

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



**Análisis del proceso de recepción de materia prima de una  
planta procesadora de alimentos**

Trabajo de graduación presentado por:

Pablo Alejandro Barrios Klie

Para optar al grado académico de Licenciatura de Ingeniería Industrial

Guatemala

2012



**Análisis del proceso de recepción de materia prima de una  
planta procesadora de alimentos**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería

**Análisis del proceso de recepción de materia prima de una  
planta procesadora de alimentos**

Trabajo de graduación presentado por:

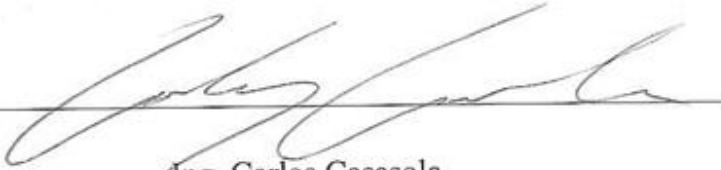
**Pablo Alejandro Barrios Klie**

Para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería Industrial


Guatemala

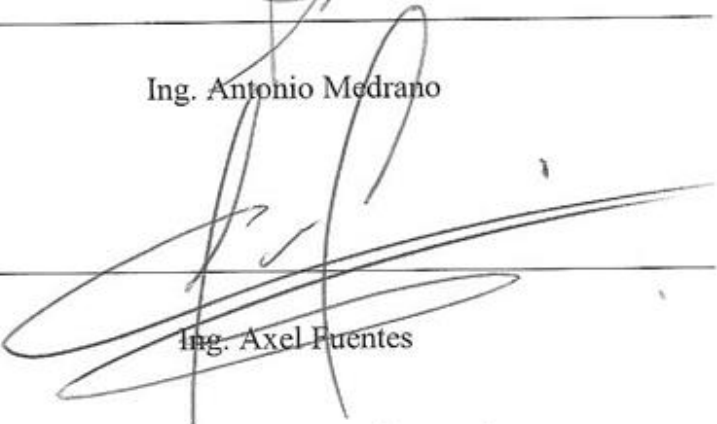
2012

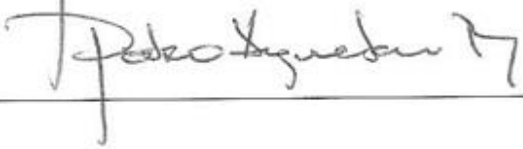
Vo. Bo. :

(f)   
Ing. Carlos Casasola

Tribunal Examinador:

(f)   
Ing. Antonio Medrano

(f)   
Ing. Axel Fuentes

(f)   
Ing. Pedro Arguedas

Guatemala, 29 de Noviembre de 2012

## **PREFACIO**

El presente trabajo de graduación, titulado *Análisis del proceso de recepción de materia prima de una planta procesadora de alimentos*, se llevó a cabo para lograr reunir las enseñanzas recibidas durante la carrera de Licenciatura en Ingeniería Industrial. Asimismo, se consolidaron temas importantes adquiridos en el trabajo de la empresa Miebach Consulting S.A. La práctica profesional dio un valor agregado al aspecto teórico ganado en la Universidad del Valle de Guatemala, ya que los conceptos y definiciones aprendidos durante la carrera, cobraron una nueva perspectiva: más real y enriquecedora para la vida. Dicha teoría cobró un nuevo punto de vista porque se aplicó en problemas reales de la industria guatemalteca, lo que desembocó en un análisis más profundo de la realidad, que tomó en cuenta variables y factores que no se imparten en el salón de clases.

En el presente trabajo se analizó un problema importante para la empresa en cuestión. Sin embargo, existen otros procesos dentro de la misma compañía que se podrían mejorar pero que por falta de tiempo no serán abordados en este estudio. Cabe mencionar, sin embargo, las limitaciones del alcance del presente trabajo. Ya que la organización abarca una gran variedad de procesos, se tomarán en cuenta únicamente aquellos que sean imprescindibles para el entendimiento y análisis del proceso de recepción de la materia prima. Desde luego, otras oportunidades de perfeccionamiento en la planta podrán ser evaluadas en proyectos futuros.

Conjuntamente, aprovecho la ocasión para corresponder el esfuerzo de todas las personas que contribuyeron en la satisfactoria finalización de este trabajo, y que sin el esfuerzo de ellos, no habría sido posible. Reconozco la asesoría y apoyo brindados por el Ingeniero Carlos Casasola durante todo el trabajo de graduación. Asimismo, agradezco al Ingeniero Carlos Bernadou, Socio Director de Miebach Consulting para Centroamérica y

El Caribe, quien me proporcionó todo su conocimiento y la oportunidad de realizar el presente estudio en dicha empresa.

Para Dios, mi reconocimiento y gratitud por brindarme la oportunidad única de pertenecer al selecto grupo de jóvenes guatemaltecos que consiguen terminar los estudios universitarios. Por darme la existencia y la salud necesaria para disfrutar la vida al máximo.

Reconozco a mi mamá, Heidy Klie de Barrios, por exhortarme a dar lo mejor de mí y no desertar en medio del camino. A mis familiares, por su incondicional apoyo en todo momento. También agradezco enormemente a todos mis compañeros y amigos que hicieron del tiempo en los salones de clase momento memorables que nunca olvidaré.

Por último, mi mayor agradecimiento es para mi papá, Ing. Marco Antonio Barrios Adler, que en paz descanse, quien ha sido mi profunda moción para la elaboración final de este trabajo. Tú me enseñaste que con esfuerzo, responsabilidad e ingenio se pueden alcanzar objetivos grandes e inimaginables.

## ÍNDICE

PREFACIO .....	vi
LISTA DE TABLAS .....	ix
LISTA DE ILUSTRACIONES Y GRÁFICOS .....	xi
RESUMEN .....	xiii
CAPÍTULO 1: INFORMACIÓN GENERAL.....	1
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....	7
CAPÍTULO 3: SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	21
CAPÍTULO 4: DESARROLLO DE ESCENARIOS .....	45
CAPÍTULO 5: COMPARACIÓN DE ESCENARIOS Y SOLUCIÓN PROPUESTA ...	69
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES .....	76
CAPÍTULO 7: RECOMENDACIONES .....	78
CAPÍTULO 8: BIBLIOGRAFÍA .....	79
CAPÍTULO 9: APÉNDICE.....	82
CAPÍTULO 10: GLOSARIO .....	85

## LISTA DE TABLAS

TABLA 1. TÉCNICAS A UTILIZAR PARA RECOPIAR INFORMACIÓN .....	5
TABLA 2. HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA A UTILIZAR PARA EL ANÁLISIS DEL PROBLEMA.....	6
TABLA 3. CONTROLES PARA LA LIMITACIÓN DEL DESARROLLO DE ENFERMEDADES Y PLAGAS.....	14
TABLA 4. PORCENTAJE DE MATERIA PRIMA ALMACENADA SEGÚN PRODUCTO.....	25
TABLA 5. CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN ACTUAL .....	39
TABLA 6. UTILIZACIÓN DE BANDA TRANSPORTADORA .....	39
TABLA 7. TONELADAS TRANSPORTADAS A BODEGA EXTERNA: REAL VS. ÓPTIMO .....	41
TABLA 8. CARACTERÍSTICAS DE LA FLOTA DE TRANSPORTE .....	44
TABLA 9. COSTOS BASE DE ALMACENAMIENTO EXTERNO .....	47
TABLA 10. COSTO DE ALMACENAJE PARA ESCENARIO 1.1 .....	47
TABLA 11. COSTOS BASE EN PUERTO.....	49
TABLA 12. COSTO DE PUERTO PARA ESCENARIO 1.1 .....	49
TABLA 13. COSTOS BASE EN TRANSPORTE .....	50
TABLA 14. COSTO TOTAL DE TRANSPORTE PARA ESCENARIO 1.1.....	50
TABLA 15. COSTO TOTAL ESCENARIO 1.1 .....	52
TABLA 16. COSTO TOTAL ESCENARIO 1.2 .....	53
TABLA 17. DÍAS ADICIONALES REQUERIDOS DE BARCO EN EL PUERTO.....	55
TABLA 18. COSTO TOTAL DE PUERTO PARA ESCENARIO 2 .....	56
TABLA 19. COSTO TOTAL DE ESCENARIO 2 .....	57
TABLA 20. EXCEDENTE DE TM SIN ALMACENAR LUEGO DE DUPLICACIÓN DE BANDA TRANSPORTADORA .....	58
TABLA 21. COSTO DE BÁSCULA .....	61
TABLA 22. INVERSIONES NECESARIAS PARA DUPLICAR CAPACIDAD DE RECEPCIÓN ( ESCENARIOS 3.1 Y 3.2).....	62
TABLA 23. COSTO TOTAL ESCENARIO 3.1 .....	63
TABLA 24. COSTO TOTAL ESCENARIO 3.2 .....	64
TABLA 25. COSTO POR METRO DE BANDA TRANSPORTADORA .....	66
TABLA 26. INVERSIONES NECESARIAS PARA ESCENARIO 3.3 .....	67

TABLA 27. COSTO TOTAL ESCENARIO 3.3 .....	67
TABLA 28. COMPARACIÓN Y AHORROS POR ESCENARIO VS. SITUACIÓN ACTUAL OPTIMIZADA .....	69
TABLA 29. T.I.R ESCENARIO 3.1 .....	70
TABLA 30. T.I.R. ESCENARIO 3.2 .....	71
TABLA 31. T.I.R. ESCENARIO 3.3 .....	71
TABLA 32. COMPARACIÓN CUALITATIVA DE ESCENARIOS.....	72

## LISTA DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. DIAGRAMA DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE HARINAS ...	8
ILUSTRACIÓN 2. CALIDAD DE LA MATERIA PRIMA DENTRO DE LAS VARIABLES DE LA MEZCLA DE MERCADOTECNIA.....	9
ILUSTRACIÓN 3. COSECHA DE MAÍZ.....	13
ILUSTRACIÓN 4. IMPUREZAS EN GRANOS PARA LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS .....	13
ILUSTRACIÓN 5. EJEMPLO DE ALMACENES LOCALES .....	16
ILUSTRACIÓN 6. EJEMPLO DE ALMACENES REGIONALES .....	17
ILUSTRACIÓN 7. SILOS PARA ALMACENAMIENTO DE GRANOS, BÜHLER ...	18
ILUSTRACIÓN 8. TOLVA GRANELERA .....	19
ILUSTRACIÓN 9. UBICACIÓN DE OFICINAS DE EMPRESA CONSULTORA EN AMÉRICA.....	22
ILUSTRACIÓN 10. CANALES DE DISTRIBUCIÓN.....	26
ILUSTRACIÓN 11. GRANELERA UTILIZADA PARA LA DISTRIBUCIÓN A GRANEL.....	27
ILUSTRACIÓN 12. DIAGRAMA DE LA CADENA DE SUMINISTROS ACTUAL .	28
ILUSTRACIÓN 13. DISTANCIA Y COSTO POR TONELADA ENTRE PUERTO- BODEGA Y PUERTO-PLANTA.....	29
ILUSTRACIÓN 14. DIAGRAMA DE ISHIKAWA .....	30
ILUSTRACIÓN 15. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ABASTECIMIENTO ACTUAL.....	32
ILUSTRACIÓN 16. PROPUESTA DE DISEÑO DE NUEVO PATIO DE MANIOBRAS .....	62
ILUSTRACIÓN 17. DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO .....	74

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. CAPACIDAD ACTUAL DE ALMACENAJE EN SILOS .....	37
GRÁFICO 2. USO DE PRODUCCIÓN DE BANDA TRANSPORTADORA.....	42
GRÁFICO 3. UTILIZACIÓN DE ABASTECIMIENTO DE BANDA TRANSPORTADORA.....	42
GRÁFICO 4. UTILIZACIÓN TOTAL NECESARIA DE LA BANDA TRANSPORTADORA.....	43
GRÁFICO 5. UTILIZACIÓN DE BANDA TRANSPORTADORA LUEGO DE DUPLICACIÓN DE LA CAPACIDAD .....	60
GRÁFICO 6. UTILIZACIÓN DE BANDA TRANSPORTADORA DE 500 TM/HORA .....	66

## RESUMEN

El enfoque del presente trabajo de graduación es el proceso de recepción de la materia prima (maíz) de una planta procesadora de alimento, y su referente estudio y análisis, para determinar si el aprovisionamiento actual es el óptimo. Con el fin de alcanzar lo expuesto anteriormente, se recurrió a investigar, en primer lugar, información importante acerca de estos granos, así como su forma de transportarlos y almacenarlos. Conjuntamente, se indagó sobre algunos inconvenientes comunes que se pueden presentar en el almacenaje de granos, como por ejemplo las plagas e impurezas que repercuten a estos materiales.

El alcance del análisis presente inicia en el proceso de descarga de la materia prima en el puerto hasta el almacenaje final en la planta procesadora de alimentos. Un 80% del material pasa a través de una bodega externa intermedia para su posterior almacenaje final y procesamiento en la planta procesadora. Dicho acontecimiento está argumentado debido a dos factores importantes: la capacidad de la flota de transporte y la capacidad de recepción en la planta procesadora.

Un análisis de la situación actual del tamaño de los pedidos, ayudó a determinar que el tamaño del lote que se solicita actualmente es el más adecuado para la empresa. Debido a que la bodega externa no está argumentada por el tamaño del pedido, se procedió a analizar otros factores que pudieran minimizar los costos. Luego de realizar un análisis de cinco escenarios alternos que pudieran reducir los costos del modelo, se llegó a la conclusión que por medio de una inversión en la planta procesadora para aumentar la capacidad de recepción, se logra recibir todo el producto del puerto directamente. Aumentar el tiempo de espera del barco en el puerto, no representa ningún ahorro, y por el contrario únicamente constituye pérdidas para la empresa. Esto se debe a que el costo de almacenamiento temporal en el puerto es mayor al costo de almacenaje externo actual.

Se recomienda, pues, la inversión propuesta en la planta, ya que se pueden alcanzar ahorros significativos para la empresa y un retorno de la inversión en el primer año. Además, una buena comunicación entre las partes involucradas ayuda a optimizar costos.

# CAPÍTULO 1: INFORMACIÓN GENERAL

## 1.1 Introducción

A través de este estudio se analizará el escenario actual de proceso de recepción de la materia prima en una empresa dedicada al procesamiento de alimento, desde su recepción en el puerto hasta su almacenaje final en la planta procesadora, comparando el actual escenario con cinco alternativas adicionales. El objetivo de este estudio es poder concluir si la forma vigente de recibir la materia prima es la más óptima y eficiente posible.

En la actualidad, la materia prima llega por medio de un barco al puerto, donde posteriormente un porcentaje es transportado a la planta procesadora directamente, y el otro porcentaje a una bodega intermedia para su posterior traslado a la planta procesadora. La justificación a este sistema de aprovisionamiento es la carencia de capacidad de recepción en planta, mientras se está produciendo. Debido a este escenario existente de distribución, surge la idea de cuestionar a la empresa sobre si el aprovisionamiento actual de materia prima es el óptimo. A través de varios años, y bajo las condiciones actuales, se ha tratado de desempeñar dicho proceso de la mejor forma. Sin embargo, existen algunas inquietudes que se pretenden responder mediante la realización del presente proyecto. ¿Por qué es necesaria una bodega intermedia? ¿Tiene la planta procesadora la capacidad de recepción necesaria? ¿Es más rentable tener el barco anclado por más tiempo en el puerto o alquilar una bodega intermedia? ¿Existen ahorros potenciales en la logística del proceso de recepción? ¿El proceso vigente de aprovisionamiento de la materia prima es el más eficiente de los escenarios posibles? ¿Se puede realizar alguna inversión en la planta para evitar el traslado por la bodega intermedia?

En primer lugar, fue necesario investigar sobre temas generales de almacenaje, transporte, materia prima y otros puntos que se consideraron pertinentes para una mejor comprensión del trabajo.

Para poder responder las anteriores preguntas, fue necesario evaluar el panorama actual de distribución para detectar las ventajas y desventajas del sistema de aprovisionamiento en vigencia. Se hizo una recolección de datos que sirvieron para el desarrollo de todo el proyecto. Luego, se buscaron las restricciones del proceso que obligan a almacenar en un recinto externo, y se identificaron tres importantes: la capacidad de la planta procesadora para recibir materia prima es delimitada, la flota de transporte está restringida y la capacidad de almacenaje en los silos tampoco es ilimitada.

Se procedió a plantear alternativas que minimizaran dichas restricciones o, en su debido caso, las eliminaran. Para ello, se crearon cinco escenarios adicionales para definir la mejor opción. Con esta información se realizó el análisis financiero pertinente. Se calcularon los costos totales de almacenaje, transporte, puerto y otros costos o inversiones necesarios para cada modelo. Además, se consideraron aspectos no financieros, como riesgos y otros factores, que pudieran afectar cada alternativa. Por último, se tomó la decisión de determinar cuál es el método de recepción de materia prima más conveniente para la empresa.

Luego de ejecutar los análisis y cálculos necesarios, se pudo observar que el escenario actual de recepción no se encuentra optimizado. En primer lugar, se estudió una reconfiguración de suministros al sistema vigente. Únicamente, a través de una mejora en la distribución de materia prima, procurando almacenar la mayor cantidad de material directamente a la planta, sin pasar a la bodega externa, se logran alcanzar ahorros de \$30,000 anuales aproximadamente. No obstante, con el modelo actual de recepción optimizado se sigue utilizando la bodega externa. Por ello, se plantearon cuatro escenarios adicionales: alargar el tiempo de espera del barco en el puerto, invertir en la planta para duplicar la capacidad y almacenar excedente en el puerto, invertir en la planta para duplicar la capacidad y almacenar excedente en la bodega externa y, por último, invertir en la planta para aumentar la capacidad, de tal forma que no exista excedente de inventario. A través de una inversión en la planta procesadora de \$321,959, se logra aumentar la capacidad de recepción para que no exista ningún excedente en el puerto ni en la bodega externa. Por medio de una nueva báscula, patio de maniobras adicional y una banda transportadora anexa, se logran percibir ahorros de \$760,238 en tres años.

Se llegó a la conclusión que el escenario óptimo de recibir la materia prima, es la implementación del último escenario, ya que además de que representa significativos ahorros, también elimina el 100% del almacenamiento en una bodega externa, que únicamente representa costos más altos y un mayor riesgo para la empresa. Adicionalmente, a través de una inversión en la planta, se logra aumentar la capacidad de recepción a mediano plazo, dejando espacio disponible en la banda transportadora para un posible crecimiento en la producción. Por último, se recomienda una buena comunicación entre las partes involucradas en el proceso (principalmente, la planta procesadora y el puerto) para una utilización óptima de cada ubicación.

## **1.2 Justificación**

Existen muchas empresas en Guatemala que, por ciertos factores, dejan por un lado el análisis de procesos importantes dentro de su organización y se enfocan únicamente en seguir produciendo, sin antes preguntarse si la forma en que lo hacen es la más adecuada u óptima posible. Para verificar los procesos deficientes de la organización se requiere de tiempo y costos adicionales. Estas son las dos razones principales por las cuales muchas compañías prefieren seguir con métodos y procesos que se vuelven ineficientes y obsoletos al pasar el tiempo.

La actual situación financiera de la empresa es muy buena. Sin embargo, siempre ha existido cierta duda, en cuanto a si la manera en que se recibe la materia prima es la adecuada, pero por falta de tiempo e interés, no se ha logrado realizar un análisis profundo para confirmar si el método actual es el correcto. La compañía se ha caracterizado por su excelente posicionamiento a nivel nacional e internacional, teniendo una gran cobertura geográfica, logrando estar más cerca del cliente final. Actualmente, la materia prima se obtiene de un barco que llega al puerto periódicamente, donde posteriormente un porcentaje es transportado a la planta procesadora directamente, y el otro porcentaje a una bodega intermedia para su posterior traslado a la planta procesadora. Debido a lo expuesto anteriormente, esta empresa requiere de un estudio y

análisis, para determinar si el aprovisionamiento actual es el óptimo y si la bodega intermedia está sustentada con argumentos financieros y cualitativos correctos.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

Determinar el proceso más eficiente del proceso de recepción de la materia prima de una planta procesadora de alimentos, por medio de un estudio y análisis de los posibles escenarios desde la perspectiva de costos.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

1. Analizar la situación actual del proceso de recepción desde una perspectiva de costos
2. Desarrollar, al menos, tres posibles escenarios alternativos a la situación actual, y evaluarlos desde la perspectiva financiera
3. Realizar un análisis comparativo entre el escenario actual y las alternativas propuestas
4. Evaluar la viabilidad financiera de cada escenario propuesto

## **1.4 Metodología**

Para la recolección de datos, se realizará un trabajo de campo. Posteriormente, se complementará el proyecto con una investigación y búsqueda de información en libros, revistas, periódicos, videos y fuentes virtuales.

A continuación, en la siguiente tabla se enumerarán de manera más detallada las distintas técnicas para la recopilación de información.

**Tabla 1. Técnicas a utilizar para recopilar información**

<b>Técnica</b>	<b>Función</b>
✓ <u>Recopilación de información histórica</u>	Para poder analizar las posibles mejoras del proyecto, se obtendrán datos generales de importancia sobre el proceso actual y, de esta manera, obtener una visión más amplia de la problemática.
✓ <u>Observación directa</u>	Para detectar las fallas del proceso y posibles mejoras, será necesario observar el proceso actual.
✓ <u>Entrevistas personales</u>	Se tendrán reuniones con personas que jueguen un papel importante en la empresa, pero principalmente en el proceso. Se entrevistará a gente con experiencia, así como a los pilotos y transportistas para tener distintos puntos de vista.

A través de la recopilación de información se lograrán obtener los resultados necesarios para poder sacar conclusiones relevantes.

Las entrevistas personales, brindarán un enfoque importante, ya que las personas con experiencia manifestarán puntos de vista clave para entender el negocio y la situación actual en la que se encuentra operando la cadena de suministros.

Para poder sacar conclusiones con los datos recopilados por medio de las técnicas anteriores, será necesario utilizar varias técnicas para analizar los datos y poder llegar a conclusiones relevantes. Estas técnicas se presentan a continuación.

**Tabla 2. Herramientas de ingeniería a utilizar para el análisis del problema**

<b>Técnica</b>	<b>Función</b>
✓ <u>Flujo de materiales</u>	Se realizará un flujo materiales de las libras de materia prima, para entender los nodos de distribución.
✓ <u>Juicio de expertos</u>	Se consultará a los gerentes de producción, directores generales y gente con experiencia en el tema, para escuchar su punto de vista respecto a la factibilidad de las soluciones planteadas.
✓ <u>Cálculo financiero</u>	Se calcularán costos para evaluar el escenario actual y las posibles alternativas, para determinar la mejor opción.

## **CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO**

En este capítulo se exponen temas generales, que son importantes para la comprensión y el desarrollo del presente trabajo. Dichos términos ayudarán a construir una base sólida de conocimiento para poder emitir un juicio más exacto y crítico sobre los temas que se tratan en este proyecto de graduación.

A continuación, se presentan conceptos de producción y materia prima de alimentos, para luego terminar con los métodos de almacenaje y transporte de estos. A través de esto, se pretende exponer una idea general de todos los factores que juegan un papel importante en el abastecimiento de materia prima para una planta procesadora de alimentos.

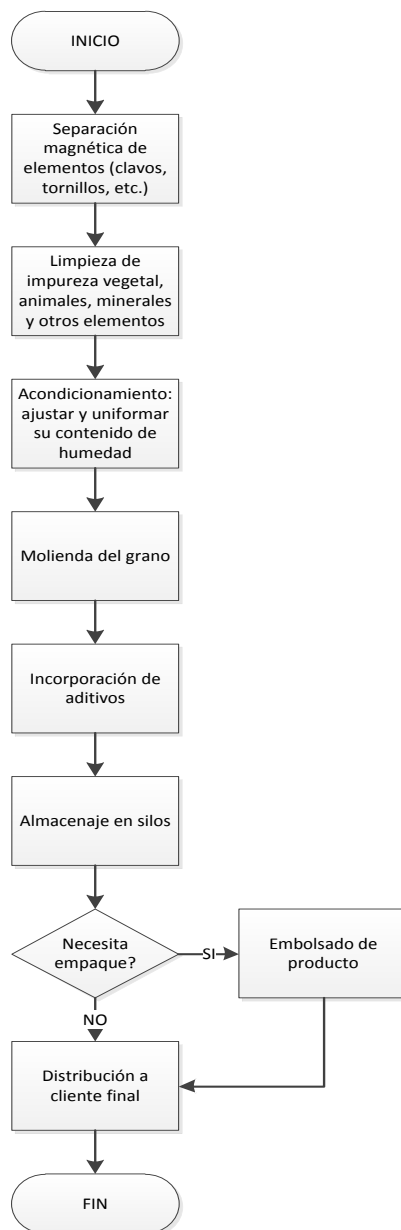
### **2.1 Producción de harinas**

Debido a que los granos son productos orgánicos provenientes del campo y que seguramente contienen impurezas y no están limpios, lo primero que se debe realizar con esta materia es una limpieza profunda para eliminar todos los elementos extraños (productos ajenos al propio grano). Este procedimiento se lleva a cabo a través de distintas máquinas cribadoras que son capaces de separar piedras, metales, clavos o cualquier otro producto inorgánico. Asimismo, las cribadoras son capaces de separar pajas, granos diferentes al que se está procesando o de una calidad contraria a la necesaria para el proceso.

Luego de que el grano haya absorbido toda el agua que necesita de manera adecuada y se encuentra preparado para la molienda, se conduce a los bancos de trituración. En este instante, al grano se le aplica un golpe y se rompe por primera vez, hasta que tras varias repeticiones el grano es desintegrado y forma la fibra del germen (harina).

Este proceso se realiza a través de equipos neumáticos que sustraen los polvos y luego se encargan de enviarlos a cernedores. Luego de la trituración del grano, la harina se envía a través de bandas transportadoras a silos de reposo para su posterior empaque en tolvas, en caso de ser necesario.

**Ilustración 1. Diagrama del proceso de obtención de harinas**



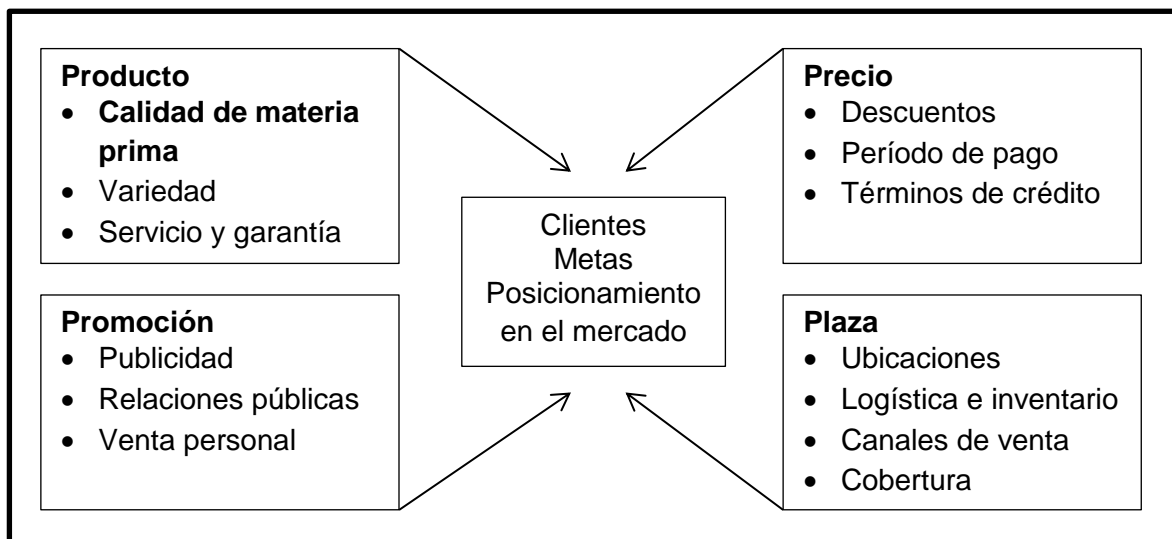
## 2.2 Materia prima

La materia prima son elementos de la naturaleza que no han sido procesados. Estos aún no han pasado por la transformación material. La materia prima son lo insumo utilizados para elaborar un producto.

Para la elaboración de comida, la selección de la materia prima juega un papel importante que impacta la calidad del producto final, y por consiguiente, en el precio y consumo del producto.

A continuación se presenta una figura con las variables de la mezcla de mercadotecnia, incluyendo la calidad del materia prima, que impactan en el mercado objetivo.

**Ilustración 2. Calidad de la materia prima dentro de las variables de la mezcla de mercadotecnia**



«La mezcla de mercadotecnia es el conjunto de instrumentos tácticos controlables de la mercadotecnia, producto, precio, plaza y promoción, que la empresa mezcla para producir la respuesta que quiere en el mercado meta.» (Kotler, 2001:46)

### 2.2.1 Maíz

«Comúnmente conocido como maíz, choclo, millo o elote, es una planta gramínea anual originaria de América introducida en Europa en el siglo XVII. Actualmente, es el cereal con mayor volumen de producción en el mundo, superando al trigo y al arroz.» (Tilman, 2002:673)

Este sería un buen concepto para definir este grano que se utiliza en procesos industriales. El cultivo de maíz ha tomado auge en los últimos años, debido al incremento de la demanda de este elemento. Una de las principales causas de lo expuesto anteriormente es que Estados Unidos, el más importante productor y exportador de maíz en el mundo, ha considerado al maíz amarillo como la alternativa más viable para producir etanol. Esto se debe, principalmente, a los altos rendimientos de producción que se pueden alcanzar en la cosecha. Para lograr una producción de 1,385 galones de etanol, son necesarias únicamente una hectárea, equivalente a 10 toneladas de esta materia.

Sin embargo, la tendencia de la demanda también ha ocasionado un incremento notable en el precio de esta materia prima. Por lo tanto, las contradicciones económicas derivadas de este acontecimiento para la población guatemalteca son considerables. En primer lugar, el costo del maíz blanco aumenta y, en segundo lugar, el costo de producción de las industrias alimenticias. La repercusión para el consumidor final, derivado de este aumento, es la compra de bienes más caros que se traduce en un costo de vida más elevado para los habitantes.

Es necesario recalcar una buena elección del grano, asegurándose que éste cumpla con las medidas necesarias que se deben tomar para que no contengan plagas ni enfermedades.

**2.2.2 Otros productos.** Otros productos que se utilizan, por lo general, para abastecer una planta procesadora de alimentos, podrían ser por ejemplo gluten, malta o soya. Gluten es el nombre general por el que se conoce a una de las proteínas presentes en el trigo, el centeno y la cebada. Es la sustancia de la harina que aporta estructura a la masa, el “aglutinante” que unifica el producto y, a la vez, es el ingrediente que actúa

como levadura. El gluten se puede encontrar en distintos cereales, como el trigo, centeno y cebada y todos los derivados de estos productos. Estos se emplean en la elaboración de panes, pastas, pizzas, galletas y alimentos para animales.

Otro elemento frecuente en la elaboración de comida es la soya. Debido a su alto contenido proteico (36-42%), la soya cumple un papel importante en la agricultura moderna ya que fortalece la cadena alimenticia en la avicultura y porcicultura. La soya juega un papel significativo como cultivo de rotación esencial de los sistemas productivos sostenibles.

«La soya es una leguminosa oleaginosa que se ha constituido en materia prima esencial en la fabricación de alimentos [...] y es una excelente alternativa para la rotación de cultivos.» (Valencia, 2012:1)

Por último, es importante mencionar otro componente en los alimentos: la malta. Al igual que los otros granos mencionados en este estudio, necesita ser tratada con atención. En especial, según la Ingeniera en Producción Agropecuaria Carla Viviana Cragnolino, se debe poner especial cuidado en el almacenamiento ya que es un subproducto de fácil degradabilidad por su alto contenido de humedad. Por lo tanto, la forma más viable de guardar esta materia es en silos. Es importante evitar el contacto con el sol, ya que este acercamiento produce una fermentación alcohólica y ácida.

«La malta es rica en proteína, eficiente ingrediente en la alimentación, pero se debe tener especial cuidado en ofrecer una dieta balanceada para no producir depresiones en el consumidor. La malta posee contenidos aproximados de 25-30% de materia seca, 26-30% de proteínas, 7-8% de grasas y un alto contenido de constituyentes digestibles altamente solubles.» (Gallardo, 2004:43)

**2.2.3 Limpieza y cuidado de granos.** Las condiciones en que se reciben los granos contribuyen positiva o negativamente al proceso en la planta. Por lo tanto, es importante considerar un factor en el tema de los granos: las impurezas. Estas corrupciones en la materia provocan varias consecuencias. Por un lado, perjudican la conservación y almacenaje de los mismos y, por otra parte, dificulta los procesos y una

operación óptima en la planta procesadora que pueden traducirse en mayores costos de mantenimiento para la empresa.

El exceso de impurezas favorece al surgimiento de humedad en las bodegas de almacenaje o medios de transporte, como lo son las graneleras. Esto influye negativamente en la materia prima, ya que brinda un ambiente propicio para insectos y microorganismos. Las secadoras son el lugar ideal para que las impurezas entren en combustión, por lo que es un riesgo que debe tomarse en cuenta para minimizar la cantidad de las mismas. Por lo tanto, el exceso de basura en los granos perjudica significativamente la operación desde varios puntos: disminuye la eficiencia de las secadoras, eleva los costos de mantenimiento de la maquinaria y propicia un lugar idóneo para el desarrollo de insectos y microorganismos. Este último punto se convierte en una menor validez de insecticidas y fumigaciones.

**2.2.3.1 Impurezas.** Las impurezas que se pueden localizar en los granos para producción de alimento son, principalmente, fragmentos o elementos que derivan de la planta: hojas, ramas, trozos de granos, etc.

Sin embargo, coexisten también otro tipo de impurezas a las que se les llama materias extrañas, las cuales consisten semillas ajenas a la planta, arena o piedras.

Las causas de estos surgimientos pueden ser variadas. El control de matorrales y malezas aledañas a la plantación son el principal motivo de estos aparecimientos. Por lo tanto, un adecuado cuidado durante la cosecha disminuye la cantidad de cortes de partes innecesarias de la planta.

Esto reduce el número de impurezas en la materia final. Es importante mencionar que cuando la cosecha se realiza de manera motorizada, se debe normar cuidadosamente la máquina para que ésta no afecte al producto final.

**Ilustración 3. Cosecha de maíz**



Existe un rango de impurezas permisible para ser aceptado en la recepción de maíz y determinado por un laboratorio. En Guatemala, este porcentaje oscila entre 2 más menos 1 por ciento. Todos aquellos materiales que dañarían la calidad final del producto en la molienda son considerados como materiales extraños o impurezas. A continuación, se ilustra un ejemplo de las impurezas encontradas en los granos.

**Ilustración 4. Impurezas en granos para la producción de alimentos**



### **2.2.3.2 Enfermedades y plagas**

«Una enfermedad es una fisiología anormal. Las enfermedades en las plantas pueden ser ocasionadas por patógenos o factores ambientales adversos que afectan la síntesis, el movimiento o la utilización de nutrientes y agua, afectando el aspecto y la producción de la planta hospedante. De acuerdo con varios reportes en diferentes cultivos

y localidades, las enfermedades llegan a causar de 10 a 12% de pérdida en la producción de un cultivo, pero existen localidades específicas en las que son mayores.» (Rodríguez, 2004:34)

Las enfermedades y plagas son muy comunes en los granos. Debido a que se trata de la fuente alimenticia para seres vivos, el material se debe tratar con mucha delicadeza. Existen varias prácticas de administración agrícola que restringen y previenen la aparición de enfermedades y plagas de insectos. A continuación se enumeran los controles más comunes para limitar el desarrollo de dichas complicaciones.

**Tabla 3. Controles para la limitación del desarrollo de enfermedades y plagas**

Tipo de control	Descripción
<b>Lugar</b>	Se deben limpiar y rociar los depósitos con insecticida, antes de almacenar los granos para evitar que adquieran alguna enfermedad o plaga que existiese en el almacenaje. Además, se debe asegurar de recolectar únicamente los granos limpios.
<b>Tiempo</b>	La fumigación (insecticida gaseoso) debe ser aplicada en la época adecuada. Asimismo, cada cierto intervalo de tiempo es necesario inspeccionar los granos.
<b>Ambiente</b>	Un aspecto que se tiene que tomar en cuenta es la temperatura de almacenaje. Los granos deben mantenerse lo más fríos posibles, evitando la humedad que es el ambiente propicio para el crecimiento de plagas. La diferencia de temperatura en el sistema de almacenamiento puede ser un causante perjudicial para la migración de humedad. Un sistema de aireación previene dicho acontecimiento y elimina diferencias de temperatura.

## 2.3 Almacenaje

El almacenaje, tanto en los granos como en cualquier otro segmento, juega un papel relevante en la calidad del producto final, ya que de éste depende la buena conservación de la materia prima a utilizar y del producto final a comercializar.

**2.3.1 Tipologías de almacenamiento.** Por lo tanto, se debe procurar un buen análisis para una correcta elección del tipo de almacenamiento a utilizar. Existe una gran diversidad de instalaciones de provisión. Se pueden diferenciar cuatro categorizaciones desde el punto de vista jurídico, su función logística, su estructura interna tomando en cuenta las técnicas de operación y según el tipo de los materiales almacenados. A continuación, se enumeran los principales, según su clasificación. (Waterhouse: 2001:59)

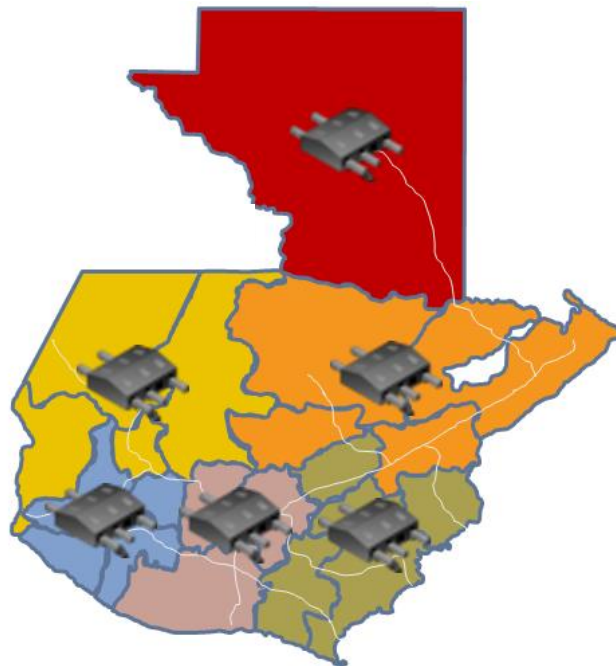
Clasificación	Tipo de almacén	
<b>Régimen jurídico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propio</li> <li>• Leasing</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alquilado</li> </ul>
<b>Función logística</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Central</li> <li>• De tránsito</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regional</li> <li>• Local</li> </ul>
<b>Estructura y técnicas de manipulación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paletizado</li> <li>• En bloque</li> <li>• Dinámicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Móviles</li> <li>• Semiautomáticos y automáticos</li> </ul>
<b>Tipo de materiales almacenados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materia prima</li> <li>• Semielaborados</li> <li>• Producto terminado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material auxiliar</li> <li>• Recambios</li> <li>• Documentación</li> </ul>

El almacenaje puede desempeñar diferentes roles en una organización. El papel que éste jugará, determinará el tipo de almacén a elegir. Puede utilizarse un almacén centralizado, desde donde se abastezcan varios mercados regionales y, además, envíe producto directamente al cliente final.

Sin embargo, para un almacenamiento centralizado se debe tomar en cuenta la ventaja y desventaja que éste representa. Por un lado, existen mayores costos de transporte y elevados tiempos de entrega del producto, que se traduce en un peor servicio al consumidor. Por el otro lado, los costos de inventario se reducen. Por lo tanto, para el almacenaje centralizado se debe buscar un balance idóneo entre ambos factores.

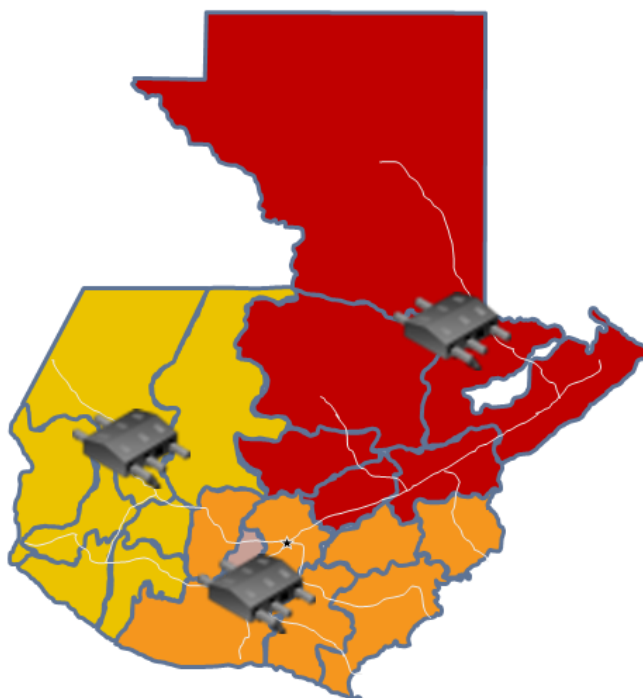
Los depósitos locales (Ilustración 5) se localizan más próximos al mercado objetivo, reduciendo el tiempo de transporte hacia el cliente final y, por consiguiente, la entrega del producto se realiza en menos tiempo. Sin embargo, los almacenes locales tienden a aumentar los costos de existencias.

**Ilustración 5. Ejemplo de almacenes locales**



Por último, los almacenes regionales (Ilustración 6) se sitúan de una manera parecida a los locales, pero abarcan un mercado objetivo más grande. La función de dichos depósitos es atender una zona geográfica más grande con características similares, desde el punto de vista de nivel de servicio.

**Ilustración 6. Ejemplo de Almacenes Regionales**



### **2.3.1.1 Silo**

«Se define silo como un lugar seco en donde se guarda el trigo, maíz u otros granos, semillas o forrajes. Es una forma de almacenar granos para vender o alimentos para el ganado.» (De Ugarriza, 2009:78)

La forma geométrica del silo es relativamente cilíndrica con una cúpula de media en su parte superior. Los usos más comunes de los silos son para el almacenaje a gran escala de materia prima como: cereales, carbón, cemento, productos alimenticios, granos y aserrín.

En la siguiente imagen se muestran algunos silos utilizados para el alojamiento de granos.

**Ilustración 7. Silos para almacenamiento de granos, Bühler**



**2.3.1.2 Tolva granelera.** Las tolvas graneleras se utilizan para el transporte de productos agroindustriales que requieren protección contra el medio ambiente, como café, maíz o trigo. Poseen compuertas en la parte superior e inferior que facilitan la carga y descarga de productos a granel.

Debido a que la tolva granelera cumple la función de transporte y almacenaje temporal de la materia prima, ésta debe cumplir con la limpieza requerida por la planta de producción y el cliente final.

**Ilustración 8. Tolva granelera**



### **2.3.2 Gestión de almacenes y gestión de inventarios**

«La gestión de almacenamiento es el proceso integrado a la función logística que trata de la recepción, almacenamiento y movimientos dentro de un mismo recinto, de materiales, materias primas y productos semielaborados, hasta el punto de consumo por un cliente externo o interno. Comprende además, la elaboración y tratamiento de informes, de los datos manipulados.» (Waterhouse, 2001:14)

A través de un buen manejo de bodegas se logra establecer la ubicación y la forma en que deben estar almacenados los productos. Es decir, deben responder dónde y cómo serán acumulados los materiales. Además, una gestión de almacenaje eficiente indica las técnicas apropiadas a utilizar dentro del recinto para optimizar espacio y perfeccionar los procedimientos internos.

Por lo tanto, la influencia de la administración de almacenes nace desde el ingreso del elemento físico en las instalaciones, hasta el mantenimiento de la materia bajo las mejores condiciones o entornos posibles, para llegar a su siguiente etapa (proceso, transporte o consumo).

Sin embargo, la existencia de una bodega y la necesidad de mantener inventarios, marca un límite entre la Gestión de Existencias (o Gestión de Inventarios) y la Gestión de Almacenes.

La Gestión de Existencias, en cambio, establece el tipo de material, la cantidad del mismo y el período de tiempo que se debe almacenar. En otras palabras, responden qué, cuánto y cuándo se debe acumular el producto.

No obstante, ambos conceptos surgen de la razón de ser de un recinto para almacenar. La imposibilidad práctica de minimizar a cero el lapso de tiempo entre la preparación para consumir el producto y el consumo en sí, establece dicha necesidad. Ya sea por el impedimento de ajustar la demanda con la oferta del mercado o por las características innegables del producto (perecederos, inflamables, etc.) la creación de un lugar para almacenar material resulta inminente.

## **CAPÍTULO 3: SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA**

En este capítulo se muestra el contexto actual de las empresas que juegan un papel importante en el presente trabajo. Se presenta un diagnóstico de la empresa comercializadora de alimentos, así como la descripción de la compañía consultora, Miebach Consulting, encargada de llevar a cabo dicho proyecto.

Dicho análisis se llevó a cabo por medio de entrevistas con la alta gerencia de ambas compañías y recopilación de datos generales; con el objetivo de obtener una idea general de la situación actual del abastecimiento y la operación en general. De esta manera, se logrará percibir un panorama más claro de la problemática y establecer, de ser posible, estrategias que sirvan para el desarrollo de soluciones a los inconvenientes actuales.

Por último, se presenta la descripción del proceso de abastecimiento actual, así como también las debilidades que el vigente procedimiento representa.

### **3.1 Empresa consultora**

Como un trabajo de consultoría de la empresa Miebach Consulting, se realizará un proyecto a dicha empresa con el fin de establecer si la logística de abastecimiento actual de la materia prima es la correcta. Miebach Co. es una consultora multinacional, líder en asesoramiento en temas de logística y administración de la cadena de suministros, principalmente.

Con 300 empleados directos (a 2011) y oficinas en 19 países alrededor del mundo, Miebach está consolidada desde 1973 como una de las principales consultoras de logística y cadena de suministro a nivel mundial. Uno de los principales propósitos de la empresa es lograr consolidar a sus clientes como los líderes de sus mercados, generando

soluciones eficientes orientadas hacia la excelencia logística. La facturación anual en el año 2011 ascendió a los 38.5 millones de euros.

Miebach Consulting cuenta con nueve oficinas en América, en ocho países distintos. En orden alfabético, éstas se encuentran ubicadas en: Bogotá, Buenos Aires, Guatemala, Indianapolis, Lima, México D.F., Miami, Santiago de Chile y Sao Paulo.

**Ilustración 9. Ubicación de oficinas de empresa consultora en América**



### **3.1.1 Misión**

- ✓ Configurar redes logísticas, procesos e instalaciones eficientes a lo largo de la cadena de suministros. La estrategia, la organización y la tecnología reciben el mismo grado de atención. Diseñar soluciones con sólidas bases técnicas y

construir excelencia en la cadena de abastecimiento, con principal foco en el beneficio de sus clientes y el éxito económico.

**3.1.2 Metodología de Miebach.** Es necesario mencionar que para conseguir las soluciones óptimas con cada cliente, la asesora sigue una metodología específica. Ésta consiste en cuatro elementos clave: estructuras de cadena de suministro, procesos y técnica de flujos de materiales, procesos de información y el estudio de la organización y recursos humanos. Dichas capacidades garantizan que la empresa logre apoyar a sus clientes, no importando el segmento al que estos pertenezcan.

Por último, es de vital importancia indicar que Miebach Consulting estructura sus proyectos en etapas establecidas y diferenciadas de forma cronológica con antelación. De esta forma, los clientes de la consultora se aseguran de acompañar de cerca los progresos del proyecto, y de esta manera, pueden intervenir y proponer nuevas ideas durante el transcurso de cada fase del mismo. Así, los interesados evitan toparse con resultados inesperados al final del trabajo contratado. Por consiguiente, Miebach Co. se asegura de la satisfacción final del cliente y de un compromiso ejecutado con excelencia.

**3.1.3 Certificación ISO.** Por sus siglas en inglés, ISO es la Organización Internacional de Normalización. Dicha estructura se compone de institutos nacionales de países grandes, pequeños, industrializados y en desarrollo, de todas partes del mundo.

Esta organización se dedica a desarrollar normas técnicas voluntarias que agregan valor a todo tipo de operaciones de actividades comerciales. La función de estas normas es contribuir en el desarrollo, manufactura y suministro de productos y servicios en forma más eficiente y segura. Hacen el comercio entre países más fácil y más favorable. ISO desarrolla sólo aquellas normas que son requeridas por el mercado.

La calidad de los proyectos que ejecuta la consultoría en cuestión está respaldada por un sistema de control de calidad certificado por la entidad ISO, que se adquirió de acuerdo a la certificación ISO 9001:2008. De esta manera, Miebach garantiza soluciones

de alta calidad que puedan ser implementadas con éxito, siendo avaladas por estándares a nivel mundial.

### **3.2 Empresa Productora de Alimentos, “Comida, S.A.”**

La corporación para la que se realizará el trabajo es de las más fuertes en la industria de alimentos de la región. Por confidencialidad y solicitud de la misma, el nombre de la misma permanecerá en el anonimato, por lo que se le hará referencia bajo el nombre de “Comida, S.A.”.

**3.2.1 Mercado.** La empresa en mención, comercializa varios productos alimenticios, todos a base de maíz. Estos productos se distribuyen de dos maneras distintas: los que se empacan en saco y los que se entregan a granel. Ambas categorías provienen de la misma planta y se utiliza la misma materia prima, por lo que su diferenciación principal radica en la forma en que se distribuye hacia el cliente final.

El segmento de mercado al que se dirige está principalmente integrado por supermercados, avicultores, productores porcinos y clientes directos. Estos últimos, los integran dueños de granjas, comerciantes, intermediarios, clientes mayoristas y minoristas.

**3.2.2 Competencia.** Dentro del mercado existen aproximadamente ocho compañías competidoras directas de Comida S.A., las cuales están formadas por plantas forrajeras de origen guatemalteco. Además, los competidores indirectos se conforman de una producción más especializada como alimento peletizado, y la constituyen empresas nacionales e importaciones de otros países reconocidos por su alta calidad.

**3.2.3 Oferta y demanda.** Lo que se ofrece al cliente es un alimento completo de muy alta calidad y excelentes características, que cumple con los nutrientes y requerimientos nutricionales exigidos. A través de esta dieta, el consumidor recibe un producto que satisface una alta calidad y un buen sabor. La demanda lo constituyen tanto

seres humanos como animales. En caso de tratarse de animales, es importante mencionar que dicho alimento establece un alto rendimiento productivo en las especies que lo consumen.

**3.2.4 Descripción de los elementos de la mezcla de marketing.** La mezcla de marketing se divide en cuatro elementos: producto, precio, plaza y mezcla promocional. Sin embargo, en el presente estudio influirán únicamente los primeros tres temas, ya que la mezcla promocional no interviene en la logística de abastecimiento.

**3.2.4.1 Producto.** La planta procesadora cuenta con tres tipos de materia prima. Sin embargo, se realizó un análisis de los volúmenes que se almacenan de cada uno para observar la importancia de cada uno. Según los datos del año 2011, la mayoría de la materia prima almacenada fue el maíz, como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 4. Porcentaje de materia prima almacenada según producto**

Maíz	Producto 2	Producto 3
191,368 <sup>TM</sup>	32,919 <sup>TM</sup>	2,963 <sup>TM</sup>
84.21%	14.49%	1.30%

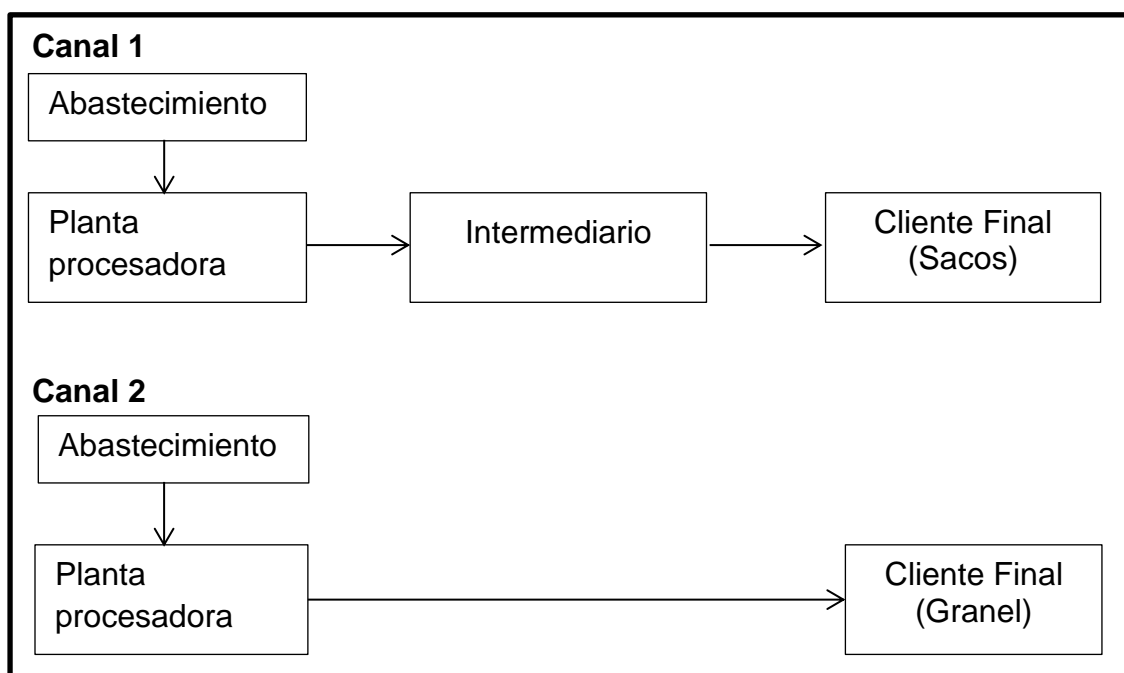
El 84% de la materia prima almacenada fue maíz. Además, de los tres productos, exclusivamente el maíz es el único producto que se almacena en los silos y utiliza la bodega externa de almacenamiento. El producto 2 y producto 3 se trasladan y almacenan directamente en bodegas pequeñas dentro de la planta. Por lo tanto, el presente trabajo se delimita a estudiar exclusivamente el almacenaje del maíz, ya que es el que representa el 100% de los costos de almacenamiento externo.

**3.2.4.2 Precio.** El precio que ofrece Comida S.A. se basa en sus costos. La unidad de medida que utiliza la empresa es en quintales (un quintal equivale a 100 libras). La venta se realiza a granel y en saco, por lo que la diferencia del precio de ambos segmentos radica en que el producto a granel se ahorra la compra de los sacos, por lo que

el precio final es menor. Sin embargo, el precio del producto sin saco varía dependiendo del cliente final y la cantidad requerida por éste.

**3.2.4.3 Plaza.** La distribución del producto es un factor importante en cualquier industria. La compañía Comida S.A. utiliza dos canales de distribución, los cuales se ilustran en la siguiente figura.

**Ilustración 10. Canales de distribución**



En el primer canal ilustrado se observa la función de un intermediario. Éste cumple la función de comprar el alimento a Comida S.A., asesorar al cliente y revender el producto. El alimento en este canal es distribuido por medio de sacos.

Los intermediarios, en general, son mayoristas, tiendas y agro servicios ajenos a la compañía. El control sobre dichos intermediarios, por lo tanto, está fuera del control de la empresa.

El segundo canal es utilizado, principalmente, para abastecer clientes frecuentes con volúmenes muchos más grandes que los del Canal 1, y que por consiguiente, reciben un precio menor.

**Ilustración 11. Granelera utilizada para la distribución a granel**



En la distribución se manejan en total 20 vehículos, de los cuales algunos cuentan con una capacidad para transportar 22.50 toneladas métricas. Las graneleras restantes logran trasladar 23.80 toneladas, lo que resulta en un promedio de 23.26 toneladas métricas de capacidad.

**3.2.4.4 Mezcla promocional.** La mezcla promocional no jugará ningún papel en el desarrollo del presente proyecto, por lo que únicamente se describirá de manera breve. Comida S.A. no utilizan exceso de publicidad ya que la mayor parte del producto es distribuido a granel, por lo que los clientes activos son constantes y no necesitan de mayor marketing, sino únicamente seguimiento para atender sugerencias o quejas.

### **3.3 Proceso actual de abastecimiento**

Un barco, que varía en su tamaño, llega periódicamente (cada 27-28 días) al puerto en donde el maíz debe ser descargado en el menor tiempo posible. Cargado con aproximadamente 22,400 toneladas métricas de maíz, el navío se ancla, en promedio, por cinco días en el puerto. Este período es variable y depende de la velocidad de descarga en el muelle y la cantidad de materia prima recibida.

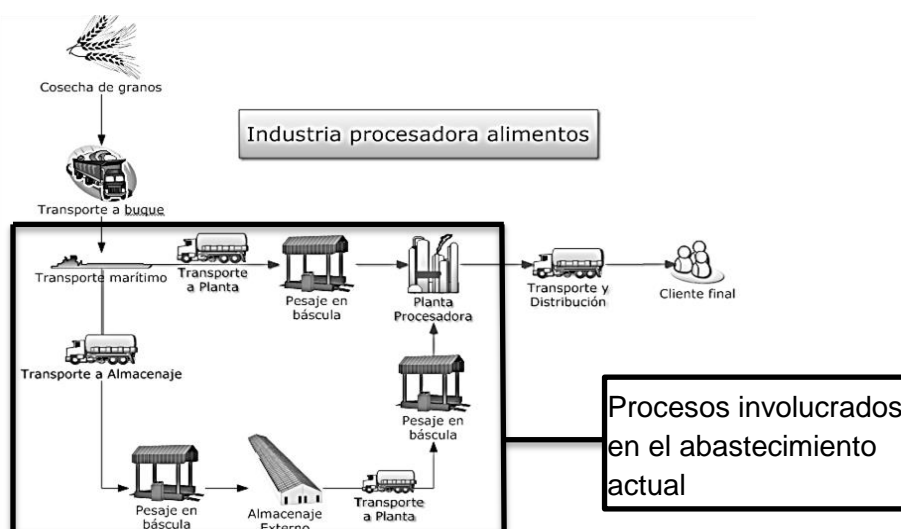
El material se traslada a graneleras, que se encargan de transportar el producto hacia su destino. En algunos casos, una proporción de los granos viaja hacia una bodega intermedia subcontratada (almacenaje externo) y el resto es trasladado directamente hacia la planta procesadora. El poco espacio en el patio de maniobra en la planta, así como una

insuficiente capacidad de recepción de las bandas transportadoras, obliga a alquilar una bodega, ya que las inversiones actuales no son suficientes para despachar camiones de la producción y recibir los que vienen del puerto con materia prima simultáneamente. Más adelante, se realizarán los cálculos pertinentes para confirmar dicha afirmación.

El proceso actual de la cadena de suministros inicia con la recepción del barco en el muelle. El departamento de calidad se encarga de tomar fotos y muestras de material y se inspeccionan las bodegas del barco para confirmar el buen estado del maíz. A continuación, se consulta con la planta procesadora cuánta capacidad de almacenaje existe en la planta y, en base a este estimado, se prepara y distribuye la flota de transporte para que realice el traslado correspondiente de materia prima del puerto hacia la planta o hacia la bodega intermedia, según sea indicado.

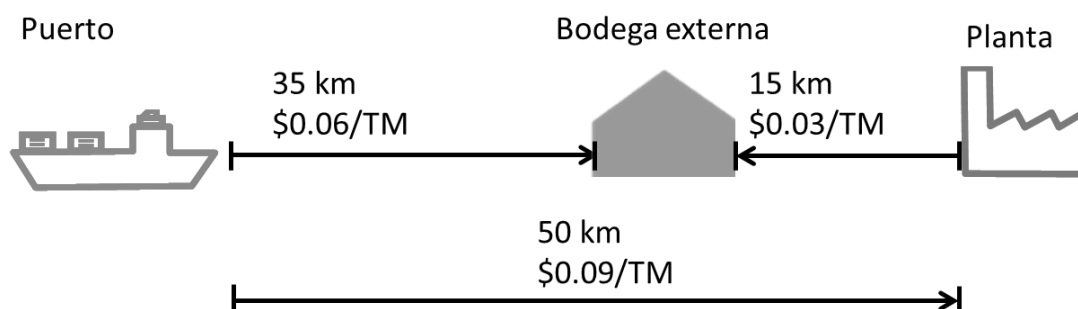
La flota de transporte consta de 37 vehículos, cada uno con una capacidad de 23.3 toneladas métricas. Las graneleras vacías son pesadas en una báscula al salir de la planta. Dicho peso es confirmado al llegar al puerto, y se procede a cargar la flota con la materia prima. Seguidamente, la materia prima es trasladada con las toneladas métricas asignadas hacia la planta o la bodega externa, según sea necesario. Al llegar al lugar donde se procederá a almacenar el maíz, las graneleras son pesadas nuevamente con producto y proceden a descargar el producto. Si el producto es almacenado en la bodega externa, éste pertenece ahí hasta que exista capacidad de recepción en la planta nuevamente.

**Ilustración 12. Diagrama de la cadena de suministros actual**



La bodega intermedia se encuentra a una distancia de 35 kilómetros del puerto, sobre la misma carretera que conduce a la planta, que se ubica a quince kilómetros más adelante. Por lo tanto, la planta se encuentra exactamente a 50 kilómetros desde el puerto. A continuación, se muestra una figura con las ubicaciones y distancias de los lugares que juegan un rol importante en el abastecimiento de la planta.

**Ilustración 13. Distancia y costo por tonelada entre puerto-bodega y puerto-planta**



La bodega externa se encuentra ubicada en una posición estratégica, ya que permite realizar más viajes desde el puerto en un menor tiempo. Esto ayuda a reducir el tiempo de espera del barco en el puerto; sin embargo, incrementa los costos de almacenaje por tratarse de un almacenamiento alquilado.

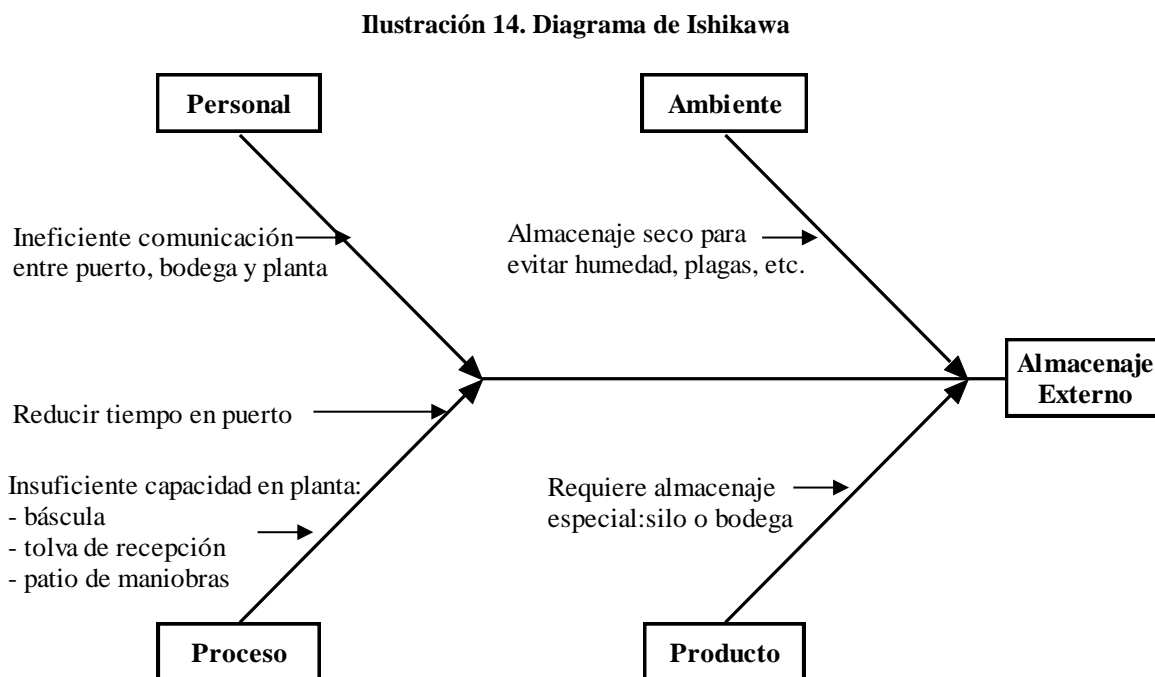
En el desarrollo de los escenarios, se estudiará si dicha decisión está bien fundamentada y si existen alternativas viables que puedan representar menos costos para la empresa.

La capacidad de la bodega externa es de 30,000 toneladas métricas, y según el gerente de producción, muy pocas veces ha alcanzado ni siquiera la mitad de la capacidad. Incluso, si existiese la necesidad de almacenar todo el barco en la bodega, sí existe la capacidad de almacenaje necesaria, ya que los barcos rara vez pasan las 25,000 toneladas métricas.

### 3.3.1 Diagrama causa-efecto

«El diagrama de Ishikawa o diagrama de causa- efecto ayuda a detectar los factores que causan un problema específico de calidad y forma parte de las siete herramientas del control de calidad.» (George, 2005:213)

Para determinar un panorama claro de la raíz del problema actual del sistema de abastecimiento, se planteó un diagrama causa-efecto de Ishikawa. Por medio de esta herramienta, se establecieron las causas que provocan el uso de la bodega externa que se utiliza actualmente.



Se plantearon cuatro posibles causas de la utilización de un almacenaje externo: el personal (recursos humanos), la eficiencia del proceso, el requerimiento de un almacén especial para el producto y el ambiente.

Cada uno de los cuatro factores contribuye de alguna manera al manejo de la materia prima en un almacén de un tercero.

**3.3.2 Flujograma del proceso.** Se elaboró un flujograma del proceso actual para entender de manera más amplia el proceso que se lleva actualmente. Dicho diagrama de flujo se construyó con el fin de tener un punto de partida de comparación del proceso vigente.

Luego de un análisis más profundo de costos y otros factores cualitativos, que puedan impactar al proceso, se procederá a realizar un nuevo diagrama de operaciones si la solución detectada lo requiere.

A continuación, se puede observar el diagrama de operaciones que plantea el modelo actual de abastecimiento. En dicho esquema, interactúan cuatro áreas funcionales que impactan directamente al proceso.

Los cuatro departamentos de la compañía que influyen en el proceso de forma directa son: puerto, planta procesadora, bodega externa y calidad.

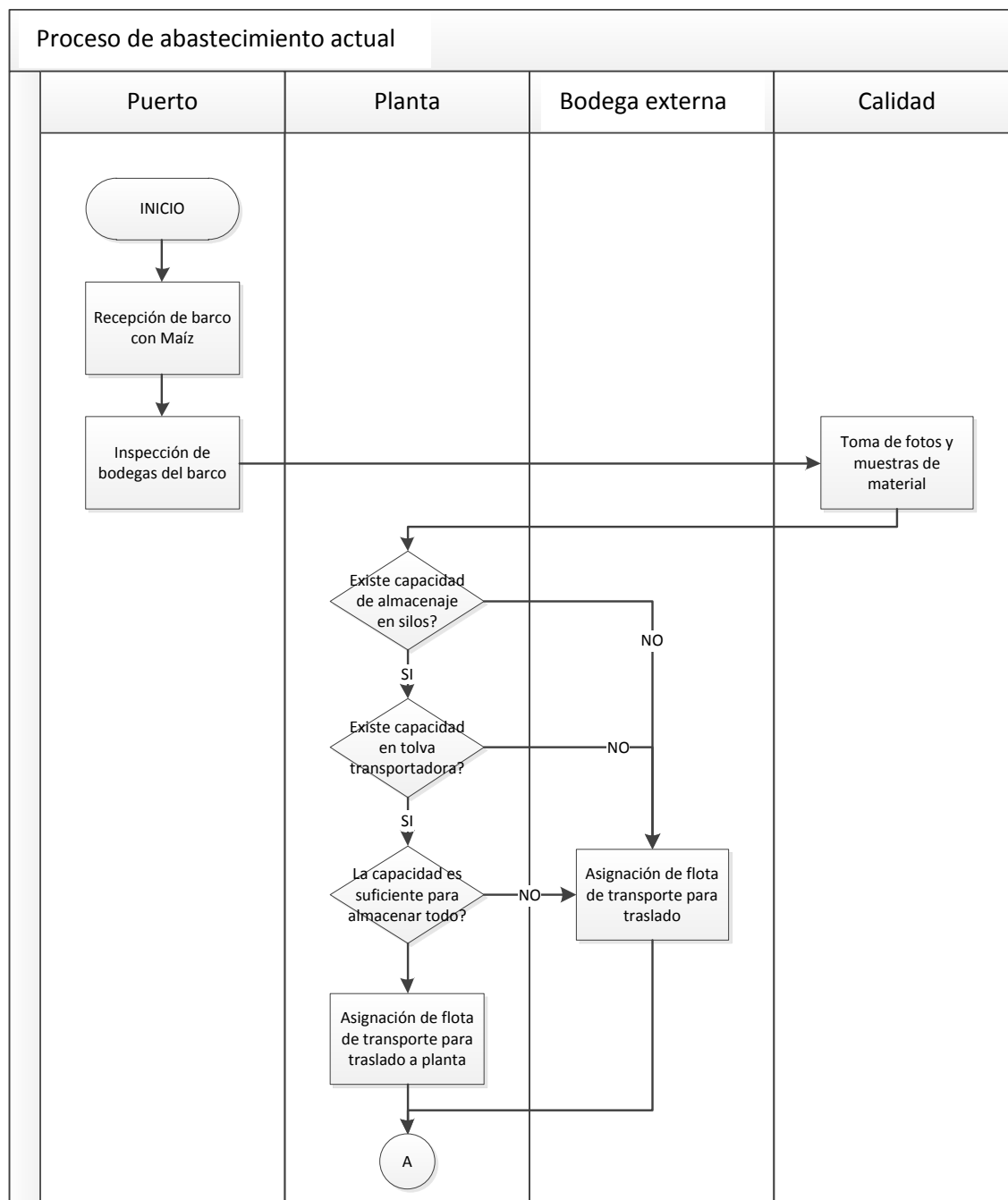
Sin embargo, la entidad principal del proceso es la planta procesadora, ya que dependiendo de la capacidad de recepción que ésta posea, se procederá a vaciar el barco y a almacenar la determinada cantidad necesaria de producto que se requiera guardar en la bodega externa.

Se puede apreciar que existen muchos procesos secundarios que disminuyen la velocidad del proceso principal: trasladar la materia prima lo más rápido y barato posible del puerto a la planta procesadora.

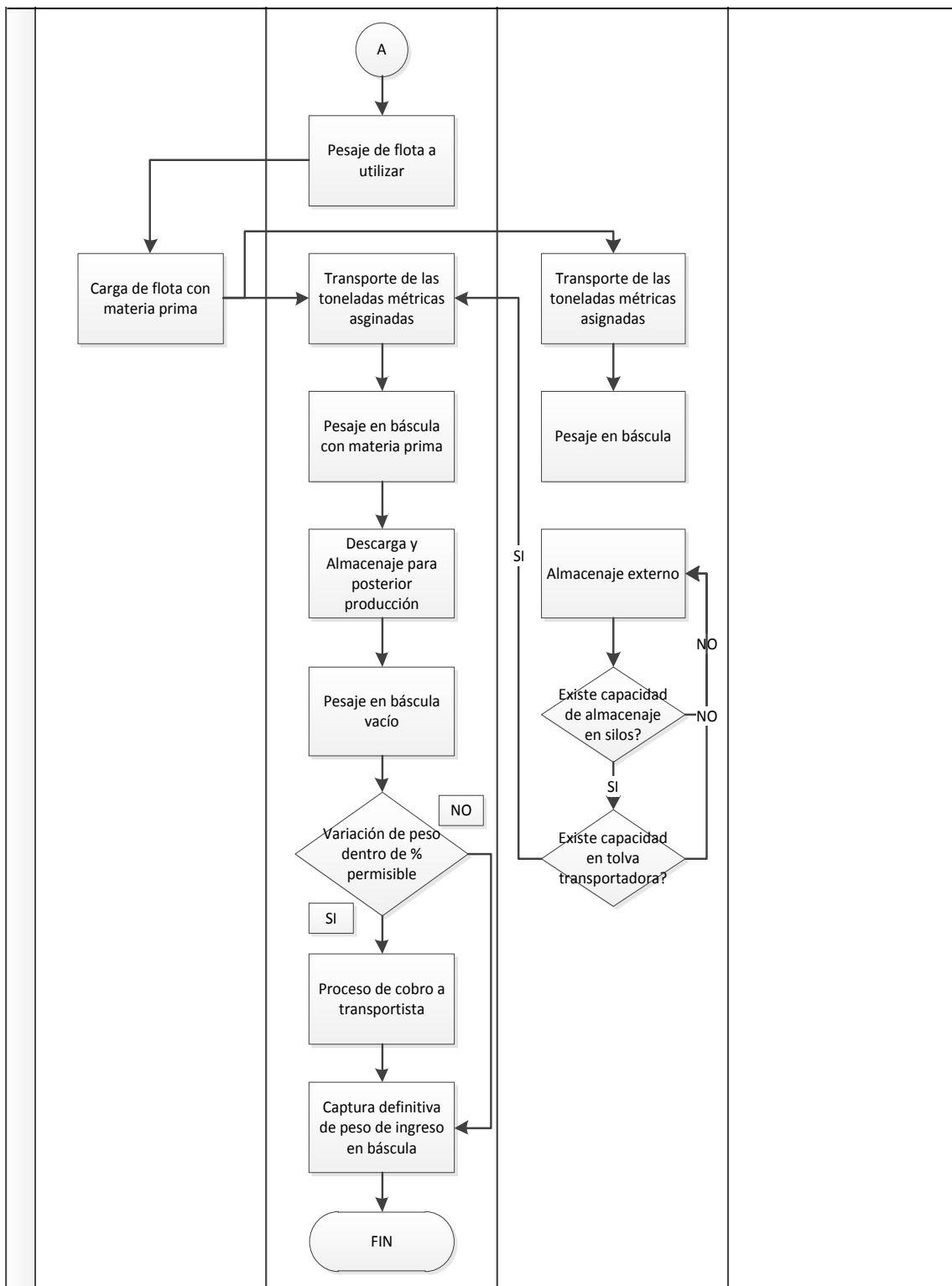
Por lo tanto, en capítulos posteriores se estudiarán escenarios que permitan acelerar el proceso. No obstante, para poder bajar los tiempos de entrega se deberá tener en consideración que cualquier mejora en la eficiencia del proceso representa algún costo, el cual deberá ser justificado por un ahorro mayor.

En otras palabras, no cualquier reducción en el tiempo de atención de la planta procesadora representa ahorros.

Ilustración 15. Diagrama de flujo del proceso de abastecimiento actual



Continuación Ilustración 16. Diagrama de flujo del proceso de abastecimiento actual



### 3.4 Origen de la Existencia de un Almacén Externo para mantener Inventario

Para entender el origen de la necesidad de un recinto para almacenar el material, es importante comprender de dónde surge dicho inventario. El proveedor de maíz cuenta con dos buques de distintos tamaños para abastecer. Se trata de un buque pequeño de 10,000 toneladas métricas, y el buque de mayor tamaño que logra transportar hasta 25,000 toneladas métricas. Sin embargo, se tiene una distinta tarifa para cada uno de los barcos. El costo por tonelada para pedidos más grandes resulta más bajo que en el buque pequeño. Sin embargo, el costo de mantener inventario se incrementa.

**Tabla 5.** Porcentaje de materia prima almacenada según producto

	<b>Buque pequeño</b>	<b>Buque grande</b>
<b>LOA (m)</b>	120	190
<b>Capacidad (TM)</b>	10,000	25,000
<b>Costo por TM</b>	\$ 70	\$ 45
<b>Costo TM materia prima</b>	\$ 350	\$ 350
<b>Demanda anual</b>	313,700	313,700
<b>Pedidos/año</b>	31	13
<b>Costo 1 pedido</b>	700,000	1,125,000

El costo total para comparar ambos buques, está compuesto por varios factores. El costo anual de pedir, que varía de acuerdo a la tarifa expuesta anteriormente; el costo anual de mantener, que indica el costo anual de mantener el inventario; el costo de no tener, que en este caso es cero; y finalmente, el costo del producto en sí.

	<b>Buque pequeño</b>	<b>Buque grande</b>
<b>Capacidad (TM)</b>	10,000	25,000
<b>Costo pedir</b>	21,959,000	14,116,500
<b>Costo faltantes</b>	-	-
<b>Costo producto</b>	109,795,000	109,795,000
<b>Costo mantener</b>	254,097	393,380
<b>Costo puerto</b>	633,549	675,785
<b>Costo transporte terrestre</b>	548,504	725,714
<b>Costo Total</b>	<b>133,190,150</b>	<b>125,706,378</b>



Realizar pedidos grandes resulta más favorable desde un punto de vista financiero. La política de efectuar órdenes con volúmenes grandes se justifican, ya que existe un ahorro de aproximadamente 7.5 millones de dólares anuales respecto al buque de menor tamaño. Esto se debe a que la tarifa que se paga para los buques grandes es 55% más económico respecto al buque pequeño. El costo del producto es el mismo, sin importar la cantidad que se pida. El costo de mantener el producto es más barato con los pedidos pequeños; sin embargo, este rubro representa muy poco respecto al costo total por lo que no impacta de gran forma.

### **3.5 Debilidades del proceso actual de recepción de materia prima**

Antes de desarrollar posibles alternativas para evaluar potenciales ahorros al proceso, es importante analizar la utilización real de los silos propios en la planta para definir si realmente existe el espacio necesario para almacenar el buque al 100%. Los silos de producción se ubican en la planta procesadora de alimentos, ubicada a una distancia de 50 kilómetros del Puerto Quetzal.

Los actuales turnos de producción arrancan a las cuatro de la mañana y finalizan a las seis de la tarde, durante seis días a la semana. Es decir, el turno diario de producción es de 12 horas. Además, se debe considerar que la banda transportadora, que se utiliza tanto para producción como para abastecimiento de producto, tiene una capacidad máxima de 200 toneladas métricas por hora. Esta capacidad equivale a 14,400 toneladas métricas semanales.

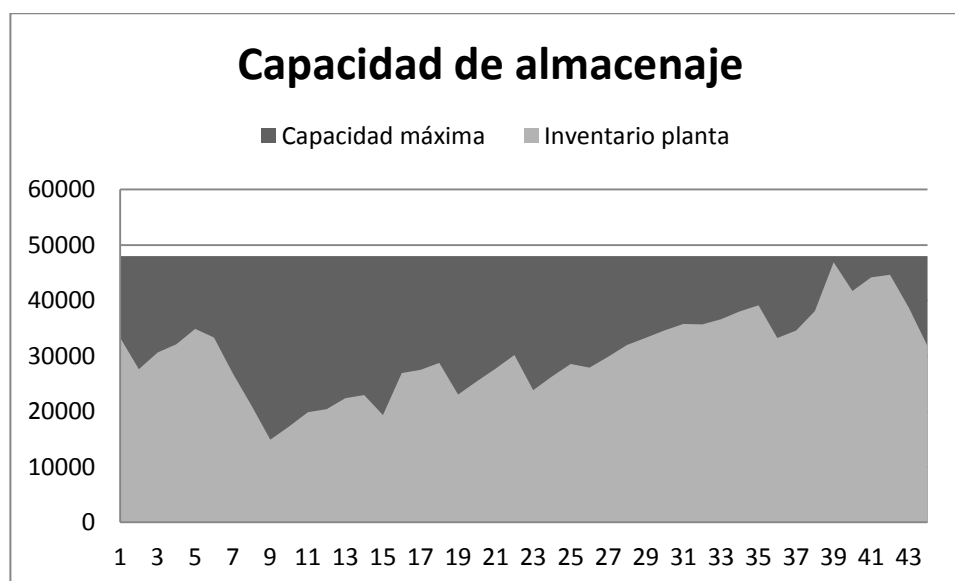
La banda transportadora tiene una prioridad de transportar el 100% de su de producción. El resto de la capacidad es utilizado para el abastecimiento.

**3.5.1 Capacidad de almacenamiento en silos.** Es preciso mencionar que se cuenta con un total de doce silos de almacenaje en la planta, cada uno con una capacidad de 4,000 toneladas métricas. Por lo tanto, la capacidad total actual de almacenaje en la planta procesadora es de 48,000 toneladas métricas. Se realizó un análisis de inventarios de los silos de almacenaje de la planta del último año. El inventario acumulado de la

planta se calculó de la siguiente manera. Al inventario inicial del año 2011 (39,120 toneladas métricas) se le restó el volumen de producción semanal y se sumó, en caso de que existiera, el abastecimiento del puerto. Esto se realizó para cada semana, y en las semanas que había capacidad para trasladar el inventario de la bodega externa hacia la planta, también se le sumó al inventario acumulado de los silos. El inventario promedio durante el año fue de 30,683 toneladas métricas.

A pesar de que el promedio anual del inventario representa únicamente el 65% de la capacidad total de almacenaje, que como se indicó es de 48,000 toneladas, esto no implica precisamente que siempre exista la capacidad de almacenar el producto, ya que dicho valor es sólo un promedio y no muestra períodos altos. Por lo tanto, se procedió a graficar el inventario anual para tener una idea de la estacionalidad del producto y determinar si, incluso en las épocas altas, exista dicha capacidad. Se puede consultar el apéndice, para observar un detalle más preciso de las cantidades de inventario en los silos de la planta procesadora. A continuación, se muestra la gráfica de inventarios.

**Gráfico 1. Capacidad actual de almacenaje en silos**



Luego de observar la gráfica, se puede notar que efectivamente los silos logran cubrir el abastecimiento en su totalidad, incluso en los picos. Por lo tanto, la existencia de

la bodega externa no debe estar fundamentada por escasez de capacidad en la planta procesadora. Si la producción aumenta, es posible que la capacidad de almacenaje se vuelva una restricción del proceso, y se debe tomar en cuenta como tal. Sin embargo, para el siguiente análisis, no representa ninguna restricción.

Por lo tanto se procedió a analizar los datos anuales para confirmar que no existe la capacidad de banda transportadora para recibir la materia prima. De esta manera, se establecerá la capacidad de banda como la mayor restricción del proceso.

**3.5.2 Capacidad de recepción en la planta procesadora.** Según fuentes de la empresa con años de experiencia, las causas por la cual se arrienda una bodega externa son dos. La principal razón, es que la planta no tiene la capacidad necesaria para recibir toda la materia prima del barco, al mismo tiempo que se está produciendo. Esto se debe a que no se cuenta con las inversiones necesarias en la planta como para poder neutralizar el problema. No existe un patio de maniobras lo suficientemente grande para recibir y despachar camiones y, principalmente, no se cuenta con el equipo necesario para realizar las dos operaciones simultáneamente. El equipo que se requiere para lograr dicha operación al mismo tiempo, es una ampliación en el patio de maniobras, otra báscula de pesaje y una banda transportadora adicional.

La segunda razón de almacenar el producto en un recinto intermedio, según los expertos, es que el costo de una bodega tercerizada resulta menor que el de mantener el barco por más tiempo parado en el puerto. No existe un análisis financiero que sustente de dicha decisión; sin embargo, siempre se ha trabajado en la empresa bajo este paradigma.

La banda transportadora actual es utilizada para abastecer los silos de la planta, pero también para despachar el producto, luego de haber pasado por producción. Sin embargo, la producción tiene prioridad para el uso de la banda. Por lo tanto, si a determinada hora se está produciendo y se necesita abastecer, el producto debe transferirse a la bodega externa, ya que a pesar de que sí existe el espacio en el silo de almacenaje, no hay capacidad suficiente en la banda transportadora. Consecuentemente, a

continuación se procederá a realizar una tabla de la utilización de la banda transportadora, para su posterior análisis. En dicho cuadro se calcula el uso de la banda transportadora bajo el supuesto de recibir el 100% de la producción y el 100% del abastecimiento, y de esta forma tratar de minimizar la cantidad de materia prima a almacenar en el recinto externo.

Se debe tomar en cuenta que la capacidad de la banda transportadora actual es de 14,400 toneladas métricas por semana, no importando si es producción o abastecimiento. para calcular la capacidad de banda necesaria para realizar las operaciones simultáneamente, se sumaron los flujos semanales de producción y abastecimiento. Al restar dicho flujo de la capacidad de la banda, se obtuvo las toneladas métricas por semana de capacidad de la banda faltante para poder absorber ambas operaciones simultáneamente.

**Tabla 5. Capacidad de producción actual**

<b>Producción</b>	<b>6</b>	<b>días/semana</b>
<b>Turno</b>	12	hr
<b>Capacidad Banda</b>	200	TM/hr
<b>Capacidad Banda Semanal</b>	14,400	TM/Semana

**Tabla 6. Utilización de banda transportadora**

Semana	Abastecimiento Puerto	Producción	Banda necesaria (TM/Semana)	Faltante de Banda
<b>Inv. Inicial</b>	<b>39,120</b>			
<b>1</b>		5,820	5,820	-
<b>2</b>		5,695	5,695	-
<b>3</b>	16,232	5,693	21,925	<b>7,525</b>
<b>4</b>		6,037	6,037	-
<b>5</b>	13,477	5,813	19,290	<b>4,890</b>
<b>6</b>		6,456	6,456	-
<b>7</b>		6,438	6,438	-
<b>8</b>		5,837	5,837	-

Continuación Tabla 6. Utilización de banda transportadora

Semana	Abastecimiento Puerto	Producción	Banda necesaria (TM/Semana)	Faltante de Banda
9		6,142	6,142	-
10	23,708	6,013	29,721	15,321
11		5,909	5,909	-
12		6,279	6,279	-
13	24,961	6,209	31,170	16,770
14		6,920	6,920	-
15		9,003	9,003	-
16	25,732	3,415	29,147	14,747
17		6,909	6,909	-
18		6,006	6,006	-
19		5,705	5,705	-
20	25,012	6,007	31,019	16,619
21		6,054	6,054	-
22		5,824	5,824	-
23		6,335	6,335	-
24	23,157	5,966	29,123	14,723
25		6,071	6,071	-
26		7,065	7,065	-
27	24,852	6,207	31,059	16,659
28		6,144	6,144	-
29		6,555	6,555	-
30	22,043	6,530	28,573	14,173
31		6,623	6,623	-
32		6,480	6,480	-
33	23,031	6,736	29,767	15,367
34		6,492	6,492	-
35		6,357	6,357	-
36		5,895	5,895	-
37	24,058	6,532	30,590	16,190
38		5,441	5,441	-
39	9,325	5,969	15,294	894
40		6,070	6,070	-
41	18,991	5,972	24,963	10,563
42		6,967	6,967	-
43		5,919	5,919	-
44		6,938	6,938	-
	22,407	6,215	28,622	14,222
<b>TOTAL</b>	<b>313,699</b>	<b>273,449</b>	<b>548,028</b>	<b>164,440</b>

Tal como se puede observar, absolutamente todas las veces que arribó un barco al puerto fue necesario el almacenaje en la bodega externa debido a que no había capacidad disponible en la banda transportadora. En total, trece de 44 semanas, la banda sobrepasó su capacidad máxima de 14,400 toneladas métricas, lo que obligó el almacenaje externo. Óptimamente, el almacenaje externo tuvo que servir únicamente para almacenar la cantidad de toneladas de la columna “Faltante de banda”. Esto representaría que el 52% del peso hubiese sido traslado hacia la bodega externa. Sin embargo, luego de observar las toneladas almacenadas en la bodega externa reales durante el último año se concluye que un 28% del volumen fue mal almacenado, ya que un total de 250,440 toneladas, que representan el 80% del total del puerto, fueron almacenadas en la bodega intermedia. En el siguiente cuadro se exponen los datos con mayor claridad.

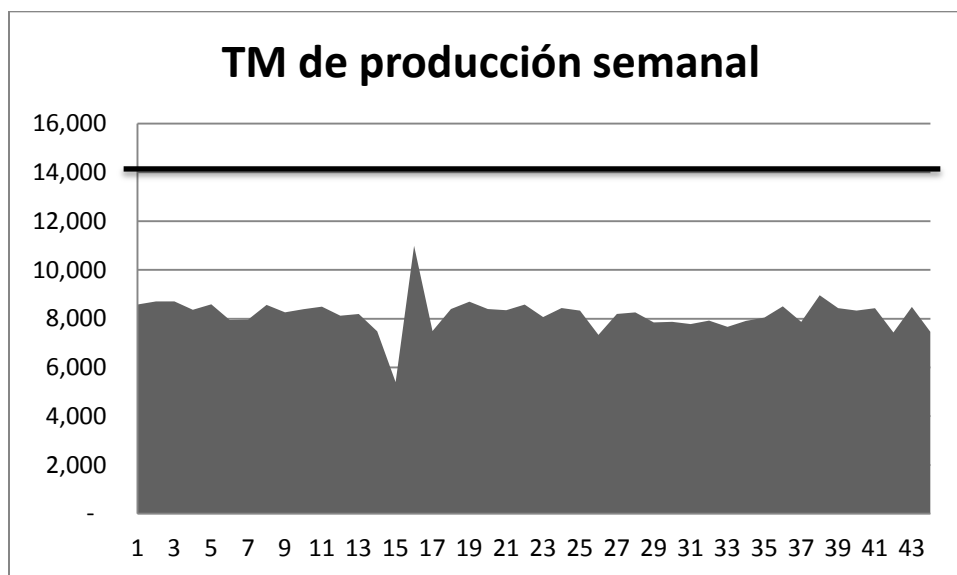
**Tabla 7. Toneladas transportadas a bodega externa: real vs. óptimo**

	<b>Abastecimiento puerto</b>	<b>Directo a Planta</b>	<b>Bodega Externa</b>
<b>TM Anuales Real</b>	313,699	63,259	250,440
		20%	80%
<b>TM Anuales Óptimo</b>	313,699	149,259	164,440
		48%	52%
<b>TM Indirectas a Planta</b>			<b>(86,000)</b>

Para tener un panorama más claro de la utilización de la banda transportadora, y su inminente figura de restricción, se procedió a elaborar tres gráficas con la banda transportadora necesaria durante cada semana: una para el uso exclusivo del área de producción, otra para el uso exclusivo para el uso del abastecimiento y, por último, la combinación de ambas operaciones simultáneas.

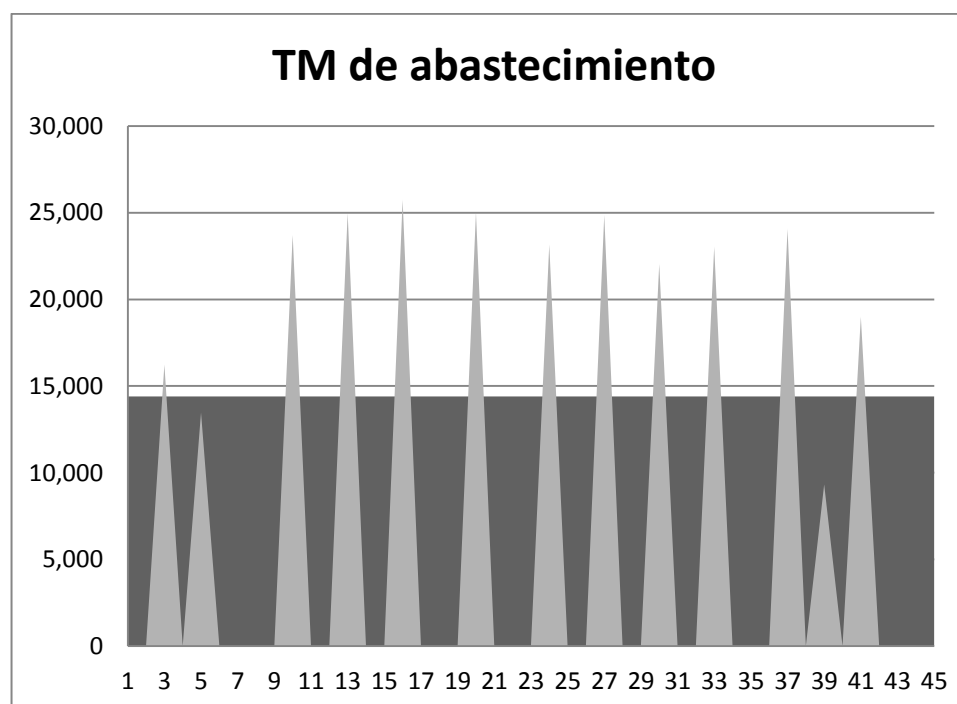
En la siguiente gráfica se observa que el uso de la banda transportadora para el área de producción es suficiente. En promedio (consultar anexo), para despachar toda la producción, es suficiente la utilización del 43% de la misma.

**Gráfico 2. Uso de producción de banda transportadora**



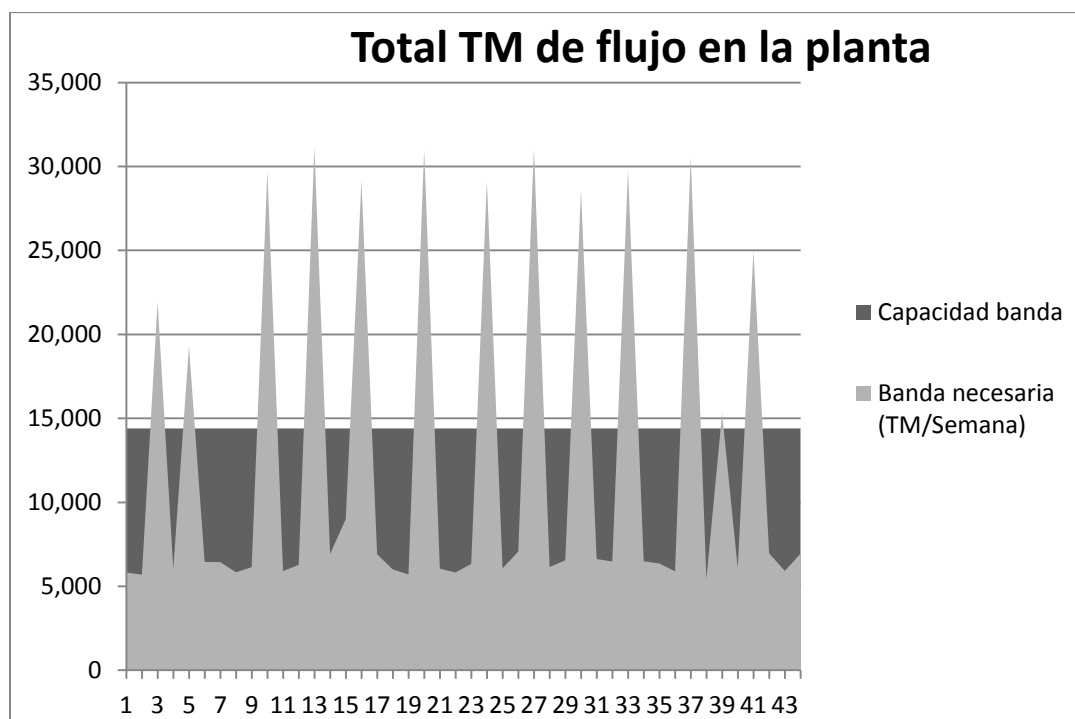
Como se observa, la producción nunca sobrepasa la capacidad de la banda de 14,000 toneladas. A continuación se observa la utilización de la banda para el área de abastecimiento.

**Gráfico 3. Utilización de abastecimiento de banda transportadora**



Rápidamente, se logra vislumbrar que la banda transportadora no es suficiente para recibir todo el producto del puerto. Únicamente en dos de trece semanas la banda hubiera sido suficiente para recibir toda la materia prima. Por último, a continuación se presenta la utilización de la banda transportadora combinando ambas operaciones.

**Gráfico 4. Utilización total necesaria de la banda transportadora**



Sin embargo, como se puede observar, la capacidad de banda que se necesita para realizar ambas operaciones sobre la misma banda es muchísimo menor a la requerida.

**3.5.3 Capacidad de transporte.** La flota de transporte utilizada en el abastecimiento del maíz es totalmente tercerizada. Cabe mencionar que la capacidad de transporte diaria es de 3500 toneladas métricas por día. La capacidad de cada granelera es de 23.25 toneladas métricas, y se tienen a disposición 37 camiones. Por lo tanto, la flota de transporte es capaz de realizar 150 viajes diarios, que representan cuatro viajes por unidad.

**Tabla 8. Características de la flota de transporte**

<b>Flota disponible</b>	<b>37</b>	<b>graneleras</b>
<b>Capacidad promedio</b>	23.26	TM/granelera
<b>Viajes</b>	4	viajes/granelera
<b>Capacidad flota</b>	3500	TM/día

Sin embargo, es importante recalcar que en el mercado guatemalteco no existen más transportes de este tipo disponibles para alquilar. Por lo tanto, la flota de transporte no se puede ampliar a menos que se realice la inversión necesaria en la adquisición de nuevas graneleras.

Luego de finalizado ese capítulo, se puede concluir que el uso actual de la bodega externa no se debe a una falta de capacidad en los silos de la planta procesadora, sino a una insuficiente capacidad de recepción de la banda transportadora. Además, incluso si existiese dicha capacidad en la banda, es necesaria la inversión en una báscula y un patio de maniobras más grande. La flota de transporte es capaz de trasladar la materia prima actual sin mayor problema; sin embargo, la capacidad de la flota no se puede aumentar rápidamente, ya que no existen más proveedores en Guatemala que den el servicio de graneleras.

## **CAPÍTULO 4: DESARROLLO DE ESCENARIOS**

A pesar de que la espera del barco en el puerto representa elevados costos y una bodega externa ayuda a realizar una mayor cantidad de viajes en un menor tiempo, no existe un análisis profundo que respalde dicha decisión. Por lo tanto, ya que aún no se ha realizado un estudio específico y claro de las alternativas viables a este problema, se llevará a cabo una investigación que estudie diferentes escenarios posibles. Los escenarios que se tomarán en cuenta, son aquellos que puedan representar potenciales ahorros significativos para la corporación.

Luego de observar las ideas que respaldan la situación actual de abastecimiento, se puede mencionar que son dos los factores que influyen en la elección de este contexto. El primer aspecto que impacta directamente en los costos del proceso es el tiempo de espera del barco en el puerto. El valor del buque esperando en el puerto es considerable, por lo que a grandes rasgos una agilización de la carga y descarga por medio de una bodega externa, ayudaría a minimizar el tiempo de espera y ahorrar costos. Según los expertos de la empresa, el costo del puerto es muy alto, y por consiguiente es mayor al que se paga en la bodega externa. El otro factor que respalda la decisión del almacenamiento tercerizado, es la insuficiente capacidad de recepción de material en la planta, debido al escaso patio de maniobra que existe en la misma y una banda transportadora con capacidad insuficiente para almacenar y despachar producto.

Por lo tanto, para lograr determinar si la forma vigente de suministro de materia prima es la óptima, se estudiarán el escenario actual y dos adicionales para comparar si existen mejoras considerables que se puedan implementar.

Los escenarios a considerar, se enumeran a continuación.

- ✓ Escenario 1.1: Status Quo
- ✓ Escenario 1.2: Status Quo Optimizado
- ✓ Escenario 2: Eliminación de bodega intermedia, más tiempo de barco en el puerto y totalidad de viajes directos hacia la planta procesadora

- ✓ Escenario 3.1: Inversión en planta procesadora para duplicar la capacidad de recepción y almacenaje de excedente en puerto
- ✓ Escenario 3.2: Inversión en planta procesadora para duplicar la capacidad de recepción y almacenaje de excedente en bodega
- ✓ Escenario 3.3: Inversión en planta procesadora para aumentar la capacidad de recepción y recibir todo el producto

Para los cálculos de los costos de todos los escenarios, se tomaron únicamente las semanas en donde sí se almacenó producto en la bodega externa según el modelo actual. De esta manera se podrá comparar el excedente únicamente, ya que todo el volumen que sí fue almacenado en la planta directamente posee el mismo costo para todos los escenarios.

#### **4.1 Escenario 1.1: Status quo**

Como punto de partida se tomará en cuenta el escenario actual. Se observó que los silos en la planta no se aprovechan en su totalidad. A continuación, se presentan los costos del modelo actual de abastecimiento, tomando en cuenta el costo del barco en el puerto, el almacenaje en la bodega externa y el transporte entre las tres ubicaciones.

Los costos de almacenaje varían, dependiendo del número de días que la materia prima deba estar guardada en la bodega externa. La empresa a la que se le alquila la bodega, tiene una política de costos establecida, los cuales dependerán del volumen que se necesite almacenar. Se cobra una cuota fija de \$1 (un dólar americano) por tonelada métrica ingresada al recinto. Adicionalmente, se cobra \$0.10 por día adicional por tonelada métrica que pase en la bodega. Por último, el proceso de carga y descarga en la bodega externa tiene un costo de \$0.20 por tonelada.

En la siguiente tabla se muestran los distintos costos que se deben considerar en el traslado de la materia prima.

**Tabla 9. Costos base de almacenamiento externo**

Descripción	Costo
<b>Carga/descarga</b>	\$ 0.20 /TM
<b>Almacenaje externo</b>	\$ 1.00 /TM
<b>Costo sobre saldo</b>	\$ 0.10/día/TM

A continuación, en la siguiente tabla se muestran los costos de almacenaje de la bodega externa para este escenario.

**Tabla 10. Costo de almacenaje para Escenario 1.1**

Sem.	TM a Bodega	Carga-Descarga	Costo Fijo	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	TOTAL Bodega Ext.
<b>3</b>	7,525	\$ 1,505	\$ 7,525	\$ 403	\$ 53	\$ -	\$ -	\$ 9,486
<b>5</b>	4,890	\$ 978	\$ 4,890	\$ 139	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 6,007
<b>10</b>	15,321	\$ 3,064	\$ 15,321	\$ 1,182	\$ 832	\$ 482	\$ 132	\$ 21,013
<b>11</b>	6,830	\$ 1,366	\$ 6,830	\$ 333	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 8,529
<b>13</b>	24,736	\$ 4,947	\$ 24,736	\$ 2,124	\$ 1,774	\$ 1,424	\$ 1,074	\$ 36,078
<b>14</b>	9,290	\$ 1,858	\$ 9,290	\$ 579	\$ 229	\$ -	\$ -	\$ 11,957
<b>15</b>	3,893	\$ 779	\$ 3,893	\$ 39	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 4,711
<b>16</b>	14,747	\$ 2,949	\$ 14,747	\$ 1,125	\$ 775	\$ 425	\$ 75	\$ 20,094
<b>17</b>	7,256	\$ 1,451	\$ 7,256	\$ 376	\$ 26	\$ -	\$ -	\$ 9,108
<b>20</b>	16,619	\$ 3,324	\$ 16,619	\$ 1,312	\$ 962	\$ 612	\$ 262	\$ 23,090
<b>21</b>	8,272	\$ 1,654	\$ 8,272	\$ 477	\$ 127	\$ -	\$ -	\$ 10,531
<b>24</b>	14,723	\$ 2,945	\$ 14,723	\$ 1,122	\$ 772	\$ 422	\$ 72	\$ 20,057
<b>25</b>	6,394	\$ 1,279	\$ 6,394	\$ 289	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 7,962
<b>27</b>	24,840	\$ 4,968	\$ 24,840	\$ 2,134	\$ 1,784	\$ 1,434	\$ 1,084	\$ 36,244
<b>28</b>	8,403	\$ 1,681	\$ 8,403	\$ 490	\$ 140	\$ -	\$ -	\$ 10,714

Continuación Tabla10. Costo de almacenaje para Escenario 1.1

Sem.	TM a Bodega	Carga-Descarga	Costo Fijo	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	TOTAL Bodega Ext.
<b>29</b>	558	\$ 112	\$ 558	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 669
<b>30</b>	21,101	\$ 4,220	\$ 21,101	\$ 1,760	\$ 1,410	\$ 1,060	\$ 710	\$ 30,261
<b>31</b>	6,396	\$ 1,279	\$ 6,396	\$ 290	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 7,965
<b>33</b>	23,025	\$ 4,605	\$ 23,025	\$ 1,953	\$ 1,603	\$ 1,253	\$ 903	\$ 33,340
<b>34</b>	7,459	\$ 1,492	\$ 7,459	\$ 396	\$ 46	\$ -	\$ -	\$ 9,393
<b>37</b>	23,906	\$ 4,781	\$ 23,906	\$ 2,041	\$ 1,691	\$ 1,341	\$ 991	\$ 34,750
<b>38</b>	7,230	\$ 1,446	\$ 7,230	\$ 373	\$ 23	\$ -	\$ -	\$ 9,073
<b>39</b>	16,339	\$ 3,268	\$ 16,339	\$ 1,284	\$ 934	\$ 584	\$ 234	\$ 22,643
<b>41</b>	10,563	\$ 2,113	\$ 10,563	\$ 706	\$ 356	\$ 6	\$ -	\$ 13,744
<b>42</b>	3,130	\$ 626	\$ 3,130	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 3,756
<b>TOT</b>		<b>\$ 58,689</b>	<b>\$ 293,446</b>	<b>\$ 20,926</b>	<b>\$ 13,536</b>	<b>\$ 9,042</b>	<b>\$ 5,536</b>	<b>\$ 401,175</b>
<b>AL</b>					<b>13,536</b>	<b>9,042</b>	<b>5,536</b>	

El costo total anual del almacenaje de la bodega externa es de aproximadamente \$401,000 actualmente.

Además, se calcularon los costos por mantener parado el barco en el puerto. Para poder anclar un buque en la costa, el puerto retiene dos cuotas diferentes. Los cobros del barco son un costo fijo por día por metro de eslora, que es el largo de la embarcación, y un costo variable por el GRT (“Gross Register Tonne”, por sus siglas en inglés) que indica la volumetría del barco.

El largo promedio del buque utilizado para transportar el maíz es de 190 metros LOA. Además, el cobro por GRT a buques hasta de 15,000 GRT es de  $\$0.042 \cdot \text{GRT}$  o un costo fijo de \$6,300 para embarcaciones mayores a los 15,000 GRT. El GRT de todos los navíos anclados para transportar el maíz durante el año pasado sobrepasó dicho límite, por lo que en el presente estudio a todos se les asignará a todos una cuota fija de \$6,300 por día.

Tabla 11. Costos base en puerto

<b>Eslora Barco</b>	<b>190</b>	<b>metros</b>
<b>Estadía</b>	\$0.15	*metro*hora
<b>Volumetría</b>		
<b>&lt;15,000 GRT</b>	\$0.042	*GRT*día
<b>&gt;15,000 GRT</b>	\$6,300	*día

Los costos totales por año para el puerto se presentan a continuación en el siguiente cuadro.

Tabla 12. Costo de puerto para Escenario 1.1

Semana	Días	Puerto	LOA	GRT	TOTAL Puerto
<b>3</b>	5	16,232	\$ 3,420	\$ 31,500	\$ 34,920
<b>5</b>	4	13,477	\$ 2,736	\$ 25,200	\$ 27,936
<b>10</b>	7	23,708	\$ 4,788	\$ 44,100	\$ 48,888
<b>11</b>	-	-	\$ -	\$ -	\$ -
<b>13</b>	8	24,961	\$ 5,472	\$ 50,400	\$ 55,872
<b>14</b>	-	-	\$ -	\$ -	\$ -
<b>15</b>	-	-	\$ -	\$ -	\$ -
<b>16</b>	8	25,732	\$ 5,472	\$ 50,400	\$ 55,872
<b>17</b>	-	-	\$ -	\$ -	\$ -
<b>20</b>	8	25,012	\$ 5,472	\$ 50,400	\$ 55,872
<b>21</b>	-	-	\$ -	\$ -	\$ -
<b>24</b>	7	23,157	\$ 4,788	\$ 44,100	\$ 48,888
<b>25</b>	-	-	\$ -	\$ -	\$ -
<b>27</b>	8	24,852	\$ 5,472	\$ 50,400	\$ 55,872
<b>28</b>	-	-	\$ -	\$ -	\$ -
<b>29</b>	-	-	\$ -	\$ -	\$ -
<b>30</b>	7	22,043	\$ 4,788	\$ 44,100	\$ 48,888
<b>31</b>	-	-	\$ -	\$ -	\$ -
<b>33</b>	7	23,031	\$ 4,788	\$ 44,100	\$ 48,888
<b>34</b>	-	-	\$ -	\$ -	\$ -
<b>37</b>	7	24,058	\$ 4,788	\$ 44,100	\$ 48,888
<b>38</b>	-	-	\$ -	\$ -	\$ -
<b>39</b>	3	9,325	\$ 2,052	\$ 18,900	\$ 20,952
<b>41</b>	6	18,991	\$ 4,104	\$ 37,800	\$ 41,904
<b>42</b>	-	-	\$ -	\$ -	\$ -
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 58,140</b>	<b>\$ 535,500</b>	<b>\$ 593,640</b>

El puerto representa, pues, aproximadamente \$594,000 anuales a la operación actual. El último componente del costo de la operación lo conforma el transporte. Dichos costos dependen del kilometraje y las toneladas métricas a transportar. A continuación, se presenta la tabla de tarifas que cobra la empresa que terceriza la flota de graneleras.

**Tabla 13. Costos base en transporte**

Trayecto	Km	Costo/qq	Costo/TM
<b>Bodega - Planta</b>	15	\$ 0.74	\$ 0.03
<b>Puerto - Bodega</b>	35	\$ 1.24	\$ 0.06
<b>Puerto - Planta</b>	50	\$ 1.54	\$ 0.09

Al multiplicar el costo por tonelada métrica por los kilómetros que se deben recorrer con las toneladas que se deben transportar, ya sea del puerto a la bodega o del puerto a la planta procesadora, se obtiene el costo total del transporte para el abastecimiento.

**Tabla 14. Costo total de transporte para Escenario 1.1**

Sem.	Puerto	Planta	Bodega	Puerto- Planta	Puerto- Bodega	Bodega- Planta	TOTAL Transporte
<b>3</b>	16,232	8,707	7,525	\$ 37,003	\$ 16,857	\$ 3,386	\$ 57,246
<b>5</b>	13,477	8,587	4,890	\$ 36,494	\$ 10,954	\$ 2,201	\$ 49,649
<b>10</b>	23,708	8,387	15,321	\$ 35,646	\$ 34,318	\$ 6,894	\$ 76,859
<b>11</b>	-	-	6,830	\$ -	\$ 15,299	\$ 3,073	\$ 18,372
<b>13</b>	24,961	225	24,736	\$ 956	\$ 55,409	\$ 11,131	\$ 67,496
<b>14</b>	-	-	9,290	\$ -	\$ 20,811	\$ 4,181	\$ 24,991
<b>15</b>	-	-	3,893	\$ -	\$ 8,721	\$ 1,752	\$ 10,473
<b>16</b>	25,732	10,985	14,747	\$ 46,688	\$ 33,032	\$ 6,636	\$ 86,356
<b>17</b>	-	-	7,256	\$ -	\$ 16,253	\$ 3,265	\$ 19,518

Continuación Tabla 14. Costo total de transporte para Escenario 1.1

Sem.	Puerto	Planta	Bodega	Puerto- Planta	Puerto- Bodega	Bodega- Planta	TOTAL Transporte
<b>20</b>				\$	\$	\$	\$
	25,012	8,393	16,619	35,672	37,226	7,478	80,376
<b>21</b>	-	-		\$ -	\$	\$	\$
			8,272		18,530	3,723	22,253
<b>24</b>				\$	\$	\$	\$
	23,157	8,434	14,723	35,844	32,980	6,625	75,449
<b>25</b>	-	-		\$ -	\$	\$	\$
			6,394		14,322	2,877	17,199
<b>27</b>				\$	\$	\$	\$
	24,852	12	24,840	51	55,642	11,178	66,871
<b>28</b>	-	-		\$ -	\$	\$	\$
			8,403		18,823	3,781	22,604
<b>29</b>	-	-		\$ -	\$	\$	\$
			558		1,249	251	1,500
<b>30</b>				\$	\$	\$	\$
	22,043	942	21,101	4,005	47,265	9,495	60,766
<b>31</b>	-	-		\$ -	\$	\$	\$
			6,396		14,328	2,878	17,206
<b>33</b>				\$	\$	\$	\$
	23,031	6	23,025	26	51,576	10,361	61,963
<b>34</b>	-	-		\$ -	\$	\$	\$
			7,459		16,709	3,357	20,066
<b>37</b>				\$	\$	\$	\$
	24,058	152	23,906	646	53,549	10,758	64,953
<b>38</b>	-	-		\$ -	\$	\$	\$
			7,230		16,196	3,254	19,450
<b>39</b>				\$ -	\$	\$	\$
	9,325		16,339		36,600	7,353	43,953
<b>41</b>				\$	\$	\$	\$
	18,991	8,428	10,563	35,820	23,661	4,753	64,234
<b>42</b>	-	-		\$ -	\$	\$	\$
			3,130		7,010	1,408	8,419
<b>TOTA L</b>				\$	\$	\$	\$
				<b>268,850</b>	<b>657,320</b>	<b>132,051</b>	<b>1,058,221</b>

El costo total anual de transporte sobrepasa el millón de dólares. Por último se presentan los costos en una tabla resumida para mostrar el costo total del escenario actual de almacenamiento.

Tabla 15. Costo total Escenario 1.1

Semana	TOTAL Puerto	TOTAL Bodega	TOTAL Transp.	TOTAL Escenario 1.1
<b>3</b>	\$ 34,920	\$ 9,486	\$ 57,246	\$ 101,652
<b>5</b>	\$ 27,936	\$ 6,007	\$ 49,649	\$ 83,592
<b>10</b>	\$ 48,888	\$ 21,013	\$ 76,859	\$ 146,760
<b>11</b>	\$ -	\$ 8,529	\$ 18,372	\$ 26,901
<b>13</b>	\$ 55,872	\$ 36,078	\$ 67,496	\$ 159,446
<b>14</b>	\$ -	\$ 11,957	\$ 24,991	\$ 36,948
<b>15</b>	\$ -	\$ 4,711	\$ 10,473	\$ 15,185
<b>16</b>	\$ 55,872	\$ 20,094	\$ 86,356	\$ 162,323
<b>17</b>	\$ -	\$ 9,108	\$ 19,518	\$ 28,626
<b>20</b>	\$ 55,872	\$ 23,090	\$ 80,376	\$ 159,338
<b>21</b>	\$ -	\$ 10,531	\$ 22,253	\$ 32,784
<b>24</b>	\$ 48,888	\$ 20,057	\$ 75,449	\$ 144,394
<b>25</b>	\$ -	\$ 7,962	\$ 17,199	\$ 25,161
<b>27</b>	\$ 55,872	\$ 36,244	\$ 66,871	\$ 158,987
<b>28</b>	\$ -	\$ 10,714	\$ 22,604	\$ 33,318
<b>29</b>	\$ -	\$ 669	\$ 1,500	\$ 2,169
<b>30</b>	\$ 48,888	\$ 30,261	\$ 60,766	\$ 139,915
<b>31</b>	\$ -	\$ 7,965	\$ 17,206	\$ 25,171
<b>33</b>	\$ 48,888	\$ 33,340	\$ 61,963	\$ 144,191
<b>34</b>	\$ -	\$ 9,393	\$ 20,066	\$ 29,459
<b>37</b>	\$ 48,888	\$ 34,750	\$ 64,953	\$ 148,591
<b>38</b>	\$ -	\$ 9,073	\$ 19,450	\$ 28,522
<b>39</b>	\$ 20,952	\$ 22,643	\$ 43,953	\$ 87,548
<b>41</b>	\$ 41,904	\$ 13,744	\$ 64,234	\$ 119,882
<b>42</b>	\$ -	\$ 3,756	\$ 8,419	\$ 12,174
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 593,640</b>	<b>\$ 401,175</b>	<b>\$ 1,058,221</b>	<b>\$ 2,053,036</b>

El costo total anual del Escenario 1.1, incluyendo únicamente las semanas donde se utiliza la bodega externa, es de aproximadamente \$2,053,000 anuales.

## 4.2 Escenario 1.2: Status Quo Optimizado

De acuerdo a una distribución óptima de inventarios se podrían percibir ahorros inmediatos. Para ello, se recalcularon los costos de abastecimiento, de acuerdo al reporte de inventarios anual en la planta. De esta manera se trató de transportar la mayor cantidad de toneladas métricas directas hacia la planta, evitando pasar por la bodega externa. Los

nuevos costos se calcularon de una manera similar al Status Quo, con la diferencia que la cantidad que se transporta directamente a la planta varió, por lo que los costos de arrendamiento en la bodega externa disminuyeron.

Se procedió de la misma forma que el anterior: se empezó con los costos de almacenaje diario y el costo de carga y descarga, luego los costos del puerto respectivos y, por último, se calcularon los costos de transporte. De esta manera se llegó al costo total de la operación optimizada, y se logró reducir la cantidad de inventario en la bodega externa.

**Tabla 16. Costo total Escenario 1.2**

Semana	TOTAL Puerto	TOTAL Bodega	TOTAL Transp.	TOTAL Escenario 1.2
<b>3</b>	\$ 34,920	\$ 9,486	\$ 57,246	\$ 101,652
<b>5</b>	\$ 27,936	\$ 6,007	\$ 49,649	\$ 83,592
<b>10</b>	\$ 48,888	\$ 21,013	\$ 76,859	\$ 146,760
<b>11</b>	\$ -	\$ 8,529	\$ 18,372	\$ 26,901
<b>13</b>	\$ 55,872	\$ 23,332	\$ 79,923	\$ 159,127
<b>14</b>	\$ -	\$ 11,957	\$ 24,991	\$ 36,948
<b>15</b>	\$ -	\$ 4,711	\$ 10,473	\$ 15,185
<b>16</b>	\$ 55,872	\$ 20,094	\$ 86,356	\$ 162,323
<b>17</b>	\$ -	\$ 9,108	\$ 19,518	\$ 28,626
<b>20</b>	\$ 55,872	\$ 23,090	\$ 80,376	\$ 159,338
<b>21</b>	\$ -	\$ 10,531	\$ 22,253	\$ 32,784
<b>24</b>	\$ 48,888	\$ 20,057	\$ 75,449	\$ 144,394
<b>25</b>	\$ -	\$ 7,962	\$ 17,199	\$ 25,161
<b>27</b>	\$ 55,872	\$ 23,154	\$ 79,633	\$ 158,659
<b>28</b>	\$ -	\$ 10,714	\$ 22,604	\$ 33,318
<b>29</b>	\$ -	\$ 669	\$ 1,500	\$ 2,169
<b>30</b>	\$ 48,888	\$ 19,177	\$ 71,572	\$ 139,638
<b>31</b>	\$ -	\$ 7,965	\$ 17,206	\$ 25,171
<b>33</b>	\$ 48,888	\$ 21,087	\$ 73,909	\$ 143,884
<b>34</b>	\$ -	\$ 9,393	\$ 20,066	\$ 29,459
<b>37</b>	\$ 48,888	\$ 22,403	\$ 76,991	\$ 148,282
<b>38</b>	\$ -	\$ 9,073	\$ 19,450	\$ 28,522
<b>39</b>	\$ 20,952	\$ 1,073	\$ 38,236	\$ 60,261
<b>41</b>	\$ 41,904	\$ 13,744	\$ 64,234	\$ 119,882
<b>42</b>	\$ -	\$ 3,756	\$ 8,419	\$ 12,174
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 593,640</b>	<b>\$ 318,087</b>	<b>\$1,112,485</b>	<b>\$ 2,024,212</b>

Se puede observar que el costo en el puerto se mantiene constante. Sin embargo, el costo del almacenaje externo disminuye considerablemente, mientras que el de transporte aumenta. En total, se ahorran aproximadamente \$29,000 anuales únicamente en cuestión de decidir correctamente el almacenaje a través de una buena comunicación entre las partes involucradas.

Se debe considerar que el modelo optimizado requiere de un buen sistema de información en la planta procesadora, en la bodega externa y el puerto para determinar las cantidades exactas que se deben transportar hacia cada uno de los destinos y, de esta manera, evitar costos innecesarios. Otro factor a tomar en cuenta en el model actual de abastecimiento, es el riesgo que implica alquilar una bodega a otra empresa. Esto puede ser peligroso ya que no se cuenta con la garantía del almacenaje en cualquier momento. A pesar de que, según los gerentes, esto nunca ha sucedido, sí contemplan que sea una posibilidad que obligaría a pagar más tiempo del barco en el puerto.

### **4.3 Escenario 2: Más tiempo de barco en el puerto**

Con el fin de evitar el traspaso del material por la bodega externa, se analiza a continuación la posibilidad de hacer esperar más tiempo al barco en el puerto. Esto incrementará el costo de estadía del buque. Sin embargo, el barco reemplazará el almacenaje externo, por lo que si la operación en el puerto es más barata que en la bodega, el escenario resultará, por consiguiente, más conveniente.

La idea detrás de esta decisión es anular el almacenaje en la bodega externa por completo, almacenando el excedente en el barco por los días adicionales que sean necesarios. Como se ha expuesto anteriormente, la falta de capacidad de recepción obliga a buscar un intermediario para almacenar temporalmente el maíz. En el presente escenario, el barco sustituirá la bodega externa y se quedará anclado por algunos días adicionales, según exista la capacidad disponible de la planta procesadora.

En la siguiente tabla se presenta el flujo de toneladas que puede ser trasladado inmediatamente hacia la planta procesadora. Además, se expone el volumen que debe ser almacenado temporalmente en el puerto por falta de capacidad de recepción en planta y los días adicionales de puerto que éste representa.

**Tabla 17. Días adicionales requeridos de barco en el puerto**

Semana	Puerto	Días	Planta	Puerto por falta de capacidad	Días adicionales
3	16,232	5	8,707	7,525	3
5	13,477	4	8,587	4,890	2
10	23,708	7	8,387	15,321	5
11	-	-	-	6,830	2
13	24,961	8	8,191	16,770	5
14	-	-	-	9,290	3
15	-	-	-	3,893	2
16	25,732	8	10,985	14,747	5
17	-	-	-	7,256	3
20	25,012	8	8,393	16,619	5
21	-	-	-	8,272	3
24	23,157	7	8,434	14,723	5
25	-	-	-	6,394	2
27	24,852	8	8,193	16,659	5
28	-	-	-	8,403	3
29	-	-	-	558	1
30	22,043	7	7,870	14,173	5
31	-	-	-	6,396	2
33	23,031	7	7,664	15,367	5
34	-	-	-	7,459	3
37	24,058	7	7,868	16,190	5
38	-	-	-	7,230	3
39	9,325	3	8,431	894	1
41	18,991	6	8,428	10,563	4
42	-	-	-	3,130	1
<b>Promedio</b>					<b>4</b>

En promedio el barco debe esperar por 4 días adicionales en el puerto. Por lo tanto, el costo del puerto naturalmente se incrementa. A continuación se presenta el nuevo costo que se debe pagar a causa del retraso del barco.

Tabla 18. Costo total de puerto para Escenario 2

Semana	Días	LOA	GRT	TOTAL Puerto
3	8	\$ 5,472	\$ 50,400	\$ 55,872
5	6	\$ 4,104	\$ 37,800	\$ 41,904
10	12	\$ 8,208	\$ 75,600	\$ 83,808
11	2	\$ 1,368	\$ 12,600	\$ 13,968
13	13	\$ 8,892	\$ 81,900	\$ 90,792
14	3	\$ 2,052	\$ 18,900	\$ 20,952
15	2	\$ 1,368	\$ 12,600	\$ 13,968
16	13	\$ 8,892	\$ 81,900	\$ 90,792
17	3	\$ 2,052	\$ 18,900	\$ 20,952
20	13	\$ 8,892	\$ 81,900	\$ 90,792
21	3	\$ 2,052	\$ 18,900	\$ 20,952
24	12	\$ 8,208	\$ 75,600	\$ 83,808
25	2	\$ 1,368	\$ 12,600	\$ 13,968
27	13	\$ 8,892	\$ 81,900	\$ 90,792
28	3	\$ 2,052	\$ 18,900	\$ 20,952
29	1	\$ 684	\$ 6,300	\$ 6,984
30	12	\$ 8,208	\$ 75,600	\$ 83,808
31	2	\$ 1,368	\$ 12,600	\$ 13,968
33	12	\$ 8,208	\$ 75,600	\$ 83,808
34	3	\$ 2,052	\$ 18,900	\$ 20,952
37	12	\$ 8,208	\$ 75,600	\$ 83,808
38	3	\$ 2,052	\$ 18,900	\$ 20,952
39	4	\$ 2,736	\$ 25,200	\$ 27,936
41	10	\$ 6,840	\$ 63,000	\$ 69,840
42	1	\$ 684	\$ 6,300	\$ 6,984
<b>TOTAL</b>	<b>168</b>	<b>\$ 114,912</b>	<b>\$1,058,400</b>	<b>\$1,173,312</b>

En este escenario no existe ningún costo de almacenaje en bodega externa. Adicionalmente, el costo de transporte consta únicamente del trayecto del puerto hacia la planta. A continuación se expone dicho costo, junto con el total del escenario dos.

**Tabla 19. Costo total de Escenario 2**

Semana	Puerto-Planta	TOTAL Transp.	TOTAL Puerto	TOTAL
<b>3</b>	\$ 68,986	\$ 68,986	\$ 55,872	\$ 124,858
<b>5</b>	\$ 57,277	\$ 57,277	\$ 41,904	\$ 99,181
<b>10</b>	\$ 100,759	\$ 100,759	\$ 83,808	\$ 184,567
<b>11</b>	\$ -	\$ -	\$ 13,968	\$ 13,968
<b>13</b>	\$ 106,084	\$ 106,084	\$ 90,792	\$ 196,876
<b>14</b>	\$ -	\$ -	\$ 20,952	\$ 20,952
<b>15</b>	\$ -	\$ -	\$ 13,968	\$ 13,968
<b>16</b>	\$ 109,361	\$ 109,361	\$ 90,792	\$ 200,153
<b>17</b>	\$ -	\$ -	\$ 20,952	\$ 20,952
<b>20</b>	\$ 106,301	\$ 106,301	\$ 90,792	\$ 197,093
<b>21</b>	\$ -	\$ -	\$ 20,952	\$ 20,952
<b>24</b>	\$ 98,417	\$ 98,417	\$ 83,808	\$ 182,225
<b>25</b>	\$ -	\$ -	\$ 13,968	\$ 13,968
<b>27</b>	\$ 105,621	\$ 105,621	\$ 90,792	\$ 196,413
<b>28</b>	\$ -	\$ -	\$ 20,952	\$ 20,952
<b>29</b>	\$ -	\$ -	\$ 6,984	\$ 6,984
<b>30</b>	\$ 93,683	\$ 93,683	\$ 83,808	\$ 177,491
<b>31</b>	\$ -	\$ -	\$ 13,968	\$ 13,968
<b>33</b>	\$ 97,882	\$ 97,882	\$ 83,808	\$ 181,690
<b>34</b>	\$ -	\$ -	\$ 20,952	\$ 20,952
<b>37</b>	\$ 102,247	\$ 102,247	\$ 83,808	\$ 186,055
<b>38</b>	\$ -	\$ -	\$ 20,952	\$ 20,952
<b>39</b>	\$ 39,631	\$ 39,631	\$ 27,936	\$ 67,567
<b>41</b>	\$ 80,712	\$ 80,712	\$ 69,840	\$ 150,552
<b>42</b>	\$ -	\$ -	\$ 6,984	\$ 6,984
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1,166,961</b>	<b>\$ 1,166,961</b>	<b>\$ 1,173,312</b>	<b>\$ 2,340,273</b>

Mantener más tiempo al barco en el puerto representa un costo total anual de aproximadamente \$2,340,000. Dicho valor es más alto que el Status Quo optimizado, ya que se tendrían pérdidas de \$316,000 anuales. Tener anclado el buque por un período más largo no parece conveniente desde un punto de vista financiero.

#### 4.4 Escenario 3.1: Inversión en planta procesadora para duplicar la capacidad de recepción y almacenaje de excedente en puerto

La restricción en la planta procesadora de no tener la capacidad de recepción y producción simultánea es el causante del almacenamiento externo. Para solucionar este problema, es necesario invertir en la planta. Se propone a continuación, duplicar la capacidad de recepción. En caso de no ser suficiente para almacenar todo el producto, se guardará el excedente en el puerto temporalmente. A continuación, se verifica si duplicando la capacidad de recepción de 200 toneladas métricas por hora a 400, se logra recibir toda la materia prima sin restricción de la banda. Sin embargo, aún se debe tomar en cuenta la restricción de 3500 toneladas métricas por día, debido a la flota de transporte.

**Tabla 20. Excedente de TM sin almacenar al duplicar banda transportadora**

Semana	Abastecimiento Puerto (TM)	Producción (TM)	Banda necesaria (TM)	Excedente (TM)
1		5,820	5,820	0
2		5,695	5,695	0
3	16,232	5,693	21,925	0
4		6,037	6,037	0
5	13,477	5,813	19,290	0
6		6,456	6,456	0
7		6,438	6,438	0
8		5,837	5,837	0
9		6,142	6,142	0
10	23,708	6,013	29,721	921
11		5,909	5,909	0
12		6,279	6,279	0
13	24,961	6,209	31,170	2,370
14		6,920	6,920	0
15		9,003	9,003	0
16	25,732	3,415	29,147	347
17		6,909	6,909	0
18		6,006	6,006	0
19		5,705	5,705	0

**Continuación Tabla 21. Excedente de TM sin almacenar al duplicar banda transportadora**

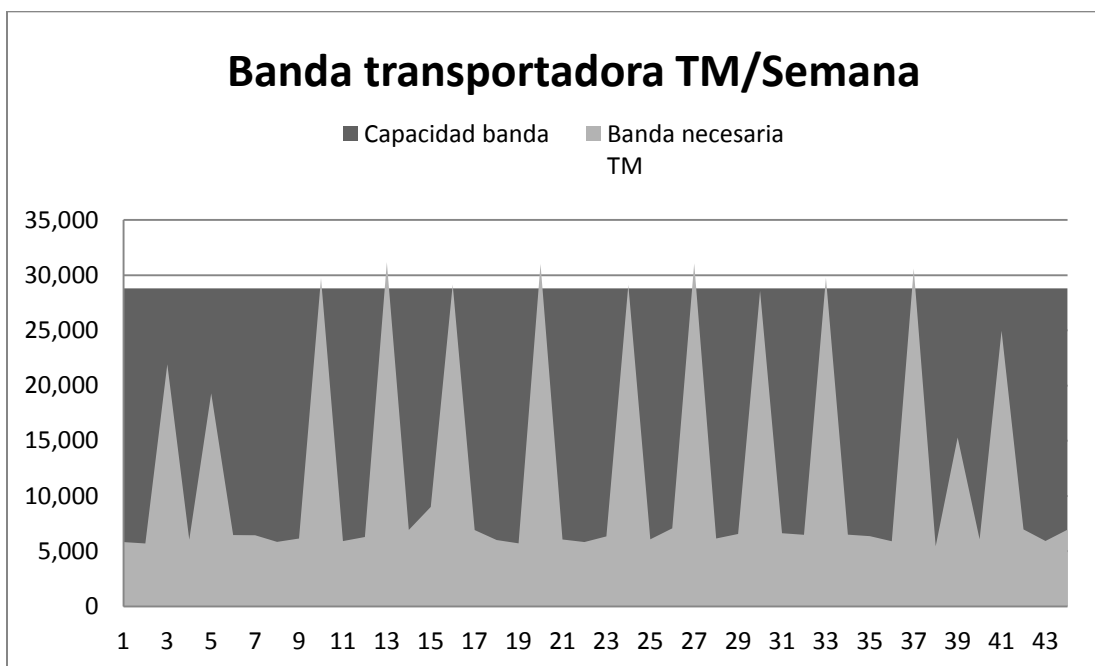
Semana	Abastecimiento Puerto (TM)	Producción (TM)	Banda necesaria (TM)	Excedente (TM)
20	25,012	6,007	31,019	2,219
21		6,054	6,054	0
22		5,824	5,824	0
23		6,335	6,335	0
24	23,157	5,966	29,123	323
25		6,071	6,071	0
26		7,065	7,065	0
27	24,852	6,207	31,059	2,259
28		6,144	6,144	0
29		6,555	6,555	0
30	22,043	6,530	28,573	0
31		6,623	6,623	0
32		6,480	6,480	0
33	23,031	6,736	29,767	967
34		6,492	6,492	0
35		6,357	6,357	0
36		5,895	5,895	0
37	24,058	6,532	30,590	1,790
38		5,441	5,441	0
39	9,325	5,969	15,294	0
40		6,070	6,070	0
41	18,991	5,972	24,963	0
42		6,967	6,967	0
43		5,919	5,919	0
44		6,938	6,938	0
Promedio	<b>21,121</b>	<b>6,215</b>		<b>254</b>
<b>Porcentaje</b>				<b>1.20%</b>

Se puede observar que, al duplicar la banda transportadora, prácticamente desaparece el excedente.

Únicamente el 1.2% de las toneladas métricas de abastecimiento no logran ser recibidas en la planta procesadora a causa de una insuficiente capacidad de recepción en la misma.

Para ilustrar lo anterior de una mejor manera, se elaboró una gráfica ilustrativa que se muestra a continuación.

**Gráfico 5. Utilización de banda transportadora luego de duplicación de la capacidad**



Luego de confirmar que una banda transportadora adicional resuelve casi por completo la restricción de capacidad de recepción en la planta, se procede a analizar las inversiones necesarias que el nuevo modelo requiere. El actual patio de maniobras de la planta procesadora permite únicamente despachar los camiones de producción o recibir los transportes abastecedores. Sin embargo, ambas operaciones simultáneas resultan imposibles. A través de una ampliación en el patio de maniobras se lograría realizar ambas operaciones sin ningún problema. Sin embargo, adicionalmente, se necesita una inversión en bandas transportadoras y una báscula de pesaje. Luego de realizar estas modificaciones en la planta, el proceso de despachar y recibir producto al mismo tiempo resulta factible, ya que se está aumentando la capacidad de recepción. Por lo tanto, se procede a presentar las inversiones que se deben realizar para analizar la rentabilidad de este escenario.

En primer lugar, se necesita de una nueva banda transportadora de tolva con una capacidad de 200 TM/Hora para lograr duplicar la capacidad de recepción y producción, de 14,440 toneladas métricas por semana a 28,800. Es necesaria una banda de

aproximadamente 55 metros. El costo por metro de banda es de \$1,316. Esta banda es necesaria para transportar del camión a la bodega existente. De esta forma se traslada la materia directamente a producción por medio del transportador de transferencia actual.

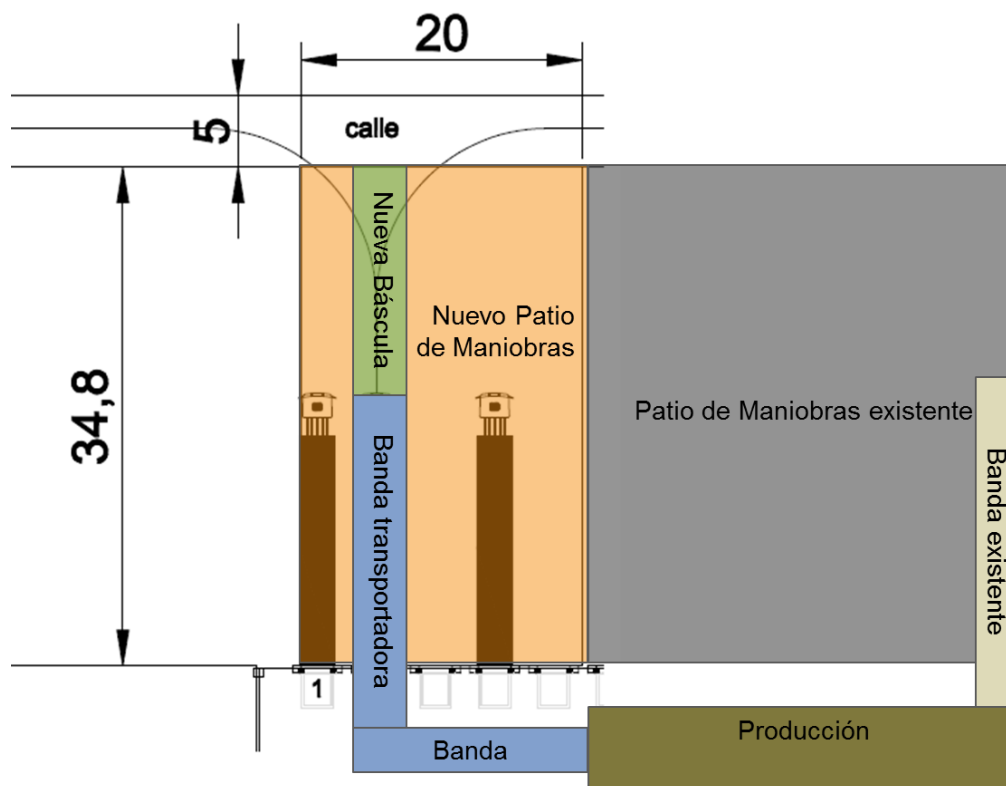
Como segunda inversión se requiere una nueva báscula para las graneleras y de esta forma no interferir con los camiones de producción. Para ello, se requiere de un instrumento de 60 pies (aproximadamente 18 metros) de largo. Contrariamente a la báscula actual, se pretende que la nueva sea una báscula exclusiva para granelera que se monta sobre el embudo de descarga. De esta manera, la báscula en lugar de utilizar una plataforma sólida en el medio como es actualmente, utiliza una rejilla. La razón por la cual se eligió esta opción, es que por medio de ésta se logra realizar la operación del peso de transporte en lleno y peso en vacío en una sola operación. Mientras más ancha es la plataforma, mayor es la facilidad para el conductor, menor es el tiempo de alineación del camión sobre la plataforma y otorga una ventaja para su utilización en la noche. Esto representa una gran ventaja, ya que el turno actual empieza a las 4 de la mañana, cuando aún se encuentra oscuro. Por lo tanto, se eligió la báscula de 14 pies de ancho. La marca de esta herramienta de medición es de reconocida trayectoria: Rice Lake., modelo Survivor y serie OTR

**Tabla 22. Costo de báscula**

<b>Báscula</b>	
<b>OTR Series</b>	\$ 69,100
<b>Flete</b>	\$ 3,455
<b>IVA</b>	\$ 8,292
<b>Mano de obra</b>	\$ 15,000
<b>Total</b>	\$ 95,847

Por último, se necesita invertir en un nuevo patio de maniobras. La actual área cubre aproximadamente 2,000 metros cuadrados. Según el gerente de operaciones, es necesario de un área adicional de casi 700 metros cuadrados, para poder recibir la materia prima simultáneamente. La figura, a continuación, muestra una recomendación de un posible diseño del nuevo patio de maniobras.

Ilustración 17. Propuesta de diseño de nuevo patio de maniobras



En base a este diseño, se definió que sí existe el terreno disponible, por lo que únicamente se requiere de la obra civil. La inversión necesaria para esta superficie es de \$150/m<sup>2</sup>, por lo que el costo de dicho patio es de \$104,400.

Tabla 23. Inversiones necesarias para duplicar capacidad de recepción ( Escenarios 3.1 y 3.2)

Inversión	Dimensión (m ó m2)	\$/m ó \$/m2	Costo Total
<b>Transportador</b>	55	\$ 1,316	\$ 72,380
<b>Patio</b>	696	\$ 160	\$ 111,360
<b>Báscula</b>	78	\$ 1,228	\$ 95,847
<b>Imprevistos (5%)</b>			\$ 13,979
<b>Total</b>			<b>\$ 293,566</b>

Se procedió a calcular los costos del puerto y transporte de la misma manera que en los escenarios anteriores. El costo de la bodega externa desaparece completamente. Los

días adicionales que debe esperar la materia prima, son almacenados temporalmente en el puerto. A continuación se muestran los costos de este escenario.

**Tabla 24. Costo total Escenario 3.1**

Semana	Puerto	Días	Planta	Puerto por falta de espacio	Días extra	Puerto	Transp.	TOTAL
<b>3</b>	16,232	5	16,232	-	-	\$ 34,920	\$ 68,986	\$ 103,906
<b>5</b>	13,477	4	13,477	-	-	\$ 27,936	\$ 57,277	\$ 85,213
<b>10</b>	23,708	7	22,787	921	1	\$ 55,872	\$ 100,759	\$ 156,631
<b>11</b>	-	-	-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -
<b>13</b>	24,961	8	22,591	2,370	1	\$ 62,856	\$ 106,084	\$ 168,940
<b>14</b>	-	-	-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -
<b>15</b>	-	-	-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -
<b>16</b>	25,732	8	25,385	347	1	\$ 62,856	\$ 109,361	\$ 172,217
<b>17</b>	-	-	-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -
<b>20</b>	25,012	8	22,793	2,219	1	\$ 62,856	\$ 106,301	\$ 169,157
<b>21</b>	-	-	-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -
<b>24</b>	23,157	7	22,834	323	1	\$ 55,872	\$ 98,417	\$ 154,289
<b>25</b>	-	-	-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -
<b>27</b>	24,852	8	22,593	2,259	1	\$ 62,856	\$ 105,621	\$ 168,477
<b>28</b>	-	-	-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -
<b>29</b>	-	-	-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -
<b>30</b>	22,043	7	22,043	-	-	\$ 48,888	\$ 93,683	\$ 142,571
<b>31</b>	-	-	-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -
<b>33</b>	23,031	7	22,064	967	1	\$ 55,872	\$ 97,882	\$ 153,754
<b>34</b>	-	-	-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -
<b>37</b>	24,058	7	22,268	1,790	1	\$ 55,872	\$ 102,247	\$ 158,119
<b>38</b>	-	-	-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -
<b>39</b>	9,325	3	9,325	-	-	\$ 20,952	\$ 39,631	\$ 60,583
<b>41</b>	18,991	6	18,991	-	-	\$ 41,904	\$ 80,712	\$ 122,616
<b>42</b>	-	-	-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Total</b>	<b>274,579</b>	<b>85</b>	<b>263,384</b>	<b>11,195</b>		<b>\$ 649,512</b>	<b>\$ 1,166,961</b>	<b>\$ 1,816,473</b>

El costo total anual de este escenario es de aproximadamente \$1,816,000 anuales. El ahorro por año de este escenario contra el actual optimizado es de \$208,000 anuales. Sin embargo, este escenario requiere una inversión adicional de aproximadamente \$294,000. En el siguiente capítulo, se calculará la Tasa Interna de Retorno para este escenario y se comparará a un plazo de tres años para evaluar si, aún con el monto invertido, sigue representando ahorros significativos para la empresa.

En este escenario también es necesario evaluar algunos puntos importantes. Las modificaciones en la planta no son inmediatas, ya que se requiere de un estudio civil más detallado y preciso. Esto retrasaría el proyecto de implementación. Un riesgo que se estaría tomando al optar por este escenario es el período de transición por el que debe pasar el personal en la planta para lograr adaptarse al cambio para recibir camiones de abastecimiento y despachar los de producción simultáneamente. Por lo tanto, es recomendable realizar una transición por etapas, para que haya una adaptación favorable al cambio, como por ejemplo el aprendizaje de la utilización del nuevo tipo de báscula.

#### **4.5 Escenario 3.2: Inversión en planta procesadora para duplicar la capacidad de recepción y almacenaje de excedente en bodega**

Con este escenario se pretende realizar una inversión igual a la del Escenario 3.1. Sin embargo, el excedente de toneladas de maíz que no pueden ser trasladadas directamente hacia la planta se almacenarán en la bodega externa. De esta manera, no se pagan días adicionales en el puerto sino en el almacenamiento tercerizado.

**Tabla 25. Costo total Escenario 3.2**

Sem	Puerto	Días	Planta	Bodega	Días extra	Bodega	Puerto	Transp.	TOTAL
<b>3</b>	16,232	5	16,232	-	-	\$ -	\$ 34,920	\$ 68,986	\$ 103,906
<b>5</b>	13,477	4	13,477	-	-	\$ -	\$ 27,936	\$ 57,277	\$ 85,213
<b>10</b>	23,708	7	22,787	921	1	\$ 1,197	\$ 48,888	\$ 96,846	\$ 146,931
<b>11</b>	-	-	-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>13</b>	24,961	8	22,591	2,370	1	\$ 3,081	\$ 55,872	\$ 96,012	\$ 154,965
<b>14</b>	-	-	-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>15</b>	-	-	-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>16</b>	25,732	8	25,385	347	1	\$ 450	\$ 55,872	\$ 107,888	\$ 164,211
<b>17</b>	-	-	-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>20</b>	25,012	8	22,793	2,219	1	\$ 2,884	\$ 55,872	\$ 96,872	\$ 155,628
<b>21</b>	-	-	-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>24</b>	23,157	7	22,834	323	1	\$ 420	\$ 48,888	\$ 97,044	\$ 146,352
<b>25</b>	-	-	-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>27</b>	24,852	8	22,593	2,259	1	\$ 2,937	\$ 55,872	\$ 96,021	\$ 154,829
<b>28</b>	-	-	-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -

Continuación Tabla 24. Costo total Escenario 3.2

Sem	Puerto	Días	Planta	Bodega	Días extra	Bodega	Puerto	Transp.	TOTAL
29	-	-	-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
30	22,043	7	22,043	-	-	\$ -	\$ 48,888	\$ 93,683	\$ 142,571
31	-	-	-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
33	23,031	7	22,064	967	1	\$ 1,257	\$ 48,888	\$ 93,772	\$ 143,917
34	-	-	-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
37	24,058	7	22,268	1,790	1	\$ 2,326	\$ 48,888	\$ 94,641	\$ 145,855
38	-	-	-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
39	9,325	3	9,325	-	-	\$ -	\$ 20,952	\$ 39,631	\$ 60,583
41	18,991	6	18,991	-	-	\$ -	\$ 41,904	\$ 80,712	\$ 122,616
42	-	-	-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Total</b>	<b>274,579</b>	<b>85</b>	<b>263,384</b>	<b>11,195</b>		<b>\$14,553</b>	<b>\$ 593,640</b>	<b>\$1,119,383</b>	<b>\$ 1,727,576</b>

El costo total para este escenario representa aún más ahorros que el anterior. La bodega externa es más barata que el costo de mantener el barco en el puerto. El ahorro es de casi \$300,000 anuales. No obstante, al igual que en el modelo anterior, se necesita evaluar a tres años, ya que este escenario tiene las mismas inversiones que se deben considerar (\$294,000 aproximadamente). En el siguiente capítulo, se procederá con el análisis financiero respectivo y se sacarán conclusiones finales para la elección del mejor contexto.

#### 4.6 Escenario 3.3: Inversión en planta procesadora para aumentar la capacidad de recepción y recibir todo el producto

El último escenario propuesto es invertir toda la cantidad de dinero que sea necesaria en la planta procesadora, de tal forma que ésta sea capaz de recibir el 100% del producto sin ninguna restricción en cuanto a la capacidad de recepción. Para ello, el patio de maniobras y la báscula a utilizar son los mismos que en los dos escenarios anteriores. Sin embargo, en el presente modelo se requiere una banda transportadora con mayor capacidad. En el mercado guatemalteco se cotizan bandas de 100 TM/hora, 200 TM/hora, 300 TM/hora, 500 TM/hora y 1,000 TM/hora. Para el presente proyecto es suficiente con la banda existente de 200 toneladas por hora y una inversión adicional en una banda de

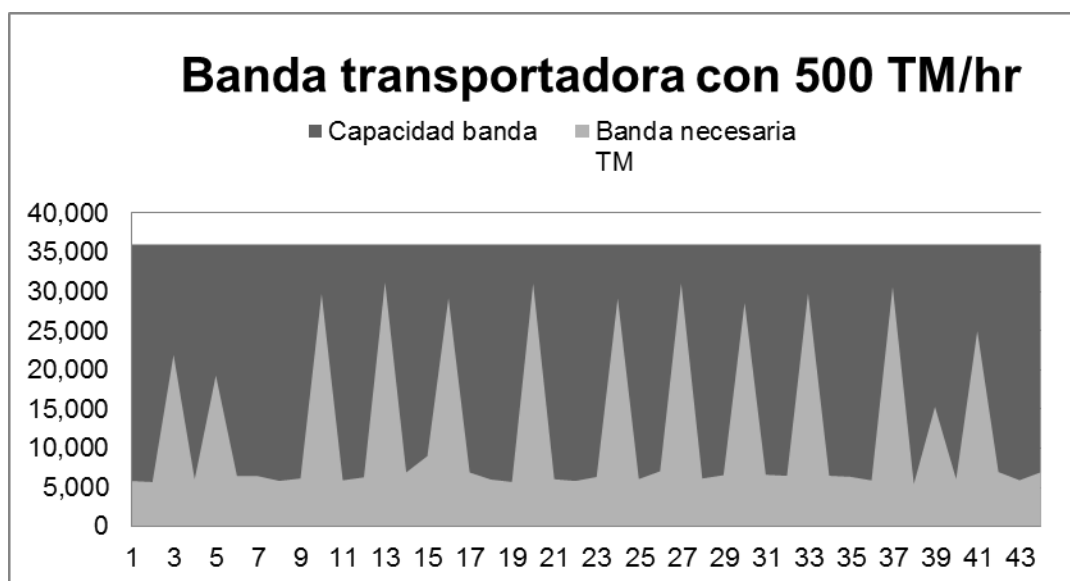
300 toneladas por hora. Los costos por metro de dichas bandas transportadoras, se presentan en el cuadro a continuación.

**Tabla 26. Costo por metro de banda transportadora**

Capacidad		\$/m
100 TM/hr	\$	960
200 TM/hr	\$	1,316
300 TM/hr	\$	1,803

Con una capacidad total de 500 TM por hora instalada en la planta procesadora, el nuevo límite de toneladas por semana que puede recibir dicha instalación es de 36,000 toneladas métricas. A continuación, se observa que la capacidad logra recibir todo el producto sin ningún problema e, incluso, tiene un margen de capacidad que no se utiliza, para un futuro crecimiento del volumen de maíz.

**Gráfico 6. Utilización de banda transportadora de 500 TM/hora**



Al aumentar la capacidad del transportador de 200 TM/hora a 300 TM/hora el costo se incrementa de \$1,316 por metro de transportador a \$1,803. Las nuevas inversiones resultan un 10% más altas que las anteriores, como se observa a continuación.

**Tabla 27. Inversiones necesarias para Escenario 3.3**

Inversión	Costo Total 200TM/hr	Costo Total 300TM/hr
<b>Transportador</b>	\$ 72,380	\$ 99,165
<b>Patio</b>	\$ 111,360	\$ 111,360
<b>Báscula</b>	\$ 95,847	\$ 95,847
<b>Imprevistos (5%)</b>	\$ 13,979	\$ 15,319
<b>Total</b>	<b>\$ 293,566</b>	<b>\$ 321,691</b>
<b>Incremento de Inversión</b>		10%

El monto de la inversión resulta \$30,000 más elevado que el otro modelo. Sin embargo, como se ha mencionado, en el siguiente capítulo se analizará si existe un ahorro significativo a mediano plazo (tres años).

**Tabla 28. Costo total Escenario 3.3**

Semana	Puerto	Días	Planta (100%)	TOTAL Puerto	TOTAL Transp.	TOTAL
<b>3</b>	16,232	5	16,232	\$ 34,920	\$ 65,537	\$ 100,457
<b>5</b>	13,477	4	13,477	\$ 27,936	\$ 54,413	\$ 82,349
<b>10</b>	23,708	7	23,708	\$ 48,888	\$ 95,721	\$ 144,609
<b>11</b>	-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -
<b>13</b>	24,961	8	24,961	\$ 55,872	\$ 100,780	\$ 156,652
<b>14</b>	-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -
<b>15</b>	-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -
<b>16</b>	25,732	8	25,732	\$ 55,872	\$ 103,893	\$ 159,765
<b>17</b>	-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -
<b>20</b>	25,012	8	25,012	\$ 55,872	\$ 100,986	\$ 156,858
<b>21</b>	-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -
<b>24</b>	23,157	7	23,157	\$ 48,888	\$ 93,496	\$ 142,384
<b>25</b>	-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -
<b>27</b>	24,852	8	24,852	\$ 55,872	\$ 100,340	\$ 156,212
<b>28</b>	-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -
<b>29</b>	-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -
<b>30</b>	22,043	7	22,043	\$ 48,888	\$ 88,999	\$ 137,887
<b>31</b>	-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -
<b>33</b>	23,031	7	23,031	\$ 48,888	\$ 92,988	\$ 141,876
<b>34</b>	-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -

**Continuación Tabla 27. Costo total Escenario 3.3**

Semana	Puerto	Días	Planta (100%)	TOTAL Puerto	TOTAL Transp.	TOTAL
<b>37</b>	24,058	7	24,058	\$ 48,888	\$ 97,134	\$ 146,022
<b>38</b>	-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -
<b>39</b>	9,325	3	9,325	\$ 20,952	\$ 37,650	\$ 58,602
<b>41</b>	18,991	6	18,991	\$ 41,904	\$ 76,676	\$ 118,580
<b>42</b>	-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Total</b>	<b>274,579</b>	<b>85</b>	<b>274,579</b>	<b>\$ 593,640</b>	<b>\$ 1,108,613</b>	<b>\$ 1,702,253</b>

El escenario actual de abastecimiento no se encuentra optimizado, sin embargo no son muchos los ahorros que se obtienen optimizándolo al 100% manteniendo el mismo modelo de abastecimiento. El escenario de mantener más tiempo parado el barco en el puerto resulta más costoso, por lo que se descarta inmediatamente. Por último, los tres escenarios que requieren inversión adicional en la planta procesadora para aumentar su capacidad de recepción, parecen ser alternativas favorables. Por lo tanto, en el próximo capítulo se analizarán dichas inversiones y se elegirá la mejor opción.

## CAPÍTULO 5: COMPARACIÓN DE ESCENARIOS Y SOLUCIÓN PROPUESTA

En este capítulo se realizará un balance financiero entre el escenario actual y las demás alternativas planteadas. Asimismo, se compararán aspectos cualitativos de cada escenario. De esta forma, se pretende establecer bajo qué circunstancias la solución propuesta es la óptima, tomando en cuenta no sólo los costos de la operación, sino también factores peculiares de cada escenario que puedan perjudicar la decisión.

La empresa tiene una política que establece que se debe considerar la ejecución de un proyecto únicamente si la inversión se paga en menos de tres años. La proyección de ventas para los siguientes tres años tendrá un crecimiento, según el gerente de comercialización, de 3.5% anual.

Es importante comparar los costos anuales del año 2011 de los cuatro escenarios adicionales al actual optimizado, por lo que a continuación se presenta una tabla comparativa de las alternativas y los potenciales ahorros inmediatos.

**Tabla 29. Comparación y ahorros por Escenario vs. Situación actual optimizada**

	Escenario 1.1	Escenario 1.2	Ahorro 2	Ahorro 3.1	Ahorro 3.2	Ahorro 3.3
<b>Bodega Externa</b>	\$ 401,175	\$ 318,087	\$ (318,087)	\$ (318,087)	\$ (303,534)	\$ (318,087)
<b>Transporte</b>	\$ 1,058,221	\$ 1,112,485	\$ 54,476	\$ 54,476	\$ 6,898	\$ (3,872)
<b>Puerto</b>	\$ 593,640	\$ 593,640	\$ 579,672	\$ 55,872	\$ -	\$ -
<b>Total</b>	<b>\$ 2,053,036</b>	<b>\$ 2,024,212</b>	<b>\$ 316,061</b>	<b>\$ (207,739)</b>	<b>\$ (296,635)</b>	<b>\$ (321,959)</b>

El único escenario propuesto que representa pérdidas a la compañía es el número dos, que plantea mantener más tiempo al barco en el puerto. Por lo tanto, este se descarta inmediatamente.

Todos los modelos restantes, Escenarios 3.1, 3.2 y 3.3, muestran ahorros significativos anuales. El que mayores ahorros representa es el último; sin embargo, éste es el que también representa la mayor inversión.

Por lo tanto, se procede a realizar un análisis de Tasa Interna de Retorno para evaluar la mejor opción a mediano plazo, y comprobar si el proyecto se paga en los siguientes tres años y sigue representando un ahorro atractivo para la corporación.

## 5.1 Comparación financiera: T.I.R

A continuación se calculará la Tasa Interna de Retorno. Este indicador ayudará a elegir la mejor opción, ya que evalúa los proyectos de inversión y compara la Tasa Interna de Retorno con la tasa de descuento.

Si el T.I.R es mayor a la tasa de descuento, se considera un proyecto rentable. Asimismo, si todos los escenarios son mayores a la tasa de descuento, se elegirá la que tenga el T.I.R más favorable.

**Tabla 30. T.I.R Escenario 3.1**

Escenario 3.1								
	2012	2013	2014	2015				
<b>Almacenaje</b>	\$	(340,742)	\$	(352,668)	\$	(365,012)		
<b>Transporte</b>	\$	58,356	\$	60,398	\$	62,512		
<b>Puerto</b>	\$	59,851	\$	61,946	\$	64,114		
<b>Ahorros</b>	\$	(222,535)	\$	(230,324)	\$	(238,385)		
<b>Total</b>	\$	<b>(222,535)</b>	\$	<b>(232,549)</b>	\$	<b>(243,014)</b>		
<b>Inversión</b>	\$	<b>293,566</b>						
<b>Flujo x año</b>	\$	293,566	\$	(222,535)	\$	(232,549)	\$	(243,014)
<b>Flujo acumulado</b>	\$	293,566	\$	71,031	\$	(161,518)	\$	(404,532)
<b>T.I.R.</b>		19%						

Tabla 31. T.I.R. Escenario 3.2

Escenario 3.2				
	2012	2013	2014	2015
<b>Almacenaje</b>		\$ (325,153)	\$ (336,533)	\$ (348,312)
<b>Transporte</b>		\$ 7,390	\$ 7,648	\$ 7,916
<b>Puerto</b>		\$ -	\$ -	\$ -
<b>Ahorros</b>		\$ (317,763)	\$ (328,885)	\$ (340,396)
<b>Total</b>		\$ (317,763)	\$ (332,062)	\$ (347,005)
<b>Inversión</b>	\$ 293,566			
<b>Flujo x año</b>	\$ 293,566	\$ (317,763)	\$ (332,062)	\$ (347,005)
<b>Flujo acumulado</b>	\$ 293,566	\$ (24,197)	\$ (356,259)	\$ (703,265)
<b>T.I.R.</b>	67%			

Tabla 32. T.I.R. Escenario 3.3

Escenario 3.3				
	2012	2013	2014	2015
<b>Almacenaje</b>		\$ (340,742)	\$ (352,668)	\$ (365,012)
<b>Transporte</b>		\$ (4,148)	\$ (4,293)	\$ (4,443)
<b>Puerto</b>		\$ -	\$ -	\$ -
<b>Ahorros</b>		\$ (344,890)	\$ (356,961)	\$ (369,455)
<b>Total</b>		\$ (344,890)	\$ (360,410)	\$ (376,629)
<b>Inversión</b>	\$ 321,691			
<b>Flujo x año</b>	\$ 321,691	\$ (344,890)	\$ (360,410)	\$ (376,629)
<b>Flujo acumulado</b>	\$ 321,691	\$ (23,199)	\$ (383,609)	\$ (760,238)
<b>T.I.R.</b>	66%			

El T.I.R más favorable lo tiene la opción 3.2. Sin embargo, con sólo un punto porcentual menos, el escenario 3.3 también posee una tasa atractiva de 66%. El escenario 3.1 queda descartado de aquí en adelante, ya que, a pesar de que posee un T.I.R favorable del 19%, se encuentra muy por debajo de las otras dos alternativas.

Debido a que es muy poca la diferencia en el ámbito financiero entre las dos mejores opciones, se procede a crear una comparación que abarque factores no cuantitativos ni financieros, sino otros componentes de cada escenario. Por lo tanto, a

continuación se presenta dicha comparación para, por último, llegar a la elección de la solución propuesta.

## 5.2 Comparación cualitativa: Factores a considerar

En el siguiente cuadro se realiza una comparación de factores importantes que juegan un papel importante en los escenarios a juzgar. Se evalúan únicamente el escenario actual, como punto de referencia, y los dos escenarios con mayor atracción financiera que son la alternativa 3.2 y 3.3.

**Tabla 33. Comparación Cualitativa de Escenarios**

<b>Escenario</b>	<b>A favor</b>	<b>En contra</b>
<b>Escenario 1: Sistema de abastecimiento actual</b>	- Personal está capacitado para actuar de esta manera.	- Mayores costos - Doble proceso de pesaje en báscula en bodega y planta - Más vulnerabilidad para aparición de plagas y humedad debido a un mayor tiempo de almacenaje - Dependientes de terceros (bodega)
<b>Escenario 3.2: Inversión en planta procesadora para duplicar la capacidad de recepción y almacenaje de excedente en bodega</b>	- Ahorros significativos - Tasa Interna de Retorno alta - Reducción de tiempo de espera del barco en puerto	- Existe incertidumbre de alquilar bodega a tercero
<b>Escenario 3.3: Inversión en planta procesadora para aumentar la capacidad de recepción y recibir todo el producto</b>	- Ahorros significativos - Tasa Interna de Retorno alta - Reducción de tiempo de espera del barco en puerto - Eliminación total de la bodega intermedia - Aumento de capacidad de recepción para crecimiento futuro de planta - Simplifica la operación significativamente y reduce el número de decisiones a tomar	- Inversión más alta

El balance cualitativo le da una ventaja a la alternativa 3.3, ya que el escenario que aumenta la capacidad para recibir todo el producto representa varias ventajas.

### **5.3 Solución propuesta**

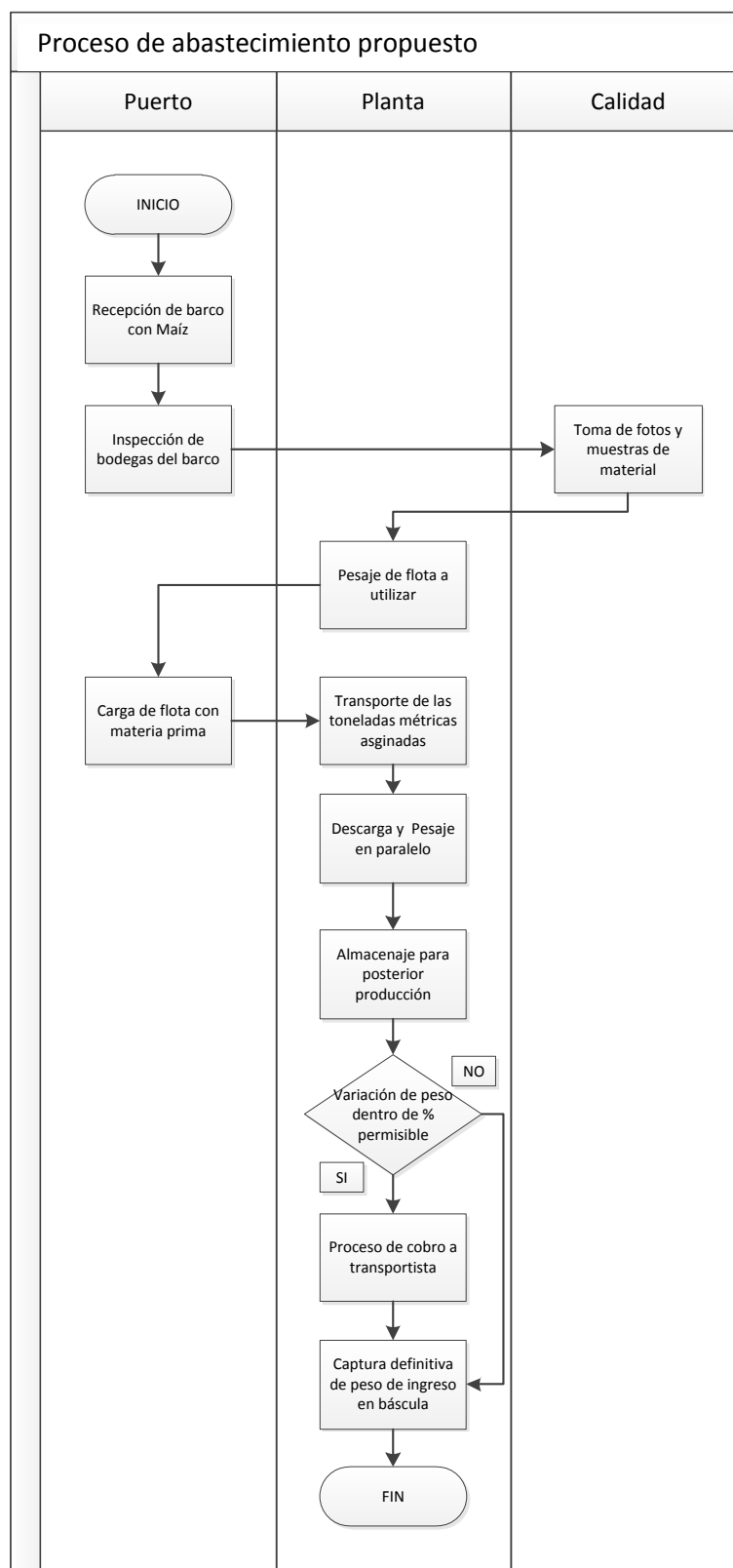
El Escenario 3.3 cuenta con cuatro puntos a favor que los otros escenarios no logran cumplir y se describen a continuación:

- ✓ Se aumenta la capacidad de recepción para un crecimiento futuro de la producción en la planta procesadora
- ✓ Se elimina por completo la existencia de la bodega externa
- ✓ No requiere decidir hacia donde se transporta la materia prima, ya que el total del barco viaja directamente hacia la planta procesadora.
- ✓ Simplifica la operación significativamente y reduce el número de decisiones a tomar

En base a costos, factibilidad, consideración de riesgos y una visión a largo plazo la mejor opción es la inversión en planta para aumentar la capacidad de recepción completa del barco. De esta manera, se elimina totalmente el almacenaje intermedio. Además, a largo plazo resulta ser la opción más rentable y la inversión se paga durante el primer año, y logra recortes significativos durante los primeros tres años, alcanzando ahorros de \$760,238 luego de este período de tiempo. La nueva báscula de pesaje hace a su vez el proceso más eficiente ya que por medio de ésta, se puede realizar un pesaje simultáneo mientras se descarga la materia prima de la granelera. Esto elimina el pesaje adicional que se realiza actualmente, y por lo tanto, reduce los tiempos de la operación.

A continuación, se muestra el nuevo Diagrama de Operaciones del Proceso según los nuevos cambios propuestos.

Ilustración 18. Diagrama de operaciones del proceso



Por lo tanto, el mejor escenario es una inversión en la planta procesadora para lograr recibir el 100% de la materia prima directamente. De esta manera, se ahorran los costos adicionales por no poder recibir el total del material, que obliga a almacenar dicho inventario ya sea en el puerto o en una bodega externa, que representa mayores costos para la operación.

La inversión, además, amplía la capacidad de recepción en la planta, y es una buena decisión, ya que no sólo optimiza el modelo actual de abastecimiento, sino que está pensada para darse abasto para cubrir un posible crecimiento en la producción. Finalmente, simplifica significativamente la operación y reduce el número de decisiones que se deben tomar, ya que se elimina uno de los destinos de almacenaje (bodega externa), y toda la materia prima viaja directamente hacia el puerto. En la planta procesadora, el pesaje de las graneleras abastecedoras también se simplifica, ya que se realiza en simultáneo con la descarga.

## CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

- La situación actual de abastecimiento está restringida por tres factores: la capacidad de almacenaje en los silos, la utilización de la banda transportadora y la flota de transporte disponible.
- La elección de realizar pedidos grandes sí está justificada, desde un punto de vista financiero.
- Alargar el tiempo de espera del barco en el puerto ayuda a eliminar el almacenaje externo por completo. Sin embargo, este procedimiento resulta más costoso como se observa en el escenario 2 que figura una pérdida anual de \$316,061.
- La tasa de retorno de inversión resulta favorable en los tres escenarios que requieren inversión. Los modelos 3.1, 3.2 y 3.3 representan ahorros de \$404,532, \$703,265 y \$760,238 en los primeros tres años y una Tasa Interna de Retorno de 19%, 67% y 66%, respectivamente.
- Para reducir los costos actuales de abastecimiento de la planta procesadora Comida, S.A. al máximo se requiere optimizar el tiempo de espera en el barco e invertir en la planta procesadora para aumentar la capacidad de recepción, ampliar el patio de maniobras y una nueva báscula de pesaje. De esta manera se elimina completamente el almacenamiento externo y se reduce el tiempo de espera del barco en el puerto al máximo.
- Debido a que los tres escenarios que requieren inversión representan ahorros importantes para la empresa se tomaron aspectos cualitativos para tomar la decisión de la solución óptima.

- El escenario 3.3, representa ventajas cualitativas frente a las otras alternativas: simplifica la operación significativamente, reduce el número de decisiones a tomar y elimina la toma de decisión del destino de la materia prima, ya que el total del barco viaja directamente hacia la planta procesadora.
- La mejor alternativa del proceso actual, tanto financieramente como cualitativamente, es el escenario 3.3, y requiere de una inversión inicial de \$321,691 para lograr el proceso óptimo de abastecimiento. Por medio de dicha inversión, se logran ahorros acumulados de \$760,238 en tres años.

## **CAPÍTULO 7: RECOMENDACIONES**

- Se recomienda un estudio adicional para ampliar la flota de transporte, ya sea por medio de una inversión propia o una ampliación de la flota tercerizada. Se podría considerar un contrato para que la empresa externa amplíe su flota y la empresa Comida S.A. se comprometa a alquilarles su transporte por determinado período.
- Una buena comunicación entre el puerto y la planta procesadora garantiza un óptimo proceso de abastecimiento, aprovechando al máximo la capacidad de recepción en la planta procesadora.
- Una transformación única para la ampliación del patio de maniobras, una nueva báscula de pesaje y una banda transportadora adicional en la planta procesadora, representa ahorros significativos para la empresa. Por lo tanto, se recomienda a la empresa considerar dicha inversión para gozar de dichos beneficios.
- En una primera fase, se sugiere transportar la mayor cantidad de materia prima posible hacia la planta procesadora y el resto hacia el almacenaje externo. Esta alteración al proceso se puede llevar a cabo aunque no esté terminada la implementación de la inversión. Mantener por más tiempo el material en el barco, únicamente representa mayores costos.

## CAPÍTULO 8: BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, Ivonne. 2007. *Maíz Amarillo: Un rubro con alto potencial*. Managua. El Observador Económico. Consulta en Línea: <<http://www.elobservadoreconomico.com/articulo/238>>
- Arias, Ciro. 1993. *Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural*. Santiago, Chile. Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. Consulta en Línea:< <http://www.fao.org/docrep/X5027S/X5027S00.htm> > [Consultado: 3 de marzo de 2012]. 10 págs.
- Ballou, R. 2003. *Business Logistics Management: Planning, Organizing and Controlling the Supply Chain*. 5ª Edición. Ediciones Prentice-Hall International, Inc. 816 págs.
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, CIMMYT. 2008 *El CIMMYT y México*. Consulta en Línea: <[http://www.cimmyt.org/en/about-us/partnerships/countries/doc\\_view/668-mexico-y-el-cimmyt](http://www.cimmyt.org/en/about-us/partnerships/countries/doc_view/668-mexico-y-el-cimmyt)> [Consultado: 5 de febrero de 2012]. 44 pags.
- Children's Digestive Health and Nutrition Foundation, CDHNF. *Gluten-Free Diet Guide for Families*. Consulta en Línea: <<http://www.naspghan.org/user-assets/Documents/pdf/diseaseInfo/GlutenFreeDietGuide-E.pdf>> [Consultado: 6 de marzo de 2012]. 10 págs.
- De Ugarriza, S. 2009. *Terminología comercial agropecuaria*. Universidad Católica de Salta. Eucasa. Consulta en Línea: <[http://books.google.es/books?id=a9BuV1CEz3IC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](http://books.google.es/books?id=a9BuV1CEz3IC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)> [Consultado: 6 de marzo de 2012]. 326 págs.

- Empresa PKM Industrial, S.A. 2012. *Cotización del precio de una báscula para granelera*. Teléfono de la empresa: 5890-4500. [Consultado: 1 de abril de 2012].
- Faroni, L. 1987. *Factores que influyen en la calidad de los granos almacenados*. Vicosa, Brasil. CENTREINAR. 30 págs.
- Gallardo, Miriam. 2004. <<Alimentos alternativos: Una guía para su utilización en el tambo>>. *Agromercado, Cuadernillo*. [Argentina]. 27 (87): 43-46.
- Garavito, V; Morgan. 2006. *Proceso de producción de la harina de trigo*. Universidad Santo Tomás de Aquino. Bucaramanga. Consulta en Línea: <<http://es.scribd.com/doc/17287279/Proceso-de-produccion-de-la-harina-de-trigo>> [Consultado: 5 de febrero de 2012]. 29 págs.
- George, C. y Santa Cruz, M. 2005. *Historia del Pensamiento Administrativo*. 2ª Edición. Ediciones Prentice-Hall International, Inc. 344 págs.
- IICA. 2003. *Informe Final: Evaluación Externa del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. México.
- Jacobs, F.R.; Chase, R.B. y Aquilano, N.J. 2009. *Administración de operaciones: producción y cadena de suministros*. 12ª edición. México, D.F. 776 págs.
- Kotler, Philip. 2001. *Dirección de Marketing*. 10ª ed. México, Pearson Educación, 792 págs.
- Lantican, M.A., H.J. Dubin y M.L. Morris. 2005. *Impacts of International Wheat Breeding Research in the Developing World, 1988-2002*. México, D.F.: CIMMYT.

Miebach Consulting. *Visión*. <[http://www.miebach.com/es/miebach\\_consulting/vision/](http://www.miebach.com/es/miebach_consulting/vision/)>  
[Consultado: 3 de marzo de 2012].

Price Waterhouse Coopers. 2001. *Manual Práctico de Logística*. PILOT. 120 págs.

Rodríguez, R. y De León, C. *El Cultivo del maíz. Temas selectos*. Librería Agrícola Jerez.  
Cadiz, España. 227 págs.

Tilman D, Cassman KG, Matson PA, Naylor N, Polasky S. 2002. *Agricultural sustainability and intensive production practices*. Nature 418. 754 págs.

Valencia, R., H. Carmen, H. Vargas y G. Arrieta. *Variedades Mejoradas De Soya Para Zonas Productoras Actuales Y Potenciales De Colombia*. Colombia. Consulta en Línea:<<http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Archivos/oferta/VARIEDADESMEJORADAS.pdf>> [Consultado: 20 de febrero de 2012]. 10 págs.

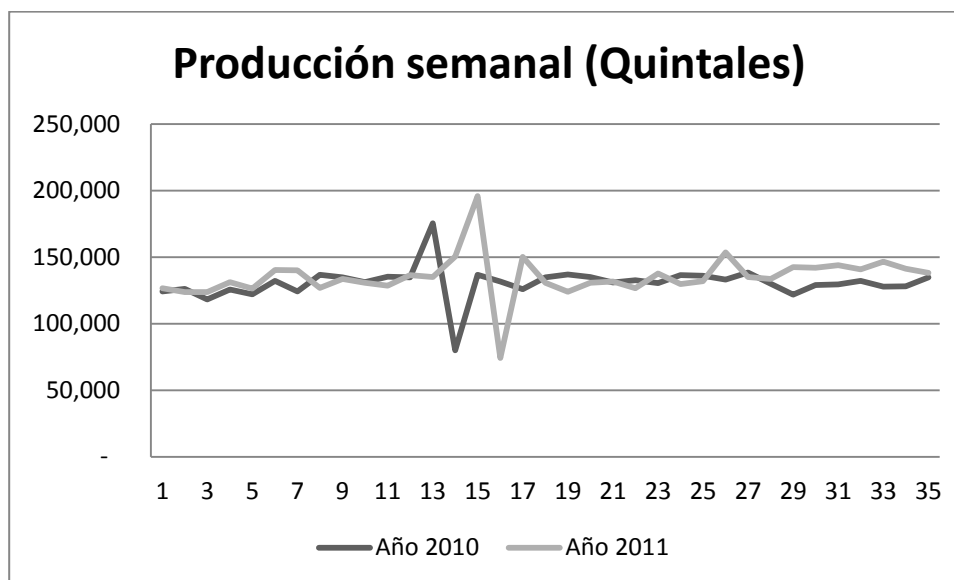
## CAPÍTULO 9: APÉNDICE

### 9.1 Inventario de materia en planta procesadora

Sem.	Puerto	Directo a planta	Bodega externa	Producción	Cap. máxima	Inventario planta
<b>Inv. Inicial</b>	39,120				48000	39,120
<b>1</b>				5,820	48000	33,300
<b>2</b>				5,695	48000	27,606
<b>3</b>	16,232	8,707	7,525	5,693	48000	30,619
<b>4</b>			-	6,037	48000	32,107
<b>5</b>	13,477	8,587	4,890	5,813	48000	34,881
<b>6</b>			-	6,456	48000	33,315
<b>7</b>			-	6,438	48000	26,877
<b>8</b>			-	5,837	48000	21,040
<b>9</b>			-	6,142	48000	14,897
<b>10</b>	23,708	8,387	15,321	6,013	48000	17,272
<b>11</b>			6,830	5,909	48000	19,854
<b>12</b>			-	6,279	48000	20,405
<b>13</b>	24,961	8,191	16,770	6,209	48000	22,387
<b>14</b>			9,290	6,920	48000	22,946
<b>15</b>			3,893	9,003	48000	19,340
<b>16</b>	25,732	10,985	14,747	3,415	48000	26,911
<b>17</b>			7,256	6,909	48000	27,492
<b>18</b>			-	6,006	48000	28,742
<b>19</b>			-	5,705	48000	23,037
<b>20</b>	25,012	8,393	16,619	6,007	48000	25,423
<b>21</b>			8,272	6,054	48000	27,716
<b>22</b>			-	5,824	48000	30,164
<b>23</b>			-	6,335	48000	23,830
<b>24</b>	23,157	8,434	14,723	5,966	48000	26,297
<b>25</b>			6,394	6,071	48000	28,556
<b>26</b>			-	7,065	48000	27,885
<b>27</b>	24,852	8,193	16,659	6,207	48000	29,871
<b>28</b>			8,403	6,144	48000	31,983
<b>29</b>			558	6,555	48000	33,274
<b>30</b>	22,043	7,870	14,173	6,530	48000	34,613

Sem.	Puerto	Directo a planta	Bodega externa	Producción	Cap. máxima	Inventario planta
31			6,396	6,623	48000	35,767
32			-	6,480	48000	35,683
33	23,031	7,664	15,367	6,736	48000	36,611
34			7,459	6,492	48000	38,026
35			-	6,357	48000	39,129
36			-	5,895	48000	33,233
37	24,058	7,868	16,190	6,532	48000	34,570
38			7,230	5,441	48000	38,088
39	9,325	8,431	894	5,969	48000	46,887
40			-	6,070	48000	41,711
41	18,991	8,428	10,563	5,972	48000	44,167
42			3,130	6,967	48000	44,633
43			-	5,919	48000	38,714
44			-	6,938	48000	31,776
<b>Promedio</b>	<b>22,407</b>	<b>8,472</b>	<b>5,704</b>	<b>6,215</b>	<b>48000</b>	<b>30,683</b>
<b>TOTAL</b>	<b>313,699</b>					

## 9.2 Producción semanal últimos dos años



### 9.3 Días promedio de barco en el puerto

No.	Buque	Fecha Inicio	Fecha Final	Días en puerto
1	M/V HARVEST LEGEND	10-ene-11	12-ene-11	3
2	M/V VIRGINIA	28-ene-11	01-feb-11	5
3	M/V ATLANTIC ACE	01-feb-11	01-feb-11	1
4	M/V STELLA FOLMALHAUT	01-mar-11	04-mar-11	4
5	M/V HEMUS	01-mar-11	03-mar-11	3
6	M/V JAEGER	21-mar-11	28-mar-11	8
7	M/V LYBERTY GLORY	07-abr-11	11-abr-11	5
8	M/V TOPFLIGHT	14-abr-11	20-abr-11	7
9	M/V DESERT WIN	29-abr-11	02-may-11	4
10	10	12-may-11	18-may-11	7
11	M/V GENCO AUVERGNE	14-may-11	17-may-11	4
12	M/V HEROIC STRIKER	03-jun-11	08-jun-11	6
13	M/V SIMON SCHULTE	06-jun-11	11-jun-11	6
14	M/V BARCELONA	01-jul-11	08-jul-11	8
15	M/V SPEEDWELL	09-jul-11	14-jul-11	6
16	M/V SIMON SCHULTE 2	23-jul-11	25-jul-11	3
17	M/V ROYAL FLUSH	25-jul-11	27-jul-11	3
18	M/V COPPER QUENN	08-ago-11	15-ago-11	8
19	M/V PATRIOT	31-ago-11	01-sep-11	2
20	M/V GREEN PHOENIX	07-sep-11	14-sep-11	8
21	M/V MARFA	14-sep-11	15-sep-11	2
22	M/V CLIPPER MORNING	22-sep-11	24-sep-11	3
23	M/V INGRID C	03-oct-11	08-oct-11	6
Promedio				<b>4.87</b>

## CAPÍTULO 10: GLOSARIO

<b>Abastecimiento</b>	Comprende todas las actividades que permiten identificar y adquirir los bienes y servicios que una organización necesita para su operación.
<b>Almacenaje</b>	Proceso de guardar y controlar las mercancías desde que salen de un proveedor hasta que son utilizadas o aprovechadas de alguna manera.
<b>Diagrama de Flujo</b>	Es una representación gráfica o conjunto de símbolos que muestra la secuencia e interrelación entre todos los pasos y procedimientos de un proceso.
<b>Fumigación</b>	Proceso en el cual se utilizan productos químicos, calor u otros medios para erradicar el hábitat de los insectos, previniendo la reproducción y provocando su muerte.
<b>Impureza</b>	Partícula o materia extraña que contiene el maíz u otros granos. Debe ser separada del proceso de molienda a través de aparatos de limpieza adecuados.

<b>Materia prima</b>	Es cualquier elemento orgánico o inorgánico, que durante un proceso de producción se transforma. Dependiendo de la fase de producción, la materia prima puede ser constituida por recursos naturales o por productos de etapas anteriores de producción.
<b>Planta procesadora</b>	Es el lugar en el que se lleva a cabo la elaboración de los productos o servicios de una organización que, posteriormente, se ofrece a los consumidores o clientes de la empresa.
<b>Proceso productivo</b>	Se refiere al conjunto de actividades o pasos en la producción para fabricar los bienes y/o servicios.
<b>Silo</b>	Estructura que ofrece un adecuado depósito y almacenaje a granel del maíz u otros granos. Generalmente, su forma geométrica es cilíndrica y de elevada altura, con una construcción de concreto o de láminas metálicas.
<b>Status Quo</b>	Significa literalmente “en el estado en que”. Se emplea como locución nominal masculina con el sentido de “estado de un asunto o cuestión en un momento determinado.
<b>TM</b>	Abreviatura utilizada para “Toneladas Métricas”