsto cualquier inconveniente y puesto que el total del montaje se situó en

Q 173,400.00 para techo, paredes y puerta y en Q 10,343.00 para la preparación del suelo, haciendo un total de Q 183,743.00, por lo tanto los costos imprevistos se sitúan en aproximadamente Q 9,187.15.

2.14.4. Costo de la ampliación Vrs. Bodega alquilada

El último dato que se tiene con respecto al alquiler de la bodega congelada con igual capacidad a la ampliación es de diciembre de 2008, en ese año se utilizaron las bodegas de Almacenadora Integrada S.A., con un costo de **Q 13,781.26**, por 25 días. Aunque el costo no es muy alto comparado con la ampliación de la bodega lo mejor es verlo detenidamente más adelante.

2.14.5. Costo anual de alquiler de bodega

El alquiler de la bodega congelada solamente se realiza una vez al año, en el mes de diciembre puesto que esa es la única época del año en que la demanda sobrepasa a la cantidad de oferta que posee Isopan. El costo mínimo que se a tenido por almacenaje es de Q 13,781.26 y el máximo de Q 25,000.00, este dato ha variado por la cantidad de producto que se almacena según las necesidades de referencia, pero solamente nos servirán para tener un parámetro definido.

2.14.6. Costo de la ampliación

Como se menciona anteriormente el costo de la ampliación es de Q 173,000.00 aproximadamente, según las cotizaciones que se tienen, los costos de la preparación del lugar y el montaje del sistema de refrigeración, dichos costos tendrán que ser cancelados 70% al inicio y el resto al terminar la

obra, es decir a las 3 semanas de iniciado, por lo que no es tan significativo y se tomará en cuenta que se paga la obra en un instante dado.

2.14.7. Costos comparativos

Tomando en cuenta el promedio de alquiler de la bodega, Q19, 390.00 y considerando una subida de precios por inflación del 4%, mas un crecimiento anual de Isopan del 6%, según predicciones de ventas, se tendría un aumento de alquiler de un 10% anual, por lo que se tienen los siguientes gastos anuales:

Tabla XIV. **Gastos comparativos anuales, alquiler de bodega Vrs. ampliación de bodega**

año	Alquiler de bodega	Ampliación
1	Q19,390.00	Q173,000.00
2	Q19,583.90	Q0.00
3	Q19,779.74	Q0.00
4	Q19,977.54	Q0.00
5	Q20,177.31	Q0.00
6	Q20,379.08	Q0.00
7	Q20,582.88	Q0.00
8	Q20,788.70	Q0.00
9	Q20,996.59	Q0.00
	Q181,655.74	Q173,000.00

Fuente: elaboración propia.

2.15. Conclusiones

Como se puede observar en la tabla numero 11, al comparar ambas opciones, la inversión inicial de la instalación de la bodega se recuperaría en aproximadamente 8.1 años, teniendo en cuenta un crecimiento anual del 6% en

ventas, este ultimo dato es un dato pesimista puesto que la empresa en realidad en los últimos años de funcionamiento ha presentado un aumento mayor. Además hay que tomar en cuenta que no se recurriría en gastos de logística, en perdida de tiempo y calidad por el manejo y producto y gastos administrativos, sin mencionar que se podrían atender necesidades de pedidos mucho mas rápido, brindando un mejor servicio y calidad, por lo que si es recomendable la inversión de la ampliación de la bodega.

2.16. Propuesta de mejora

Para poder determinar y dar una conclusión satisfactoria de cual sistema de inventarios utilizar, es importante conocer los diferentes sistemas que se pueden adaptar al mismo, y aceptar o rechazar los sistemas hasta llegar al que ofrezca mayor efectividad.

2.16.1. Posibles métodos en el manejo de inventarios

Entre los sistemas de inventarios que existen se evaluarán los modelos probabilísticos y los modelos determinísticos, además de la clasificación ABC, esto para tener una gama aceptable de opciones que contribuyan al aumento de la eficiencia en el manejo de la bodega de producto terminado.

2.16.1.1. Clasificación ABC

Este sistema de inventario tiene los siguientes supuestos:

- La oferta es mayor que la demanda

- Determina la importancia de cada inventario, como muy importante, medianamente importante y poco importante
- Toma el supuesto de que la demanda es la misma siempre
- Solamente evalúa un producto por bodega, no toma en cuenta el espacio de almacenaje

Tomando en cuenta lo anterior y sobre todo el último supuesto, notamos que el problema que se tiene en Isopan para el almacenaje de producto congelado es el espacio disponible y este no se toma en cuenta en ninguna de las afirmaciones de este sistema de inventarios, por lo que se debe descartar.

2.16.1.2. Modelos Determinísticos

Un modelo determinístico es aquel en que se sabe con cierto grado de certidumbre su demanda y para este caso de modelo tomaremos en cuenta dos posibles que se adaptan al manejo de producto de la empresa, el primero es el Modelo Estático de Lote Económico y el segundo el Modelo de Artículos Múltiples con Límite de Almacenamiento.

2.16.1.2.1. Modelo Estático de Lote Económico

Este sistema de inventarios calcula la cantidad que debe pedirse de cierto artículo y los costes de manejo del mismo y tiene los siguientes supuestos:

- La demanda de los productos es constante y la demanda de un producto no influye en la demanda de otro
- Los artículos se producen por lotes determinados, no existen limitaciones en cuanto al tamaño de dichos lotes

- No existe una incertidumbre significativa en cuanto a la demanda

El problema que se tendría al utilizar este sistema de inventarios es que la demanda de un producto no influye en la de otro y esto no es cierto en el caso de Isopan. Si un producto tiene mas demanda competirán por el espacio uno con el otro, además este sistema no toma en cuenta los espacios disponibles por lo tanto también se debe descartar.

2.16.1.2.2. Modelo de Artículos Múltiples con límite de almacenamiento

Este tipo de inventarios, tiene los siguientes supuestos:

- La demanda del producto es más o menos constante
- No se permite que en los pedidos requeridos, hayan faltantes
- Los productos compiten unos contra otros por el espacio
- Hay un espacio de almacenamiento máximo

Cada uno de los supuestos que se mencionaron anteriormente y que hacen cumplir el modelo de Artículos Múltiples con límite de almacenamiento, cumplen también con la forma de manejo del producto en Isopan, por lo tanto, es una opción que si se deberá tomar en cuenta a la hora de concluir qué modelo de inventarios utilizar.

2.16.1.3. Modelos probabilísticos

En este tipo de inventarios se debe conocer la probabilidad de la demanda, con cierto grado de precisión, en el caso de Isopan, esta probabilidad aunque se puede conocer históricamente, es muy difícil predecir si se mantendrá o variará, por las siguientes razones:

- Aunque la producción del año anterior disminuyó, se prevé que la economía en el año en curso mejore, por lo que no se tendría la misma distribución de probabilidades
- Históricamente las producciones han variado con respecto al clima, es por ello que se dificulta crear una distribución de probabilidad
- Además de las dos razones anteriores, la economía y el clima, también se prevé para los siguientes años un aumento en la inversión para el área de ventas pero no se sabe cuanto ni como, por lo que esto hará variar, significativamente, un modelo probabilístico

Aunque es complicado evaluar las futuras producciones con respecto a una función de probabilidad, se expondrán algunas, para verificar su uso o su desuso para el problema planteado en Isopan.

2.16.1.3.1. Modelo de Revisión Continua

La característica principal de este tipo de modelo de inventario es que hay una nueva colocación de pedidos según un punto en el que hay una revisión del inventario, el principal problema si se utiliza este tipo de modelo es que en

Isopan, regularmente hay pedidos con volúmenes más grandes, por lo tanto no sería factible y en conclusión se debe descartar.

2.16.1.3.2. Modelo probabilizado

Por la misma razón presentada anteriormente, y por el tipo de demanda de Isopan, la demanda no sigue una distribución normal, y eventualmente se alejaría de una distribución probabilística o sería muy complicada de manejar dicha función, es por ello que se recomienda no utilizar este tipo de modelo.

2.16.1.3.3. Método de manejo óptimo

En base a los argumentos presentados en los modelos anteriores, el que mejor se acopla y el que presentaría mayor eficiencia es el Modelo Determinístico de Artículos Múltiples con límite de almacenamiento, esto por que el principal aspecto que se desea mejorar es la distribución y el espacio disponible dentro de la bodega congelada, siendo este factor el “cuello de botella” de toda la planta de producción.

Este modelo toma en cuenta el espacio total disponible dentro de la bodega y hace que cada uno de los artículos *peleen* por un espacio de la misma, con el fin de optimizar su utilización, que es precisamente lo que se desea optimizar.

2.17. Prueba piloto

Para realizar esta prueba, utilizamos como modelo el francés precocido grande y francés precocido pequeño, que son los dos productos con mayor demanda y que ocuparán mayor espacio dentro de la bodega.

Como primer paso determinaremos la cantidad de pedido que se debe realizar, esta viene dada por:

$$y_i = \sqrt{(2K_i D_i) / (h_i - 2\lambda a_i)}$$

En donde

Y_i = Cantidad de pedido

K_i = costo de preparación

D_i = índice de demanda

h_i = costo de manejo por unidad de tiempo

λ = Multiplicador de Lagrange (según este multiplicador para $\lambda=0$, la función Y_i es la solución óptima)

a_i = Requerimiento del área de almacenamiento por unidad de inventario

A continuación se muestra cada una de las variables:

Tabla XV. **Datos para cálculo de cantidad de pedido en prueba piloto**

Producto	K_i (Q)	D_i	H_i (Q)	a_i (metros ²)
Frances pequeño	7.14	17,400	0.001	0.4615
Frances grande	14.31	18,000	0.001	0.4615

Fuente: elaboración propia.

Seleccionando arbitrariamente el valor de λ y tomando en cuenta que el área total de almacenamiento "A" es de 403.15 metros³, se tienen los siguientes valores

λ	y1 (francés peq.)	y2 (francés Gde.)	$\Sigma aiyi - A$
-1	15,540	22,380	180.76
-2	10,980	15,840	9.84
-3	8,970	12,930	-65.90

Utilizando cualquier método de análisis numérico, nos da 0 si se utiliza $\lambda = -2.1$, y al mismo tiempo utilizando este valor nos da el pedido óptimo diario que se debe utilizar con los resultados siguientes:

λ	y1 (francés peq.)	y2 (francés Gde.)	$\Sigma aiyi - A$
-1	10,710	15,450	0

Por lo tanto con los costes actuales y la demanda actual, la cantidad de pedido diaria debe ser de 10,710 unidades al día de francés pequeño y 15,450 unidades al día de francés grande.

2.18. Conclusiones

Analizando cada uno de los posibles métodos para llevar el control de inventarios, para lograr cierta estabilidad, en la cantidad a pedir, en el espacio en la bodega congelada y con los costes de mantener dicho producto, se determinó que el método óptimo a utilizar para la bodega de producto terminado de Isopan es el modelo de artículos múltiples con límite de almacenamiento, es

por ello que se realizó una prueba para determinar la factibilidad de este método.

Se analizaron los datos y se determinó la cantidad que se debe producir al día, de francés pequeño y de francés grande, con estos datos (aproximadamente 10,710 francés pequeños y 15,480 francés grandes), se produjeron estas cantidades durante una semana, en la cual no hubo sobrantes ni faltantes perceptibles, por lo que éste es el método óptimo a utilizar, siempre y cuando se analicen las variables cada vez que se desea producir.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN (DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA EN GENERAL)

A continuación, se determinará la eficiencia que deberá tener el sistema de congelación y de bodega de producto terminado en general, desde las instalaciones, el equipo, hasta la forma de utilizar el equipo y los procedimientos a seguir:

3.1. Inventario de equipo utilizado

Los principales elementos que se utilizan para mantener la bodega de producto terminado en óptimas condiciones son: los compresores, las tuberías, los gases, los medidores de presión, los termostatos, los ventiladores y la instalación de la bodega en si, por que es importante conocer cada uno de los equipos que se utilizan actualmente.

3.1.1. Motores

Actualmente la bodega posee tres turbocompresores eléctricos, marca Copeland, modelo CF12K6E-PFV, trabajando con gas R404A. Estos motores trabajan a base de *timers*, es decir poseen un dispositivo automático que los enciende, apaga y acciona el mecanismo de deshielo a determinadas horas del día, turnándose cada uno de los tres motores.

3.1.2. Tuberías

Toda la tubería del sistema de congelación está hecha de cobre, de diferentes medidas, estas van desde ¼" en el serpentín del evaporador, hasta 1¼" en la tubería principal que va de los motores al evaporador. Las únicas tuberías de PVC son las del desagüe del evaporador. La tubería se encuentra recubierta de esponja para reducir fugas de temperaturas.

3.1.3. Gases

El gas utilizado en el equipo es el R404A, por dos razones principalmente, primero por su costo más bajo y por que soporta temperaturas de congelación muy bajas (hasta -60 °C). Además para mantenimiento del equipo resulta muy conveniente, pues no es necesario retirar todo el refrigerante anterior para equilibrar las presiones, en dado caso hubiere alguna fuga.

3.1.4. Medidores de presión

Para medir la presión de entrada y salida del evaporador y del compresor se utiliza un barómetro análogo, este barómetro se coloca en las boquillas del compresor dispuestas para el efecto, para poder realizar las mediciones o controles que sean necesarios.

3.1.5. Termostato

Actualmente Isopan no cuenta con ningún termostato instalado, solamente con "timers" que controlan el tiempo en que los compresores permanecerán encendidos, por lo que se evaluará más adelante si es necesaria la instalación de un sistema de termostatos para el ahorro de energía.

3.1.6. Ventiladores

Como se mencionó anteriormente (según el gráfico número 4), las bodegas están divididas en dos, una pequeña y otra más grande, la bodega pequeña posee un evaporador de 5 ventiladores, cada uno con aspas de 15 centímetros y la bodega grande tiene dos evaporadores de 4 ventiladores cada uno con el mismo tipo de aspas que la bodega más pequeña.

3.2. Capacidad de congelación

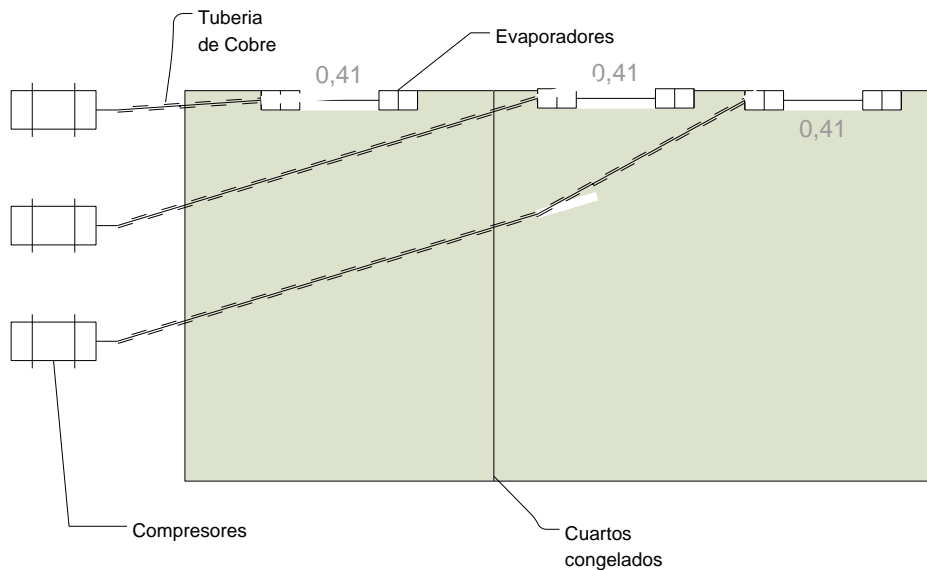
Según datos del fabricante² los compresores Copeland, trabajando con el gas con el que se trabaja en Isopan, deberían llegar a un mínimo de temperatura de -40 °C. y a un máximo de cero grados centígrados, pero según se pudo observar al realizarse mediciones con un termómetro digital dentro de las bodegas estas se mantienen a un promedio de -15 °C.

3.3. Croquis del sistema de congelación

Para tener una mejor idea de la disposición de las bodegas y de la ubicación de los motores, como se encuentran actualmente, se muestra el siguiente croquis:

² www.heatcraft.com/resources/install/H-IM-FP.pdf, 12 de febrero de 2010. 15:30 horas.

Figura 14. **Croquis de la disposición en planta de los compresores, tuberías y cuartos congelados.**



Fuente: elaboración propia.

3.4. Método para la medición de la eficiencia del sistema

La empresa no cuenta con equipo apropiado para medición de la eficiencia y consumo de energía para el sistema de refrigeración, por lo que se utilizará, para calcular el rendimiento térmico (como referencia del sistema) el Coeficiente de Actuación de Carnot (COP).

Para calcular el COP se utiliza, la siguiente fórmula:

$$\text{COP} = T_B / (T_A - T_B)$$

En donde:

T_A = Temperatura de entrada

T_B = Temperatura de salida

COP = Coeficiente de actuación de Carnot

Además para tener datos más confiables se utilizaron, tanto presiones de entrada como de salida de los compresores, para determinar por medio de la entalpia del gas, la eficiencia del motor:

3.4.1. Potencia de entrada

Para la compresión del gas se cuenta con tres compresores semiherméticos, marca Copeland, de 4 caballos de vapor cada uno por lo que la potencia máxima suministrada al sistema es de 12 caballos de vapor o lo que es lo mismo con un total de 12 hp.

3.4.2. Rendimiento térmico de los motores

Como se mencionó en el punto 3.2 se utilizará el Coeficiente de Carnot, pues con él se mide el rendimiento energético de los motores para refrigeración. Para dicho cálculo se necesita un promedio de las temperaturas de entrada y las temperaturas de salida de cada uno de los compresores con sus respectivos evaporadores, lo cual se muestra a continuación:

Tabla XVI. **Temperaturas promedio para el Compresor No. 1**

Temperatura de entrada en °C	Temperatura de salida en °C
26	-15
28	-13
32	-11
25	-8
26	-10
31	-7
28	-10
29	-11
29	-11
27.90	-10.18

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Temperaturas promedio para el Compresor No. 2**

Temperatura de entrada en °C	Temperatura de salida en °C
26	-17
28	-15
32	-14
25	-16
26	-12
31	-11
28	-17
29	-14
29	-15
27.90	-14.18

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. Temperaturas promedio para el Compresor No. 3

Temperatura de entrada en °C	Temperatura de salida en °C
26	-15
28	-15
32	-14
25	-16
26	-12
27	-11
31	-11
28	-17
29	-14
29	-15
27.90	-14.18

Fuente: elaboración propia.

Tomando en cuenta el promedio de las temperaturas anteriores, se tienen los siguientes coeficientes de actuación:

$$\text{Compresor No. 1 : COP} = -10.18 / (27.90 + 10.18) = 0.26733$$

$$\text{Compresor No. 2: COP} = -14.18 / (27.90 + 14.18) = 0.33697$$

$$\text{Compresor No. 3: COP} = -14.18 / (27.90 + 14.18) = 0.33697$$

Lo que deseamos es conocer la eficiencia promedio de todo el sistema de congelación en sí por lo que se utilizará el promedio de todos los sistemas de actuación:

Tabla XIX. **Promedio del coeficiente de actuación del sistema de congelación**

Compresor 1	0.26733
Compresor 2	0.33697
Compresor 3	0.33697
Promedio	0.31375

Fuente: elaboración propia.

Todo el sistema posee un sistema de actuación de 0.31375 o lo que es lo mismo, posee un rendimiento térmico de 31.375%.

Para conocer las eficiencias de los compresores se tienen los siguientes datos:

Presión de entrada: 6.0 bar

Temperatura de entrada: 40 °C

Entalpia de entrada (h_1) = 278.09 (Según tabla A18, pág. 956 "Termodinámica", Kenneth Wark, Donald E. Richard.)

Presión de salida: 1.0 bar

Temperatura de salida: -20 °C

Entalpia de salida (h_2) = 236.54

Entropía de salida (S_2) = 0.9602

Con los datos anteriores se tiene lo siguiente, para calcular la eficiencia de los motores:

$$n = h_{2s} - h_1 / (h_2 - h_1)$$

Para calcular el dato de h_{2s} , se debe interpolar con el dato de S_2 , con lo se obtiene:

$$h_{2s} = 267.89 + [(278.09 - 267.89)(0.9602 - 0.9388)] / (0.9719 - 0.9388)$$
$$h_{2s} = 274.48$$

Por lo tanto y con todos los datos disponibles se obtiene:

$$n = (274.48 - 236.54) / (278.09 - 236.54)$$
$$n = 0.9131 = 91.31\%$$

Por lo tanto los compresores, trabajan con una eficiencia del 91.31%.

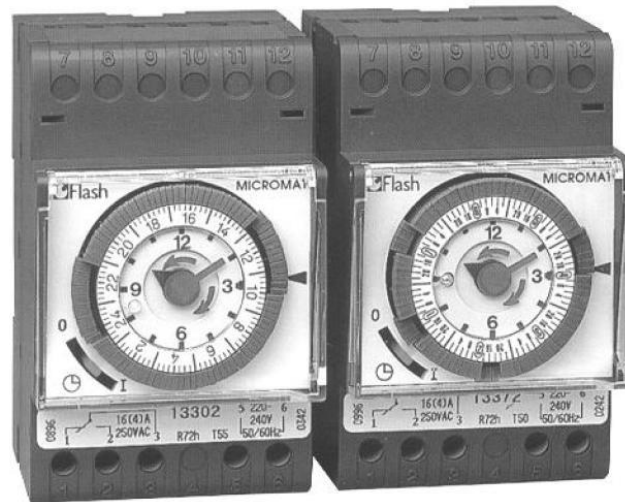
3.5. Equipo extra necesario

En la actualidad el sistema no posee equipo extra, que sea utilizado, como por ejemplo: arrancadores, protectores de voltaje, medidores automáticos de voltaje y presiones de los gases, etc. Por ello se analizará si es factible la colocación de alguno de ellos cuando se realice la ampliación de la bodega.

3.5.1. Aplicación de arrancadores

Los arrancadores para compresores de aire pueden ser de dos tipos, arrancadores automáticos con pulsador para arranque o arrancadores manuales. Actualmente los equipos tienen un arranque semi automático, funcionan por medio de un *timer*, como el mostrado en la figura 15 el cual indica la hora en que los motores deben arrancar, deshelar y apagarse.

Grafico 15. **Timer utilizado para arranque de compresores**



Fuente: elaboración propia.

Estos *timers* están instalados de tal forma que inician el ciclo de deshielo tres veces al día, lo que toma aproximadamente 20 minutos cada uno y el resto del tiempo mantiene funcionando los tres motores.

Aparte de los *timers* no se posee ningún otro dispositivo extra para el sistema de congelación. Dichos dispositivos se utilizan conjuntamente con arrancadores.

3.5.2. Medidores de presión.

Aunque para el tipo de equipo que se posee y por lo importante que resulta el almacenaje en bodega, para mantener la cadena de frío, los compresores actualmente no poseen ningún tipo de medidor de presión para los gases, simplemente si se necesita hacer alguna medición se recurre a medidores manuales y análogos como se muestran en la siguiente figura 16.

Estos datos se tabulan en un formato creado para tal efecto, como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla XX. **Tabulación para registro de presiones en los compresores.**

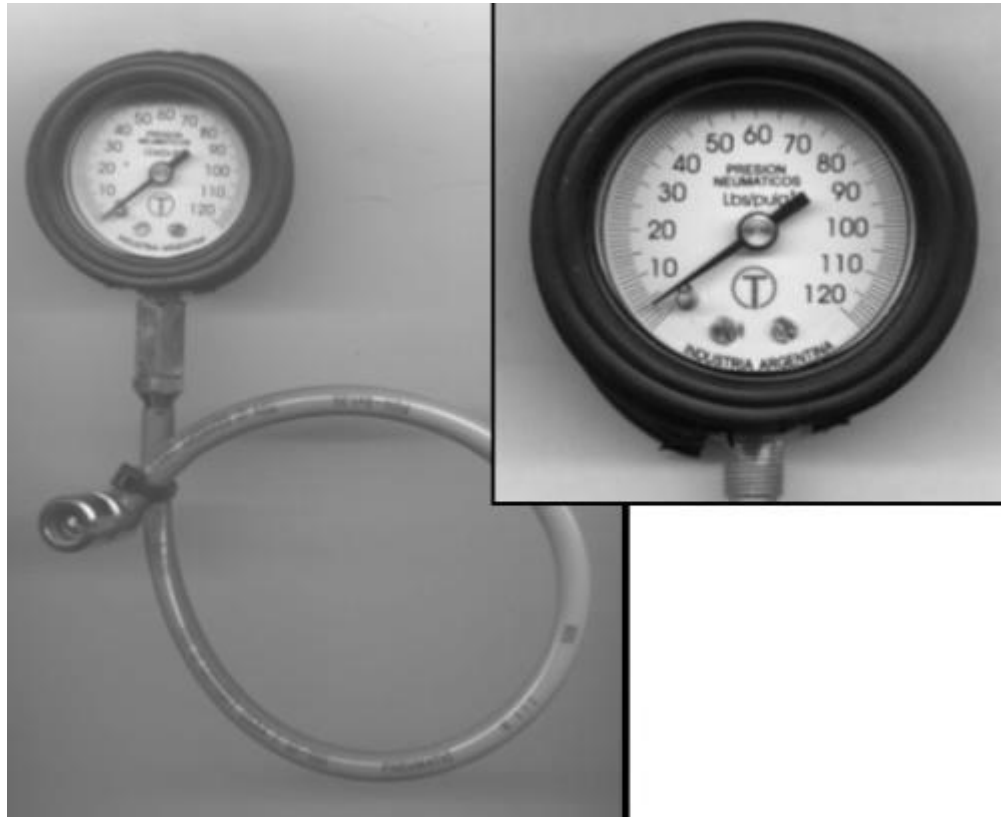


PRESIONES DE BODEGA CONGELADA EN PSI

FECHA	PRESION	OBSERVACIONES
15/05/2010	92	
15/05/2010	91	
15/05/2010	92	
16/06/2010	90	
16/06/2010	88	
16/06/2010	92	
16/06/2010	18	Con motores apagados
16/06/2010	91	
17/06/2010	88	
17/06/2010	92	
17/06/2010	90	
17/06/2010	93	
17/06/2010	94	
17/06/2010	86	
18/06/2010	19	Con motores apagados
18/06/2010	96	
18/06/2010	92	

Fuente: elaboración propia.

Figura 16. **Medidor de presión utilizado en Isopan S.A.**



Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar el medidor es análogo, se recomienda la utilización de uno digital, para detectar cualquier desviación.

3.5.3. Termostatos

Actualmente en ninguna de las bodegas congeladas de Isopan se utilizan termostatos, para saber la temperatura a la cual se encuentran en un determinado tiempo se utiliza un termómetro digital.

3.6. Mantenimiento general del sistema de congelación

Aunque actualmente en Isopan, hay mantenimientos correctivos, es necesaria la implementación de mantenimientos preventivos, es por ello que a continuación se describen, según su periodicidad de tiempo.

3.6.1. Mantenimiento diario

Puesto que son equipos semi-herméticos y que además no tienen contacto con el producto, el mantenimiento diario solamente debe incluir la limpieza exterior de las unidades, al igual que el mantenimiento semanal.

3.6.2. Mantenimiento mensual


Este mantenimiento es el único que se utilizará y el que deberá realizarse más a fondo, es decir el mantenimiento semestral y anual no son de suma importancia porque se tratara de abarcar lo más posible con el mantenimiento mensual. Para tener una mejor guía se dividirá el mantenimiento mensual en 4 partes:

- Sistema de refrigeración: para el sistema de refrigeración se deben revisar las siguientes variables:
 - ✓ Inspección, anotación de presiones de trabajo, succión y descarga. (si se tuviere medidor de presión.)
 - ✓ Inspección de pernos de anclaje y realización de ajuste si es necesario

- ✓ Revisión si hay ruidos o vibraciones anormales

Para el control de estos chequeos se deberá llenar la siguiente ficha:

Figura 17. **Check List para mantenimiento mensual del sistema de refrigeración**



CHEQUEO DE MANTENIMIENTO

Fecha: _____


Encargado: _____

No. Compresor	Variable a chequear	Chequeo	Observaciones
1	Presión de trabajo, succión y descarga	√	
1	Nivel de aceite	√	Nivel bajo, se niveló.
1	Válvulas de servicio	√	
1	Pernos de anclaje	√	
1	Limpieza exterior	√	

Fuente: elaboración propia.

- Condensadores: en el caso de los condensadores, las variables que son importantes a tomar en cuenta son: la limpieza del serpentín y la revisión de alguna fuga de gas. Para ello al igual que los compresores se deberá utilizar la siguiente lista de chequeo:

Figura 18. **Check List** para mantenimiento mensual de los condensadores



CHEQUEO DE MANTENIMIENTO


Fecha: _____
 Encargado: _____

No. Serpentín	Variable a chequear	Chequeo	Observaciones
1	Inspección y limpieza serpentín	√	
1	Inspección del ventilador	√	Flojo, se ajustó.
1	Inspección de fuga de gas	√	

Fuente: elaboración propia.

- Evaporadores: como parte fundamental para el sistema de refrigeración, también se deben tomar en cuenta para el mantenimiento, se deben de revisar si el ciclo de descongelación está funcionando correctamente, y en general si existe alguna fuga por lo que se debe de utilizar la siguiente lista de chequeo:

Figura 19. **Check List** para mantenimiento mensual de los evaporadores



CHEQUEO DE MANTENIMIENTO

Fecha: _____
 Encargado: _____

No. Evaporador	Variable a chequear	Chequeo	Observaciones
	Ciclo de descongelamiento	√	Se ajusto la hora de deshielo a las 13:00.
	Serpentín y limpieza	√	
	Inspección de válvulas	√	
	Inspección de ventiladores	√	
	Pruebas de fugas.	√	

Fuente: elaboración propia.

- Tablero eléctrico: aunque no tiene incidencia directa en la refrigeración de los productos si es una especie de timón, en el cual se puede guiar para su control, por lo que siempre debe estar en óptimas condiciones y se deben realizar los siguientes chequeos:

Figura 20. **Check List para mantenimiento mensual del tablero eléctrico**



CHEQUEO DE MANTENIMIENTO

Fecha: _____
 Encargado: _____

No. Tablero	Variable a chequear	Chequeo	Observaciones
	Revisión de contactos y relés	√	
	Revisión de circuito integral	√	
	Limpieza y ajuste	√	
	Inspección de cables	√	
	Cambio de cintas aislantes a empalmes	√	No fue necesario el cambio.
	Medición de voltaje y amperaje	√	

Fuente: elaboración propia.

3.7. Conclusiones

Actualmente, en el sistema de congelación, los motores arrancan, se apagan y efectúan el deshielo por medio de un *timer*, el cual lo único que hace es medir el tiempo entre cada uno de los arranques del motor, por lo que es necesario la instalación de termostatos, por dos principales razones, para ahorro de energía y para mayor control de la temperatura en los cuartos congelados.

El compresor No. 1, aporta menos eficiencia al sistema de congelación por tres razones: 1) es el que se encuentra más alejado del evaporador, por lo que el gas pierde temperatura en la tubería hasta llegar al evaporador. 2) El área para congelar es más grande, forzando más al compresor y 3) en el área en donde se encuentra el primer evaporador correspondiente al compresor No 1, se encuentra la puerta de entrada a la bodega, es por ello, que por ahí hay fugas de aire frío. Por lo que se propuso, poner las cortinas plásticas protectoras con mayor traslape, para mejorar la impermeabilidad de las mismas.

3.8. Procedimientos

Para que la bodega congelada funcione correctamente, es necesario, aparte de tener el quipo en buen estado y con los mantenimientos adecuados, tener procedimientos para el personal que los utiliza, para evitar tanto el uso incorrecto de los mismos, como el maltrato a ellos.

3.8.1. Procedimientos para ingreso a bodega

Para ingresar cualquier producto a la bodega, solamente están autorizados los empacadores, que son cuatro personas, y el encargado de las amasadoras, pues él tiene que ingresar y sacar masas congeladas del cuarto congelado.

Los pasos para el ingreso de cualquier producto son los siguientes:

- Tener una fila de canastas llenas de producto lo suficientemente grande pero que quepa en la puerta, esto para evitar abrir y cerrar las puertas por pequeñas cantidades de producto.


- Entrar a la vez solamente una persona y hacerlo lo más rápido posible.
- Al ingresar el producto, dejarlo en la entrada del cuarto y cerrar de una vez la puerta y luego colocarlo en su lugar, para evitar que escape el frío.

El anterior procedimiento aunque se realiza, no se encuentra por escrito ni documentado por lo que se debe colocar en un lugar visible en las puertas de entrada del cuarto congelado.

3.8.1.1. Formatos utilizados

Actualmente no se utiliza ningún formato para el ingreso de producto, solamente existe uno, que pertenece al área de producción, en el cual se anota el número de canastas ingresadas de cada producto, por lo que a continuación se presenta el formato a sugerir:

Figura 21. **Formato para el control de procedimiento para ingreso de producto a bodega**



**FORMATO PARA CONTROL DE
PROCEDIMIENTO
INGRESO DE PRODUCTO A BODEGA**

Responsable: _____

Fecha: _____

Nombre del empacador	Hora	Ingreso correctamente el producto	Observaciones

F: _____

Fuente: elaboración propia.

El formato anterior, debe ser llenado por el encargado del área de empaque para verificar que todos los trabajadores cumplan con el procedimiento, deberá realizar el chequeo preferiblemente a diferentes horas y a diferentes empacadores cada día, con el formato del grafico No. 21.

3.8.1.2. Personal responsable

En el procedimiento anterior, se describe quienes deben acatarlo, y estas personas son:

- El personal de empaque, el cual consta de cuatro personas, son responsables de ingresar el producto terminado, rotarlo con el producto más viejo, ordenar y limpiar la bodega de producto terminado
- El encargado de despacho: es el encargado de sacar el producto terminado y repartirlo en los camiones de reparto
- El encargado de amasado: es el encargado de ingresar y sacar masas frías de la bodega

Además de los mencionados anteriormente, el único que pueden entrar a la bodega es el encargado de control de calidad, para realizar inspecciones.

3.8.2. Procedimiento para descarga de bodega


El encargado de bodega, junto con los pilotos de distribución son los únicos, que pueden sacar producto de la bodega congelada, el encargado de bodega se encarga de bajar el producto de las filas de canastas y los pilotos

son los que se encargan de ordenar los pedidos y de llevar las canastas al camión.

3.8.2.1. Formatos utilizados

El formato que se utilizará para retirar producto de la bodega congelada es el siguiente:

Figura 22. **Formato para el control de procedimiento para retirar producto de bodega**



FORMATO PARA DESCARGA DE BODEGA

Fecha: _____ No. Camión: _____
Encargado: _____ Piloto: _____

No. De recorrido	Producto	No de canastas

F: _____

Fuente: elaboración propia.

En el formato anterior se debe de colocar el número de recorrido del piloto, el producto que lleva y el número de canastas correspondientes al producto que lleva. La persona que deberá de llenar dicho formato es el jefe de bodega.

3.8.2.2. Personal responsable

El principal responsable de la descarga de producto de la bodega congelada es el jefe de bodega, él es quien se encarga directamente de repartir todos los productos que les son requeridos a los pilotos.

Desde un día antes, la persona encargada de la logística, le entrega al jefe de bodega un requerimiento (formato del grafico No. 21), en el que se detalla la cantidad que este le debe entregar a cada piloto, para que complete la ruta previamente establecida.


3.9. Procedimiento para mantenimientos

Los mantenimientos estarán a cargo del jefe de mantenimiento y los responsables de mantenimiento de cada área, cada uno deberá contar con el siguiente procedimiento:

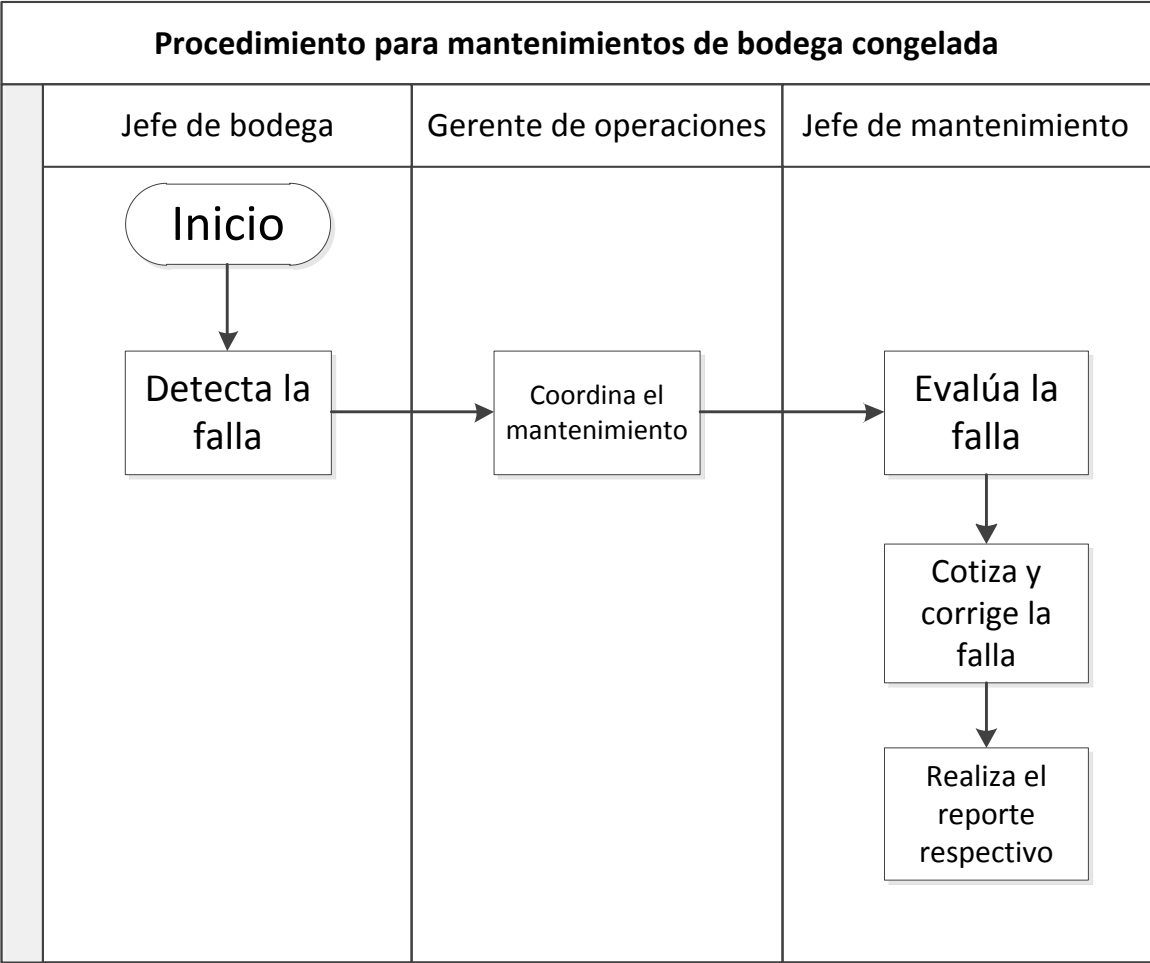
1. Las órdenes de mantenimiento deberán ingresar por medio del encargado de bodega de producto terminado, él es el que dará aviso, al gerente de operaciones;
2. El gerente de operaciones es el que coordinara con el encargado de mantenimiento el cual debe ejecutar la orden del gerente de operaciones;
3. Luego que el encargado de mantenimiento haya recibido la instrucción del gerente de operaciones deberá dirigirse a evaluar la falla del equipo del cuarto congelado;

4. Si es necesario luego de la evaluación, el encargado de mantenimiento deberá presentar la cotización respectiva para los repuestos;
5. Luego de haber arreglado el desperfecto debe llenar el reporte de mantenimiento el cual se le presentan diariamente al gerente de operaciones.

A continuación se muestra el procedimiento en detalle:

		Procedimientos Isopan S.A.			Página 1 de 1	
Procedimiento para mantenimientos						
Departamento:	Mantenimiento			Código:		
Fecha de elaboración:	03-05-2011	Revisión:	No.	Fecha de revisión:		
<p>Propósito</p> <p>Mantener un control de mantenimientos en el sistema de congelación</p> <p>Alcance</p> <p>Para toda el área de mantenimiento, jefe de bodega de producto terminado y el personal que se pueda ver afectado al respecto.</p>						
Departamento	Responsable	No.	Actividad			
Bodega de producto terminado	Jefe de bodega de producto terminado	1	El jefe de bodega de producto terminado, al detectar cualquier falla, le da el aviso al gerente de operaciones.			


Operaciones	Gerente de operaciones	2	El gerente de operaciones coordina y calendariza los mantenimientos necesarios según avisos dados por el jefe de bodega de producto terminado.
Departamento	Responsable	No.	Actividad
Mantenimiento	Jefe de mantenimiento	3	Luego que el encargado de mantenimiento haya recibido la instrucción del gerente de operaciones debe de evaluar la falla del equipo del cuarto congelado.
Mantenimiento	Jefe de mantenimiento	4	De ser necesario el jefe de mantenimiento debe de presentar las cotizaciones respectivas de los repuestos y arreglar la falla.
Mantenimiento	Jefe de mantenimiento	5	Luego de haber arreglado el desperfecto debe llenar su reporte para presentar al gerente de operaciones.



3.9.1. Formatos utilizados

Cuando se da un desperfecto mecánico o eléctrico en la bodega, para transferir esa información, el jefe de bodega transfiere la información vía correo electrónico al gerente de operaciones y este utiliza el siguiente formato para entregárselo al jefe de mantenimiento (el formato incluye un ejemplo de la solicitud):

Figura 23. **Formato para solicitud de mantenimiento**



SOLICITUD DE MANTENIMIENTO

Fecha: 10-02-11
Elaboró Ing. Roberto González

Fecha a realizar	Solicitud
12-02-11	Revisar contactores del panel de control del túnel de congelación No.1
13-02-11	Verificar presión de refrigerante en compresor No. 3 de bodega congelada No.1

F: _____

Fuente: elaboración propia.

El anterior formato, deberá ser llenado por el gerente de operaciones o por la persona responsable de mantenimiento, en donde dice la fecha a realizarse, se debe de colocar la fecha en la que se cree se efectuará el mantenimiento y en la parte de solicitud, el requerimiento de mantenimiento, tratando de detallar lo más posible la solicitud.

Después de haberse realizado el mantenimiento, el jefe de mantenimiento o en su defecto el mecánico que realizó dicho trabajo deberá llenar el siguiente formato, el cual servirá para llevar un control de mantenimientos.

Figura 24. Formato de reporte de mantenimiento realizado



REPORTE DE MANTENIMIENTOS

Fecha: 13-02-11
 Elaboró Usben Ovalle

Mantenimiento realizado	Repuestos utilizados	Observaciones
Revisar contactores del panel de control del túnel de congelación No.1	X	Se encontraban en buen estado.
Verificar presión de refrigerante en compresor No. 3 de bodega congelada No.1	15 lbs. de gas refrigerante 404A	

F: _____

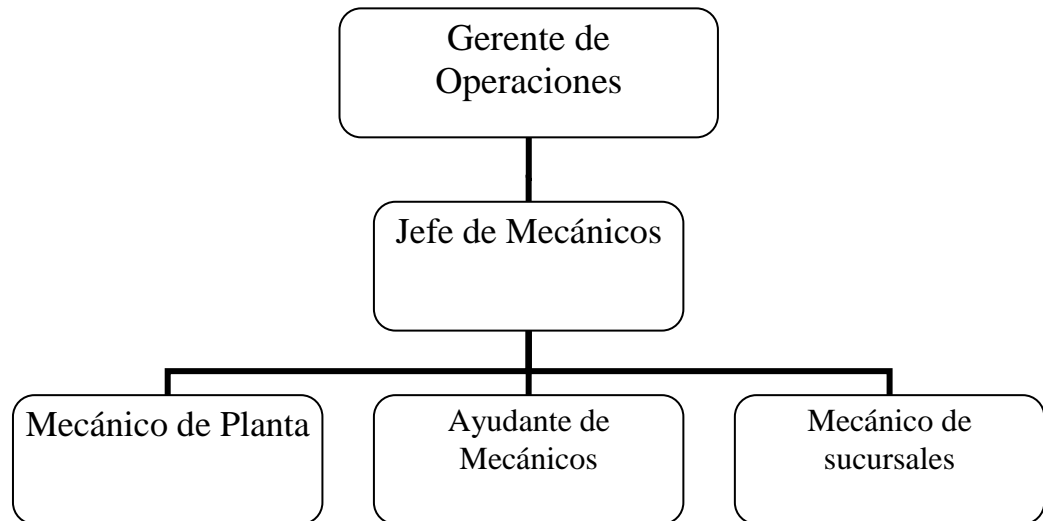
Fuente: elaboración propia.

El formato anterior, podrá utilizarse como fuente de información para tener un registro y crear reportes que ayuden a ir formando una base de datos para poder determinar la frecuencia con la que se es necesario realizar mantenimientos preventivos.

3.9.2. Personal responsable

Para determinar el responsable de mantenimiento a continuación se muestra el organigrama de dicha área:

Figura 25. **Organigrama de mantenimiento de Isopan S.A.**



Fuente: elaboración propia.

A continuación las funciones de cada uno de ellos:


- Gerente de operaciones: responsable de recibir cualquier solicitud de mantenimiento de cualquier departamento de la empresa y trasladar toda la información al jefe de mecánicos.
- Jefe de mecánicos: responsable de distribuir todas las solicitudes de mantenimiento en cada uno de los mecánicos, además de cotizar repuestos y/o demás servicios que sean requeridos por el departamento de mantenimiento.

- Mecánico de planta: es el mecánico responsable de cumplir la programación de mantenimientos para la planta de producción y de atender cualquier emergencia que pueda surgir en ella.
- Ayudante de mecánicos: es el responsable de ayudar en actividades que le sean requeridas tanto del mecánico de planta como del mecánico de sucursales.
- Mecánico de sucursales: es la persona responsable de cumplir la programación de mantenimiento para las sucursales y de atender cualquier emergencia que pueda surgir en ellas.

3.9.3. Instructivo para la medición constante de la eficiencia en el sistema de congelación

Como se vio en el punto 3.2, lo que se necesita para establecer la eficiencia a la cual funciona el sistema, necesitamos la temperatura de entrada y de salida de los evaporadores, por lo que por medio de ellas vamos a determinar la eficiencia de Carnot.

A continuación se describe el procedimiento para las mediciones.

	Procedimientos Isopan S.A.		Página 1 de 1	
Instructivo para la medición de la eficiencia en el sistema de congelación				
Departamento:	Mantenimiento	Código:		
Fecha de elaboración:	03-05-2011	Revisión:	No.	Fecha de revisión:

<p>Propósito</p> <p>Mantener un control en el sistema de congelación por medio de la medición de su eficiencia.</p> <p>Alcance</p> <p>Para todo el área de mantenimiento y el personal que se pueda ver afectado al respecto.</p>			
Departamento	Responsable	No.	Actividad
Mantenimiento	Gerente de Mantenimiento	1	Toma 10 mediciones de la temperatura de entrada (T_A) de los evaporadores y saca el promedio de las mediciones efectuadas.
		2	Toma 10 mediciones de la temperatura de salida (T_B) de los evaporadoras y saca el promedio de las mediciones efectuadas.
		3	Calcula el Coeficiente de Actuación de Carnot: ($COP = T_B / (T_A - T_B)$) y lo anota para que quede constancia de la medición.

3.9.3.1. Medidores utilizados

Puesto que el único dato importante y significativo que necesitamos es el de las diferencias de temperatura, lo único que necesitamos es un termómetro digital, como el mostrado en la siguiente figura.

Figura 26. **Termómetro digital utilizado para medir la diferencia de temperaturas**



Fuente: elaboración propia.

3.9.3.2. Frecuencia de las mediciones

Cuando se miden eficiencias de motores como los compresores utilizados para la congelación, estas tienden a disminuir en tiempos relativamente largos por lo que no es aconsejable hacer demasiadas mediciones todo el tiempo, pero en este caso y por la facilidad de la toma de mediciones se aconseja que se realice por lo menos una vez por semana.

Por ejemplo a continuación se muestran datos tomados, a diferentes horas durante un mismo día:

Tabla XX. Presiones a diferentes horas de la bodega congelada

Fecha: 13/02/2011

Hora	PRESIÓN (PSI)	OBSERVACIONES
10:30	92	
11:00	92	
11:30	92	
12:00	92	
12:30	91	
13:00	18	Deshielo
13:30	92	
14:00	91	
16:00	92	
17:30	92	
18:00	92	
18:30	92	

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar prácticamente la presión en el transcurso del día no varío, por lo tanto la mejor opción para detectar cualquier variación son mediciones semanales o si se desea mayor exactitud una medición diaria.

Además se aconseja que ya sea el jefe de mecánicos o el gerente de operaciones mantengan una base de datos actualizada de todas las mediciones realizadas para poder determinar de una manera más precisa si hay algún cambio en la eficiencia de algún motor y para poder tomar medidas correctivas rápidamente.


3.9.4. Registros utilizados

Para el buen funcionamiento tanto del equipo como del sistema de almacenaje en general, son necesarios llevar por lo menos dos registros

importantes: registro de temperaturas, para detectar cualquier anomalía y cambio de temperatura y registro de rotación y revisión de inventarios.

Para el primer caso, registro de temperaturas se utilizará el siguiente formato:

Figura 27. **Formato para control de temperatura de las bodegas congeladas**



CONTROL DE TEMPERATURAS

Fecha: 14-02-11 No. bodega: 2
 Encargado: Raul Padilla

Bodega	Temperatura (°C)	Observaciones
2	-14	
2	-16	
2	-15	

Fuente: elaboración propia.

En la parte de “Bodega” se debe colocar a que bodega pertenece el reporte, si es bodega 1, para la bodega más pequeña y bodega 2 si es para la más grande (la que se encuentra próxima a ampliar). Luego se coloca la temperatura y en la parte de observaciones se debe anotar si fue encontrada alguna anomalía o alguna no conformidad.

Además del formato anterior se deberá llevar un formato para poder detectar si la rotación de la bodega es la correcta, para tal fin se utilizará el siguiente formato:

Figura 28. **Formato para control de rotación del producto y existencias**



CONTROL DE ROTACION DE PRODUCTO

Fecha: 14-02-11
Encargado: Raúl Padilla

Producto	Fecha de producción	Existencia actual
Francés Pequeño	13-02-11	74,354
Francés Grande	13-02-11	98,534
Baguette	13-02-11	854
Gallega Grande	13-02-11	587

Fuente: elaboración propia.

Para poder llevar el control, con el formato anterior, se deberá llevar control diario para poder verificar que la existencia no baje más del mínimo y que la fecha de producción siempre sea posterior a la tomada anteriormente para verificar la rotación de la bodega.

3. FASE DE DOCENCIA (CAPACITAR AL PERSONAL SOBRE EL MANEJO DEL NUEVO SISTEMA)

Como parte complementaria, para mejorar el rendimiento y la productividad tanto de la bodega, como del sistema de inventarios es necesario e importante tener un programa ya establecido de capacitaciones, el cual se presenta a continuación.

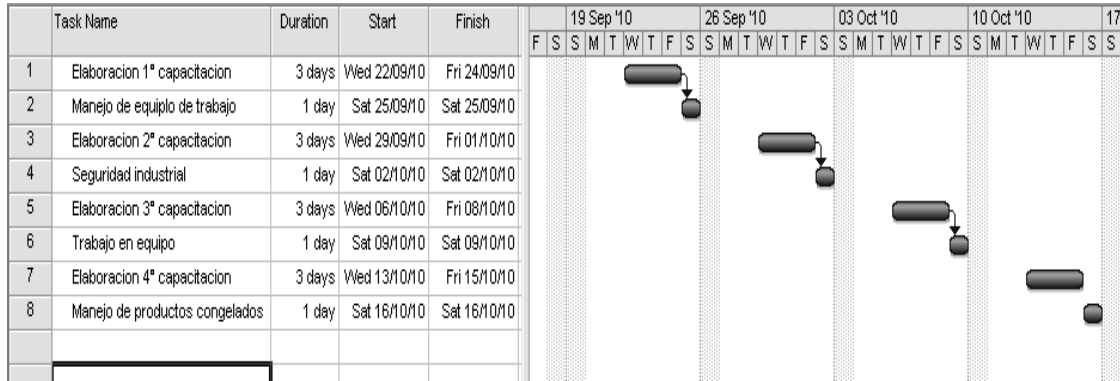
4.1. Planificación

El objetivo principal de las capacitaciones del personal es mejorar el rendimiento y la productividad de su trabajo y su misión debe de ser evitar errores en los procesos que puedan poner en peligro la calidad de los productos y en base a esto se plantean los siguientes temas, como de mayor importancia para cumplir con el objetivo del proyecto:

- Manejo de equipo de trabajo
- Seguridad industrial
- Trabajo en equipo
- Manejo de productos congelados

La lista anterior se debe tomar como temas mínimos y deberá emplearse según las necesidades de la empresa. A continuación se detalla la programación a utilizar:

Figura 29. Diagrama de Gantt para planeación de las capacitaciones



Elaboración: elaboración propia

Capacitador	Personal a capacitar	Tema	Fecha
Jefe control de calidad	Producción y empaque	Manejo de equipo de trabajo	25/09/10
Jefe de Producción	Producción y empaque	Seguridad industrial	02/10/10
Jefe de recursos humanos	Producción y empaque	Trabajo en equipo	09/10/10
Jefe de control de calidad	Producción y empaque	Manejo de Productos congelados	16/09/10

4.2. Temas a impartir en las capacitaciones

El principal problema que enfrenta todo jefe de área en cualquier empresa es el manejo del capital humano, y la distribución de funciones que debe tener cada uno de los miembros de grupo, en el cual muchas veces son ellos mismos los que se dividen el trabajo, según las necesidades específicas en ese

momento, pero si aun creando una buena división del trabajo, el equipo se utiliza incorrectamente, dicho trabajo presentara deficiencias que se trataran de corregir con los temas a impartir en las capacitaciones.

4.2.1. Manejo de equipo de trabajo

En esta primera capacitación se deberá enseñar la forma correcta en que se deben de utilizar todas y cada una de las herramientas que se usan en el trabajo diario como:

- Espátulas para despegar pan
- Manejo de los controles de los túneles de congelación
- Utilización de reportes y uso de procedimientos
- Termómetros

Además será muy importante que se haga mención de los procedimientos de trabajo, incluidos los procedimientos para ingreso y colocación de producto terminado, tomando en cuenta la rotación según las fechas de cada uno de los productos.

4.2.2. Seguridad Industrial

Como parte de la utilización correcta del equipo, está la seguridad industrial, pues si el equipo se utiliza correctamente, lo más lógico es que se tenga un ambiente de trabajo más seguro, por ello se debe incluir como mínimo en esta capacitación:

- Utilización de cincho para levantar pesos
- Forma de utilizar extinguidores
- Forma de utilizar la chumpa, overol y demás ropa para cuarto congelado

4.2.3. Trabajo en equipo

El trabajo en equipo comprende muchos factores, es por ello que se debe enfatizar en primer lugar los beneficios que trae, como:

- Eliminación de duplicidad de funciones
- Mejora en el ambiente de trabajo y por lo mismo el compañerismo dentro del área de trabajo
- Mejora en la productividad general del área de congelados

Pero antes de mencionar los beneficios se deben poner los contras de no realizar un buen trabajo en equipo, como aumento de trabajo, riñas entre los trabajadores, aumento de errores en el trabajo, mal ambiente de trabajo, etc.

4.2.4. Manejo de productos congelados

Muchas veces los trabajadores se desempeñan en un área y manejan varias aéreas de trabajo, pero en realidad no conocen ni el producto en sí, sólo actúan por inercia. Por eso es importante que todos y cada uno conozcan tanto los productos como los procesos y es importante que conozcan:

- El manejo y las características de un producto congelado
- El almacenaje del producto congelado
- La cadena de frío

Y además que sepan qué pasa si se pierde la cadena de frío, es decir que conozcan que pasa si uno de los eslabones de dicha cadena no se cumple.

4.3. Método utilizado para las capacitaciones

La forma en que se capacitará al personal de bodega es de dos formas principalmente:

- Por medio de presentaciones realizadas en PowerPoint, preferentemente que contengan fotografías y material ilustrativo para que los trabajadores visualicen que es lo que deben de hacer.
- Acompañado de las presentaciones debe de ir material escrito, para que luego de las capacitaciones se pueda releer el material.

4.4. Calendarización de las capacitaciones

En la planta de producción se manufactura producto de lunes a viernes y los días sábados se utilizan para hacer limpieza general, es por ello que lo más conveniente es realizarlas los días sábados para no interrumpir la producción. A continuación se muestran las fechas para las capacitaciones.

Tabla XXII. **Calendarización de capacitaciones**

Fecha	Tema a capacitar
25/09/10	Manejo de equipo de trabajo
02/10/10	Seguridad Industrial
09/10/10	Trabajo en Equipo
16/09/10	Manejo de Productos Congelados

Fuente: elaboración propia.

4.5. Resultados de las capacitaciones

Luego de haber realizado las capacitaciones, se notaron dos cambios positivos y que se consideran significativos para la mejora de la productividad del área, estos dos puntos a mencionar son:

- Los trabajadores del área utilizan todo su equipo de protección, pues anteriormente solamente algunas veces utilizaban todo el equipo como guantes, chumpas, cinchos, etc.
- Se observa a los empleados más motivados hacia con el trabajo y hacia con sus demás compañeros de trabajo.

Estos dos puntos anteriores se traducirán en una disminución significativa de accidentes y enfermedades laborales y en el aumento en la eficiencia y productividad del área de congelado.

CONCLUSIONES

1. Actualmente la bodega de producto terminado tiene una capacidad de 403 metros cúbicos, lo que equivale a 2057 canastas de producto, lo que a la vez equivale a 80.5 quintales de producción de pan, lo que corresponde actualmente a menos de 3 días de producción, lo que se traduce en muy poco margen en el tiempo de almacenaje, pues se queda muy justo para fines de semana por lo que es necesaria una ampliación de la bodega.
2. Se determinó que la mejor forma de ampliar la bodega congelada es aumentando su largo en 3.5 metros, manteniendo su alto y su ancho, esta ampliación daría una capacidad de 330 canastas más de producto, lo que a su vez ampliaría el margen de capacidad de producción, pudiendo satisfacer la demanda actual y previendo un crecimiento como el que se ha tenido actualmente en por lo menos 9 años.
3. El mejor método de análisis de inventarios que se puede utilizar en Isopan, en la bodega de producto congelado es el Modelo Determinístico de Artículos Múltiples con Límite de Almacenamiento, tomando en cuenta la variedad de productos que se manejan, la capacidad máxima de almacenaje por productos y con el supuesto que no se requieren faltantes, además con la prueba piloto realizada, se determinó que con este modelo se logra mantener un stock aceptable para el despacho y se logra mantener el ciclo de llenado y vaciado de la bodega.
4. Para lograr una mejor eficiencia en el área de congelado es necesaria la ampliación de la bodega, y esta ampliación debe de ser acompañada de los equipos necesarios para tal fin, como un compresor de por lo menos $\frac{1}{2}$

hp, acompañado de su sistema de congelación, además de la redistribución del producto dentro de la bodega.

5. Además del equipo extra es necesaria la implementación de procedimientos de mantenimiento y manejo de bodega, estos procedimientos deben ir acompañados de registros de mantenimiento, como por ejemplo registros de servicios de los compresores, tuberías, válvulas, presiones y procedimientos de manejo de bodega con sus respectivos registros como de control de temperaturas, control de ingreso y egreso de producto a bodega.
6. Como parte complementaria a la implementación de los procedimientos y registros de control, se debe capacitar al personal, en el manejo de productos dentro de la bodega y de los equipos a instalar, dichas capacitaciones deben ir acompañadas de temas como trabajo en equipo y seguridad industrial para lograr un trabajo de bodega eficiente y seguro.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda al gerente general de la empresa una ampliación de bodega en por lo menos 400 metros cúbicos, para cubrir las necesidades de despacho que se tienen actualmente, además con más espacio disponible, se puede almacenar de mejor manera, con mayor orden y habiendo más espacio hay más circulación de aire y por lo mismo el proceso de congelamiento será más efectivo.
2. Se recomienda al jefe de mantenimiento que al momento de ampliar la bodega congelada se debe de revisar las juntas de los paneles de espuma y además al piso se le debe de hacer un tratamiento con espuma aislante para que soporte tanto el frío, la humedad y la carga que se le va a aplicar.
3. Al momento de empezar a aplicar el método de inventario de Artículos múltiples con límite de almacenamiento se recomienda al gerente de operaciones realizar una prueba piloto con los productos de mayor movimiento y en base a los resultados aplicar ese mismo método para todos los productos de bodega.
4. Luego de haber modificado el sistema de inventarios se recomienda al gerente de operaciones evaluar si son necesarias las cantidades máximas de almacenaje, para tratar de mantener la mayor circulación de aire posible dentro de la bodega y mantener temperaturas más bajas.
5. Conforme se vayan realizando los mantenimientos se recomienda al jefe de mantenimiento que se cree una base de datos para que los mantenimientos preventivos sean más certeros y efectivos.

6. Además de las capacitaciones impartidas para el personal de bodega se recomienda al jefe de recursos humanos ampliar dichas capacitaciones y abarcar temas más puntuales como manejo de equipo frío, primeros auxilios para golpes y quemaduras por frío, utilización de la ergonomía en el trabajo, etc.

BIBLIOGRAFÍA

1. BALLOU, Ronald. *Logística: administración de la cadena de suministro*. Duarte, Enrique (trad.); 5a ed. México: Pearson Education, 2004. 794 p.
2. DE LA TORRE, Jorge. *Elementos de la administración y manejo de inventarios*. EEUU: El Caballito, 2009. 118 p.
3. DESSLER, Gary. *Administración de personal*. De Anta, Maria (trad.); 8a ed. México: Prentice Hall, 2000. 670 p.
4. MUÑOZ, David. *Introducción a la ingeniería: un enfoque industrial*. Romero, Sergio (ed. lit); 3a ed. México: International Thomson, 2006. 394 p.
5. PRAWDA, Juan. *Métodos y modelos de investigación de operaciones*. México: Limusa, 2004. 937 p.
6. REYES, Agustín. *Administración de personal*. México: Limusa, 2004. 241 p.
7. TAHA, Hamdy. *Investigación de operaciones*. 7a ed. México: Pearson Educación, 2004. 848 p.