



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

**“DISEÑO DE LAYOUT PARA EL ALMACÉN DE PRODUCTOS TERMINADOS
EN LA EMPRESA INGENIO AZUCARERO DEL NORTE”**

CARLA ESTEFANÍA BARREZUETA ARIAS

DIRECTOR: MSc. ERIK OROZCO CRESPO

IBARRA – ECUADOR

2018



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

| DATOS DEL CONTACTO | | | |
|-----------------------------|--|------------------------|------------|
| CÉDULA DE IDENTIDAD: | 100373572-5 | | |
| APELLIDOS Y NOMBRES: | BARREZUETA ARIAS CARLA ESTEFANÍA | | |
| DIRECCIÓN: | Antonio Ante-Andrade Marín- Junín y Ayacucho | | |
| EMAIL: | cebarrezuetaa@utn.edu.ec | | |
| TELÉFONO FIJO: | 06-2-530-056 | TELÉFONO MÓVIL: | 0988384569 |

| DATOS DE LA OBRA | |
|--------------------------------|--|
| TÍTULO: | DISEÑO DE LAYOUT PARA EL ALMACÉN DE PRODUCTOS TERMINADOS EN LA EMPRESA INGENIO AZUCARERO DEL NORTE |
| AUTOR (ES): | BARREZUETA ARIAS CARLA ESTEFANÍA |
| FECHA: | |
| PROGRAMA | <input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO |
| TÍTULO POR EL QUE OPTA: | Ingeniería Industrial |
| ASESOR / DIRECTOR: | MSc. ERIK OROZCO CRESPO |

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Carla Estefanía Barrezueta Arias, con cédula de identidad Nro. 100373572-5, en calidad de autora y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

En la ciudad de Ibarra, 02 de julio de 2018

AUTOR:



Carla Estefanía Barrezueta Arias

C.C: 100373572-5



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CESION DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE
LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Carla Estefanía Barrezueta Arias, con cédula de identidad Nro. 100373572-5, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **“DISEÑO DE LAYOUT PARA EL ALMACÉN DE PRODUCTOS TERMINADOS EN LA EMPRESA INGENIO AZUCARERO DEL NORTE”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERA INDUSTRIAL** en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autora me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, 02 de julio de 2018

AUTOR:

Carla Estefanía Barrezueta Arias

C.C: 100373572-5



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

DECLARACIÓN

Yo, Carla Estefanía Barrezueta Arias, con cédula de identidad Nro. 100373572-5, declaro bajo juramento que el trabajo de grado con el tema **“DISEÑO DE LAYOUT PARA EL ALMACÉN DE PRODUCTOS TERMINADOS EN LA EMPRESA INGENIO AZUCARERO DEL NORTE”**, corresponde a mi autoría y que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Además, a través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica del Norte, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Ibarra, 02 de julio de 2018

AUTOR:

Carla Estefanía Barrezueta Arias

C.C: 100373572-5



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

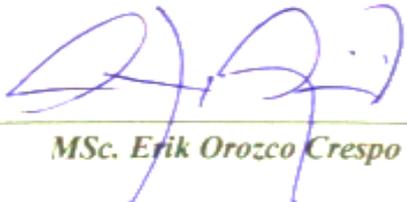
CERTIFICACIÓN DEL ASESOR

Magíster Erik Orozco Crespo Director de Trabajo de Grado desarrollado por la señorita estudiante **CARLA ESTEFANÍA BARREZUETA ARIAS**

CERTIFICA

Que, el Proyecto de Trabajo de grado titulado “**DISEÑO DE LAYOUT PARA EL ALMACÉN DE PRODUCTOS TERMINADOS EN LA EMPRESA INGENIO AZUCARERO DEL NORTE**”, ha sido elaborado en su totalidad por la señorita estudiante **Carla Estefanía Barrezueta Arias** bajo mi dirección, para la obtención del título de Ingeniera Industrial. Luego de ser revisada, considerando que se encuentra concluido y cumple con las exigencias y requisitos académicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Industrial, autoriza su presentación y defensa para que pueda ser juzgado por el tribunal correspondiente.

Ibarra, 02 de julio de 2018



MSc. Erik Orozco Crespo

DIRECTOR DE TRABAJO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DEDICATORIA

Con mucho cariño a mi madre Mary, la persona más importante en mi vida, quién siempre me brinda su amor, su apoyo y las fuerzas necesarias para superarme, quién siempre ha confiado en mí y me ha formado como ser humano, quién es mi combustible y mi impulso para lograr mis objetivos y metas. Te amo mamá.

A mi padre Eduardo por estar siempre pendiente de mí, darme su apoyo y el espíritu de nunca rendirme.

A mi familia por todo su cariño y afecto.

Carla Estefanía Barrezueta Arias



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por protegerme, guiarme y permitirme terminar mis estudios universitarios.

A mis padres mil gracias, porque sin ellos hubiera sido imposible cumplir esta meta, en especial a mi madre por su sacrificio y su esfuerzo por darme siempre lo mejor.

A la Universidad Técnica del Norte por ser la institución que me ha formado como profesional, a la carrera de Ingeniería Industrial y a sus profesores quienes me transmitieron conocimientos y aprendizajes para enfrentar el mundo laboral.

Al MSc. Erik Orozco Crespo que, con gran profesionalismo y mucha dedicación fue la guía y de gran ayuda para el desarrollo de este trabajo.

Al Ingenio Azucarero del Norte y a todo su personal, un agradecimiento profundo, por haberme permitido realizar el presente trabajo en tan prestigiosa empresa y darme una gran experiencia para mi vida profesional.

A mis amigos quienes compartí muchos momentos de gran alegría en esta etapa universitaria, en especial a Katherine, la persona con la cual vivimos varias experiencias buenas y malas, que nos han unido tanto que seguimos juntas.

Carla Estefanía Barrezueta Arias

RESUMEN

En ocasiones los sistemas productivos obtienen sus ventajas competitivas a partir de la efectiva gestión de sus almacenes e inventarios, y donde la toma de decisiones define en gran medida la estructura de sus costos y el nivel de servicio al cliente. Lo anterior conlleva a que la proyección de almacenes se convierta en un problema de alta complejidad que debe ser enfrentado sistémicamente, desde el diagnóstico, proyección, hasta su posterior gestión. Tales preceptos fueron considerados en el presente trabajo, que persiguió proponer un nuevo layout para el almacenamiento de los sacos de azúcar en el Ingenio Azucarero del Norte - IANCEM, Ecuador. Se aplicó el software Forecast Pro para el pronóstico de la demanda, Flexsim para la simulación de las existencias medias proyectadas, el SPSS para el análisis estadístico de datos, junto a otras herramientas para la gestión de los inventarios en entornos *push*. Como aporte práctico se destacan los cálculos pertinentes a las áreas destinadas a las actividades de recepción, almacenamiento en estiba directa y despacho, así como a las áreas de pasillos. Por otro lado, se alcanza la mejora en la ubicación de los productos terminados en almacén mediante un flujo lineal y sobre la base de la clasificación ABC. El *layout* diseñado permite la utilización racional del espacio, de la altura y de la capacidad de almacenamiento, además disminuye los costos de manipulación de mercancías.

Palabras Clave: almacenes, distribución en planta, *FlexSim*, inventarios

ABSTRACT

Sometimes the productive systems obtain their competitive advantages from the effective management of their warehouses and inventories, and where decision making largely defines the structure of their costs and the level of customer service. This leads to the projection of warehouses becomes a problem of high complexity that must be addressed systemically, from the diagnosis, projection, to its subsequent management. Such precepts were considered in the present work, which sought to propose a new layout for the storage of sugar sacks at Ingenio Azucarero del Norte - IANCEM, Ecuador. The Forecast Pro software was used to forecast demand, Flexsim for the simulation of projected average inventories, SPSS for statistical data analysis, along with other tools for inventory management in push environments. As a practical contribution, the relevant calculations stand out for the areas destined to the activities of reception, storage in direct stowage and dispatch, as well as to the areas of corridors. On the other hand, the improvement in the location of finished products in storage is achieved through a linear flow and on the basis of the ABC classification. The designed layout allows the rational use of space, height and storage capacity, and also reduces the costs of handling goods.

Key words: warehouse, layout, FlexSim, inventory

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|------|
| AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE | i |
| CESION DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE..... | iii |
| DECLARACIÓN..... | iv |
| CERTIFICACIÓN DEL ASESOR..... | v |
| DEDICATORIA | vi |
| AGRADECIMIENTO | vii |
| RESUMEN | viii |
| ABSTRACT..... | ix |
| ÍNDICE DE CONTENIDO | x |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | xiii |
| ÍNDICE DE TABLAS | xiv |
| ÍNDICE DE ANEXOS | xv |
| CAPÍTULO I | 1 |
| 1. GENERALIDADES | 1 |
| 1.1.PROBLEMA..... | 1 |
| 1.2.OBJETIVOS | 2 |
| 1.2.1.Objetivo General..... | 2 |
| 1.2.2.Objetivos Específicos..... | 2 |
| 1.3.ALCANCE..... | 2 |
| 1.4.JUSTIFICACIÓN | 3 |
| CAPÍTULO II..... | 5 |
| 2.FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA | 5 |
| 2.1.INTRODUCCIÓN | 5 |
| 2.2.LOGÍSTICA | 6 |
| 2.3.GESTIÓN DE ALMACENES..... | 8 |
| 2.3.1.El sistema de almacenamiento | 8 |

| | |
|--|----|
| 2.3.2.Procedimientos para gestionar los almacenes | 10 |
| 2.3.3.Tecnología de Almacenamiento | 13 |
| 2.3.4.Tecnología de Manipulación..... | 15 |
| 2.3.5.Distribución interior o <i>layout</i> | 16 |
| 2.3.6.Evaluación de la gestión de almacenes | 22 |
| 2.4.PLANIFICACIÓN DE LOS INVENTARIOS | 27 |
| CAPÍTULO III..... | 33 |
| 3.CARACTERIZACIÓN DEL ALMACÉN DE PRODUCTOS TERMINADOS..... | 33 |
| 3.1.CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA | 33 |
| 3.1.1.Factores internos | 33 |
| 3.1.2.Factores externos | 35 |
| 3.2.CARACTERIZACIÓN DEL ALMACÉN DE PRODUCTO TERMINADO | 36 |
| 3.2.1.Descripción general del almacén | 36 |
| 3.2.2.Tecnología del almacenamiento | 40 |
| 3.2.3.Tecnología de manipulación | 41 |
| 3.2.4.Evaluación de la gestión de almacenes actual | 42 |
| CAPÍTULO IV..... | 48 |
| 4.DISEÑO DE LAYOUT PARA EL ALMACÉN DE PRODUCTOS TERMINADOS | 48 |
| 4.1.ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LA DEMANDA..... | 48 |
| 4.1.1.Recolección de datos..... | 48 |
| 4.1.2.Revisión de patrones en los datos | 48 |
| 4.1.3.Pronóstico de períodos futuros..... | 49 |
| 4.2.GESTIÓN DE INVENTARIOS | 50 |
| 4.2.1.Cálculo de los parámetros para el modelo probabilístico de cantidad fija de pedido, con demanda aleatoria y tiempo de reaprovisionamiento cierto | 52 |
| 4.2.2.Desarrollo del Modelo de simulación | 53 |
| 4.3.DISEÑO DE <i>LAYOUT</i> | 60 |
| 4.4.EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA..... | 64 |

| | |
|---|----|
| Balance de demanda – capacidad | 64 |
| Indicador de costos | 64 |
| Indicadores de aprovechamiento del área, de la altura y del volumen | 65 |
| CONCLUSIONES | 67 |
| RECOMEDACIONES..... | 68 |
| BIBLIOGRAFÍA | 69 |
| ANEXOS | 71 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Hilo Conductor para Fundamentación Teórica | 5 |
| Figura 2: Procedimiento para gestionar los almacenes | 11 |
| Figura 3: Clasificación de equipos de manipulación | 16 |
| Figura 4: Distribución de las áreas del almacén..... | 18 |
| Figura 5: Distribución de las áreas del almacén..... | 29 |
| Figura 6: SIPOC bodega de productos terminados | 38 |
| Figura 7: Gráfico Radial Lista de Chequeo..... | 43 |
| Figura 8: Vista superior del modelo de simulación | 57 |
| Figura 9: Diseño de <i>layout</i> | 63 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1:Tipos de almacenes | 10 |
| Tabla 2: Selección del método de almacenamiento | 14 |
| Tabla 3: Subdivisión del almacén en zonas | 17 |
| Tabla 4: Selección del método y técnica de almacenamiento | 23 |
| Tabla 5: Indicadores para evaluar la capacidad de almacenaje..... | 25 |
| Tabla 6: Coeficiente KV | 25 |
| Tabla 7: Indicadores de aprovechamiento..... | 26 |
| Tabla 8: Indicadores de costos | 27 |
| Tabla 9: Criterios de clasificación de los inventarios | 28 |
| Tabla 10:Algunos modelos de gestión de inventarios..... | 31 |
| Tabla 11: Tipos de presentaciones | 34 |
| Tabla 12: Salario del personal de almacén..... | 37 |
| Tabla 13: Área útil por tipo de presentación | 39 |
| Tabla 14: Especificaciones técnicas de los equipos de manipulación | 42 |
| Tabla 15: Balance de demanda-capacidad | 44 |
| Tabla 16: Depreciaciones | 45 |
| Tabla 17: Inmovilización de recursos | 46 |
| Tabla 18: Cantidad de mercancía manipulada | 46 |
| Tabla 19: Eventos en los modelos..... | 50 |
| Tabla 20: Demanda vs Capacidad..... | 51 |
| Tabla 21:Objetivos específicos de la simulación | 54 |
| Tabla 22: Indicadores para de área, altura y volumen..... | 65 |
| Tabla 23: Probabilidad | 66 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|-----|
| Anexo 1: Pasos para el diseño de almacenes en la literatura (1973-2006) | 71 |
| Anexo 2: Lista de Chequeo | 73 |
| Anexo 3: Organigrama de la empresa Ingenio Azucarero del Norte – IANCEM | 84 |
| Anexo 4: Diagrama SIPOC del proceso productivo | 85 |
| Anexo 5: Principales Clientes | 86 |
| Anexo 6: Organigrama del personal de bodega | 87 |
| Anexo 7: Diseño de <i>layout</i> actual | 88 |
| Anexo 8: Tabla del volumen de la demanda neta | 89 |
| Anexo 9: Resultados Lista de Chequeo | 90 |
| Anexo 10: Base de datos de despachos mensuales | 91 |
| Anexo 11: Revisión de patrones | 92 |
| Anexo 12: Reporte de pronóstico..... | 100 |
| Anexo 13: Gestión de inventarios | 116 |
| Anexo 14: Modelo de FlexSim | 123 |
| Anexo 15: Especificaciones de la distribución espacial | 130 |
| Anexo 16: Indicadores de evaluación | 132 |

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1. PROBLEMA

Ingenio Azucarero del Norte-IANCEM es una empresa que cultiva, produce y comercializa productos derivados de la caña de azúcar, es la primera industria azucarera en Imbabura con más de 50 años en el mercado, considerada el motor económico del norte del país, además de ser uno de los ingenios más significativos a nivel nacional debido al gran volumen y capacidad de producción que posee, actualmente cuenta con 306 trabajadores.(Ingenio Azucarero del Norte, 2015). Todo lo cual hace de ella una de las empresas más distintivas de la Zona 1 del Ecuador.

En visitas realizadas se pudo constatar la existencia de reservas de productividad en cuanto a los elementos que conforman la tecnología de almacenamiento: medios de almacenamiento, equipos de manipulación y los métodos de almacenamiento; los cuales unido al sistema de gestión de inventarios y el *layout* pueden originar verdaderas oportunidades de mejoras que conlleven a elevar la eficiencia en las actividades relacionadas con el producto terminado.

Asimismo, se puede adicionar que, la falta de los estudios sobre el comportamiento de la demanda que originan los diferentes clientes, las existencias medias en el almacén de producto terminado y los niveles de stock factibles ocasiona que, los ocho diferentes tipos de presentaciones de productos terminados con un alto volumen de producción no posean la distribución de planta apropiada.

Lo anteriormente mencionado genera sobreutilizaciones en el aprovechamiento de la capacidad de almacenamiento que, a su vez, ha originado que renten otros almacenes, incrementando los costos logísticos y de almacenamiento. Dicha sobreutilización se traduce en una inadecuada organización y sobre apilamiento de sacos de azúcar que incrementan los

riesgos de accidentes laborales para el personal operativo de bodega y el aumento de los desperdicios.

Como resultado se pudo constatar la necesidad actual que tiene IANCEM en proyectar un nuevo *layout* para su bodega de productos terminados, que a la par de la caracterización de las existencias medias y niveles de stock factibles, permitan minimizar los costos totales con respecto al almacenamiento.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

- Plantear un conjunto de mejoras para el almacenamiento de productos terminados en la empresa IANCEM, que permitan organizar los recursos y optimizar las capacidades disponibles.

1.2.2. Objetivos Específicos

1. Realizar un estudio de la bibliografía relacionada con el tema para enfrentar desde el punto de vista teórico-práctico parte de la situación problemática planteada.
2. Analizar los inventarios de productos terminados en aras de determinar los niveles de inventarios por tipo de producto, mediante las herramientas existentes para tales fines.
3. Diseñar el *layout* para la bodega de productos terminados, a partir de la determinación de las existencias medias a largo plazo.

1.3. ALCANCE

El trabajo de grado para la obtención del título incluirá el análisis del comportamiento de la demanda histórica y de producción, respectivamente; la propuesta de *layout* para el almacenamiento de productos terminados; y el estudio de los inventarios. Esto último dará como resultado las existencias medias, niveles de stock de seguridad por tipo de producto y los costos totales de almacenamiento, las herramientas que se emplearán para tales fines dependerán de la complejidad y aleatoriedad del sistema bajo estudio, a través del software *FlexSim*, o en caso contrario mediante el procesamiento en tablas Excel con las herramientas

clásicas de inventarios. Es prudente aclarar que el *layout* a diseñar se adaptará a las características constructivas ya preestablecidas para el nuevo almacén.

1.4. JUSTIFICACIÓN

La realización del presente trabajo se justifica en los objetivos 9 y 10 establecidos por el Plan Nacional del Buen Vivir, en los cuales se menciona que se debe articular la educación y la investigación a la generación de capacidades técnicas y de gestión, para dinamizar la transformación productiva; y, articular la investigación científica, tecnológica y la educación superior con el sector productivo, para una mejora constante de la productividad y competitividad sistémicas, en el marco de las necesidades actuales y futuras del sector productivo y el desarrollo de nuevos conocimientos, respectivamente.(Hermoso, 2016)

El sector manufacturero es el más importante del país. Dentro de su aporte al PIB, el 38% pertenece a la industria de elaboración de alimentos y bebidas (Maldonado & Proaño, 2015), con un producto generado de alrededor de los USD 5.297 millones. Lo anterior justifica que la academia debe contribuir al desarrollo de este tipo de industrias, por lo que se considera que la realización de este proyecto aportará a la empresa productora y comercializadora de productos derivados de la caña de azúcar IANCEM, con estrategias para fortalecer y mejorar el sistema de almacenamiento de productos terminados.

Con respecto a la parte técnica, en la mayor parte de las operaciones de bodegas, la utilización del espacio es tan importante para el total de los costos de operación, como la utilización de la mano de obra (Mora García, 2011), por lo que del trabajo se espera un favorable impacto económico, beneficiando principalmente a la empresa, dado que esta investigación minimizará los costos totales referidos al almacenamiento final, optimizando recursos; y, por ende, mejorando la productividad de la empresa.

De esta forma, se espera un impacto social indirecto, que se deduce del fortalecimiento y mejora de la seguridad, bienestar y salud ocupacional de los obreros operativos del área de

bodega, minimizando los riesgos de accidentes laborales. Además, se debe incidir en el tiempo de interrupciones, la mejora del ambiente laboral y la salvaguarda de la integridad física de los trabajadores. Estos últimos aspectos no serán el objeto central de la investigación.

Actualmente la empresa se encuentra enfrascada en la ampliación de su bodega de productos terminados, lo cual es originado por los problemas enunciados con anterioridad. Ante este reto, queda justificados los objetivos planteados, a lo que se añaden la disposición total de la empresa para la realización de la investigación, así como la entrega de la información. La investigación puede sentar las bases para el desarrollo de futuros estudios en las áreas de estudio de tiempos y movimientos.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. INTRODUCCIÓN

Para enfrentar desde una perspectiva teórica-práctica general del presente trabajo se sigue el hilo conductor que se muestra en la figura 1. Se comienza por los diferentes conceptos de la logística existente en la literatura y sus funciones principales dentro de la cadena de suministro, haciendo especial hincapié y desde un enfoque sistemático en la gestión de almacenes. Dentro de esta conceptualizan los almacenes, actividades, sus funciones y la clasificación, y se estudian los procedimientos existentes en la literatura para el diseño y control de los mismos. Dentro de los procedimientos se revisa la tecnología de almacenamiento, la tecnología de manipulación, el *layout* y los inventarios. El capítulo cierra con los principales indicadores existentes para la evaluación de la gestión de almacenes.

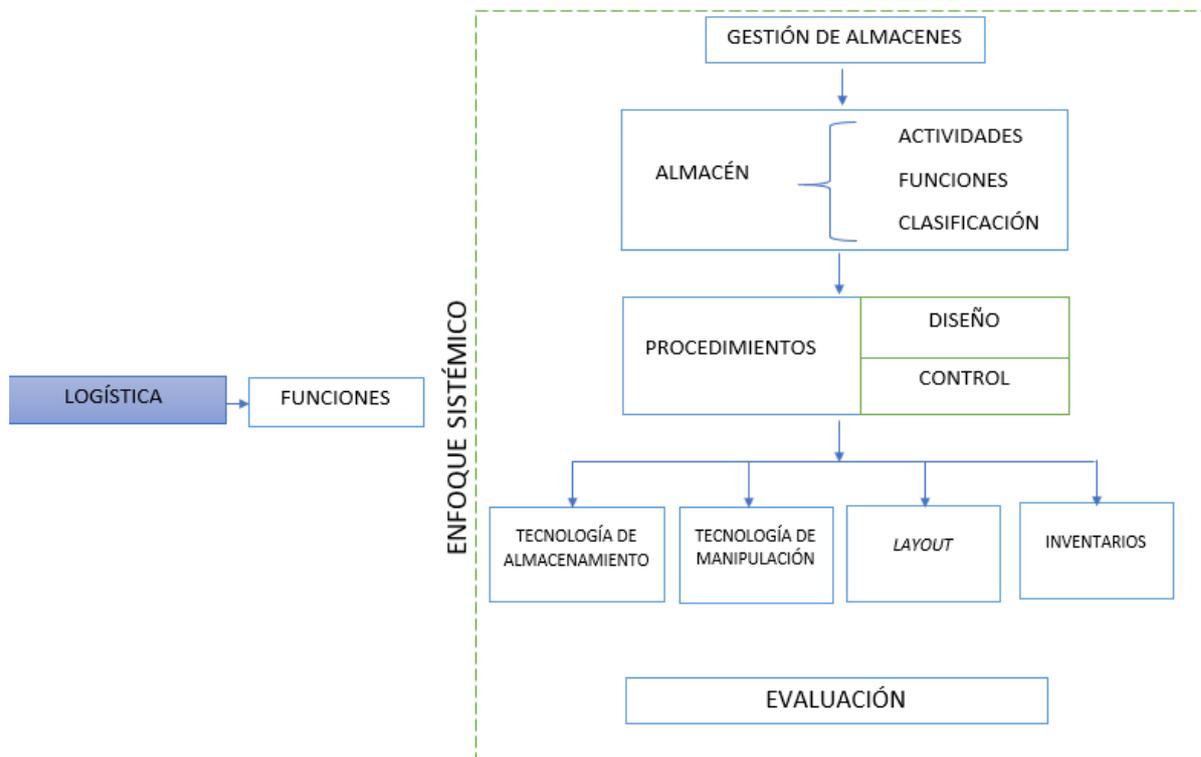


Figura 1: Hilo Conductor para Fundamentación Teórica
Elaborado por: Carla Barrezueta

2.2. LOGÍSTICA

La logística es un área que tiene incidencia importante en conseguir que las empresas lleguen al mercado en una posición que les permita satisfacer las necesidades de sus clientes.

(A. López, 2013)

Según Heizer & Render (2014) la logística es un conjunto de actividades interrelacionadas que, a partir de los materiales entregados por el proveedor, crean una utilidad en forma, tiempo y lugar para el comprador

El mismo autor menciona que las actividades que abarca la logística están relacionadas con el flujo de materiales y el de información asociada a este, responsabilizándose de las funciones siguientes:

- Gestión de stock: Definición de los parámetros que regulan el nivel de stock y regulan el stock existente.
- Aprovisionamiento: Determinación de las necesidades de compra, realización de los pedidos trámites aduaneros y gestión de transporte de aprovisionamiento.
- Almacenamiento: Determinación del número y distribución.
- Dimensionamiento: Configuración y gestión de los almacenes de la empresa. Procedimiento de preparación de los pedidos, movimientos de mercancías medios necesarios.
- Tratamiento de pedidos: Definición de circuitos y medios de transmisión de la información. Gestión y preparación de los pedidos.
- Distribución: Gestión del transporte de distribución. Determinación de medios y rutas.
- Calidad del servicio al cliente: Cumplimiento de las plazas de entrega y la calidad del producto entregado. Determinación de las necesidades del cliente.

- Gestión de la información: Sistema de recogida y tratamientos de datos, análisis de la información, control y seguimiento de la calidad.

Asimismo, según Murphy & Knemeyer (2015) menciona que las actividades en el canal de la logística pueden variar de una compañía a otra y las cuales son: servicio al cliente, decisiones de ubicación de instalaciones, administración de inventarios, gestión de pedidos, gestión de transporte, pronóstico de la demanda, logística internacional, gestión de materiales, embalaje, logística inversa y administración de almacenes.

Con respecto a las funciones logísticas Serrano (2013) menciona que en las empresas industriales se dividen en cuatro grupos:

- El aprovisionamiento, consiste en seleccionar a los proveedores para suministrar al centro de producción.
- La producción, implica organizar todos los medios utilizados para la fabricación de productos terminados.
- La distribución comercial, conlleva gestionar el almacén y el medio de transporte, actividades logísticas de almacenaje que se centran en estudiar la ubicación óptima del local, distribuir espacios, colocar los productos en el lugar apropiado, gestionar el stock, etc.
- El servicio posventa, es esencial para que la empresa se pueda mantener en el mercado, y esto será posible mediante la satisfacción de los clientes.

El presente trabajo de grado se centra en las actividades logísticas de almacenaje, a través de la gestión de almacenes.

2.3. GESTIÓN DE ALMACENES

2.3.1. El sistema de almacenamiento

La gestión de almacenes adquiere gran importancia dentro de la red logística ya que en ella se toman decisiones significativas que precisan la estructura de los costos y el servicio al cliente del sistema logístico. Una mercancía es manejada antes de su destino final no menos de 40 veces, siendo el coste de este manejo entre el 20 y 30% del coste total del producto. Es por ello que cualquier reducción en el coste de almacenamiento incidirá sobre el coste total del producto; y por ende en el aumento de los beneficios de la empresa.(Acevedo & Gómez, 2017)

“Un almacén es el espacio debidamente dimensionado que la empresa destina a la ubicación y manipulación eficiente de sus materiales y mercancías.” (Brenes, 2015) (p.28)

Torres Gemeil & Mederos Cabrera (2004) plantean que, un almacén es toda instalación dedicada al control de artículos, donde se recepcionen, conserven y entreguen los mismos. Una de las características principales de un almacén es que añade valor de lugar (de manera indirecta) a los materiales en la cadena de suministro. Por ello, los fundamentos de su existencia evidencian una posición vital como un proceso de soporte de la función logística y justifican la necesidad de desarrollar una gestión de almacenes en toda su extensión (p.91)

Según la autora el almacén es un espacio físico destinado a la recepción, preservación, manipulación y despacho eficientes de materiales y mercancías, que añade valor y contribuya al control adecuado de los mismos. Tiene como función principal ubicar los materiales o mercancías en la zona más apropiada del almacén, que contribuya al adecuado control cualitativo y cuantitativo de las mismas, es decir, para poder acceder a ella, localizarla fácilmente, controlar los inventarios y el estado de conservación.

Para Ballou (2004) El sistema de almacenamiento puede separarse en dos funciones importantes: la posesión (almacenamiento) y el manejo (o manipulación) de materiales, este último se refiere a las actividades de carga y descarga, al traslado del producto hacia y desde

las diversas ubicaciones dentro del almacén y a recoger el pedido. El almacenamiento simplemente es la acumulación de inventario en el tiempo. Se eligen diversas ubicaciones en el almacén y diferentes periodos de tiempo, dependiendo del propósito del almacén. Dentro del almacén, estas actividades de traslado-almacenamiento son repetitivas y análogas. El propio autor añade que las instalaciones de almacenamiento se diseñan alrededor de cuatro funciones principales: mantenimiento o pertenencia, consolidación, carga fraccionada (*break-bulk*) y mezcla. El diseño y la distribución física (*layout*) del almacén reflejan el énfasis particular en satisfacer una o más de estas necesidades.

De lo anterior se desprende que posee como actividades principales dentro del proceso de almacenes son la recepción, el almacenamiento y el despacho (llamado también por algunos autores preparación de pedido.” (Torres Gemeil & Mederos Cabrera, 2004) (p.130)

La utilidad de un almacén es “coordinar los desequilibrios entre la oferta y la demanda ofreciendo soluciones a la demanda estacional, a las compras especulativas y otorgando mayor calidad en el servicio al evitar roturas de existencias.”(Sáenz & Gutiérrez, 2015)

Las razones principales y la importancia de usar un espacio para el almacenamiento según Acevedo & Gómez (2017) son: 1) reducir costos de producción-transporte; 2) coordinación de la demanda y el suministro; 3) apoyo al proceso de producción; 4) apoyar el proceso de comercialización.

El almacenamiento se puede realizar en varias empresas según (Escudero Serrano, 2015) en industriales o comerciales, en estructuras edificadas o no, con mercancías muy diferentes entre sí, bajo diferentes acuerdos económicos y legales, entre otros. Las empresas necesitan utilizar varios almacenes por necesidades específicas o de funcionamiento, por lo cual se define una clasificación de almacenes según el mismo autor, se muestra en la tabla 1:

Tabla 1: Tipos de almacenes

| Clasificación | Almacenes |
|------------------------------------|---|
| Según la estructura o construcción | <ul style="list-style-type: none"> • Almacenes a ciclo abierto • Almacenes cubiertos |
| Según la actividad de la empresa | <ul style="list-style-type: none"> • Empresa comercial, almacén de mercancías y, en algunos casos, de envases o embalajes. • Empresa industrial: almacén de materias primas y auxiliares, almacén de materiales diversos y almacén de productos terminados. |
| Según la función logística | <ul style="list-style-type: none"> • Plataformas logísticas o almacenes centrales. • Almacenes de tránsito o de consolidación. • Almacenes regionales o de zona y locales. |
| Según el grado de automatización | <ul style="list-style-type: none"> • Almacenes convencionales. • Almacenes automatizados. • Almacenes automáticos. |
| Según la titularidad o propiedad | <ul style="list-style-type: none"> • Almacenes en propiedad. • Almacenes en alquiler. • Almacenes en régimen de <i>leasing</i>. |

Elaborado por: Carla Barrezueta

Fuente: (Escudero Serrano, 2015)

Independientemente del tipo de almacén que se trate, su tecnología de almacenamiento se sustenta en los principios generales de manipulación de materiales. Estos principios son los que siguen: la tecnología de almacenaje se guía por los principios de almacenamiento tales como, el ordenamiento y óptima distribución en planta, transportación, protección de los materiales contra riesgos potenciales ambientales, cuidado y mantenimiento, y el control de las existencias. (Gutierrez & Ortega, 1986)

2.3.2. Procedimientos para gestionar los almacenes

Varios autores coinciden en la inexistencia de metodologías o procedimientos que guíen el diseño de un almacén con un enfoque sistémico. Es por ello que gran parte de los diseñadores de almacenes toman enfoques propios. Las metodologías existentes en la literatura en el período 1973-2006 se resumen en Baker & Canessa (2009), tal y como se muestra en el anexo 1. Todas estas metodologías, de una forma u otra, se enfocan en tres grandes etapas: determinar los requisitos de almacenamiento, diseñar el sistema de manipulación de materiales y diseñar

el *layout* del almacén, lo cual fue descrito *grosso modo* por (Heskett, Glaskowsky, & Ivie, 1973) desde hace más de treinta años.

Todos los autores coinciden en que el diseño de un almacén es un proceso complejo que tiene que abordarse paso a paso; dichos pasos están estrechamente interrelacionados y es necesario un cierto grado de reiteración entre ellos; y puede que no sea posible identificar la solución óptima debido a la gran cantidad de posibilidades que existen en cada paso.

Otros autores abordan en sus metodologías no solo el diseño, sino también el control de almacenes. Tal es el caso de la metodología propuesta por (Acevedo & Gómez, 2017) y que se muestra en la figura 2.

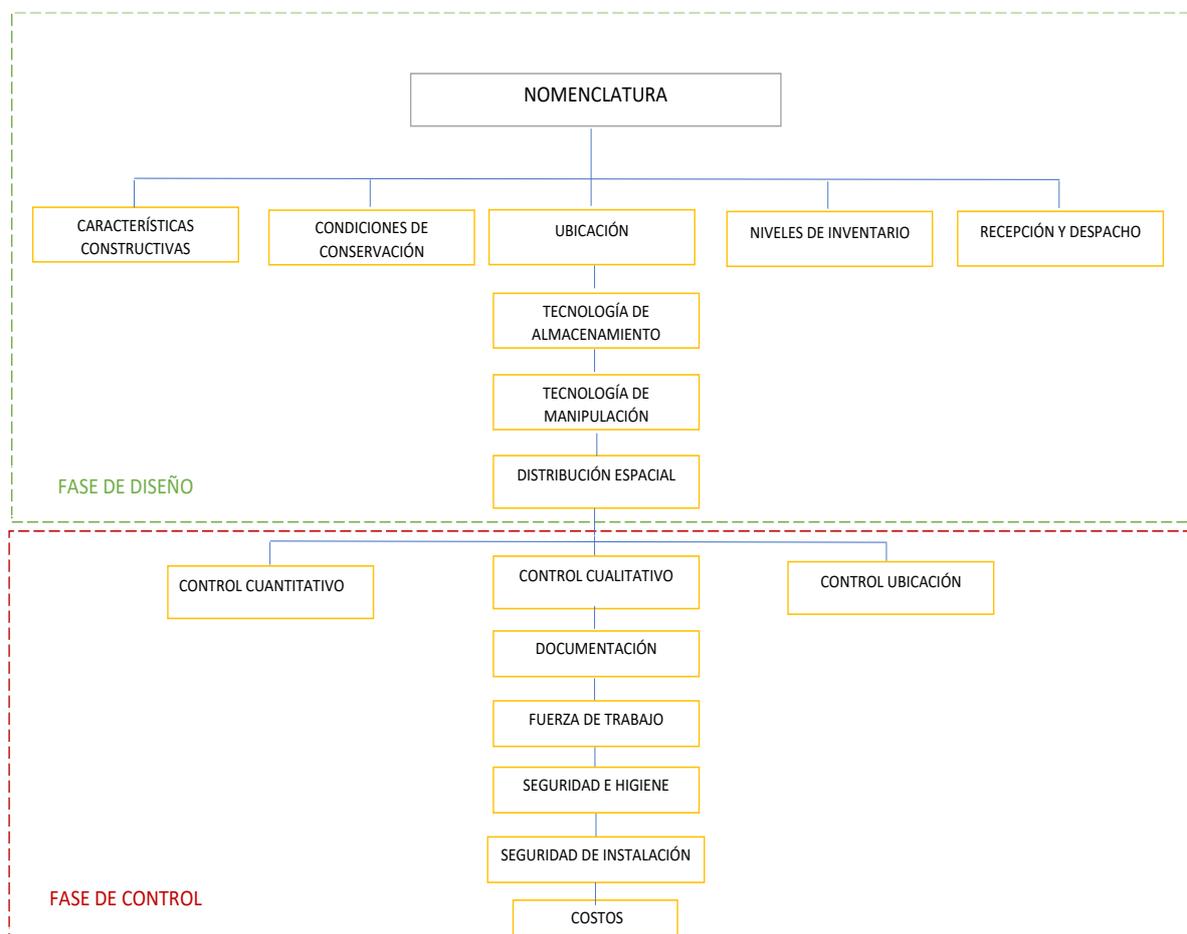


Figura 2: Procedimiento para gestionar los almacenes

Fuente: (Acevedo & Gómez, 2017)

Elaborado por: Carla Barrezueta

Esta metodología tiene como objetivo elaborar, con un enfoque sistémico, los procesos que deben ser considerados al gestionar, diagnosticar o proyectar almacenes. Por una parte, se presentan puntos de partida o informaciones de entrada para la gestión de almacenes y, por otra parte, aspectos que derivados de las anteriores son objetos de decisión por parte del analista o proyectista. La metodología representa las actividades que constituyen informaciones de partida necesarias para el diseño o remodelaciones del almacén, , como son la identificación y clasificación de la nomenclatura, la identificación de la ubicación y de las características constructivas del almacén, el establecimiento de las condiciones de conservación que deben tener los productos almacenados para garantizar la integridad de las cargas durante el tiempo de almacenamiento, la determinación de la demanda neta a partir de los niveles de inventarios máximos y mínimos definidos en otros procesos, y el estudio de las características del comportamiento de las recepciones y despachos.

Después se analiza el bloque relacionado con aspectos tecnológicos organizativos del almacén, que terminarán los métodos y técnicas de almacenamiento y manipulación requeridos para su funcionamiento. Se relaciona el flujo material que deben seguir los productos en el proceso de recepción, almacenamiento y despacho, distribuyendo espacialmente las áreas fundamentales del almacén.

Posteriormente, se analiza el bloque referido al sistema de control tanto cuantitativo como cualitativo y el sistema para el control de la ubicación y localización de las mercancías. Asimismo, el bloque referido al sistema informativo que integra la documentación establecida para el correcto funcionamiento del almacén.

Se analiza también la cantidad de fuerza de trabajo necesaria para la correcta explotación del almacén, racionalizando los gastos de trabajo vivo y determinar su estructura. Los dos bloques posteriores están relacionados con la seguridad de los trabajadores y de la instalación, por lo que se establecerán las condiciones para la correcta conservación de los recursos

materiales y humanos. En el último bloque se determinan los costos en que se ha incurrido en todo el proceso de almacenamiento.

Los sistemas de almacenaje (automáticos, semiautomáticos o tradicionales) y manipulación avanzados son la solución que compagina bajos costes de operación logística con agilidad y flexibilidad del servicio. (Acevedo & Gómez, 2017)

El presente trabajo de grado empleará este procedimiento por su facilidad y simplicidad de aplicación, concentrándose únicamente en la fase de diseño del almacén, es decir, hasta el paso relacionado con la distribución espacial.

2.3.3. Tecnología de Almacenamiento

La proyección tecnológica en los almacenes para Acevedo & Gómez (2017) es de gran de importancia para el almacenamiento de los recursos materiales tener en cuenta la tecnología adecuada a las características de las cargas en cuento a su almacenamiento de las mismas.

El método de almacenamiento se selecciona y dependencia del grado de selectividad y accesibilidad que requieren los productos almacenados. Existen tres métodos de almacenamiento estos son los siguientes:

- *Masivo*. Permite acceder directamente solo a algunas de las unidades de carga de las que integran un mismo surtido. Se considera masivo el método si existe al menos una carga bloqueada. En esta forma de almacenamiento se utiliza la estiba directa, granel o estanterías por acumulación con medios unitarizadores o sin ellos. No se garantiza el acceso directo a las cargas.
- *Selectivo*. Permite acceder directamente a todas las unidades de carga que integran un mismo surtido sin necesidad de manipular ninguna otra unidad de carga. En este grupo están dos métodos con características tecnológicas diferentes: con acceso directo a las cargas unitarizadores y con acceso directo a las cargas fraccionadas.

- *Muy selectivo.* Permite acceder directamente a todos los surtidos, pudiendo accederse o no a cada uno de los elementos que integran un mismo surtido. Se utiliza fundamentales para aquellos almacenes en los cuales los inventarios promedios por surtidos son muy reducidos, sobre todo en los casos que los productos son de dimensiones pequeñas.

Existen factores que permiten seleccionar el método de almacenamiento, estos son: la relación volumen/surtido, el área total del almacén, el peso y las dimensiones de las unidades de carga y de los artículos individuales y la altura del almacén.

La relación volumen/surtido se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Relación volumen/surtido} = \frac{\text{Demanda neta del grupo de artículos}}{\text{Cantidad de artículos que la integran}} \quad [1]$$

La tabla 2 que se muestra a continuación sirve para seleccionar el método de almacenamiento, que en dependencia de las características específicas de las cargas y del almacén requerirá determinadas modificaciones.

Tabla 2: Selección del método de almacenamiento

| Relación volumen/surtido | Altura puntal del almacén | Área del almacén | Peso de la unidad de carga | Método de almacenamiento |
|---------------------------------|----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| V/S (m3) | H(m) | A(m2) | P(kg) | |
| V/S < 0,25 | Cualquier altura | Cualquier área | Cualquier peso | Muy selectivo |
| 0,25 <= V/S <= 7 | H < 4,8 | A <= 300 | P > 20 | Masivo |
| | | A > 300 | P <= 20 | Muy selectivo |
| V/S > 7 | H > 4,8 | A > 300 | Cualquier peso | Selectivo |
| | | Cualquier área | Cualquier peso | Masivo |

Elaborado por: Carla Barrezueta

Fuente: (Acevedo & Gómez, 2017)

Asimismo, según López (2010) los sistemas de almacenaje son de gran utilidad para promover la utilización del espacio y la accesibilidad a la carga o materiales, los cuales son:

- Almacenamiento en bloque, consiste en apilar las mercancías unas encima de otras, formando bloques completos. Es un sistema que se emplea tanto para *pallets* como para mercancías sin paletizar.
- Estanterías convencionales fijas, es el sistema más universal para productos almacenados a través de pasillos.
- Sistema drive in, se trata de un almacenaje sin pasillos, en el cual no existen travesaños y por lo tanto los *pallets* se apoyan sobre caretilas dispuestos a lo largo de las estanterías.
- Sistema dinámico, en este sistema las estanterías están compuestas por túneles o alvéolos ligeramente inclinados y provistos de rodillos, de tal manera que la introducción de *pallets* se realiza a los extremos de las estanterías.
- Estanterías móviles, sistema compuesto por estanterías convencionales colocadas unas junto a las otras dejando un solo pasillo para acceder a ellas. Estas estanterías están montadas sobre rieles que permiten su desplazamiento lateral de forma manual o motorizada.
- Sistemas robotizados, sistemas donde se automatizan los movimientos transversales, caminos de rodillos, etc., que operan bajo las órdenes de un ordenador.

2.3.4. Tecnología de Manipulación

Según Torres Gemeil & Mederos Cabrera (2004) los elementos que componen la tecnología de almacenamiento son, medios para el almacenamiento y equipos de manipulación.

El mismo autor con respecto a los medios unitarizadores de carga explica que, son elementos diseñados con el propósito de agrupar cargas similares o no; considerándose de esta forma como un todo único en los procesos de transportación y almacenamiento; y adaptados para la mecanización de los procesos de carga y descarga. Los más comunes ocupados por las empresas

son, paleta plana (retornable o desechable), paleta caja, autosoportante para paletas y auto-soportante para neumáticos.

Asimismo, para la manipulación de materiales se emplean varios medios de transporte interno, cada uno con características y funciones determinadas. De la elección de uno u otro va a depender mucho la rotación de los productos, así como los costes de manipulación y espacio de la función de almacenaje. (R. López, 2010) (p.54)

Los equipos de manipulación según Velázquez (2005) son los medios utilizados para trasladar las cargas a cortas distancias con el fin de apilarlas en el interior de un almacén o sobre los medios de transportación.

Existen dos tipos de equipos de manipulación, los cuales se muestran a continuación en la siguiente figura 3:

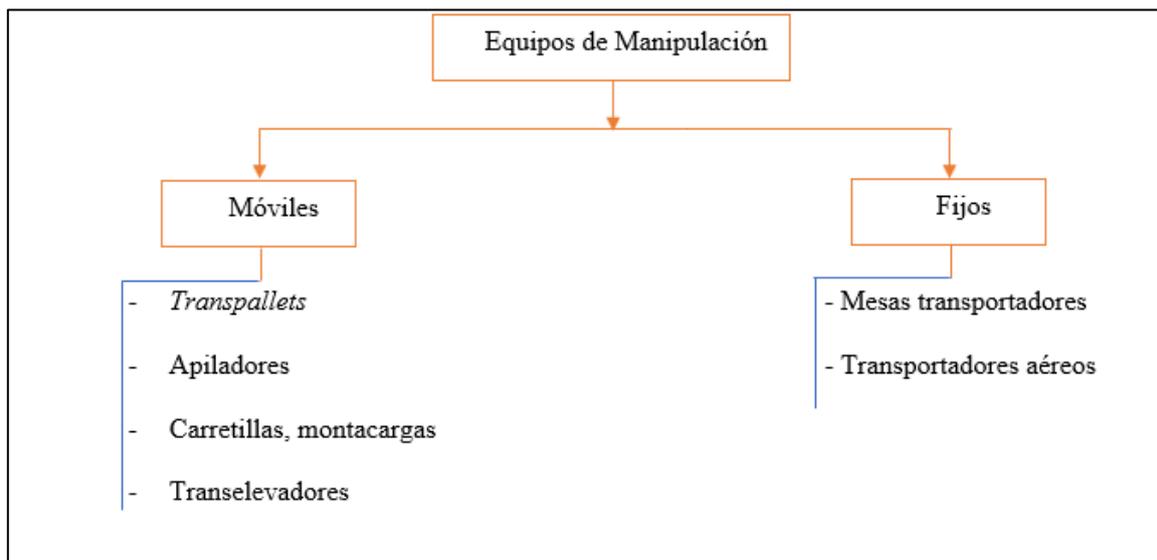


Figura 3: Clasificación de equipos de manipulación

Fuente: (Velázquez, 2005)

Elaborado por: Carla Barrezueta

2.3.5. Distribución interior o *layout*

El *layout* es un factor clave a la hora de gestionar un almacén, su diseño trata de distribuir el almacén de forma tal que el flujo de materiales, manipulación y transporte sea más eficiente y efectivo, organizando zonas y mercancías; según Sáenz & Gutiérrez (2005) las zonas para el almacén son las siguientes:

Zonas del almacén.

El almacén, su propia existencia y su *layout* dependen totalmente de la actividad de la empresa siendo necesario que sea moldeable a esta para conseguir una eficacia en la gestión.

Es importante el diseño de la estructura exterior y del interior del almacén. Este dependerá del tipo de mercancías que se almacena; peso, volumen, forma, cantidad que recibiremos en suministro y su frecuencia, carga máxima de los medios de transporte, tanto externos como internos, unidades máximas y mínimos a almacenar de cada uno de los productos.

Un posible diseño de almacén contendrá la siguiente zonificación:

Tabla 3: Subdivisión del almacén en zonas
Subdivisión del almacén en zonas

| | |
|--------------------------------|--|
| Zona de recepción | <ul style="list-style-type: none">• Área de control de calidad |
| Zona de almacenamiento | <ul style="list-style-type: none">• Área de clasificación• Zona de baja rotación• Zona de rotación media• Zona de alta rotación |
| Zona de preparación de pedidos | <ul style="list-style-type: none">• Zona de productos especiales• Zonas integradas: picking en estanterías• Zonas separadas: picking manual |
| Zona de expedición | <ul style="list-style-type: none">• Área de consolidación• Área de embalajes |
| Zonas auxiliares | <ul style="list-style-type: none">• Área de control de salidas• Área de devoluciones• Área de envases o embalajes• Área de materiales obsoletos• Área de oficinas o administración• Área de servicios |

Fuente : (Sáenz & Gutiérrez, 2015)

Elaborado por: Carla Barrezueta

Zona de Almacenamiento:

La subdivisión del espacio destinado a almacenamiento, en el almacén central, se hace en función del índice de rotación de la mercancía o las características del producto.

- **Zona de baja rotación:** las mercancías de baja rotación se solicitan en grandes cantidades, pero pocas veces. Para este tipo de productos se necesitan un espacio de

almacenamiento grande; pero no es necesario que sea de gran accesibilidad, ya que las salidas no son muy frecuentes.

- **Zona de media rotación:** las mercancías de media rotación necesitan también en almacén y sea accesible.
- **Zona de alta rotación:** las mercancías de rotación alta se solicitan muchas veces, pero en pequeñas cantidades. Necesitan una zona con alta velocidad de extracción o muy accesible. Generalmente, cuentan con estanterías para *picking* o preparación de pedidos.

Distribución espacial de las áreas del almacén

La distribución espacial para Acevedo & Gómez (2017) se muestra en la figura 4 las especificaciones para cada una de estas áreas se muestran a continuación:

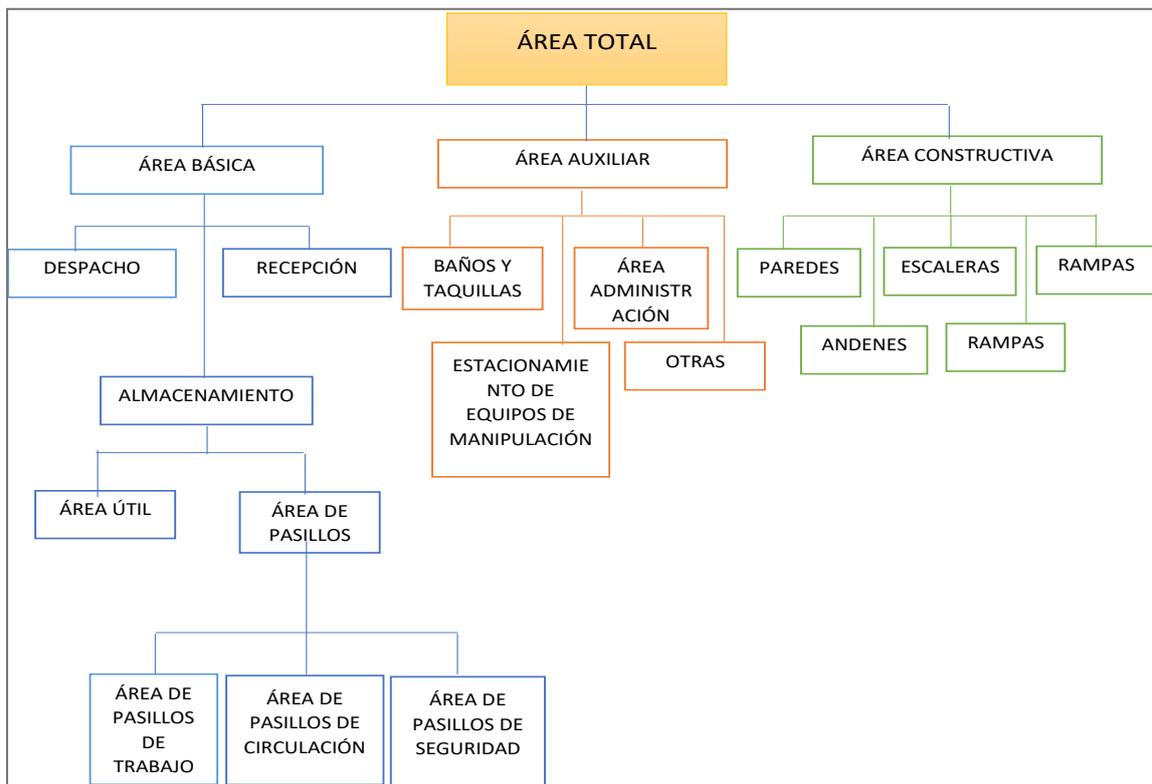


Figura 4: Distribución de las áreas del almacén

Fuente:(Acevedo & Gómez, 2017)

Elaborado por: Carla Barrezueta

Áreas del almacén

Dónde:
$$\text{Área total} = LXA$$
 [2]

L: largo del almacén

A: ancho del almacén

Donde:
$$\text{Área básica} = Ab = Ar + Aa + Ad$$
 [3]

Ar: área de recepción

Aa: área de almacenamiento

Ad: área de despacho

Donde:
$$\text{Área de recepción o despacho} = Ar \text{ o } Ad = \frac{Q \cdot d \cdot K_{in}}{\frac{U_m}{m^2} \cdot K_{aa}}$$
 [4]

Q: carga promedio recibida o enviada en una recepción p despacho. Se expresa en longitud, unidad monetaria, peso, volumen

d: días que como promedio demora la actividad de recepción y despacho

K_{in}: Coeficiente de inestabilidad de recepción o despacho, se recomienda 1,2-1,5

U_m/m²: relación entre la unidad de medida en que está la carga y el área que ocupa esta

K_{aa}: coeficiente de utilización del área de recepción o despacho. Toma valores entre 0,2 y 0,5 normalmente

Área de almacenamiento.

Área dedicada a la permanencia de los artículos que componen el inventario y acceso a los mismos. Abarca área útil y área de pasillos.

Área útil ocupada por cargas unitarias

$$\text{Área de útil} = Au = \sum_{i=1}^n \frac{N_{mi}}{N_{mei}} * Ai$$
 [5]

Donde:

i: i-ésimo tipo de carga unitaria seleccionado

n: número de cargas unitarias seleccionadas

Nmi: número de medios calculados del tipo i

Nmei: número de medios o cargas del tipo i que son ubicados en una estiba

Ai: área que ocupa la carga i-ésima, incluyendo área de holgura necesaria para la manipulación de la estiba (generalmente 0,05 m por cada lado).

Áreas de pasillos

- **Ancho de pasillos para grúas:** se calcula según el tamaño de la carga más voluminosa a mover.
- **Ancho de pasillos para transportadores:** se calcula según el ancho del objeto transportado, del método de alimentación y retiro de la carga.
- **Ancho de pasillos para caretilas de cuatro ruedas:**

$$\text{Ancho de pasillos para carretillas de cuatro ruedas} = A_{pc} = R_i + X + C \quad [6]$$

Donde:

Ri: radio de giro interior o distancia desde el centro de la huella que deja la rueda sobre la cual se hace el giro (punto de pivote) hasta la esquina más lejana de la carga

X: distancia desde el punto de pivote hasta la esquina más cercana a la carga

C: holgura (0,2 – 0,3) m.

- **Ancho de pasillos para montacargas frontales:**

$$\text{Ancho de pasillos para montacargas frontales (cuando el ancho de la carga no excede el ancho del equipo)} = A_{pm} = R_i + X + L + C \quad [7]$$

Donde:

Ri: radio de giro

X: distancia desde el eje central de las ruedas delanteras hasta la base del aditamento empleado para la manipulación de la carga

L: longitud de la carga

C: holgura.

$$\text{Ancho de pasillos para montacargas frontales (cuando el ancho de la carga excede el ancho del equipo)} = A_{pm} = R_i + \left\{ (X + L)^2 + \left(Cr - \frac{A}{2} \right)^2 \right\}^{1/2} + C \quad [8]$$

Donde:

Ri, X y L: definidos anteriormente

Cr: distancia desde la línea central del equipo en sentido longitudinal hasta el punto de pivote

A: ancho del equipo.

Pasillos de circulación

Según el Decreto 2393 del (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social) del capítulo VI Vehículos de carga y transporte del art.130 Circulación de Vehículos menciona que , el ancho de los pasillos para la circulación de los vehículos en las fábricas, no será menor de: 600 milímetros más que el ancho del vehículo o carga más amplia cuando se emplee para el tránsito en una sola dirección. Y 900 milímetros más dos veces el ancho del vehículo o carga, cuando se use para tránsito de doble dirección.

Con lo cual coinciden Acevedo & Gómez (2017) que son pasillos que conectan al área de almacenamiento con las restantes áreas del almacén.

$$\text{Ancho de pasillos de circulación en un solo} = A_p = A + 0,3 \quad [9]$$

$$\text{Ancho de pasillos de circulación en dos sentidos} = A_p = 2A + 0,6 \quad [10]$$

Pasillos de inspección o seguridad

Para el tránsito del personal que trabaja en los almacenes para garantizar el acceso necesario en caso de inspección, accidentes, incendios, etcétera. Como mínimo son 0,6 m. (pág. 258)

Otros Pasillos:

Según el Decreto 2393 del (Instituto Ecuatoriano de Seguridad (Social) del capítulo II Edificios y estructuras del artículo 24., Pasillos menciona que, la separación entre máquinas u otros aparatos, será suficiente para que los trabajadores puedan ejecutar su labor cómodamente y sin riesgo. No será menor a 800 milímetros, contándose esta distancia a partir del punto más saliente del recorrido de las partes móviles de cada máquina.

Tipos de Flujo

Las relaciones o la cercanía deseadas por otras razones, además del flujo de material, son básicas para la planificación de la distribución. Existe tres tipos de flujo según el autor. Recta, que entra por un extremo y sale por otro, por lo general materiales que se mueven en forma directa. Flujo en forma de U o circular, son materiales que de alguna forma vuelven al punto de partida, con la entrada (recepción) y la salida (envío) en el mismo pasillo. Flujo en forma de L, entra por un lado y sale por el extremo. (Platas García & Cervantes Valencia, 2014)

2.3.6. Evaluación de la gestión de almacenes

Evaluación de la operatividad

La evaluación de la gestión de existencias y almacenaje con un adecuado registro de datos como: pedido mínimo de cantidades o punto de pedido, productos sustitutos, fecha de creación, plazo de rotación, stock mínimo y medio, se determina las áreas de almacenaje para los materiales previamente para minimizar espacios y minimizar los movimientos. (González, 2017).

Según Acevedo & Gómez (2017) para evaluar el estado técnico organizativo de los almacenes es importante analizar el funcionamiento de actividades como: descarga, recepción,

manipulación de cargas, control de existencias, cuidado y mantenimiento tanto de áreas como de mercancías, preparación de despachos y carga de la mercancías en los diferentes modos de transporte. Existen varias herramientas con el fin de evaluar el estado actual del almacén, entre ellas: entrevista, análisis crítico de las diferentes áreas, asimismo las listas de chequeo. El mismo autor propone una lista de chequeo que muestra en el anexo 2.

Balance Demanda - Capacidad

Según Acevedo & Gómez (2017) la determinación del balance-capacidad representa uno de los elementos más importantes para reconocer cómo se están explotando las capacidades del almacén, además, permite proponer soluciones que garanticen una utilización adecuada de la tecnología y del espacio en sus tres dimensiones.

Los pasos para la realización del balance son:

- 1) Se determina el indicador de Masividad (M) que se representa en $M = Em \left(\frac{m^3}{surtido} \right)$

$$Em = \frac{\text{Existencia al inicio} - \text{existencia al final}}{2} \quad [11]$$

Em: cantidad de productos que como promedio permanecen en el almacén. Se puede expresar en unidades físicas, en toneladas o en pesos.

- 2) Se clasifica cada surtido por la tabla 4

Tabla 4: Selección del método y técnica de almacenamiento

| Indicador | Método | Técnica |
|------------------------------|---------------|---------------------------------------|
| $M < 0,25 \text{ m}^3/s$ | Muy selectivo | Estantería de carga fraccionada |
| $0,25 < M < 7 \text{ m}^3/s$ | Selectivo | Estantería de carga unitarizada |
| $M > 7 \text{ m}^3/s$ | Masivo | Estiba de una fila, dos filas, bloque |

Fuente:(Acevedo & Gómez, 2017)

Elaborado por: Carla Barrezueta

- 3) Se calcula las demandas netas para cada tecnología y se suman

$$DN = Em \times \text{Coeficiente de densidad} \quad [12]$$

Donde:

DN: demanda neta

Em: existencia media

Coefficiente de densidad: permite transformar los MP/año, t/año, UF/año a m^3

- 4) Se calcula la capacidad neta por cada tecnología existente en el almacén

$$C_n = A_{\text{útil}} \times h_e \times K_v$$

[13]

Donde:

C_n : capacidad neta, en m^3

A_{útil}: área ocupada por los estantes o estibas, en m^2

h_e : altura de estibas (del estante o de las estanterías), en m

K_v : coeficiente de utilización del volumen. Existen tablas que recomiendan este coeficiente en función del tipo de tecnología.

- 5) Comparación entre Demanda neta y Capacidad neta. En este caso se compara si existe déficit o superávit de tecnología.
- 6) Se establecen las propuestas de medidas para la utilización racional de la tecnología y del espacio.

Indicadores para evaluar la capacidad de almacenaje

Los indicadores que propone el mismo autor con respecto a la capacidad de almacenaje se muestran en la tabla 5.

Tabla 5: Indicadores para evaluar la capacidad de almacenaje

| INDICADOR | | ECUACIÓN |
|-----------|---|---|
| CT | Capacidad total | $CT = \text{Ancho} \times \text{Largo} \times \text{Altura}$ |
| CA | Capacidad de almacenamiento | $CA = \text{Área de almacenamiento} \times \text{Altura puntal en la zona de almacenamiento}$ |
| CU | Capacidad útil | $CU = CUM + CUS + CUMS$ |
| CUM | Capacidad útil masiva | $CUM = CAM \times KUM$ |
| CUS | Capacidad útil selectiva | $CUS = CAS \times KUS$ |
| CUMS | Capacidad útil Muy Selectivas | $CUMS = CAMS \times KUMS$ |
| KU | Coefficiente de Utilización del Volumen | |
| CN | Capacidad neta | $CN = CNM + CNS + CNMS$ |
| CNM | Capacidad neta masiva | $CNM = CUM \times KVS$ |
| CNS | Capacidad neta selectiva | $CNS = CUS \times KVS$ |
| CNMS | Capacidad neta muy selectiva | $CNMS = CUMS \times KVS$ |

Fuente:(Acevedo & Gómez, 2017)

Elaborado por: Carla Barrezueta

KV: El coeficiente de los medios técnicos de almacenamiento se muestra en la tabla 6

Tabla 6: Coeficiente KV

| Medio técnico de almacenamiento | Coefficiente KV |
|---|-----------------|
| Estiba directa sin medios unitarizadores | 0,88 - 0,92 |
| Estiba directa con medios unitarizadores | 0,70 - 0,80 |
| Estantería pasante | 0,50 - 0,65 |
| Estantería para carga unitarizada | 0,35 - 0,55 |
| Estantería para carga fraccionada. Operación mecanizada | 0,30 - 0,45 |
| Estantería para carga fraccionada. Operación manual | 0,35 - 0,45 |

Fuente:(Acevedo & Gómez, 2017)

Elaborado por: Carla Barrezueta

Indicadores para evaluar el aprovechamiento de un almacén

Para evaluar el aprovechamiento de área y volumen propone la siguiente tabla.

Tabla 7: Indicadores de aprovechamiento

| | | | |
|---|--|--|---|
| Coefficiente de utilización del área | $K_{at} = \frac{\text{Área útil}}{\text{Área total}}$ | $K_{ab} = \frac{\text{Área útil}}{\text{Área básica}}$ | $K_{aa} = \frac{\text{Área útil}}{\text{Área de almacenamiento}}$ |
| Coefficiente de utilización de la altura | $K_h = \frac{\text{Área útil de almacenamiento}}{\text{Altura puntal en la zona de almacenamiento}}$ | | |
| Coefficiente de utilización del volumen | $K_v = \frac{\text{Área útil} \times \text{Altura útil}}{\text{Área total} \times \text{Altura puntal}}$ | | |
| | $K_v = \frac{\text{Área útil} \times \text{Altura útil}}{\text{Área básica} \times \text{Altura en área básica}}$ | | |
| | $K_v = \frac{\text{Área útil} \times \text{Altura útil}}{\text{Área de almacenamiento} \times \text{Altura del puntal en área de almacenamiento}}$ | | |

Fuente:(Acevedo & Gómez, 2017)

Elaborado por: Carla Barrezueta

Según Gutiérrez & Ortega (1986) existen valores referenciales que se consideran adecuados a la hora de evaluar los indicadores:

- La utilización de la altura un valor entre el 70%.
- La utilización del volumen con respecto al área total valores entre 60% – 80%.
- La utilización del volumen con respecto al almacenamiento valores entre 30% - 40%.

Indicadores de Costos

Existen varios indicadores que propone (Gutierrez & Ortega, 1986), los más importantes indicadores de costos se muestran a continuación en la tabla 8.

Tabla 8: Indicadores de costos

| INDICADORES DE COSTOS | | |
|---|-----------------------------|--|
| Nombre | Fórmula | Descripción |
| Coeficiente de costo por mercancía manipulada | $Kc = \frac{Dt}{Cm}$ | Donde: Dt: costo total de almacén en el período en que se manipuló Cm. Cm: cantidad de mercancía manipulada en el almacén en un período de tiempo. |
| Coeficientes de costos de salarios por mercancía manipulada (costo de transportación) | $Kt = \frac{Dr}{Cm}$ | Dr: costos totales de transportación durante el período en que se manipuló |
| Tasa de averías de mercancías despachadas | $Ka = \frac{Ca}{Cd}$ | Ca: volumen total de mercancía perdida, incluyendo devoluciones en un período dado de tiempo (toneladas/mes, trimestre o año) |
| Coeficiente de gastos de almacenaje por precio de venta | $Kg = \frac{Dt}{Dv} * 100$ | Dv: valor de los productos despachos por el almacén en igual período de tiempo en que se incurrió en Dt |
| Coeficiente de gastos de circulación por precio venta | $Kve = \frac{Dc}{Dv} * 100$ | Dc: gastos de circulación |

Fuente: (Gutierrez & Ortega, 1986)

Elaborado por: Carla Barrezueta

2.4. PLANIFICACIÓN DE LOS INVENTARIOS

Clasificación de los inventarios

Los inventarios pueden clasificarse desde diferentes tipos de vista o criterios, tal y como se muestra en la tabla 9. Asimismo, otra técnica para la clasificación de los inventarios es la clasificación ABC. Según Taha (2004) el análisis ABC suele ser el primer paso que se debe de aplicar en una situación de control de inventarios. Cuando se identifican los artículos importantes del inventario, se puede analizar y aplicar modelos de control adecuados con el fin de mantener un nivel óptimo de inventarios y, por consiguiente, darle prioridad a los productos o artículos más importantes para la empresa tomando en cuenta diversos aspectos o criterios de clasificación. La clasificación A representa a los productos más importantes, los productos B un control moderado de inventarios y los C de baja prioridad.

Tabla 9: Criterios de clasificación de los inventarios

| Criterio | Alternativas | | | | |
|---|--------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------|
| | Dependiente | Independiente | | | |
| Tipo de demanda | Estable | Estacional | Coyuntura | Moda | |
| Comportamiento de la demanda | Estable | Estacional | Coyuntura | Moda | |
| Valor | Alto | Medio | Bajo | | |
| Cantidad | Grande | Media | Poca | | |
| Tiempo de vida | Perecedero | Con vida limitada | Sin límite de vida | | |
| Dimensiones | Artículos poco voluminosos | Artículos voluminosos | | | |
| Requerimientos de conservación | Ambiente controlado | Bajo techo | A la intemperie | Climatizado | |
| Importancia en el proceso | Productos claves | Insustituibles | No determinantes | | |
| Fuentes de suministro | Proveedores únicos | Generalizadas en el mercado | Proveedores de riesgo | | |
| Ciclo de gestión | Corto | Medio | Largo | Inmediato | |
| Comportamiento del precio | Estable | Coyunturales | Por estación | Tendencia a la disminución | Tendencia al aumento |
| Localización con relación al consumidor | En el proveedor | En tránsito | En un punto central | En el propio consumidor | |
| Tipo de propiedad | En consignación | Propio | | | |
| Posición en el proceso | Materia prima o materiales iniciales | Trabajo o producto en proceso | Productos terminados | | |
| Velocidad de rotación | Alta | Media | Baja | | |
| Riesgo | | Alto | Medio | Bajo | |

Fuente:(Acevedo & Gómez, 2017)

Elaborado por: Carla Barrezueta

Procedimiento para la planificación de los inventarios

Existen diversos procedimientos en la literatura para abordar la planificación de los inventarios. De ellos se destaca el de (Acevedo & Gómez, 2017) por su fácil aplicación y que se muestra en la figura 5.

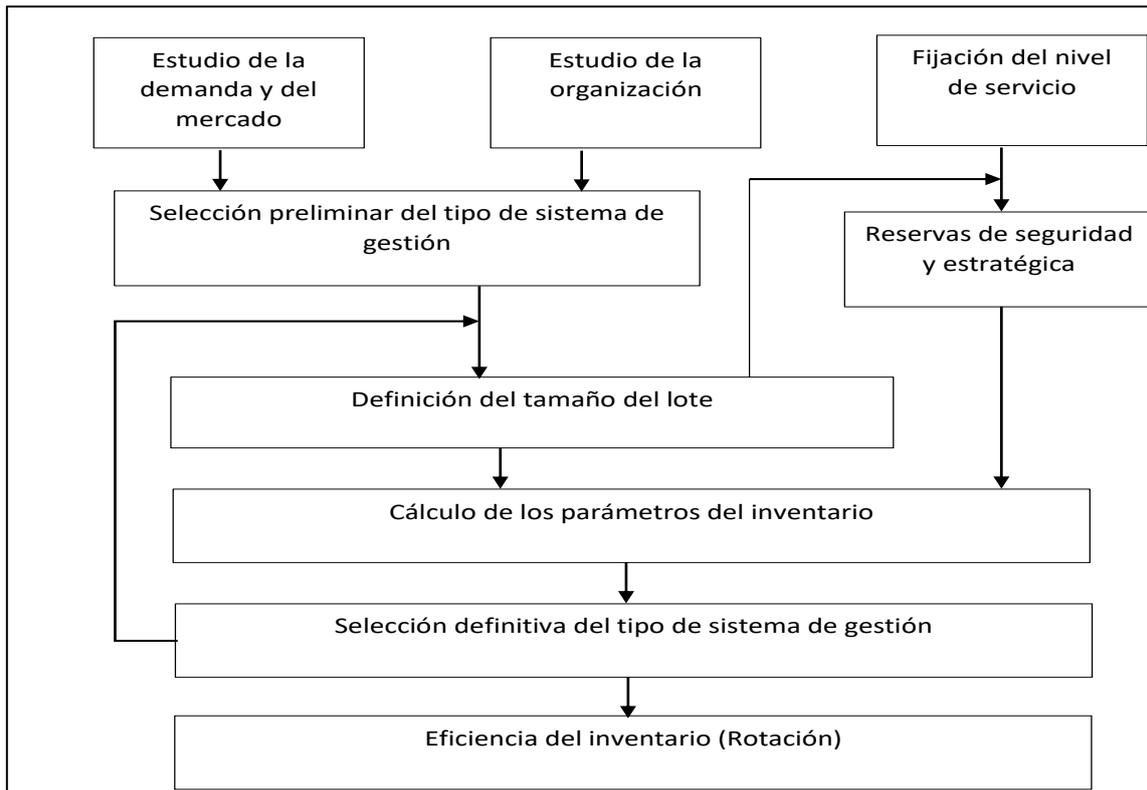


Figura 5: Distribución de las áreas del almacén

Fuente: (Acevedo & Gómez, 2017)

Elaborado por: Carla Barrezueta

Del estudio de la demanda se desprende la definición de la filosofía básica para el manejo de los inventarios (Ballou, 2004). El método de demanda (*pull*), donde se reaprovisiona el inventario con tamaños de pedidos basados en las necesidades y el método de incremento (*push*), que asigna suministros al almacén basados en el pronóstico.

El control de inventarios por demanda (*pull*) otorga bajos niveles de inventarios en los puntos de abastecimiento. Por el contrario, el método incremento (*push*) es apropiado cuando las cantidades de producción o de compra exceden los requerimientos a corto plazo de los inventarios a los que tienen que enviarse dichas cantidades.

Dentro de los modelos de inventarios la demanda puede ser determinística o probabilística, y cuya clasificación parte del cálculo del coeficiente de variación (CV), determinado como la división entre la desviación estándar de la demanda y su media (Dominguez, Álvarez, Domínguez, García, & Ruiz, 1995; Vidal, 2005). Específicamente, para Taha (2004) al realizar

esta clasificación deben tenerse en cuenta los aspectos siguientes: determinístico y constante (estático) con el tiempo, determinístico y variable (dinámico) con el tiempo, probabilístico y estacionario a lo largo del tiempo y probabilístico y no estacionario a lo largo del tiempo. Para el mismo autor al calcular el coeficiente de variación se sigue el siguiente lineamiento:

- Si la demanda mensual promedio (registrada a lo largo de varios años) es “de manera aproximada” constante y CV es razonablemente pequeño (0,20), entonces la demanda puede considerarse determinística y constante.
- Si la demanda mensual promedio varía de manera apreciable entre los diferentes meses, pero CV permanece razonablemente pequeño en todos los meses, entonces la demanda puede considerarse determinística pero variable.
- Si en el caso 1 CV es alto (0,20) pero aproximadamente constante, entonces la demanda es probabilística y estacionaria.
- El caso restante es la demanda probabilística no estacionaria, la cual ocurre cuando los promedios y los coeficientes de variación apreciablemente mes con mes.

A lo anterior Domínguez, Álvarez, Domínguez, García, & Ruiz (1995) añade que el modelo a escoger debe considerar también el tiempo de suministro, tal y como se muestra en la tabla 10.

Tabla 10: Algunos modelos de gestión de inventarios

| Modelos | Demanda | Tiempo de suministro | Sistema | Casos |
|----------------|-----------|----------------------|-------------------------------|--|
| Determinístico | Cierta | Cierto | Cantidad Fija de pedido (CFP) | Modelo básico de cantidad fija de pedido (MBCFP) MBCFP con simultaneidad en el consumo y el reaprovisionamiento del inventario MBCFP con posibilidad de descuento en el coste de obtención Gestión de stocks para múltiples ítems |
| | | | Período fijo (PF) | Modelo básico de período fijo (MBPF) |
| Probabilístico | Aleatoria | Cierto | Cantidad fija de pedido (CFP) | Modelos básicos |
| | Cierta | Aleatorio | Período fijo (PF) | |
| | Aleatoria | Aleatorio | Cantidad fija de pedido (CFP) | |
| | Cierta | Aleatorio | Período fijo (PF) | Modelos básicos |
| | Aleatoria | Cierto | Período fijo (PF) | Modelos básicos |

Fuente: (Dominguez et al., 1995)

Elaborado por: Carla Barrezueta

Como parte del estudio de la organización se destaca la determinación de los costos asociados al lanzamiento, la tasa anual de costo de almacenaje y los ciclos de gestión de un pedido.

Para la fijación del nivel de servicio al cliente se pueden revisar los objetivos estratégicos del área de marketing, los niveles de exactitud logrados con el pronóstico, la clasificación ABC y los resultados obtenidos en el coeficiente de variación. Según Ballou (2004) el nivel de servicio se basa en la probabilidad de la capacidad de cumplimiento a partir del *stock* actual o tasa de disponibilidad de artículo, dicho valor se expresa entre 0 y 1.

Según (Dominguez et al., 1995) existen tres tipos de sistemas de gestión de stocks. El sistema de revisión continua o después de cada transacción compara el nivel de inventario con el punto de pedido. El sistema de revisión periódica que determina el tiempo óptimo entre pedidos y cada vez que termina dicho tiempo mide el nivel de inventarios. El sistema mixto de mínimo o máximo que combina características de los dos anteriores sistemas.

La definición del tamaño del lote, el stock de seguridad, parámetros de inventarios como son las existencias medias, máximas y mínimas vienen determinadas por la selección definitiva del tipo de sistema de gestión, así como el respectivo modelo y por último la eficiencia del inventario que se relaciona con la rotación respectiva los ítems.

CAPÍTULO III

3. CARACTERIZACIÓN DEL ALMACÉN DE PRODUCTOS TERMINADOS

3.1. CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

La empresa Ingenio Azucarero del Norte de Economía Mixta IANCEM está ubicada en Tababuela, Panamericana Norte, km 25. Con una trayectoria de más 50 años en el mercado, es la primera industria azucarera de Imbabura y considerada el motor económico del norte del país.

3.1.1. Factores internos

Misión

Elaborar y comercializar productos derivados de la caña de azúcar que cumplen con los requisitos de calidad y satisfacen las necesidades de nuestros clientes, mediante el trabajo en equipo y la mejora continua de sus procesos.

Visión

Ser la agroindustria líder de las provincias de Imbabura y Carchi, reconocida por sus valores corporativos, cuidado del medio ambiente, que trabaja buscando eficiencia y rentabilidad, mediante la aplicación de alta tecnología en sus procesos, trabajo en equipo, con personal motivado y responsabilidad social.

Estructura Organizativa

La empresa IANCEM actualmente cuenta con más de 300 trabajadores todo lo cual la ha convertido en una de las empresas más distintivas de la Zona 1 del Ecuador, la estructura organizativa se muestra en el organigrama del anexo 3, según el orden jerárquico que, como primer rango se encuentra la junta general de accionistas seguido del directorio y el gerente general.

Materia prima y cartera de productos

La materia prima principal para la producción del azúcar es la caña, a lo que se adicionan la cal y el azufre como aditivos para el proceso de clarificación del azúcar. Se obtiene una sola familia de producto compuesta por 8 tipos presentaciones, tal y como se muestra en la tabla 11. De ellas sobresalen como presentaciones estrellas AZA001 papel 50 kg y AZA007 50 kg industriales; la primera debido a su gran comercialización a mayoristas y minoristas de la zona 1 del Ecuador, la segunda por estar dirigido exclusivamente para industrias que generalmente son alimenticias, que encuentran de esta un excelente precio y calidad.

Tabla 11: Tipos de presentaciones

| NOMBRE | AZA001 | AZA002 | AZA004 | AZA005 | AZA006 | AZA007 | AZA008 | AZA009 |
|----------|--------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|-----------|
| CANTIDAD | 50 KG | 40 KG (4 KG X10) | 2 KG (2 KG X 25) | 1 KG (1KG X 50) | 1LB (1LB X 110) | 50 KG | 50 KG | 50KG |
| EMPAQUE | PAPEL | POLIPROPILENO BLANCO | POLIPROPILENO BLANCO | POLIPROPILENO BLANCO | POLIPROPILEN O BLANCO | INDUSTRIAL BLANCO | INDUSTRIAL HABANO | LA FABRIL |

Fuente: IANCEM

Elaborado por: Carla Barrezueta

Descripción del Proceso Productivo

La elaboración del azúcar sigue el proceso productivo que se muestra en el diagrama SIPOC del anexo 4. Comienza con la recepción de la caña de azúcar y donde se controlan el peso y el nivel de sacarosa. Si pasa este control, continua hacia el almacenamiento de materia prima. Posteriormente, suceden las operaciones de preparación y extracción, para lo cual cuenta con 5 molinos. Seguido a lo anterior se realizan la clarificación, la evaporación, la cristalización, la centrifugación y el secado. Posterior a ello se realiza el envasado, el almacenamiento, la venta y el despacho al cliente final.

Clasificación del sistema de Producción

La empresa satisface las ordenes de los clientes desde sus inventarios, por lo que es un sistema *make to stock* que, “Es un proceso de producción para almacenamiento que puede brindar un servicio más rápido a los clientes por medio de la entrega de órdenes que estén disponibles en el inventario y a costos más bajos que un proceso de producción a la orden”

(Schroeder, 2005). Puede considerarse como un sistema *push* debido a que históricamente la oferta se comporta superior a la demanda en la mayor parte del año. Los niveles de inventario aumentan por lo general en todo el año disminuyendo considerablemente durante el mes de abril que está destinado al mantenimiento. Lo anterior no quiere decir y que la aleatoriedad de la demanda, que se alcancen los puntos de pedido de los *ítems* en determinados momentos. Además, es más importante considerar las economías de producción durante el proceso de envase que mantener niveles mínimos de inventarios.

Con respecto al flujo del objeto de trabajo el proceso de producción se clasifica de dos maneras: desde la recepción de la materia prima hasta el proceso de secado es un proceso continuo, posterior a este y durante el envasado es un proceso de flujo en lotes. Las características que justifican esta última clasificación son las siguientes:

- La cantidad de productos que conforman el lote lo define la capacidad de envasado de la jornada laboral por tipo de *ítem* y de acuerdo con la línea de envase.
- El objeto de trabajo siempre sigue la misma ruta tecnológica a lo largo del proceso productivo.
- Los equipos y maquinaria son altamente especializados con baja flexibilidad, al igual que la mano de obra.
- El régimen laboral es de 7,25 horas laborables al día.
- Los insumos están altamente estandarizados por tipo de *ítem*.

3.1.2. Factores externos

Principales clientes

Los principales clientes de IANCEM son las industrias de alimentos y los distribuidores comerciales. Algunos de los más importantes se detallan en el anexo 5. Estos clientes generan el 70% de los ingresos de la empresa, aproximadamente.

Posición de la organización respecto a la competencia

La empresa IANCEM es una de las empresas más grandes de la zona 1 del Ecuador debido a su gran capacidad de producción y número de trabajadores que posee además de ser ampliamente reconocida a nivel nacional.

Su precio y calidad la distinguen, sin embargo, actualmente compite con ingenios tanto Nacionales como Internacionales (Colombia). De los ingenios nacionales se destacan La Troncal, Valdez y San Carlos. Colombia constituye uno de los competidores más fuertes debido a que sus productos tienen bajos precios.

Sin embargo, IANCEM posee una gran cartera de clientes debido al manejo de estrategias de marketing y publicidad. A lo anterior se adiciona el riguroso control de la calidad en procesos, lo que la hace una empresa altamente competitiva y considerada como el motor económico del norte del país.

Principales proveedores

Los proveedores de caña de azúcar se concentran en particulares, de cultivos propios, de cultivos nuevos como YACHAY y coproducción con una representativa de 78,72%, 12,64%, 5,10% y 3,54% respectivamente.

Con respecto a insumos para envase como fundas de polipropileno y fundas de papel, los principales proveedores son Ecuaplast, Displast, Plasticsacks.

3.2. CARACTERIZACIÓN DEL ALMACÉN DE PRODUCTO TERMINADO

3.2.1. Descripción general del almacén

La fuerza laboral es conformada por 16 trabajadores que cumplen varias actividades de almacén (recepción, estiba y despacho de sacos de azúcar), dos de dichos trabajadores se encargan exclusivamente de línea de envase 2 y el resto de la línea de envase 1. Conjuntamente para la administración de bodega se encargan el jefe de almacenamiento y despacho y el

supervisor de bodega de azúcar, como se muestra en el organigrama del anexo 6. El salario se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 12: Salario del personal de almacén

| | Cantidad | Salario (\$/mes) | Salario Anual (\$/año) |
|-----------------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------------|
| Trabajadores Operativos | 14 | \$ 386,00 | \$ 64.848,00 |
| Jefe de almacenamiento y despacho | 1 | \$ 1.100,00 | \$ 13.200,00 |
| Supervisor de bodega de azúcar | 1 | \$ 700,00 | \$ 8.400,00 |
| Total | | | \$ 86.448,00 |

Fuente: IANCEM
Elaborado por: Carla Barreuzeta

Los productos a almacenar provienen de la línea de envase 1 con las presentaciones AZA001, AZA002, AZA007, AZA008 y AZA009; y de la línea de envase 2 con las presentaciones AZA004, AZA005 y AZA0006.

La secuencia de actividades que se ejecutan en este almacén es (ver figura 6):

- Recepción: Entrada de los sacos de azúcar enviados por las dos líneas de envases mediante una banda transportadora estática que avanza hasta 24 metros y 5 metros respectivamente a través del almacén. Codificados mediante una máquina y contabilizados manualmente.
- Almacenamiento: Carga manual o mediante equipos de manipulación como, bandas transportadoras móviles y *transpallets* para su respectiva ubicación dentro del almacén.
- Despacho: Expediciones de las cantidades de sacos de azúcar solicitados por los clientes.
- Conservar: Mantener las condiciones de conservación de los sacos de azúcar que implica la limpieza correcta de las áreas.

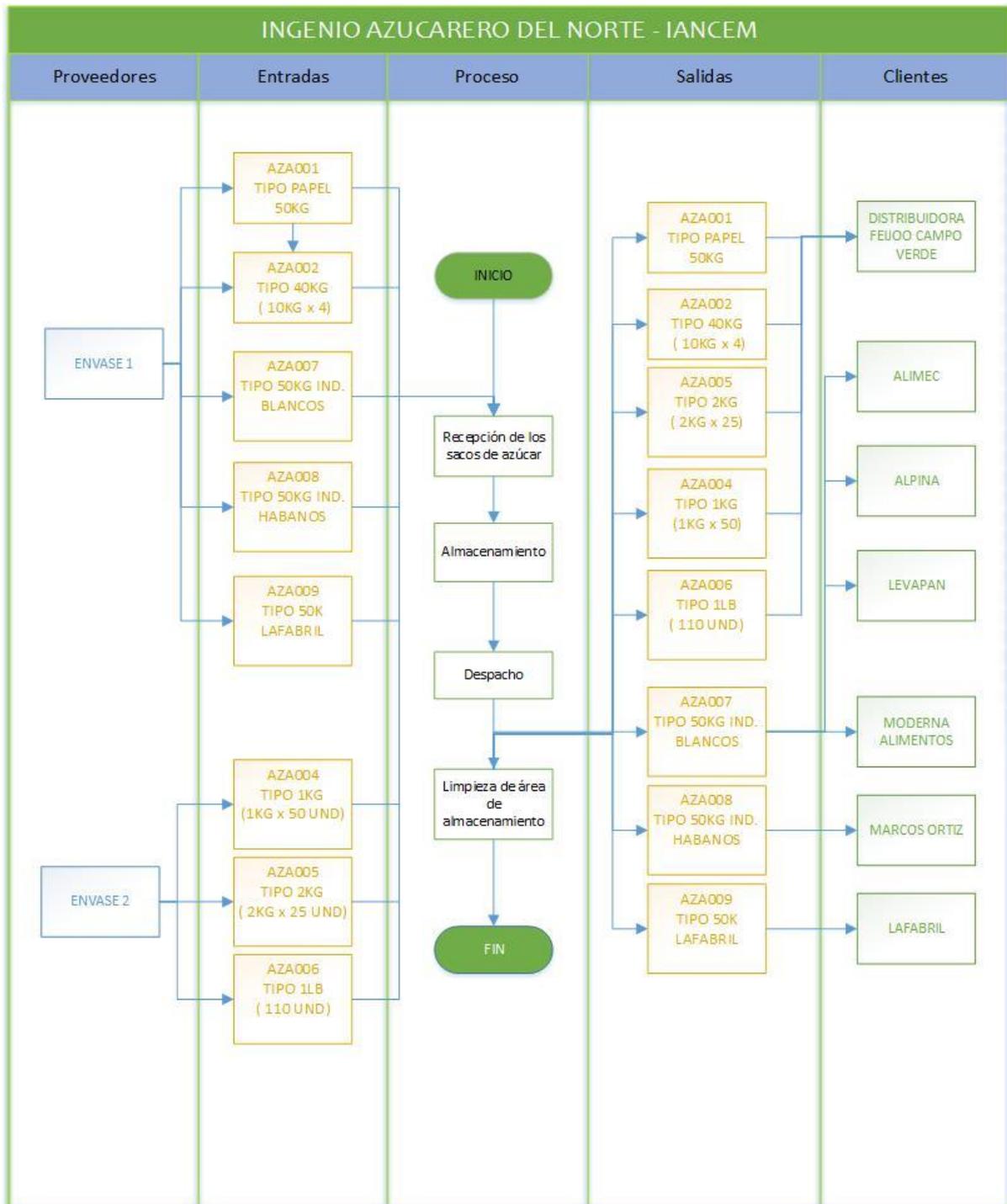


Figura 6: SIPOC bodega de productos terminados

Fuente: Ingenio Azucarero del Norte - IANCEM

Elaborado por: Carla Barrezueta

Con respecto a la infraestructura del almacén actual, esta posee 973 m² de construcción con un ancho de 27,8 m y 35 m de largo con una altura de 5,2 m y 4,15 m en el punto más bajo, el área útil es de 640 m² para las 8 presentaciones, de lo cual se divide en:

Tabla 13: Área útil por tipo de presentación

| Presentación | Porcentaje de área (%) | Área útil (m ²) |
|--------------|------------------------|-----------------------------|
| AZA001 | 30 | 192,00 |
| AZA002 | 3.33 | 21,33 |
| AZA004 | 3.33 | 21,33 |
| AZA005 | 10 | 64,00 |
| AZA006 | 3.33 | 21,33 |
| AZA007 | 30 | 192,00 |
| AZA008 | 10 | 64,00 |
| AZA009 | 10 | 64,00 |

Fuente: IANCEM
Elaborado por: Carla Barrezueta

Además, cuenta con una oficina para la administración de 3,7 m de ancho y 5, 4 m de largo elevado a 3 m de altura, dos puertas de despacho de 2,8 m y 4 m respectivamente.

Con respecto al nuevo almacén tiene 660, 25 m² de construcción de los cuales son 23, 75 m de largo con 27,8 m de ancho, la altura para este almacén es de 8,15 m en toda su área, que hay que aclarar que aún no se encuentra en uso. Todo lo anteriormente mencionado se muestra en el *Layout* del anexo 7.

Los pisos o suelos son planos y lisos con el fin de garantizar la seguridad del personal y conservación de los productos terminados, son antideslizantes por lo tanto no utilizan ningún tipo de cerámica.

Las paredes están diseñadas para proteger el producto terminado de las temperaturas altas, bajas y humedad, no existe ningún tipo de orificio ni espacio entre la pared y el piso con el fin de que no invadan ningún tipo de plaga. Pisos y paredes se deben conservar sin ningún tipo de daños en la superficie, limpias y en buen estado.

El techo se debe conservar en buenas condiciones, esto quiere decir sin agujeros y sin fugas, con un control periódico con el fin de mantener los sacos de azúcar sin exposición a la luz UV directa y humedad.

Las puertas externas deben mantenerse cerradas sí estas no se encuentren en uso, siempre pueden ser abiertas manualmente por dentro.

Las ventanas con un vidrio de seguridad que no permita que pasen los rayos solares directamente a los productos almacenados, además existe suficiente iluminación para tener accesibilidad a la carga.

3.2.2. Tecnología del almacenamiento

La accesibilidad a la carga utiliza un sistema de almacenamiento para el despacho de producto terminado FIFO, por sus siglas en inglés (First In, First out), primera entrada primera salida, que coincide con el sistema FEFO (First expire, first out), primero que expira primero sale. Este método consiste en que se da salida al producto final en el mismo orden en que se ingresó, es una estrategia obtenida por la administración del almacén debido a que este método permite la conservación en buen estado del producto final y dar prioridad a la fecha de caducidad.

El método de almacenamiento para todos los *ítems* es masivo, principalmente caracterizado porque existe al menos una unidad de carga bloqueada, estas cargas se realizan en bloques de manera piramidal. Lo anterior se justifica mediante la relación volumen/surtido, el área total del almacén, el peso y las dimensiones de las unidades de carga y la altura del almacén. Para determinar la relación volumen/surtido se emplean los datos de la demanda neta (despachos) del último período que se muestran en el anexo 8, afectado por una densidad de 15,87 sacos en $1 m^3$.

$$\text{Relación} \frac{\text{volumen}}{\text{surtido}} = \frac{\text{Demanda neta del grupo de artículos}}{\text{Cantidad de artículos que la integran}}$$

$$\text{Relación} \frac{\text{volumen}}{\text{surtido}} = \frac{2824,13 m^3}{8}$$

$$\text{Relación} \frac{\text{volumen}}{\text{surtido}} = 353,01$$

V/S > 7 → MASIVO – Cualquier altura, cualquier área, cualquier peso

[14]

El medio técnico es de estiba directa de más de una fila, es decir, la carga situada más abajo soporta el peso de la estiba de sacos, los *pallets* como medios unitarizadores separan la carga del suelo. Es un sistema almacenamiento en el cual es bastante difícil mantener el FIFO ya que las cargas se bloquean.

3.2.3. Tecnología de manipulación

El nivel de mecanización de la tecnología de manipulación se puede decir que es mecánico-manual, ya que en las actividades de transporte y manipulación de materiales existen de los tipos industriales y manuales. El grupo principal de equipos en las actividades de almacén son los transportadores, lo cual se considera adecuado dada las características del material y de las características del almacén.

Con respecto a medios de manipulación y transporte, poseen 2 bandas transportadoras fijas 1 de ellas con 24 m de largo y 0,95 m de ancho que comunica envase 1 con el área de almacenamiento y la segunda con 5 m de largo y 0,5 m de ancho que comunica desde el envase 2, además cuenta con 3 *transpallets* manuales de las cuales 1 está en funcionamiento y por último 4 bandas transportadoras móviles donde 1 de ellas es exterior. Para la ampliación se va adquirir cuatro bandas transportadoras móviles adicionales

Los equipos específicos de manipulación que se emplean en las actividades de recepción almacenamiento y despacho de las cargas son:

Tabla 14: Especificaciones técnicas de los equipos de manipulación

| ESPECÍFICACIONES TÉCNICAS | | | | | | |
|---------------------------------------|----------|--------|-----------|---------------|-------------------------------|-------------|
| EQUIPOS DE MANIPULACIÓN DE MATERIALES | | | | | | |
| EQUIPO | CANTIDAD | MARCA | CAPACIDAD | COMBUSTIBLE | DIMENSIONES | INCLINACIÓN |
| Banda Transportadora Fija | 2 | S/M | 1 ton | Luz Eléctrica | 24 m x 0,95 m 5 m x 0,95 m | 0 grados |
| <i>Transpallets</i> | 3 | Techno | 1 ton | Manual | 3 m x 1 m | 0 grados |
| Banda Transportadora Móvil | 4 | S/M | 1 ton | Luz Eléctrica | 8 m x 0,95 m | 45 grados |

Fuente: IANCEM

Elaborado por: Carla Barrezueta

Como medios de unitarización se emplean *pallets* con dimensiones de 1,20 x 1 x 0,15 m, con capacidad de carga estática de 4 ton y dinámica de 1 ton. Estos *pallets* tienen dos funciones, agrupar cargas similares con el propósito de transportar en los *transpallets* y elevar la carga del suelo con el fin de obtener medidas de conservación de los productos terminados. Actualmente la empresa posee 500 *pallets* aproximadamente.

3.2.4. Evaluación de la gestión de almacenes actual

Lista de chequeo

La lista de chequeo del anexo 2 se aplica al personal administrativo y operativo de bodega y cuyas respuestas se muestran en el anexo 9.

En correspondencia a cada pregunta y a la puntuación (mediana) se muestra el gráfico de radar en la figura 7, donde los aspectos relacionados con la recepción, el transporte interno, cuidado y mantenimiento, control de existencias y la relación de despacho obtienen en la mayoría de las preguntas un puntaje excelente (5). Con respecto al completamiento para el almacenaje según el criterio del personal se obtuvo una mediana de (4), la protección de los materiales y trabajadores contra riesgos potenciales o ambientales una mediana de (3).

Los aspectos peor evaluados, con mediana de (1), fueron el ordenamiento y la óptima distribución en planta y los relacionados con la preparación para los predespachos, en correspondencia con el problema planteado en el presente trabajo. Se destacan como

principales evidencias de estos problemas las que siguen: la falta de capacidad en el almacén origina que las alturas de las estibas no sean las correctas, colocando los sacos de azúcar alcanzando el techo; el almacén no cuenta con pasillos para el trabajo, la circulación y la seguridad del personal incumpléndose con lo reglamentado en el Decreto 2393 del Seguro Social; los *ítems* no están ubicados en el *Layout* de acuerdo a su rotación; el almacén no cuenta con señalización para sus principales áreas; en el control de la actividad de almacenamiento no se evalúan con regularidad indicadores relacionados con el aprovechamiento

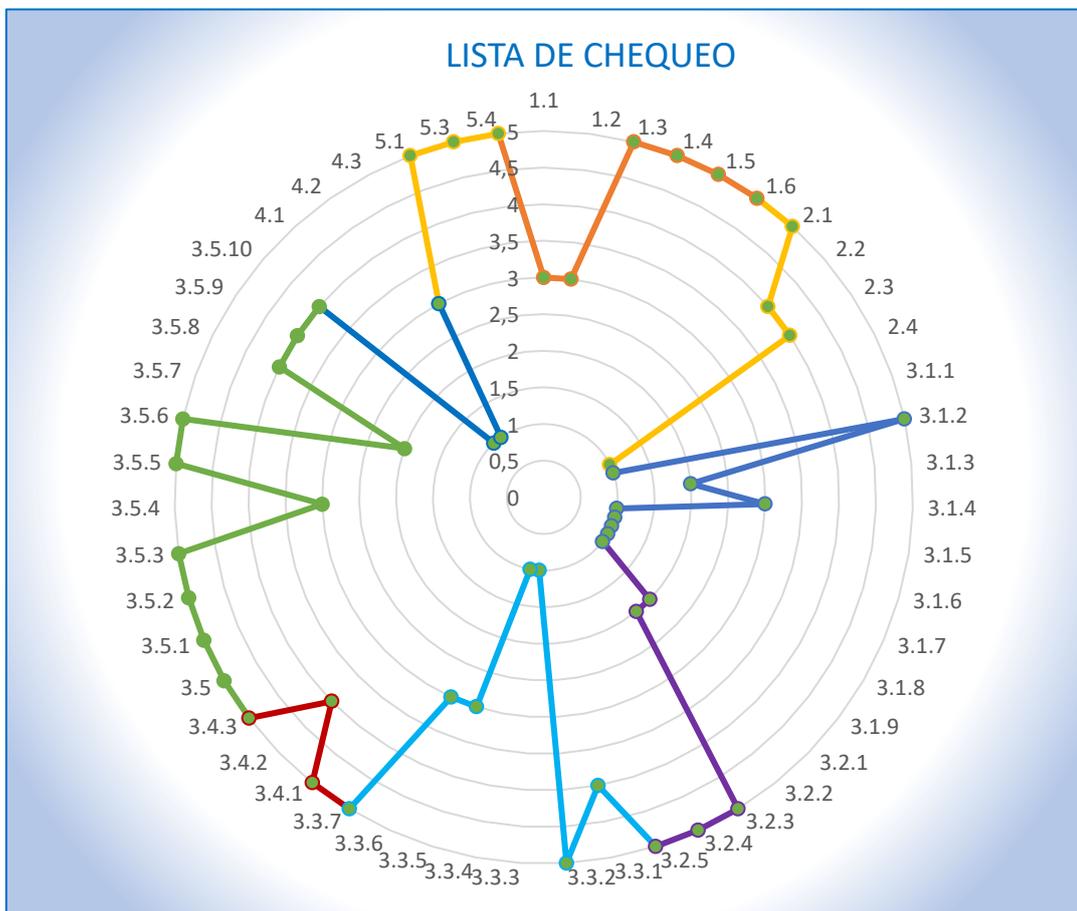


Figura 7: Gráfico Radial Lista de Chequeo
Fuente: Ingenio Azucarero del Norte - IANCEM
Elaborado por: Carla Barrezueta

Balance de demanda-capacidad

La demanda neta se determina por las existencias medias (E_m) afectadas por el volumen del saco. Las existencias medias se calcularon a partir del promedio entre las entradas mensuales provenientes de producción y de los despachos mensuales de bodega, todo ello para el año 2017. A este valor se le determinó el límite superior mediante el Teorema de Tchebysheff para un 95% de nivel de confianza.

La capacidad neta (C_n) se calcula afectando el área útil para cada ítem y determinada en la tabla 13, por el promedio de las alturas útiles y por un coeficiente de utilización de 0,92.

Tabla 15: Balance de demanda-capacidad

| Presentación | Volumen de Saco ($m^3/saco$) | LS_{EM} (saco/surtido) | D_n ($m^3/surtido$) | C_n ($m^3/surtido$) | K_p (%) |
|--------------|--------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|------------|
| AZA001 | 0,06375 | 30302 | 1931,77 | 621,77 | 311 |
| AZA002 | 0,06375 | 1634 | 104,16 | 62,18 | 168 |
| AZA004 | 0,06375 | 1625 | 103,57 | 62,18 | 167 |
| AZA005 | 0,06375 | 1566 | 99,83 | 207,26 | 48 |
| AZA006 | 0,06375 | 790 | 50,35 | 62,18 | 81 |
| AZA007 | 0,06375 | 23189 | 1478,31 | 621,77 | 238 |
| AZA008 | 0,06375 | 30461 | 1941,86 | 207,26 | 937 |
| AZA009 | 0,06375 | 2223 | 141,70 | 207,26 | 68 |
| | | TOTAL | 5851.56 | 2051.85 | 285 |

Elaborado por: Carla Barrezueta

Es de observar como el porcentaje de aprovechamiento sobrepasa el 100% para varias presentaciones (AZA001, AZA002, AZA004, AZA007, AZA008) para un aprovechamiento de la capacidad total del 285%. Esta falta de capacidad ha obligado a la administración a rentar almacenes externos, que incrementan los costos y además generan disímiles problemas en el control de la actividad de almacenamiento y de los inventarios.

Evaluación de indicadores

Es válido aclarar que producto del déficit de capacidad de almacenamiento, no se van a evaluar los indicadores de aprovechamiento del área, de la altura ni del volumen.

Dentro de los indicadores de costos se evalúa el coeficiente de costo por mercancía manipulada (Kc) del período del año 2017. El costo total de almacén (Dt) se obtiene de la sumatoria de los siguientes rubros: salario del personal, depreciación total, pérdidas, inmovilización de recursos y renta de almacenes externos del último período.

- Salario: 86.448 \$/año (ver tabla 12).
- Depreciación: se determina restándole el valor nominal del valor inicial y dividido para los años de vida útil.

Tabla 16: Depreciaciones

| | Valor Histórico (\$) | Valor Residual (\$) | Años de vida útil (años) | Depreciación (\$/año) |
|--------------------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Galpón | 50.000,00 | 5.000,00 | 50 | 900,00 |
| Banda transportadora fija | 7.000,00 | 700,00 | 15 | 420,00 |
| Bandas transportadoras móviles | 1.000,00 | 100,00 | 15 | 60,00 |
| Montacarga manual | 500,00 | 50,00 | 15 | 30,00 |
| Pallets | 6.000,00 | 600,00 | 4 | 1.350,00 |
| | | | Total | 2.760,00 |

Fuente: IANCEM
Elaborado por: Carla Barrezueta

- Pérdidas: sólo ocurren en el ítem AZA001 debido al envase de papel. Por estadísticas de la empresa se estiman 730 sacos rotos al año, lo cual afectado por su precio de venta (31.50 \$/saco) arroja una pérdida de 22.995 \$/año.
- Inmovilización de recursos: se asume el 12% del precio de venta de cada ítem.

Tabla 17: Inmovilización de recursos

| <i>Ítem</i> | Precio de Venta (\$/saco) | Em (sacos) | Costo de Inmovilización de recursos (\$/saco) |
|--------------|------------------------------|--------------|---|
| AZA001 | 31,50 | 20971 | 79270,38 |
| AZA002 | 28,75 | 1294 | 4464,3 |
| AZA004 | 37,25 | 1061 | 4742,67 |
| AZA005 | 37,25 | 1226 | 5480,22 |
| AZA006 | 37,25 | 437 | 1953,39 |
| AZA007 | 30,50 | 20299 | 74294,34 |
| AZA008 | 30,50 | 28063 | 102710,58 |
| AZA009 | 30,50 | 1520 | 5563,2 |
| TOTAL | | 74691 | 278479,08 |

Fuente: IANCEM
Elaborado por: Carla Barrezueta

- Renta de almacenes: los cuatro almacenes que se rentan tienen un costo asociado por este concepto de 21900 \$/año.

La cantidad de mercancía manipulada (Cm) se calcula de la sumatoria de las entradas mensuales provenientes de producción y de los despachos mensuales de bodega (ver tabla 18).

Tabla 18: Cantidad de mercancía manipulada

| PERÍODO | ENTRADAS (sacos) | DESPACHOS (sacos) | TOTAL DE MERCANCÍA MANIPULADA (sacos) |
|--------------|---------------------|----------------------|--|
| nov-16 | 48877 | 45285 | 94162 |
| dic-16 | 55126 | 38735 | 93861 |
| ene-17 | 37083 | 35982 | 73065 |
| feb-17 | 54524 | 48624 | 103148 |
| mar-17 | 57535 | 36105 | 93640 |
| abr-17 | 0 | 44511 | 44511 |
| may-17 | 35159 | 49248 | 84407 |
| jun-17 | 55629 | 58870 | 114499 |
| jul-17 | 74076 | 47102 | 121178 |
| ago-17 | 67007 | 43161 | 110168 |
| sep-17 | 64113 | 39708 | 103821 |
| oct-17 | 41449 | 50308 | 91757 |
| TOTAL | | | 1128217 |

Fuente: IANCEM
Elaborado por: Carla Barrezueta

$$Kc = \frac{Dt}{Cm}$$

$$Kc = \frac{412582,08 \text{ \$/año}}{1128217 \text{ sacos/año}}$$

$$Kc = 0,36 \text{ \$/saco}$$

Para un 0,36 de costo por cada saco manipulado.

CAPÍTULO IV

4. DISEÑO DE LAYOUT PARA EL ALMACÉN DE PRODUCTOS TERMINADOS

4.1. ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LA DEMANDA

4.1.1. Recolección de datos

El pronóstico se realiza mediante los despachos mensuales de las 8 presentaciones. Los datos abarcan desde enero del 2015 hasta noviembre del 2017 para tres años de historia, con la excepción de AZA008 y AZA009 cuyas series de tiempo comienzan a partir del 2016. La unidad de medida utilizada es kilogramos al mes, estos datos se pueden observar en el anexo 10.

4.1.2. Revisión de patrones en los datos

Análisis visual de la serie de tiempo

Los principales resultados relacionados con el análisis de los patrones en los datos se muestran en el anexo 11.

Las series AZA001, AZA004, AZA005, AZA006, AZA007 muestran en el corto plazo crecimientos y decrecimientos dentro del año, con una tendencia ligera que no permite interpretar como una tendencia a largo plazo. Además, se observa que en ciertos meses existen comportamientos que se repiten año tras año, lo cual se puede inducir cierta estacionalidad en las series.

En las series de AZA002 y de AZA008 se observa una tendencia negativa y otra positiva en el largo plazo, respectivamente. Al igual que en las series anteriores se observa cierta estacionalidad. En el caso de AZA009 se observa un ligero crecimiento de la serie, pero dada su variabilidad no se puede afirmar con toda certeza.

Análisis de Autocorrelación

Los resultados de la autocorrelación para AZA001, AZA004, AZA005, AZA006 y AZA007 muestran que no existe tendencia en el largo plazo y corroboran los crecimientos y

decrecimientos de las series en el corto plazo. La primera diferenciación de estas series permite observar la estacionalidad anual debido a que se alcanzan valores medios en (r_{12}) y que en algunos casos se salen de los límites de confianza.

En el autocorrelograma para AZA002 y AZA008 se ratifica la tendencia ya que los coeficientes de autocorrelación decaen gradualmente al nivel 0 en la medida que se incrementan los periodos de desfase. Posterior a una primera diferenciación se observan los comportamientos estacionales anuales al mostrar (r_{12}) medios. Los resultados de autocorrelación para AZA009 indican que existe una tendencia ligera.

En los autocorrelogramas construidos se observa que en algunos casos no existe claridad total en los comportamientos de las series, lo cual repercutirá en la selección de los futuros modelos de pronósticos y en la magnitud de error que estos generen.

4.1.3. Pronóstico de períodos futuros

El pronóstico se calcula para un mediano plazo, es decir, para los 12 meses posteriores que van desde diciembre del 2017 hasta noviembre del 2018. Para la construcción de los modelos se emplea el software Forecast Pro de conjunto con su solución experta, la cual en una primera instancia generó altos niveles de error para los modelos seleccionados, además de problemas de autocorrelación en los errores. Esto último sugirió un análisis más profundo de las series que permitiera detectar datos atípicos como resultados de eventos. Este análisis llevó a considerar los eventos que se muestran en la tabla 19, los cuales fueron proporcionados por la empresa y afectaban a la exactitud de los pronósticos.

Tabla 19: Eventos en los modelos

| PRESENTACIÓN | MESES CON DATOS ATÍPICOS | EVENTO |
|---------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| AZA002 | may-16 | Pérdida de Cliente |
| AZA004 | abr-16 | Compra eventual |
| | oct-16 | Cliente Eventual |
| AZA005 | abr-16 | Cliente Eventual |
| | sep-15 | Compra eventual |
| AZA006 | ene-16 | Pérdida de Cliente |
| | jun-17 | Daño de máquina de envasado 2 |
| | jul-17 | Compra eventual |
| AZA007 | jun-15 | Compra eventual |
| | ene-15 | Pérdida de Cliente |
| | may-16 | Cliente Eventual |
| AZA008 | jul-16 | Compra eventual |

Elaborado por: Carla Barrezueta

Posterior a estas consideraciones, se obtienen los reportes de pronósticos que se muestran en el anexo 12. Se distingue que el peor MAPE es para AZA006 con un 56,66 % y asimismo el mejor es para AZA008 con un 9,60%. Con respecto a la prueba de *Ljung-Box* se observa la eliminación de las autocorrelaciones en los errores originados por los modelos para un nivel de significación de un 5%, el resumen de los reportes de pronósticos se muestra en la tabla del mismo anexo.

Dados los resultados anteriores se puede decir que la solución experta, de conjunto con las transformaciones realizadas, permitieron detectar la tendencia y la estacionalidad encontradas en la revisión de los patrones, confirmando la efectividad de los pronósticos desarrollados.

4.2. GESTIÓN DE INVENTARIOS

El análisis de las dos filosofías básicas de inventarios (*push* y *pull*) conlleva a realizar una comparación entre la capacidad de producción (envasado) y la demanda proyectada al futuro.

La capacidad de producción de las líneas de envasado se calcula en base a los históricos de las entradas al almacén y para un régimen laboral de 7,25 horas al día, 30,3 días como promedio al mes y 11 meses al año. Los cálculos arrojan un tiempo de procesamiento para la línea de

envase 1 de 4,50 min/sacos y 0,32 min/sacos para la línea de envase 2, para un promedio de sacos diarios 1958 y 139 respectivamente, tal y como se puede observar en la tabla del anexo 13. En el propio anexo se convierten los pronósticos realizados de kilogramos mensuales a sacos diarios para todas las presentaciones, tomando como valor de referencia el nivel de pronóstico.

La comparación entre demanda y capacidad demuestra un exceso de capacidad de 730 y 75 sacos al día para las líneas 1 y 2, respectivamente (ver tabla 20).

Tabla 20: Demanda vs Capacidad

| LÍNEAS DE ENVASE | ENVASE 1 | | | | | ENVASE 2 | | |
|---------------------------------|----------|--------|--------|--------|--------|----------|--------|--------|
| | AZA001 | AZA002 | AZA007 | AZA008 | AZA009 | AZA004 | AZA005 | AZA006 |
| PRESENTACIÓN | | | | | | | | |
| Demanda Diaria (sacos) | 585 | 13 | 344 | 223 | 63 | 24 | 27 | 13 |
| Total (sacos) | | | 1228 | | | | 64 | |
| Capacidad de Producción (sacos) | | | 1958 | | | | 139 | |
| Exceso de capacidad (sacos) | | | 730 | | | | 75 | |

Elaborado por: Carla Barrezueta

Esta característica conlleva a que producción en la mayor parte del tiempo tenga que “empujar” los sacos envasados hacia el almacenamiento y considerando ciertos criterios. Si a lo anterior se le adiciona la alta irregularidad de las series de tiempo analizadas y considerando que el mes de abril es destinado a las actividades de mantenimiento, puede esperarse que este sistema de empuje no se mantenga puro durante todo el año; originando la posibilidad que al alcanzarse determinados niveles de inventarios en ciertos *ítems* se tengan que generar órdenes de producción para la operación de envasado, en cuyo caso la demanda estaría “halando” el envasado de sacos. Lo anterior justifica que el sistema deba abordarse desde dos filosofías: sistema *push* para la mayor parte del año y como sistema *pull* en algunos períodos.

La regla de prioridad manejada dentro de la filosofía *push* es el *Run Out Time* (ROT), en aras de darle prioridad a las órdenes que tengan menor tiempo de agotamiento de los inventarios. Para determinar el modelo de gestión dentro de la filosofía *pull* se calcula el

coeficiente de variación de la demanda mensual para todos los *ítems*, observándose que en la mayor parte de los casos superan el 0,20, con excepción de AZA001 (ver el anexo 13). A lo que se adiciona una demanda interna dentro del mes relativamente constante y un tiempo de reaprovisionamiento del inventario conocido (tiempo de corrida). Todo ello permite seleccionar un modelo probabilístico con demanda aleatoria y tiempo de reaprovisionamiento cierto.

El sistema de cantidad fija de pedido es apropiado a desarrollarse en un almacén con pocos *ítems*, asimismo tiene como objetivo obtener el punto de pedido que indique dónde emitir una nueva orden. Este sistema se adapta a los requerimientos de la filosofía *pull* mencionada con anterioridad.

4.2.1. Cálculo de los parámetros para el modelo probabilístico de cantidad fija de pedido, con demanda aleatoria y tiempo de reaprovisionamiento cierto

Los insumos principales para la elaboración del modelo son los costos de emisión y los costos de almacenamiento, los cuales están desarrollados en el anexo 13. Estos costos son calculados con el fin de obtener el tamaño de lote óptimo.

El costo de emisión o de lanzamiento (C_e) se encuentra mayormente relacionado con el ajuste de las líneas de envasado, el cual es de aproximadamente 5 minutos. Implica el salario del personal de envasado durante ese tiempo, más el costo de oportunidad que se origina producto de la cantidad de unidades dejadas de producir en él.

El costo de almacenamiento (C_p) se calcula mediante los costos siguientes: el salario del personal de bodega, las depreciaciones, las pérdidas de sacos de azúcar y la inmovilización de los recursos (12%). Todo esto afectado por las existencias medias históricas.

Según el modelo probabilístico con demanda aleatoria y tiempo de reaprovisionamiento cierto se obtiene para cada *ítem* el tamaño de lote óptimo, el stock de seguridad y el punto de pedido. La capacidad diaria de envasado de las líneas determina el tamaño de lote decidido

para un día de envase. Por ejemplo, para AZA001 el lote óptimo es de 2627 sacos, pero el decidido es de 1958 sacos debido a la capacidad de envasado de la línea 1, el punto de pedido, con un stock de 62 sacos y 647 sacos de punto de pedido (ver anexo 13).

4.2.2. Desarrollo del Modelo de simulación

Definición de los objetivos, alcance y requerimientos

El desarrollo de este modelo comprende desde que el azúcar a granel se encuentra almacenada en los silos, se envasa en las dos líneas de envase, se almacena y se satisface la demanda en las cantidades determinadas. Se consideran los productos denominados: AZA001, AZA007, AZA008, AZA009, AZA002, AZA005, AZA004 y AZA006. No se consideran los procesos de manipulación de materiales y sus transportes correspondientes. Todo ello define el alcance de la simulación a desarrollar.

El modelo de simulación toma como insumo los parámetros obtenidos mediante el modelo de inventario desarrollado en tópicos anteriores, como son: tamaño de lote óptimo, tamaño de lote decidido, tiempo de suministro, punto de pedido y stock de seguridad.

Objetivo general de la simulación

Determinar las existencias medias para cada uno de los productos que sirvan de base para el diseño de *layout* del almacén, mediante un modelo de simulación en Flexsim versión 7.7.4, que considere las características de la demanda, así como el régimen laboral previsto para el 2018.

Objetivos específicos de la simulación:

Tabla 21:Objetivos específicos de la simulación

| Objetivos específicos de la simulación | Variable dependiente | Denominación | Unidad de medida |
|---|---|---|-------------------------|
| Caracterizar el comportamiento de las existencias medias para todo el 2018 y sobre la base de las características de la demanda pronosticada | Existencia media del producto i | Em_i | (u) |
| Determinar el límite superior de las existencias medias para un 95% de nivel de confianza que permita la distribución de las áreas de almacenamiento para cada producto | Límite superior de la existencia media en inventario del producto i | LS_{Emi} | (u) |
| Determinar el total de mercancía manipulada, tanto en la recepción como en el despacho. | Total, de mercancía manipulada | $Cm=CmR+CmD$ Donde: CmR. Cantidad manipulada en la recepción CmD: cantidad manipulada en el despacho | (u) |

Elaborado por: Carla Barrezueta

El modelo sólo posee un carácter descriptivo para las variables de respuesta anteriormente mencionadas, por lo que no llega hasta la fase de optimización.

Recolectar y analizar los datos del sistema

El modelo considera como datos numéricos de entrada a los tiempos de envase en cada una de las líneas de envase y los arribos de los pedidos al sistema de acuerdo a la demanda pronosticada. Todos los datos de entrada, así como el modelo en sí mismo consideran el día como unidad de tiempo.

En el caso de los tiempos de envase se toman 50 observaciones de los tiempos de envase por saco en cada línea. Para la toma de los datos se emplea la observación directa con el método de cronometraje. Mediante el EXPERFIT, se realizan las pruebas del *Automated-Fitting* y de *Goodness of Fit* para determinar la distribución de mejor ajuste de las variables. Se obtiene que los tiempos de envase son *normal* (0.0001543,0.000005) y *normal* (0.002170,0.000005) para las líneas de Envase 1 y Envase 2, respectivamente.

Para generar cierta aleatoriedad para la demanda diaria se emplea el módulo *Task-Time Model* del *Experfit*, específicamente la distribución *lognormal*. Como parámetros se define el *minimun possible value* como el límite inferior de los pronósticos, el *most-likely value* como el pronóstico diario y el 95th percentil como el límite superior del pronóstico.

Construcción del modelo de simulación

En la construcción del modelo se consideran los siguientes *Fixed Resources*:

- *Source Producción*: produce los arribos diarios, en forma de sacos de azúcar, que provienen del proceso de producción. Genera 2000 sacos de azúcar al día.
- *Source Inventario Inicial Silos*: como su nombre lo indica, genera el inventario de azúcar en silos con la que se cerró el año 2017.
- *Source Inventario Inicial Almacén*: genera los niveles de inventarios del producto *i* con la que se cerró el año 2017.
- *Source D*: genera la demanda diaria en forma de pedidos para el producto *i*.
- *Queue Silos*: almacenamiento del azúcar a granel en los silos.
- *Queue OEnvase 1 y 2*: colas a las que arriban los pedidos correspondientes al producto *i*.
- *Queue*: área de almacenamiento del producto *i*.
- *Queue QP*: cola para los pedidos que arriban diariamente al sistema para el producto *i*.
- *Processor Envase 1 y 2*: envasa el pedido de producción en un tiempo de 0.30208 días que se corresponde con la jornada laboral del proceso de envase.
- *Separator SEnvase 1 y 2*: divide el pedido en la cantidad determinada para el lote de producción para el producto *i*.
- *Combiner C*: combina la demanda diaria con la cantidad de sacos necesarios.

Se consideran las *Time Tables* Envases y Producción que determinan el régimen laboral para el área de envase y para el área de producción, respectivamente. Además, se añaden las *Global Tables* Demanda, Push, Inventario, Producción diaria y Pedidos, todo se muestra en el anexo 14, cuyas funciones son:

- Demanda: en ella se describen los valores de la demanda diaria cada que vez que ocurre un arribo en las *Queue QP*.

- *Push*: se rescriben los valores de demanda diaria, se determina la disponibilidad en las *Queue* y se calcula el ROT (*Run out Time*) como el tiempo (días) que resta para el agotamiento del inventario. Esta regla de prioridad constituye la clave para secuenciar la producción en las líneas de envase.
- *Inventario*: contiene los parámetros de los inventarios para el producto *i* y determinados en tópicos anteriores.
- *Producción diaria*: en ella se reescriben las cantidades de sacos envasados diariamente. Sirve para dividir el pedido del producto *i* en dependencia del tamaño del lote de producción decidido.
- *Pedidos*: en ella se rescriben los valores de la demanda diaria para el producto *i*, sobre la base de la aleatoriedad considerada. Con este valor se combinan los pedidos en los *Combiners*.

Las *Global Lists* Envase 1 y 2 se consideran para secuenciar los pedidos a envasar sobre la base del tiempo de espera *Age* y del ROT de los pedidos entre los *Queues* Envase 1 y 2 y los *Processors* Envase 1 y 2, respectivamente.

El modelo resultante es el que se muestra en la figura 8, donde se evidencian las conexiones entre todos los objetos anteriormente descritos.

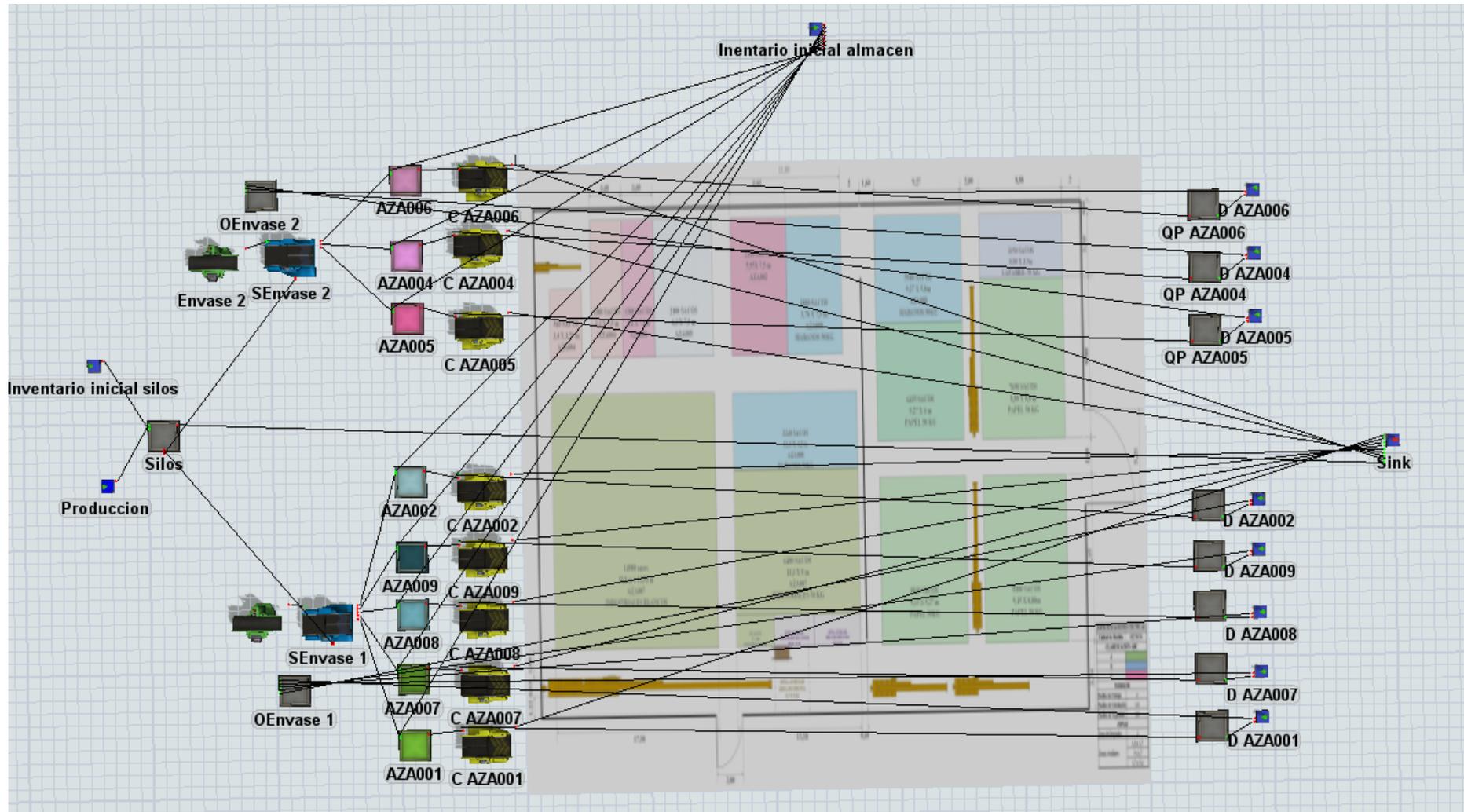


Figura 8: Vista superior del modelo de simulación
Elaborado por: Carla Barrezueta

Para determinar los valores de las variables respuesta relacionadas con las existencias medias en inventarios se declaran las mismas en el *Experimenter/Performance Measures*.

Lo anteriormente descrito, así como las funcionalidades programadas se muestran en el anexo 14.

Validación del modelo

El proceso de validación se garantizó, primeramente, a partir de la propia programación del modelo, verificando el trabajo adecuado de las funcionalidades declaradas en su construcción. En tal sentido, se emplearon algunas declaraciones propias de *FlexSim*, que unidas al empleo de informaciones de entrada real, permitieron observar el comportamiento de las variables respuesta y que este fuera congruente con el desempeño real del sistema. Se corre el modelo para 365 días desde el 01 de enero de 2018 hasta el 31 de diciembre de 2018.

Como herramienta principal de validación se crearon *dashboards* para todas las variables de respuesta, los cuales se muestran en el anexo 14. Los *dashboards* Envase 1 y Envase 2 permiten visualizar el comportamiento de los inventarios al transcurrir el tiempo de la simulación. En ambos se observa como los niveles de inventario decaen para todos los *ítems* en el mes de abril, lo cual se corresponde con la realidad de la empresa dado que en ese mes se detiene el proceso de producción de azúcar y de envasado para la realización de actividades de mantenimiento. No ocurriendo lo mismo con la demanda de los clientes la cual se continúa satisfaciendo desde los inventarios. Durante este mes se observa que los *ítems* con mayor demanda muestran tendencias negativas superiores. Posterior a este mes, se observa como los reabastecimientos de los inventarios se realizan en ese mismo orden de prioridad, es decir, por el ROT y con mayor frecuencia. La línea de Envase 1 reabastece con más frecuencia los inventarios en el orden AZA001, AZA007, AZA008, AZA009 y AZA002, mientras que la línea de Envase 2 los reabastece en el orden AZA005, AZA004 y AZA006.

Presentación de los resultados

Para la presentación de los resultados se emplea el *Experimenter/Experiment Run* declarando el mismo tiempo de corrida y para un total de 100 réplicas. Los resultados se muestran en el anexo 14.

En los diagramas de cajas se observa la centralidad de algunas variables respuesta respecto a la mediana. Lo anterior de conjunto con las 100 réplicas realizadas permite asumir normalidad en las mismas para el cálculo de la cantidad de réplicas necesarias (n) y para determinar el límite superior (LS) para un 95% de nivel de confianza.

$$LS_{Emi} = \bar{x} + t_{\alpha;n-1} * \frac{s}{\sqrt{n}}$$

$$n = \left(\frac{s}{e} * t_{\alpha;n-1} \right)^2$$

El error se define de acuerdo a la clasificación ABC (ver anexo 13). Los productos A con mayor nivel de precisión que el resto de los productos clasificados como B y C, para los que se asume un error de estimación de la media de hasta 200 sacos. En el propio anexo se observa cómo las 100 réplicas realizadas son suficientes para estimar los límites superiores de las variables. Los límites superiores calculados permiten afirmar que los niveles de inventario promedio se encontrarán por debajo de estos valores con un 95% de confianza y sobre los cuáles se diseñará el *layout*.

A partir de los límites superiores calculados se determinan los porcentajes del área total de almacenamiento que serán destinadas para cada producto. Se denota como los productos A (AZA001 y AZA007) son los que mayor área de almacenamiento requieren, resultado este que es congruente con la clasificación ABC realizada, seguidos de los productos B y C.

4.3. DISEÑO DE LAYOUT

Las dimensiones, tanto del antiguo como del nuevo almacén, ya están establecidas por sus características constructivas, con un área total de 1529 m², así como las dos puertas principales para el despacho de 2,8 m y 5,21 m, respectivamente, todo se muestra en la figura 9.

El área básica del almacén está conformada por despacho, recepción y almacenamiento. En la recepción y en el despacho los sacos no permanecen estáticos, debido a que se transportan por las bandas transportadoras. El valor que se toma como referencia para Q es de 4 sacos.

$$\begin{aligned} \text{Área de recepción} &= \frac{Q \times d \times Kin}{\frac{Um}{m^2} \times Kaa} \\ Ar &= \frac{200 \text{ kg} \times 1 \times 1,2}{\frac{117,5kg}{m^2} \times 0,5} \\ Ar &= 4,08 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Área de despacho} &= \frac{Q \times d \times Kin}{\frac{Um}{m^2} \times Kaa} \\ Ad &= \frac{200 \text{ kg} \times 1 \times 1,2}{\frac{117,5kg}{m^2} \times 0,5} \\ Ad &= 4,08 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

El área de almacenamiento se compone del área útil más el área de pasillos, esta última integra pasillos de trabajo, pasillos de circulación y pasillos de seguridad, los cuales fueron definidos en base a la bibliografía consultada, especialmente el decreto 2393 del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social.

Los pasillos de trabajo son definidos por las bandas transportadoras móviles, las cuales poseen un ancho de 0,95 m. Se debe aclarar que, por cuestión de aprovechamiento de espacio, y al conocer que no es necesario que gire el transportador, no se toma el radio de giro. El cálculo es el que sigue:

$$\begin{aligned} \text{Ancho de pasillo para transportador} &= Ri + X + L + C \\ Ap &= 0 + 0,95 + 0,85 + 0,2 \\ Ap &= 2 \text{ m} \end{aligned}$$

Los pasillos de circulación están definidos por el decreto 2393 del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, dando un ancho de pasillos de circulación de 1,6 m. Los pasillos de seguridad o de inspección tendrán un mínimo de 0,6 m. Pasillos adicionales donde existen bandas transportadoras fijas, el decreto 2393 menciona que no serán menor a 800 milímetros, por lo que se define un ancho de pasillo de 1 m de ancho a cada lado para la banda transportadora fija del envase 2. Los cálculos anteriores arrojan un total de 564,73 m² de área de pasillos.

El área útil se encuentra definida por los metros cuadrados correspondientes a los bloques donde se van a almacenar los sacos de azúcar, los cuales poseen 941,51 m². Se obtiene un total de 14 bloques en los cuales se pueden observar las especificaciones por cada presentación (ver anexo 15). Para determinar la cantidad de sacos que caben por cada bloque se toma en cuenta la densidad de 2,35 sacos por metro cuadrado, debido a las dimensiones del saco de azúcar (0,85 x 0,5 x 0,15). Dichos sacos se distribuyen para largo y ancho y multiplicado para su altura de apilamiento (1 m por debajo de la altura de máxima pared). Con volumen total de 4743,41m³ y con una capacidad de sacos para almacenar de 70317.

Lo anterior arroja el área de almacenamiento siguiente:

$$\text{Área de almacenamiento} = \text{Área útil} + \text{Área de pasillos}$$

$$\text{Área de almacenamiento} = 941,51 + 564,73$$

$$\text{Área de almacenamiento} = 1506,24 \text{ m}^2$$

Y un área básica de:

$$\text{Área básica} = \text{Área de recepción} + \text{Área de almacenamiento} + \text{Área de despacho}$$

$$\text{Área básica} = 4,08 + 1506,24 + 4,08$$

$$\text{Área básica} = 1514,4 \text{ m}^2$$

Las zonas auxiliares están conformadas por: zona para administración de 3,7 m de largo y 5,4 m de ancho que hay que mencionar que es inmóvil y ubicada a tres metros de altura. Además, se plantean dos áreas auxiliares, una de ellas establecida para sacos de azúcar que estén rotos o con defectos de 6 m² y la segunda que corresponde a un área de servicios donde se ubiquen los casilleros y puedan descansar los trabajadores de 8,6 m².

El diseño de *layout* se realiza sobre la base de: los límites superiores para las existencias medias al 95% de confianza y determinados anteriormente mediante FlexSim, la capacidad de almacenamiento por bloques, la clasificación ABC (ver anexo 13) y las líneas de envase en las que son envasados los *ítems*. Todo ello, y mediante un método de prueba y error, dio como resultado que:

- Las presentaciones AZA001 y AZA007 de clasificación A, que a su vez son los de más rotación, se encuentran más cercanos a las puertas de despacho.
- Las presentaciones AZA004, AZA005 y AZA006 se ubican cerca de su línea de envase 2, con el fin de minimizar recorridos y a lo que se añade que son productos de clasificación B y C y se encuentran alejados de las puertas de despacho.
- El resto de las presentaciones AZA009, AZA008 y AZA002 de clasificación B y C se ubican en los bloques restantes, dando prioridad a los de más rotación, ubicándolos lo más cercano posible para su despacho.

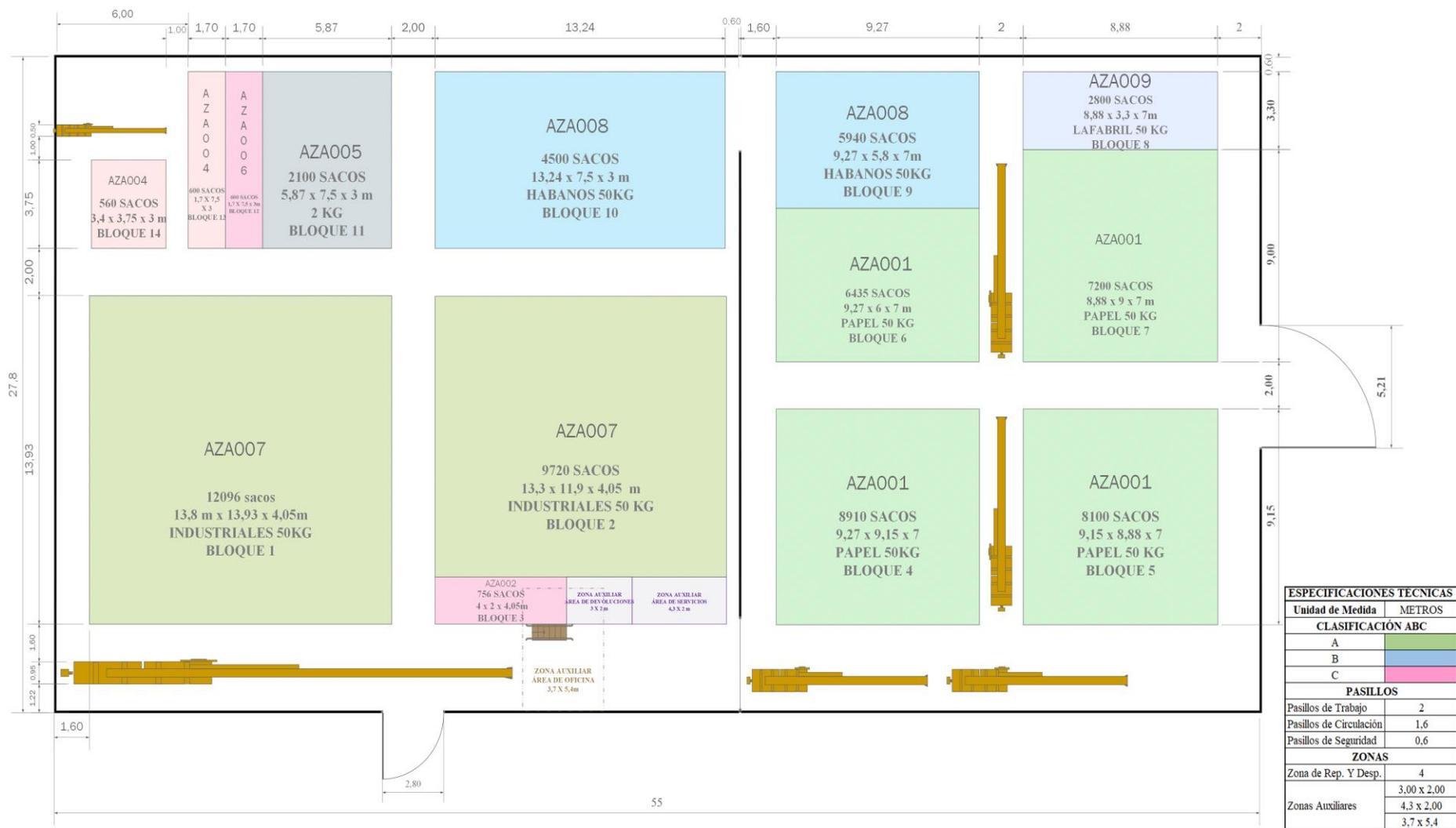


Figura 9: Diseño de layout
Elaborado por: Carla Barrezueta

4.4. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA

Balance de demanda – capacidad

El balance de demanda-capacidad se realiza de forma similar al realizado en el capítulo anterior, obteniéndose los aprovechamientos de la capacidad (K_p) que se muestran en el anexo 16.

La propuesta origina un aprovechamiento promedio de la capacidad neta de 117.3%, que en el 95% de las veces se comportará por debajo del 118.2%, disminuyendo así este indicador en un 58.53% respecto a la situación existente en la actualidad. Lo anterior permite resolver el sobreaprovechamiento existente y contribuye con la eliminación de los costos por concepto de la renta de almacenes. Es de destacar como en la mayor parte de los *items* dicho aprovechamiento se comporta cercano al 100%, con excepción de AZA009 y AZA006 que muestran un sobreaprovechamiento. Se debe señalar que estos dos *ítems* mostraron los mayores errores de pronósticos y a su vez se está trabajando con el límite superior de las existencias medias para un 95% de confianza, por lo que estos porcentajes podrían quedar sobrestimados. El caso extremo lo constituye AZA002 al cual le fue asignado el menor espacio de almacenamiento, pero en caso de ser necesario podrían emplearse las zonas auxiliares como espacio útil de almacenamiento.

El *layout* diseñado posee un déficit de almacenamiento de 9610 sacos respecto a lo pronosticado para el 2018, todavía así, de este balance se deducen las mejoras sustanciales en cuanto al aprovechamiento de la capacidad de almacenamiento respecto a la situación existente en la actualidad.

Indicador de costos

Para determinar el coeficiente de costo por mercancía manipulada (K_c) se sigue el mismo proceder empleado en el capítulo anterior. Los cambios se concentran en que con el *layout* propuesto, se eliminan los costos por concepto de arriendo de almacenes externos, además,

para determinar los costos por inmovilización de recursos (ver anexo 16) se emplean las existencias medias proyectadas por FlexSim. Los anterior arroja un costo total de 411899,46 \$/año. La cantidad de mercancía manipulada (Cm) se obtuvo con el modelo de simulación.

$$Kc = \frac{411899,46 \text{ \$/año}}{1418718 \text{ sacos/año}}$$

$$Kc = 0,29 \text{ \$/saco}$$

Para un coeficiente de costo por mercancía manipulada de 0,29 \$/saco, disminuyendo el indicador en un 19,44% respecto a la situación actual, lo que equivale a un ahorro de 99310,26 \$/año.

Indicadores de aprovechamiento del área, de la altura y del volumen

Los insumos para estos indicadores son las dimensiones de largo, ancho y altura, así como las áreas establecidas en el *layout*. Las alturas se calculan para cada bloque y por lo tanto se obtiene un valor promedio para Kh.

Tabla 22: Indicadores para de área, altura y volumen

| | | | |
|---|-------------------------------------|---------------------------------------|--|
| Coefficiente de utilización del área | $Kat = \frac{941,51}{1529} = 61,57$ | $Kab = \frac{941,51}{1514,4} = 62,17$ | $Kaa = \frac{941,51}{1506,24} = 62,50$ |
| Coefficiente de utilización de la altura | $Kh = 79,31$ | | |
| Coefficiente de utilización del volumen | $Kh = 117,3$ | | |

Elaborado por: Carla Barrezueta

Los coeficientes de utilización del área se consideran adecuados al igual que de la altura cuya utilización se encuentra por encima del 70%.

En el caso de la utilización del volumen, que coincide con el indicador de aprovechamiento de la capacidad de almacenamiento, se determina la probabilidad de que todos los *ítems*

alcancen a la vez niveles de existencias medias por encima de la capacidad neta de almacenamiento (evento Q) y cuyos cálculos se resumen en la tabla 24.

Tabla 23: Probabilidad

| Presentación | Cn | Em | S | $P\left(\frac{Q}{AZAi}\right)$ |
|--------------|----------|-------|------|--------------------------------|
| AZA001 | 30645,00 | 30839 | 1186 | 0,56 |
| AZA007 | 21816,00 | 21426 | 908 | 0,33 |
| AZA008 | 10440,00 | 15366 | 644 | 1,00 |
| AZA009 | 2800,00 | 5574 | 304 | 1,00 |
| AZA005 | 2100,00 | 2028 | 130 | 0,33 |
| AZA004 | 1160,00 | 1943 | 357 | 1,00 |
| AZA006 | 600,00 | 1678 | 108 | 1,00 |
| AZA002 | 756,00 | 1073 | 72 | 1,00 |
| P (Q) | | | | 0,0622 |

Elaborado por: Carla Barrezueta

De lo anterior se deduce que, si bien existe una sobreutilización de la capacidad de almacenamiento, esta sucederá a la vez en todos los *ítems* con una probabilidad del 6.22% lo que se considera como prácticamente improbable.

CONCLUSIONES

- La revisión bibliográfica desarrollada reafirma la complejidad teórica-práctica para enfrentar el diseño de almacenes, de ahí la necesidad de enfocar el problema desde una perspectiva sistémica, que conlleve al adecuado desempeño en la gestión de los mismos.
- El diagnóstico desarrollado destaca las principales falencias en el ordenamiento, la distribución en planta y el sobreaprovechamiento de la capacidad neta actual del almacén de producto terminado, que conllevan a un costo de manipulación de 0,36 \$/saco y que en buena medida está compuesto por los gastos concernientes a la renta de almacenes.
- El modelo de simulación proyecta las existencias medias para el 2018 por cada *ítem* mediante un enfoque *push* y *pull* y según sea el caso. Los límites superiores de confianza de estas existencias medias, la clasificación ABC y los cálculos realizados para determinar las áreas son el insumo principal para la distribución por bloques en el *layout*.
- El *layout* diseñado disminuye el sobreaprovechamiento de la capacidad de almacenamiento en un 58.53%, alcanzando un nivel de 118.2% y reduce el costo por mercancía manipulada hasta los 0,29 \$/saco, lo que equivale a una reducción del indicador en un 19.44% para un ahorro de 99310,26 \$/año. Además, arroja comportamientos adecuados en cuanto al aprovechamiento del área útil y de la altura con un 62.50% y un 79.31%, respectivamente.

RECOMEDACIONES

- Implementar el *layout* diseñado en el presente trabajo con el fin de mejorar la situación problemática que enfrenta la actividad de almacenamiento en la actualidad.
- Evaluar las diferencias existentes entre la solución propuesta en el presente trabajo respecto a una solución óptima que pudiera ser encontrada mediante la aplicación de otras herramientas.
- Realizar un estudio que permita evaluar el impacto real de la propuesta en el uso de los recursos disponibles dentro de la tecnología de almacenamiento y de manipulación de materiales.
- Estudiar las herramientas existentes para el control del almacén, dentro de las que se destacan la localización y control de las mercancías, la documentación técnica que garantiza el control cuantitativo y cualitativo del producto terminado.
- Realizar un estudio de seguridad industrial que permita evaluar cómo la propuesta podría contribuir con la protección de los trabajadores y con la seguridad de las instalaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, J. A., & Gómez, M. (2017). La logística moderna en la empresa. *La Habana: Félix Varela*.
- Baker, P., & Canessa, M. (2009). Warehouse design: A structured approach. *European Journal of Operational Research*, 193(2), 425-436.
- Ballou, R. (2004). *Logística. Administración de la cadena de suministro*. México: PEARSON.
- Brenes, P. (2015). Técnicas de almacén. *España: Editex*.
- Dominguez, -. M., Álvarez, J., Domínguez, Á., García, S., & Ruiz, A. (1995). Dirección de operaciones. In: McGraw-Hill.
- Escudero Serrano, M. J. (2015). *Técnicas de almacén* España Paraninfo, SA.
- González, L. M. (2017). *Check-list para el diagnóstico empresarial: Una herramienta clave para el control de gestión*: Profit Editorial.
- Gutierrez, M., & Ortega, T. (1986). *Manipulación de materiales*. Habana: ENPES.
- Heizer, J., & Render, B. (2014). *Dirección de la producción: decisiones estratégicas* (Vol. 4): Prentice Hall Madrid;
- Hermoso, D. (2016). Optimización del proceso de producción de medias corta logo en la fábrica "Gardenia". In. Ibarra, Imbabura, Ecuador.
- Heskett, J. L., Glaskowsky, N. A., & Ivie, R. M. (1973). *Business logistics; physical distribution and materials management* (Vol. 1): Ronald Press Co.
- Ingenio Azucarero del Norte, I. (Producer). (2015). Tababuela.com. Retrieved from www.tababuela.com
- López, A. (2013). Estrategia Logística de la empresa. In *Distribución y Logística* (pp. 09). Madrid: ESIC.
- López, R. (2010). Logística comercial. *Madrid. España. Paraninfo*.
- Maldonado, F., & Proaño, G. (2015). *Ekosnegocios.com*. <http://www.ekosnegocios.com/revista/pdfTemas/1300.pdf>
- Mora García, L. A. (2011). *Gestión Logística en centros de distribución, bodegas y almacenes*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Murphy Jr, P. R., & Knemeyer, A. M. (2015). *Logística contemporánea*: Pearson Educación de México, SA de CV.
- Platas García, J., & Cervantes Valencia, M. (2014). Planeación, Diseño y Layout de Instalaciones: Un Enfoque por Competencias. *México: Grupo Editorial Patria*.

- Schroeder, R. (2005). Administración de operaciones casos y conceptor contemporáneos. In: México, DF: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, SS DE CV.
- Serrano, M. J. E. (2013). *Gestión logística y comercial*: Ediciones Paraninfo, SA.
- Social, I. E. d. S. DECRETO EJECUTIVO 2393 REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO In.
- Sáenz, M. V., & Gutiérrez, M. C. (2015). *Logística de Almacenamiento* (Primera Edición ed.). España.
- Torres Gemeil, M., & Mederos Cabrera, B. (2004). *Logística* (Vol. 3).
- Velázquez, A. P. L. (2005). Logística del proceso de almacenamiento. Un enfoque hacia una Gestión de excelencia. *Editorial LOGICUBA. La Habana, Cuba.*
- Vidal, C. J. (2005). Fundamentos de gestión de inventarios. *Universidad del Valle, Facultad de Ingeniería.*

ANEXOS

Anexo 1: Pasos para el diseño de almacenes en la literatura (1973-2006)

| Heskett et al. (1973) | Apple (1977) | Firth et al. (1988) | Hatton (1990) | Mulcahy (1994) | Oxley (1994) | Govindarai et al. (2000) |
|---|---|---|--|--|---|--|
| Determinar los requerimientos del almacén | Obtener datos | Identificar las funciones del almacén | Determina la tarea (recolección de datos) | Recolectar datos | Definir los requisitos del sistema | Montar y analizar datos |
| Diseño de sistema de manejo de materiales y diseño de instalaciones | Analizar datos | Recopilar datos y hacer proyecciones | Analizar el movimiento del producto | Analizar datos | Definir y obtener datos | Determinar los requisitos funcionales |
| Desarrollar el diseño de las instalaciones | Diseño procesos | Desarrollar métodos de alternativa | Desarrollar alternativa de conceptos | Establecer los parámetros de diseño | Analizar los datos | Tomar decisiones de alto nivel ("arquitectura") |
| | Plan de flujo de material | Combinar alternativas funcionales con un solo sistema | Desarrollar el sistema de gestión (métodos, procedimientos y sistemas) | Considerar los equipos y conceptos alternativos del manejo de materiales | Establecer las cargas unitarias que se utilizarán | Llevar a cabo especificaciones y optimizaciones detalladas del sistema |
| | Calcular los requisitos del equipo | Seleccione el sistema total | | Identificar las áreas y funciones administrativas | Determinar los procedimientos y métodos de operación | Reiterar los pasos anteriores |
| | Planificar las áreas de trabajo individuales | | | Desarrollar alternativas de layouts | Considerar los tipos de equipos y las características | |
| | Seleccionar el equipo de manejo de materiales | | | | Calcular la capacidad de los equipos y las cantidades | |
| | Determinar los requisitos de almacenamiento | | | | Definir los servicios y operaciones auxiliares | |
| | Plan de servicio y actividades auxiliares | | | | Preparar posible <i>layout</i> | |
| | Determinas los requerimientos de espacio | | | | Evaluar y evaluar | |
| | Asignar áreas de actividad al espacio total | | | | Identificar el diseño preferido | |

| Rouwenhorst et al. (2000) | Rowley (2000) | Rushton et al. (2000) | Bodner et al. (2002) | Hassan (2002) | Waters (2003) | Rushton et al. (2006) |
|--|---|---|--|--|---|---|
| Definir el concepto | Definir los requisitos del sistema y las restricciones del diseño | Definir los requisitos del sistema y las restricciones del diseño | Ensamblar datos | Especifique el tipo y el propósito del almacén | Estimar el futuro de la demanda | Definir los requisitos del negocio y las restricciones del diseño |
| Adquirir datos | Definir y obtener datos relevantes; Analizar los datos | Definir y obtener datos relevantes; Analizar los datos | Emprender perfiles de datos | Pronosticar y analizar la demanda esperada; Establecer niveles de inventario | Pronóstico de movimientos a través del almacén | Definir y obtener datos |
| Producir especificaciones funcionales | Establecer las cargas unitarias que se utilizarán | Establecer las cargas unitarias que se utilizarán | Determinar las funcionalidades de alto nivel | Determinar niveles de inventario | Comparar el equipo de manejo disponible | Formular una base de planificación |
| Producir especificaciones técnicas | Postulados de procedimientos y sistemas operativos | Postular operaciones y métodos básicos | Producir especificaciones de alto nivel ("arquitectura") | Clases de formularios de productos | Calcular el espacio para almacenamiento y movimiento | Definir los principios operacionales |
| Seleccionar los medios y el equipo | Considerar los tipos y características de los equipos | Considerar los posibles tipos de equipos | Emprender un sistema detallado de especificaciones /optimización | Departamentar (en áreas) y establecer el diseño general | Identificar que materiales deben estar cerca uno del otro | Evaluar los tipos de equipamiento |
| Desarrollar el <i>layout</i> | Calcular la cantidad de equipos | Calcular la cantidad de equipos | Reiterar los pasos anteriores | Partición en áreas de almacenamiento | Desarrollar planes de esquema | Preparar diseños internos y externos |
| Seleccionar políticas de planificación y control | Definir otras instalaciones y servicios | Calcular niveles de personal | | Diseño de sistemas de manipulación, almacenamiento y clasificación de materiales | Finalizar el plan | Elaborar procedimientos de alto nivel y los requisitos IS |
| | Dibujar posibles <i>layouts</i> | Preparar posibles diseños de edificios y sitios | | Determinar los requerimientos de espacios | | Evaluar la flexibilidad del diseño |
| | Seleccionar el diseño preferido | Evaluar el diseño con respecto a los requisitos | | Determinar los puntos de entradas/salidas | | Calcular la cantidad de equipos |
| | Evaluar y evaluar el rendimiento esperado | Identificar el diseño preferido | | Determinar los muelles | | Calcular niveles de personal |
| | Realizar simulaciones por computadora | | | Determine la disposición de almacenamiento | | Calcular capital y costo operativos |
| | | | | Formar zonas de picking | | Evaluar el diseño contra requisitos y finalizar el diseño preferido |

Anexo 2: Lista de Chequeo

1. Aspectos relacionados con la recepción

Marque con una "X" en el casillero que corresponda según su criterio

1.1. El área de recepción está en correspondencia con la cantidad de mercancía recibida en el día.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------------------|--|--|--|---|
| No existe un área de recepción | El área de recepción es insuficiente para todas o para la mayoría de las descargas que se realizan | El área de recepción es insuficiente para algunas de las descargas que se efectúan | En muy pocos de los casos el área de recepción es insuficiente | El área de recepción cumple los requerimientos de todas las recepciones que se realizan |
| | | | | |

1.2. Las operaciones de recepción en el almacén se efectúan de forma mecanizada cuando el volumen y peso de la mercancía así lo requiere.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------------------------|---|---|--|--|
| Se realizan de forma manual | Se utilizan algunos medios mecanizados, pero no son los idóneos | Los medios que existen son los idóneos, pero no son suficientes | Existen los medios para recepcionar la mayoría de las mercancías de forma mecanizada | Todas las mercancías se recepciona de forma mecanizada |
| | | | | |

1.3. Existen facilidades (montacargas, transportadores etc.) para la recepción de la mercancía.

| | | | |
|----|--|----|--|
| SÍ | | NO | |
|----|--|----|--|

1.4. Existe algún especialista (o varios) responsabilizado y especializado con la recepción de una o varias mercancías.

| | | | |
|----|--|----|--|
| SÍ | | NO | |
|----|--|----|--|

(De ser "No" la respuesta, pasar a la pregunta 2.2)

| | | | |
|-------|--------------|--------------|----------------------------------|
| Cargo | Departamento | Especialidad | Tipo de mercancía que recepciona |
| | | | |
| | | | |

1.5. El personal dedicado a la recepción ha recibido alguna capacitación en el último año:

| | | | |
|----|--|----|--|
| SÍ | | NO | |
|----|--|----|--|

1.6. La mercancía que se recibe coincide con la solicitada o informada en calidad y cantidad.

| | | | | |
|----------|---------------|-------------------------------------|------------------------------------|----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Nunca | Algunas Veces | La mayoría de las veces que existen | En casos excepcionales no coincide | Siempre |
| | | | | |

2. Aspectos relacionados con el completamiento para el almacenaje.

2.1. Se utiliza los medios unitarizadores.

| | | | |
|----|--|----|--|
| SÍ | | NO | |
|----|--|----|--|

(De ser "No" la respuesta, pasar a la pregunta 4.)

| | | | | |
|-------------------------------|---|--------------------|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| No se tienen o no se utilizan | No son los adecuados o no se utilizan correctamente | No son suficientes | Son suficientes, pero no se aprovechan | Son suficientes y se aprovechan al máximo |
| | | | | |

2.2. Se aplican las normas técnicas a tener en cuenta para la utilización de los medios unitarizadores (altura de la carga permisible, peso máximo a soportar, etc.).

| | | | | |
|---------------|--------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Se desconocen | Se conocen, pero no se aplican | Se toman en cuenta en muy pocos casos | En muy pocos casos no se aplican | Se aplican correctamente en todos los casos |
| | | | | |

2.3. Se conocen y se cumplen las reglas de unitarización de las cargas.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------------|--------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|---|
| Se desconocen | Se conocen, pero no se aplican | Se toman en cuenta en muy pocos casos | En muy pocos casos no se aplican | Se aplican correctamente en todos los casos |
| | | | | |

2.4. Se realizan o se ha realizado estudios para el mejoramiento de la unitarización de las cargas.

| | | | |
|----|--|----|--|
| SÍ | | NO | |
|----|--|----|--|

(De ser "No" la respuesta, pasar a la pregunta 4.)

- ___ Búsqueda de formas más adecuadas de unitarización
- ___ Determinación de la cantidad necesaria de medios unitarizadores
- ___ Determinación de los esquemas de carga
- ___ Otros

3. Aspectos relacionados con el almacenaje.

3.1. Ordenamiento y óptima distribución en planta

3.1.1. La colación y altura de las mercancías que se encuentran en estibas directa es correcta

| | | | |
|----|--|----|--|
| SÍ | | NO | |
|----|--|----|--|

3.1.2. La mercancía se ubica teniendo en cuenta que tendrán que cumplir uno de los siguientes órdenes:

- ___ FIFO (Primero que entra primero que sale)
- ___ LIFO (Último que entra primero que sale)
- ___ FEFO (Primero que expira primero que sale)
- ___ Otros.

En caso de que haya otros, mencionarlos.

3.1.3. La disposición y el ancho de los pasillos de trabajo está en correspondencia con los equipos de manipulación con que cuentan.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------|---|--|--|-----------|
| Con ninguno | Solo con una pequeña parte que no satisface las necesidades de manipulación | Con algunos, que tienen que ser sobre utilizados para satisfacer las necesidades de manipulación | La inmensa mayoría de los medios puede ser utilizados en dichos pasillos | Con todos |
| | | | | |

3.1.4. Están correctamente señalizados los alojamientos.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------|--------------|-------------------|-----------------------|-------|
| Ninguno | Solo algunos | Una gran cantidad | Uno o dos sin señalar | Todos |
| | | | | |

3.1.5. Los artículos están colocados de forma estratificada y en correspondencia con su rotación.

| | | | |
|----|--|----|--|
| SÍ | | NO | |
|----|--|----|--|

3.1.6. Las mercancías están agrupadas de acuerdo a su tipo y adecuada a las mismas.

| | | | |
|----|--|----|--|
| SÍ | | NO | |
|----|--|----|--|

3.1.7. Están localizadas y bien señalizadas todas las áreas (descarga y recepción, almacenamiento, completamiento, mermas y averías, servicios, despacho, carga, otras).

| | | | |
|----|--|----|--|
| SÍ | | NO | |
|----|--|----|--|

3.1.8. Se miden con regularidad los indicadores de aprovechamiento del espacio de almacenamiento.

| | | | |
|----|--|----|--|
| SÍ | | NO | |
|----|--|----|--|

(De ser "No" la respuesta, pasar a la pregunta 4.2.)

Cuáles:

___ Coeficiente de aprovechamiento del área

___ Coeficiente de aprovechamiento de la altura

___ Coeficiente de aprovechamiento del volumen

___ Coeficiente de carga en área útil

___ Coeficiente de ocupación del almacén

3.1.9. Se comparan los indicadores con períodos anteriores con el fin de detectar variaciones.

| | | | |
|----|--|----|--|
| SÍ | | NO | |
|----|--|----|--|

3.2. Transporte Interno

3.2.1. Las operaciones de manipulación no provocan interrupciones en la recepción y despacho.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------|--------------|-----------------|------------|-------|
| Siempre | Casi Siempre | Muy pocas veces | Casi nunca | Nunca |
| | | | | |

3.2.2. Los medios destinados garantizan la manipulación de todas las cargas en un tiempo razonable.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|--|--|---|-------------------------|
| Nunca o depende del tipo de mercancía que se estiba | Los medios deben ser sobre utilizados para lograr este propósito | Una gran parte de las mercancías son manipuladas sin sobre utilizar los medios | En muy pocos casos no queda garantizada la manipulación | Lo garantiza totalmente |
| | | | | |

3.2.3. Se aprovechan los medios de manipulación.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----|-----|-----|-----|------|
| 10% | 25% | 50% | 75% | 100% |
| | | | | |

3.2.4. Existe un plan diseñado para optimizar los recorridos que realizan los medios de manipulación (equipos de manipulación).

| | | | |
|----|--|----|--|
| SÍ | | NO | |
|----|--|----|--|

3.2.5. Existe algún plan de diseño para disminuir la cantidad de veces que se manipula un artículo.

| | | | |
|----|--|----|--|
| SÍ | | NO | |
|----|--|----|--|

3.3. Protección de los materiales y trabajadores contra riesgos potenciales o ambientales

3.3.1. Existe un sistema automatizado de detección y protección contra incendio.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------|-------------------|------------------------|--|---------------------------------|
| No existe | Se está diseñando | Existe, pero está roto | Existe, pero no cumple los requerimientos para el almacén que se requiere proteger | Existe y funciona correctamente |
| | | | | |

3.3.2. El almacén cuenta con extintores apropiados en cantidad y ubicación acorde con las características de los productos almacenados.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------------|-------------------------|--|---|---|
| No cuenta con extintores | No tiene los apropiados | Solo algunas áreas tienen los apropiados | Tiene los apropiados, pero no son suficientes | Cuenta con los apropiados en cantidad y destino |
| | | | | |

3.3.3. Son suficientes las posibles vías de evacuación.

| | | | |
|----|--|----|--|
| SÍ | | NO | |
|----|--|----|--|

3.3.4. Están señalizadas las vías de evacuación.

| | | | |
|----|--|----|--|
| SÍ | | NO | |
|----|--|----|--|

3.3.5. El almacén cuenta con una protección adecuada en sus puertas

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------|------|---------|-------|-----------|
| Muy mala | Mala | Regular | Buena | Excelente |
| | | | | |

3.3.6. El almacén cuenta con una protección adecuada en sus ventanas

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------|------|---------|-------|-----------|
| Muy mala | Mala | Regular | Buena | Excelente |
| | | | | |

3.3.7. El almacén está asegurado

| | | | |
|----|--|----|--|
| SÍ | | NO | |
|----|--|----|--|

(De ser “No” la respuesta, pasar a la pregunta 4.4.)

3.4. Cuidado y mantenimiento

3.4.1. Existe una correcta limpieza de pisos, envases, entre otros.

| | | | |
|----|--|----|--|
| SÍ | | NO | |
|----|--|----|--|

3.4.2. Se conocen y cumplen las normas de conversación individual para cada artículo.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------------|---|--|---------------------------------|--------------------|
| Se desconocen | Se cumplen solo las que se conocen, las que se desconocen se violan | En dependencia del valor de la mercancía si se desconocen se investigan, en otro caso se cumplen | En muy pocos casos no se aplica | Siempre se cumplen |
| | | | | |

3.4.3. Existe un plan de medidas para conservar sin daños productos ociosos o de lento movimiento.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------|---------------------------|----------------------|---------------------------------|-----------------------|
| No existe | Existe, pero no se cumple | No se cumple al 100% | En muy pocos casos no se aplica | Se cumple a cabalidad |
| | | | | |

3.5. Control de las existencias

3.5.1. La organización utiliza en sus procesos la misma identificación de las cargas (códigos, denominación, etiquetas, etc.) que vienen del proveedor.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------|---|--|--|--------------------|
| Nunca la utiliza | Se utiliza la misma señalización en algunos productos | Existe una tendencia al incremento de la estandarización de la identificación y señalización de las cargas | Están estandarizaciones los sistemas de señalización e identificación de las cargas para la mayoría de los productos | La utiliza siempre |
| | | | | |

3.5.2. Se utiliza el sistema de identificación de las cargas por tecnología de código de barras.

| | | | |
|----|--|----|--|
| SÍ | | NO | |
|----|--|----|--|

3.5.3. Existe un sistema formulado de planificación de inventario

| | | | |
|----|--|----|--|
| SÍ | | NO | |
|----|--|----|--|

(De ser "No" la respuesta, pasar a la pregunta 5.)

Con que frecuencia se utiliza:

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------|---|--|--|---|
| Nunca | De manera muy esporádica, generalmente en el inicio de un período determinado | Se hace de manera no planificada ni organizada en algunos momentos de un período | Se hace de manera planificada en varios momentos de un período | Sistemáticamente de manera planificada y organizada |
| | | | | |

3.5.4. Se determinan los parámetros de gestión de inventario, tales como:

- ___ Punto de pedido
- ___ Existencia máxima
- ___ Existencia mínima
- ___ Existencia de seguridad
- ___ Ciclo de gestión del pedido
- ___ Intervalo de reaprovisionamiento
- ___ Cobertura
- ___ Frecuencia del pedido
- ___ Edad del inventario

Otros:

3.5.5. Se realiza un chequeo al azar de estiba contra físico (10%).

| | | | |
|----|--|----|--|
| SÍ | | NO | |
|----|--|----|--|

Con qué frecuencia: ___

3.5.6. Se mantiene actualizada la documentación para el control de las existencias:

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------|---------------------------------|---|---|---------------------------------|
| No existe | Existe, pero está mal elaborada | Está correctamente elaborada pero no está actualizada | Hay períodos en los que no se actualiza | Se mantiene actualizada siempre |
| | | | | |

3.5.7. Se lleva la siguiente documentación:

- ___ Registro de las reclamaciones a producción
- ___ Registro de las devoluciones
- ___ Registro de transferencias en el almacén
- ___ Tarjetas de pallets
- ___ Registro de pedido en el almacén

3.5.8. Con qué frecuencia se realizan auditorías a los inventarios, que le permitan controlar la calidad de la documentación.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------|---|--|--|---|
| Nunca | De manera muy esporádica, generalmente en el inicio de un período determinado | Se hace de manera no planificada ni organizada en algunos momentos de un período | Se hace de manera planificada en varios momentos de un período | Sistemáticamente de manera planificada y organizada |
| | | | | |

3.5.9. Existe un sistema formulado de control de inventario.

| | | | |
|----|--|----|--|
| SÍ | | NO | |
|----|--|----|--|

(De ser "No" la respuesta, pasar a la pregunta 4.4.10.)

Con qué frecuencia se utiliza:

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------|---|--|--|---|
| Nunca | De manera muy esporádica, generalmente en el inicio de un período determinado | Se hace de manera no planificada ni organizada en algunos momentos de un período | Se hace de manera planificada en varios momentos de un período | Sistemáticamente de manera planificada y organizada |
| | | | | |

3.5.10. Existe un procedimiento para dar seguimiento a los pedidos de los clientes.

| | | | |
|----|--|----|--|
| SÍ | | NO | |
|----|--|----|--|

Con qué frecuencia se utiliza:

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------|---------------|---|--|---------|
| Nunca | Algunas Veces | Solo con clientes exigentes o que hacen pedidos de gran complejidad | Casi siempre se hace, excepto en los pedidos más sencillos | Siempre |
| | | | | |

4. Aspectos relacionados con la preparación para los pre despachos

4.1. Existe alguna herramienta automatizada que permita la selección y localización de la mercancía o se realiza de forma manual.

| | | | |
|--------------|--|--------|--|
| Automatizada | | Manual | |
|--------------|--|--------|--|

4.2. El área de pre despacho está en correspondencia con la cantidad de mercancía que es despachada al día.

| | | | |
|----|--|----|--|
| SÍ | | NO | |
|----|--|----|--|

4.3. En el área de pre despacho están ubicados todos los medios para realizar la preparación de los pedidos (medios de manipulación, estantes, etc.).

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------|----------------------|-------------------------------|--|----------------------|
| Ninguno | No son los adecuados | No son suficientes lo que hay | En algunas ocasiones se requieren más, o de otro tipo de medio | Todos los necesarios |
| | | | | |

5. Aspectos relacionados con el despacho

5.1. El personal dedicado al despacho posee la preparación requerida para el desempeño de sus funciones

| | | | |
|----|--|----|--|
| SÍ | | NO | |
|----|--|----|--|

5.2. El tiempo desde que se recibe un pedido en el almacén a que se realiza su despacho es:

| | |
|-----------------|--|
| Tiempo máximo | |
| Tiempo promedio | |
| Tiempo mínimo | |

5.3. Qué tipo de control se utiliza al despachar la mercancía

| | | | |
|--------------|--|-------------|--|
| Cuantitativo | | Cualitativo | |
|--------------|--|-------------|--|

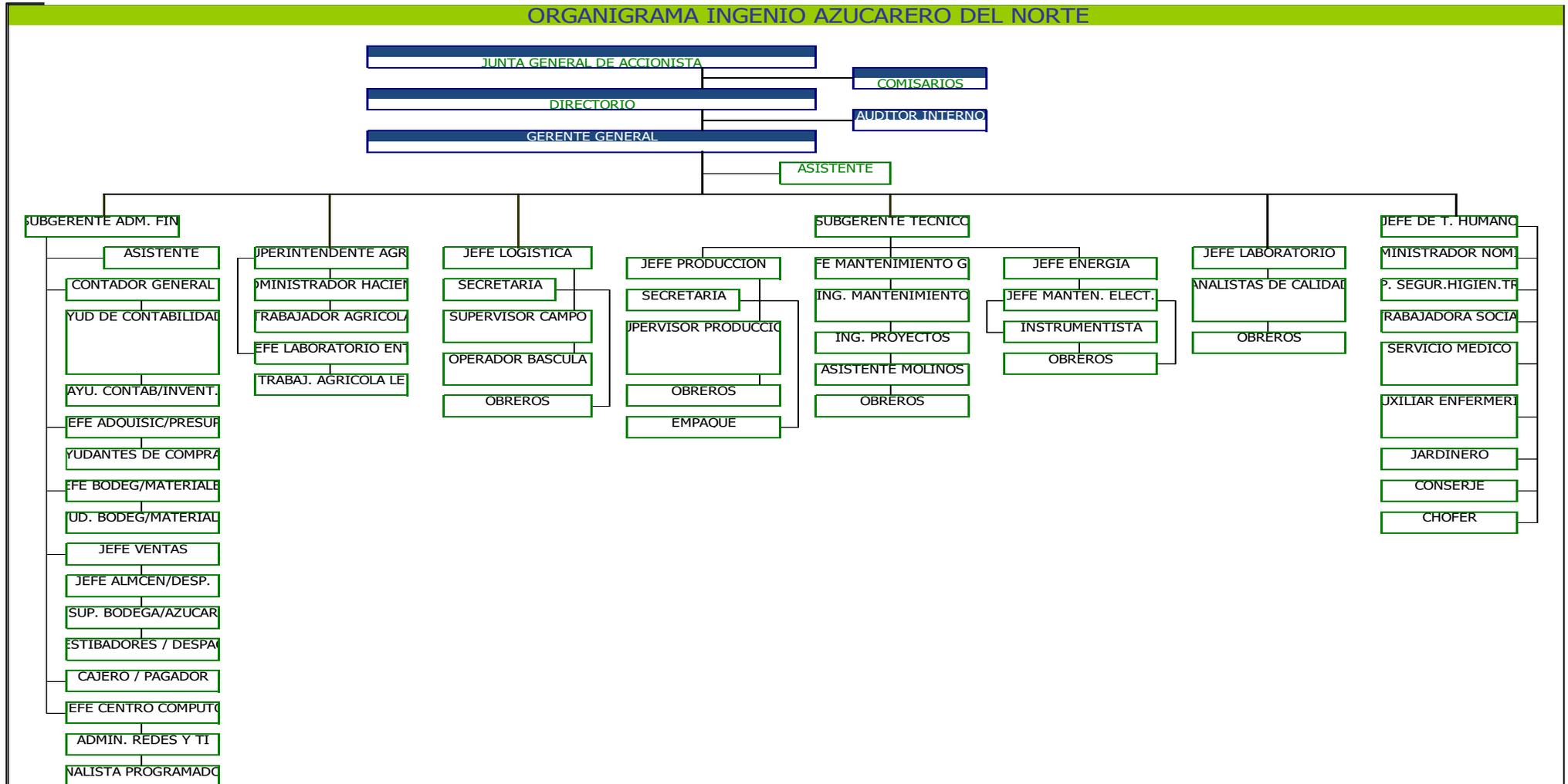
De ellos:

| | |
|--|-----------------------------------|
| | Conteo al detalle (100%) |
| | Conteo por sacos de azúcar (100%) |
| | Conteo de bultos al azar (10%) |
| | Chequeo por el peso del saco |

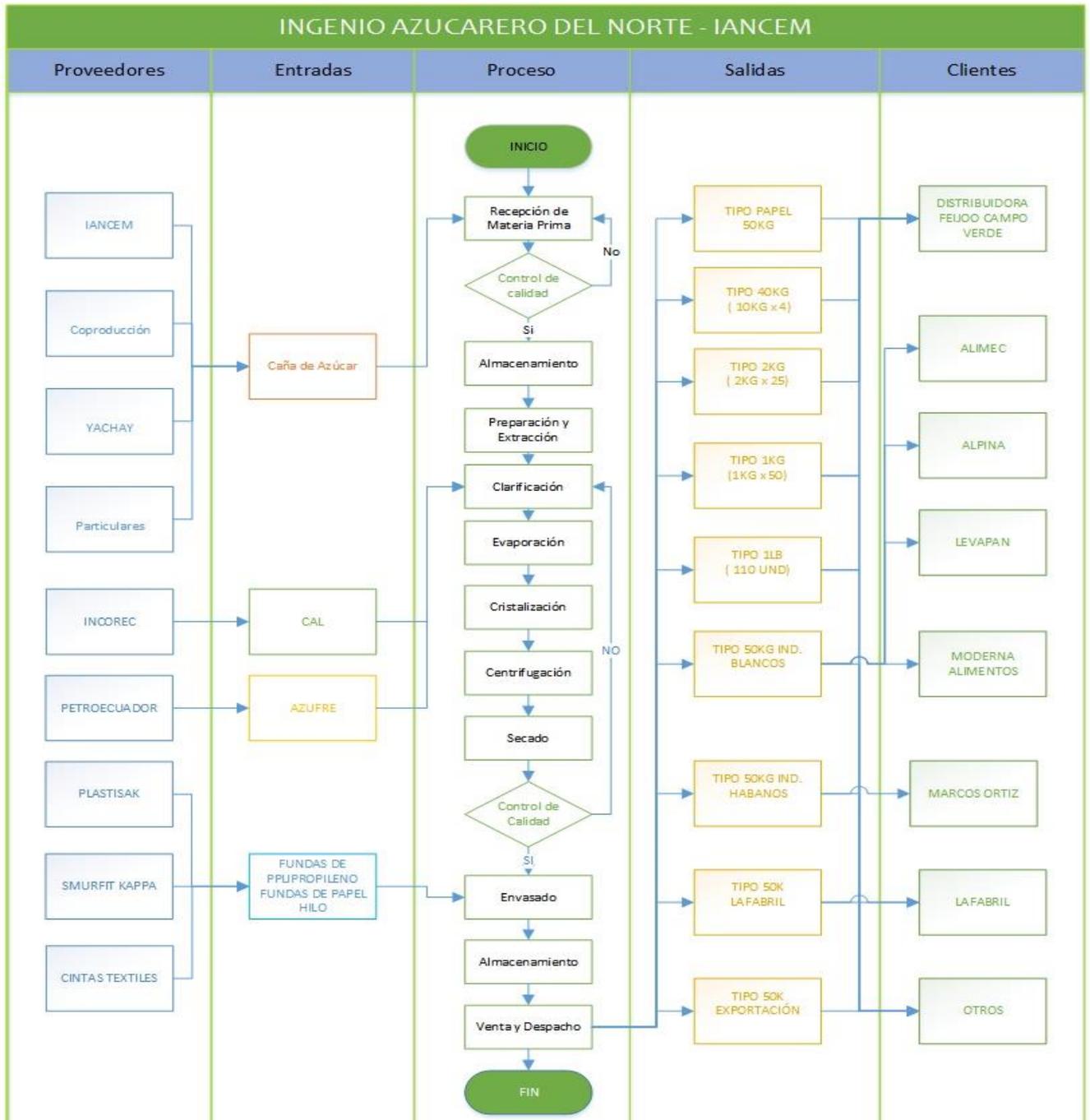
5.4. Se cuenta con la documentación necesaria para realizar el despacho de la mercancía.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------|----------------------------------|---|---|--|
| Nunca | Es insuficiente la documentación | Existe documentación para la mayoría de los despachos | En muy pocos casos no hay documentación | Siempre se cuenta con la documentación requerida |
| | | | | |

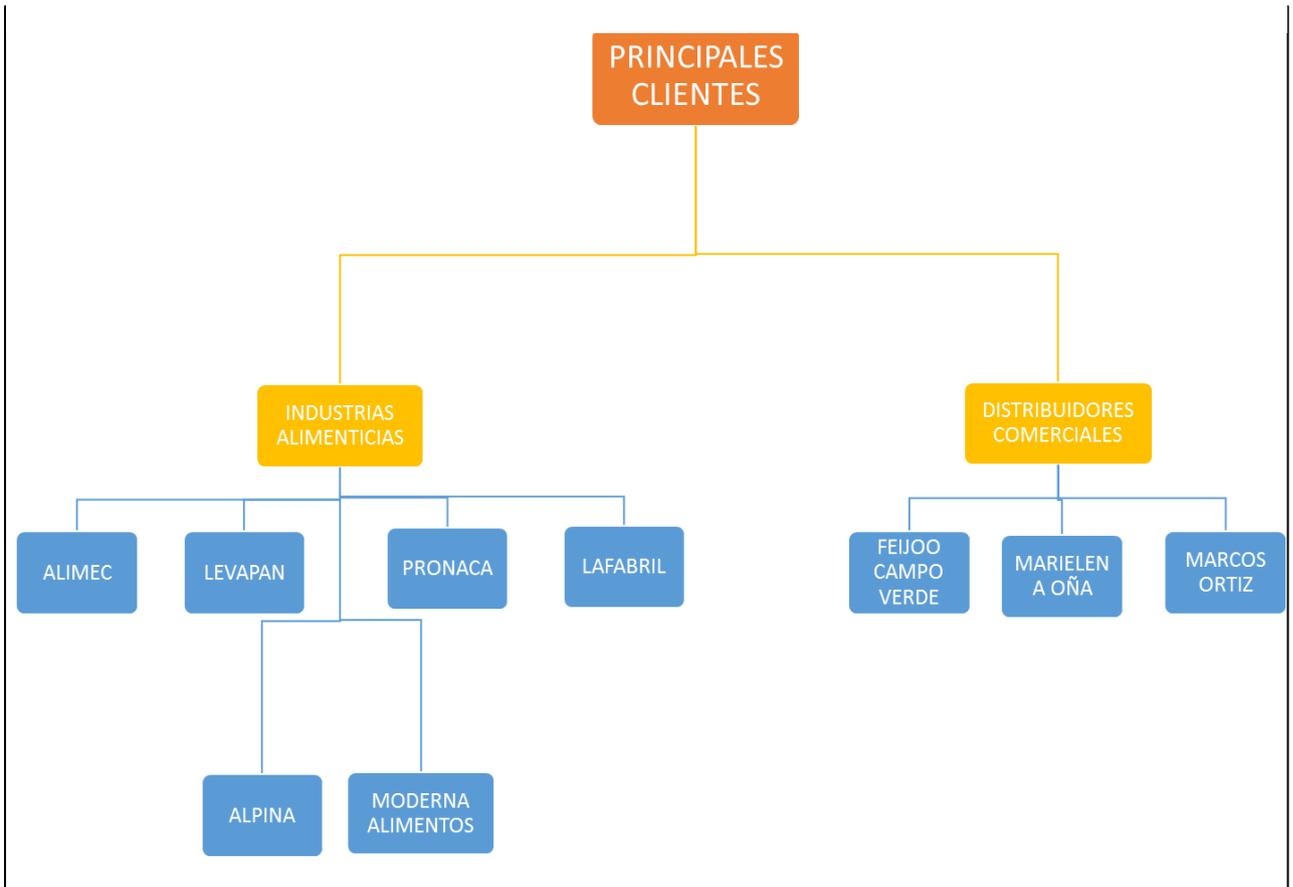
Anexo 3: Organigrama de la empresa Ingenio Azucarero del Norte – IANCEM



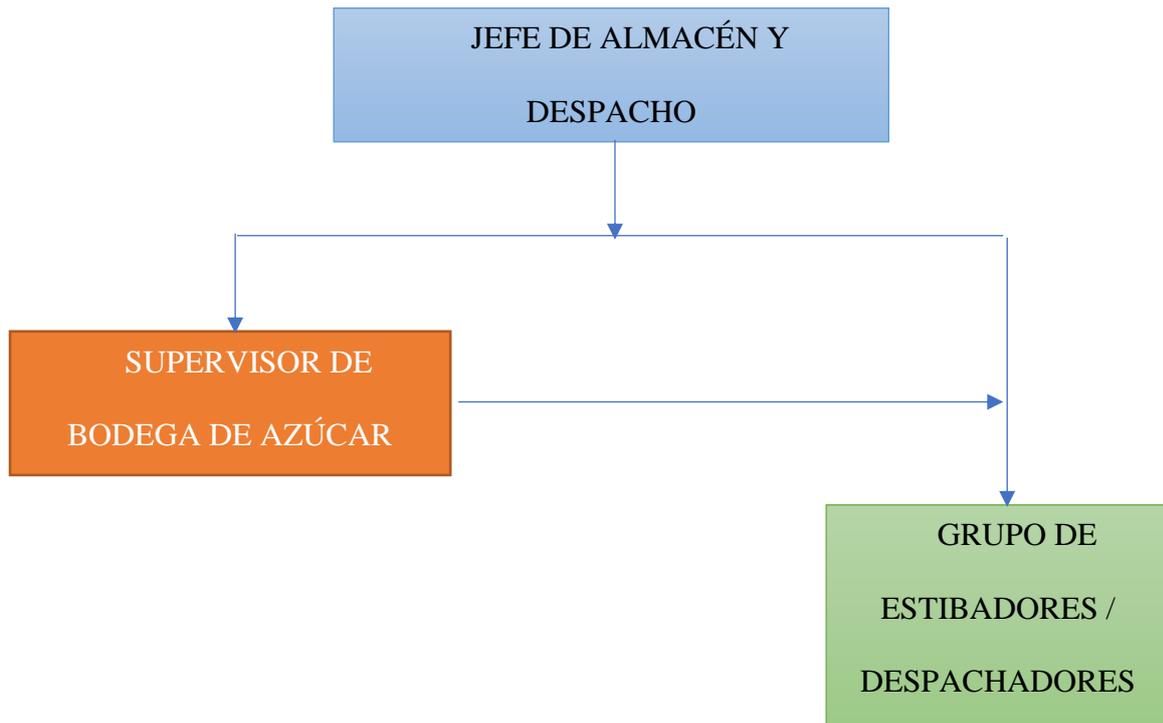
Anexo 4: Diagrama SIPOC del proceso productivo



Anexo 5: Principales Clientes



Anexo 6: Organigrama del personal de bodega



Anexo 7: Diseño de *layout* actual



| ESPECIFICACIONES TÉCNICAS | |
|---------------------------|---------------|
| Unidad de Medida | METROS |
| ZONAS | |
| Zona auxiliar (oficina) | 3,7 x 5,4 x 3 |

Anexo 8: Tabla del volumen de la demanda neta

| VOLUMEN DEMANDA NETA | | | |
|-----------------------------|--|------------------------------|-----------------------------|
| PRESENTACIÓN | Volumen de Saco (m³) | Densidad (Sacos / m3) | Demanda Neta (sacos) |
| AZA001 | 0,06375 | 15,686 | 22625,33 |
| AZA002 | 0,06375 | 15,686 | 665,46 |
| AZA004 | 0,06375 | 15,686 | 743,54 |
| AZA005 | 0,06375 | 15,686 | 1344,20 |
| AZA006 | 0,06375 | 15,686 | 331,03 |
| AZA007 | 0,06375 | 15,686 | 10895,20 |
| AZA008 | 0,06375 | 15,686 | 6462,80 |
| AZA009 | 0,06375 | 15,686 | 1232,54 |
| | | Total | 44300,10 |
| | | DN / m3 | 2824,13168 |

Anexo 9: Resultados Lista de Chequeo

| PREGUNTAS | JEFE DE BODEGA | SUPERVISOR DE BODEGA | OPERARIO | PUNTAJEO (MEDIANA) | ASPECTOS | PUNTAJEO (MEDIANA) |
|-----------|----------------|----------------------|----------|--------------------|--|--------------------|
| 1.1 | 2 | 4 | 3 | 3 | ASPECTOS RELACIONADOS CON LA RECEPCIÓN | 5 |
| 1.2 | 1 | 3 | 4 | 3 | | |
| 1.3 | 5 | 5 | 5 | 5 | | |
| 1.4 | 5 | 5 | 5 | 5 | | |
| 1.5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | |
| 1.6 | 5 | 5 | 5 | 5 | | |
| 2.1 | 5 | 5 | 5 | 5 | ASPECTOS RELACIONADOS CON EL COMPLETAMIENTO PARA EL ALMACENAJE | 4 |
| 2.2 | 4 | 3 | 4 | 4 | | |
| 2.3 | 4 | 4 | 5 | 4 | | |
| 2.4 | 1 | 1 | 5 | 1 | | |
| 3.1.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | ASPECTOS RELACIONADOS CON EL ORDENAMIENTO Y ÓPTIMA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA | 1 |
| 3.1.2 | 5 | 5 | 2 | 5 | | |
| 3.1.3 | 2 | 2 | 2 | 2 | | |
| 3.1.4 | 3 | 3 | 3 | 3 | | |
| 3.1.5 | 5 | 1 | 1 | 1 | | |
| 3.1.6 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| 3.1.7 | 5 | 1 | 1 | 1 | | |
| 3.1.8 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| 3.1.9 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| 3.2.1 | 3 | 2 | 2 | 2 | ASPECTOS RELACIONADOS CON EL TRANSPORTE INTERNO | 5 |
| 3.2.2 | 2 | 4 | 2 | 2 | | |
| 3.2.3 | 5 | 5 | 4 | 5 | | |
| 3.2.4 | 5 | 5 | 1 | 5 | | |
| 3.2.5 | 1 | 5 | 5 | 5 | | |
| 3.3.1 | 3 | 4 | 4 | 4 | ASPECTOS RELACIONADOS CON PROTECCIÓN DE LOS MATERIALES Y TRABAJADORES CONTRA RIESGOS POTENCIALES O AMBIENTALES | 3 |
| 3.3.2 | 4 | 5 | 5 | 5 | | |
| 3.3.3 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| 3.3.4 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| 3.3.5 | 3 | 3 | 3 | 3 | | |
| 3.3.6 | 3 | 2 | 3 | 3 | | |
| 3.3.7 | 5 | 5 | 5 | 5 | | |
| 3.4.1 | 5 | 5 | 1 | 5 | ASPECTOS RELACIONADOS CON EL CUIDADO Y | 5 |
| 3.4.2 | 4 | 5 | 4 | 4 | | |
| 3.4.3 | 4 | 5 | 5 | 5 | | |
| 3.5.1 | 5 | 5 | 5 | 5 | ASPECTOS RELACIONADOS CON EL CONTROL DE EXISTENCIAS | 5 |
| 3.5.2 | 5 | 5 | 5 | 5 | | |
| 3.5.3 | 5 | 5 | 5 | 5 | | |
| 3.5.4 | 3 | 3 | 3 | 3 | | |
| 3.5.5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | |
| 3.5.6 | 4 | 5 | 5 | 5 | | |
| 3.5.7 | 4 | 4 | 2 | 4 | | |
| 3.5.8 | 4 | 4 | 4 | 4 | | |
| 3.5.9 | 5 | 5 | 5 | 5 | | |
| 3.5.10 | 4 | 4 | 4 | 4 | | |
| 4.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | ASPECTOS RELACIONADOS CON LA PREPARACIÓN PARA | 1 |
| 4.2 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| 4.3 | 4 | 2 | 3 | 3 | | |
| 5.1 | 5 | 5 | 5 | 5 | ASPECTOS RELACIONADOS CON EL DESPACHO | 5 |
| 5.3 | 5 | 5 | 5 | 5 | | |
| 5.4 | 5 | 5 | 5 | 5 | | |

Anexo 10: Base de datos de despachos mensuales

| DESCRIPCIÓN | AZA001 Papel 50Kg | AZA002 40Kg | AZA004 1Kg | AZA005 2kg | AZA006 1Lb | AZA007 Ind Blancos 50Kg | AZA008 Habanos 50Kg | AZA009 Lafabril 50Kg |
|-------------------|----------------------|-------------|------------|------------|------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Año de Inicio | 2015 | 2015 | 2015 | 2015 | 2015 | 2015 | 2015 | 2015 |
| Período de Inicio | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 11 | 12 |
| ene-15 | 2281550 | 44520 | | 50250 | | | | |
| feb-15 | 1737050 | 25880 | 29850 | 15950 | 13800 | 250000 | | |
| mar-15 | 1700500 | 23720 | 30300 | 40600 | 4250 | 717000 | | |
| abr-15 | 2212050 | 41640 | 16800 | 17000 | 10100 | 376700 | | |
| may-15 | 2480400 | 24360 | 19450 | 38950 | 5350 | 209750 | | |
| jun-15 | 1301750 | 36080 | 12200 | 41350 | 5700 | 1306200 | | |
| jul-15 | 1648000 | 36760 | 19300 | 51050 | 8400 | 1223550 | | |
| ago-15 | 1310650 | 31520 | 35350 | 69600 | 20800 | 824600 | | |
| sep-15 | 1315700 | 36320 | 63600 | 114450 | 42300 | 1151750 | | |
| oct-15 | 1260050 | 32600 | 40900 | 97350 | 18550 | 1062900 | | |
| nov-15 | 1184150 | 36640 | 43200 | 103950 | 21850 | 841200 | 59500 | |
| dic-15 | 1234700 | 71840 | 28500 | 64400 | 16200 | 440250 | 467000 | 24000 |
| ene-16 | 910850 | 20200 | 17400 | 33150 | 2100 | 402050 | 398500 | 130000 |
| feb-16 | 877950 | 28320 | 24700 | 35350 | 15850 | 229600 | 471000 | 78000 |
| mar-16 | 980650 | 27600 | 12750 | 43400 | 19550 | 243700 | 547000 | 156000 |
| abr-16 | 1806550 | 19720 | 95000 | 120950 | 19200 | 342300 | 149800 | 52000 |
| may-16 | 2861950 | 5200 | 22000 | 34750 | 20200 | 352500 | 80850 | 73950 |
| jun-16 | 1821950 | 15120 | 28250 | 49150 | 29500 | 373200 | 245950 | 26000 |
| jul-16 | 1391950 | 21600 | 49350 | 57150 | 26000 | 410400 | 1501250 | 78000 |
| ago-16 | 1269700 | 15080 | 29100 | 56600 | 27650 | 550500 | 1065600 | 78000 |
| sep-16 | 1808150 | 24280 | 39050 | 69450 | 8250 | 658300 | 753550 | 78000 |
| oct-16 | 1379850 | 28800 | 97450 | 92100 | 17000 | 681500 | 808600 | 130000 |
| nov-16 | 1223800 | 40440 | 14350 | 120100 | 32950 | 462100 | 577750 | 52000 |
| dic-16 | 1208000 | 45120 | 66350 | 95100 | 7050 | 380400 | 320950 | 130000 |
| ene-17 | 1134000 | 17840 | 29050 | 70950 | 22100 | 394600 | 211750 | 52000 |
| feb-17 | 938900 | 15440 | 38950 | 97050 | 10400 | 308250 | 308250 | 78000 |
| mar-17 | 1201750 | 16280 | 44600 | 92850 | 19600 | 611900 | 362150 | 78000 |
| abr-17 | 1157250 | 18320 | 58150 | 22300 | 10000 | 327250 | 129400 | 78000 |
| may-17 | 1119350 | 14080 | 53350 | 40300 | 4650 | 262450 | 592850 | 135000 |
| jun-17 | 1039600 | 17840 | 24400 | 120000 | 550 | 571800 | 579750 | 104000 |
| jul-17 | 1246350 | 20400 | 63050 | 77250 | 41650 | 585400 | 800300 | 104000 |
| ago-17 | 1074900 | 17640 | 56950 | 91300 | 15500 | 826700 | 163700 | 104000 |
| sep-17 | 1098800 | 15800 | 15400 | 96150 | 12200 | 445900 | 365850 | 104000 |
| oct-17 | 800550 | 30640 | 43150 | 69350 | 17200 | 649350 | 263500 | 104000 |
| nov-17 | 1555750 | 14000 | 38950 | 62700 | 32850 | 592550 | 85100 | 130000 |

Anexo 11: Revisión de patrones

Figura 1: Serie de tiempo para AZA001 (papel 50kg)

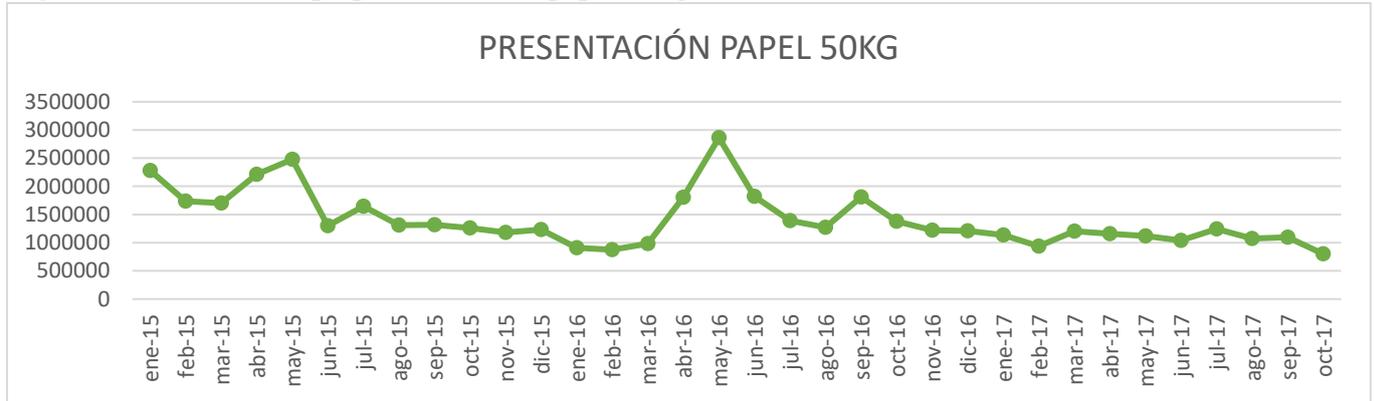


Tabla 1: Tabla de autocorrelaciones para AZA001

Figura 2: Gráfico de autocorrelación para AZA001

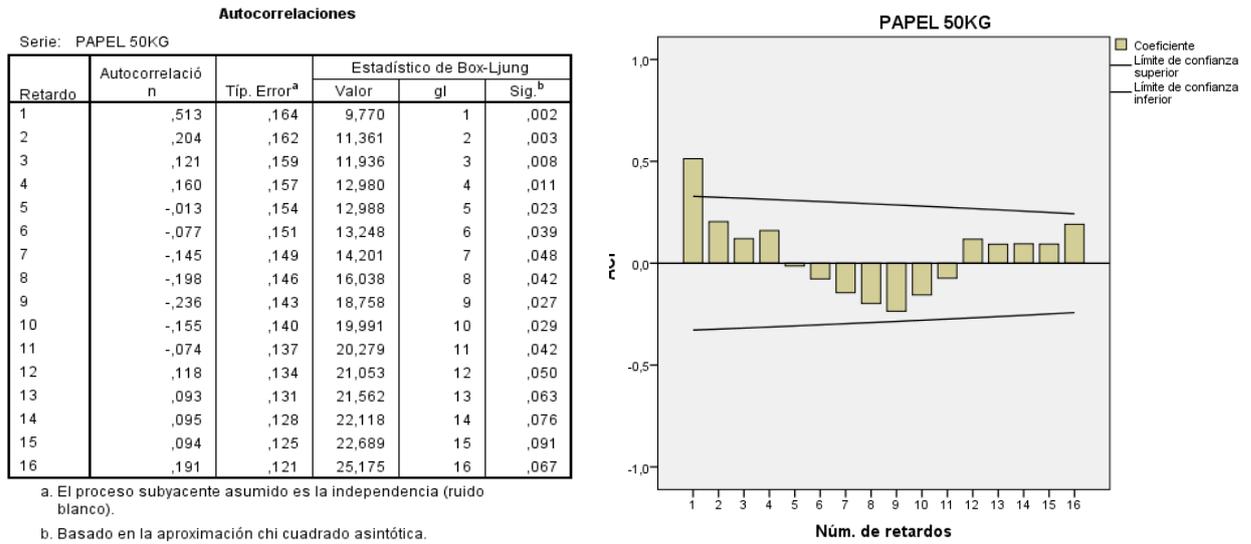


Figura 3: Gráfico de autocorrelación en primera diferenciación para AZA001

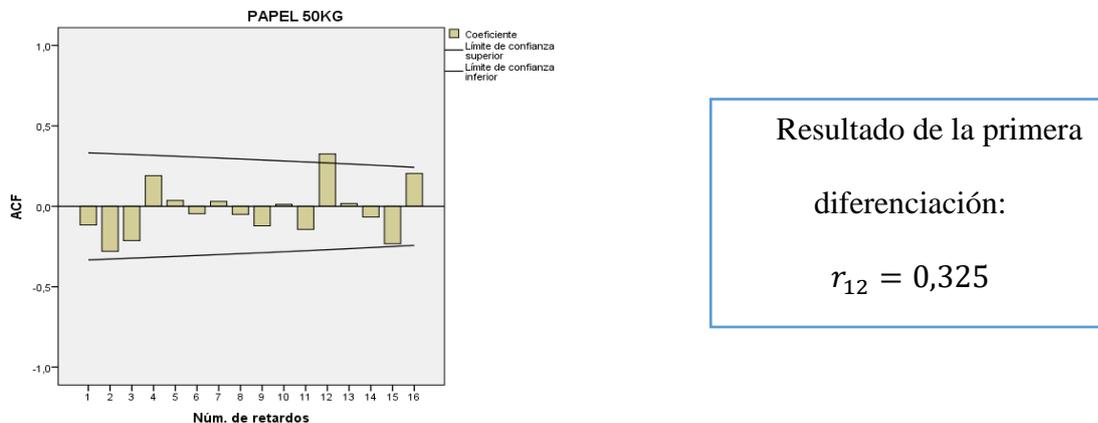


Figura 4: Serie de tiempo para AZA002 (papel 50kg)

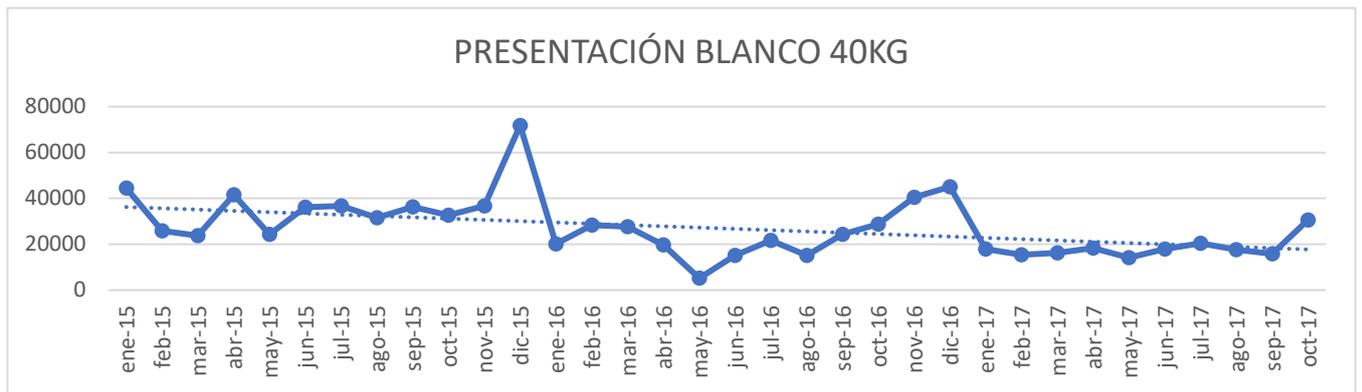


Tabla 2: Tabla de autocorrelaciones para AZA002

Figura 5: Gráfico de autocorrelación para AZA002

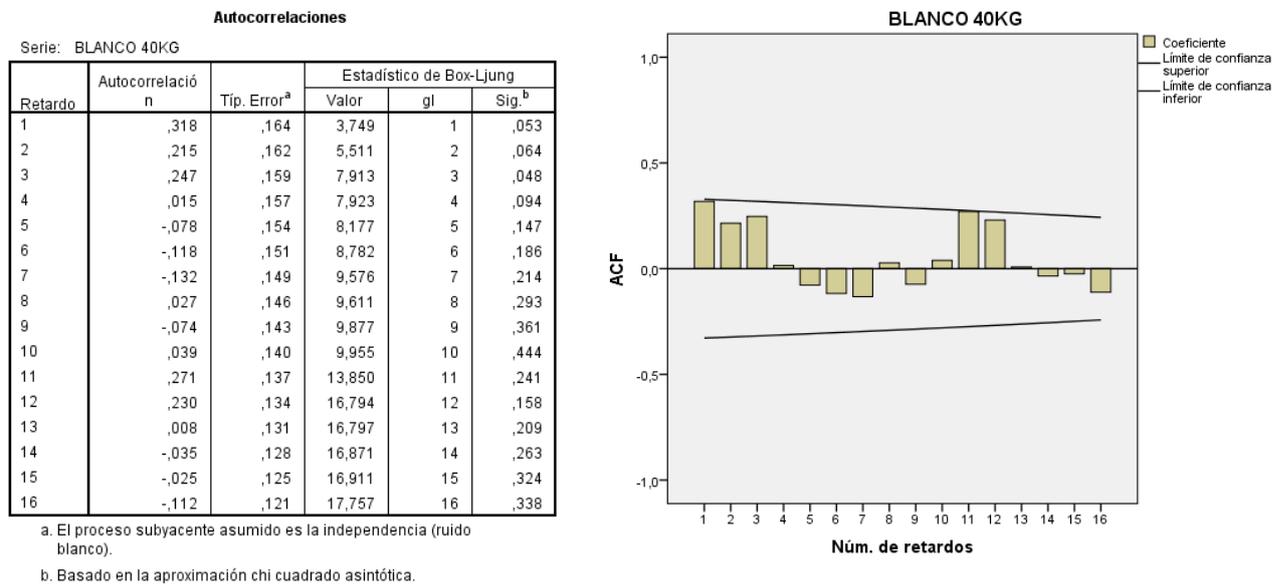


Figura 6: Gráfico de autocorrelación en primera diferenciación para AZA002

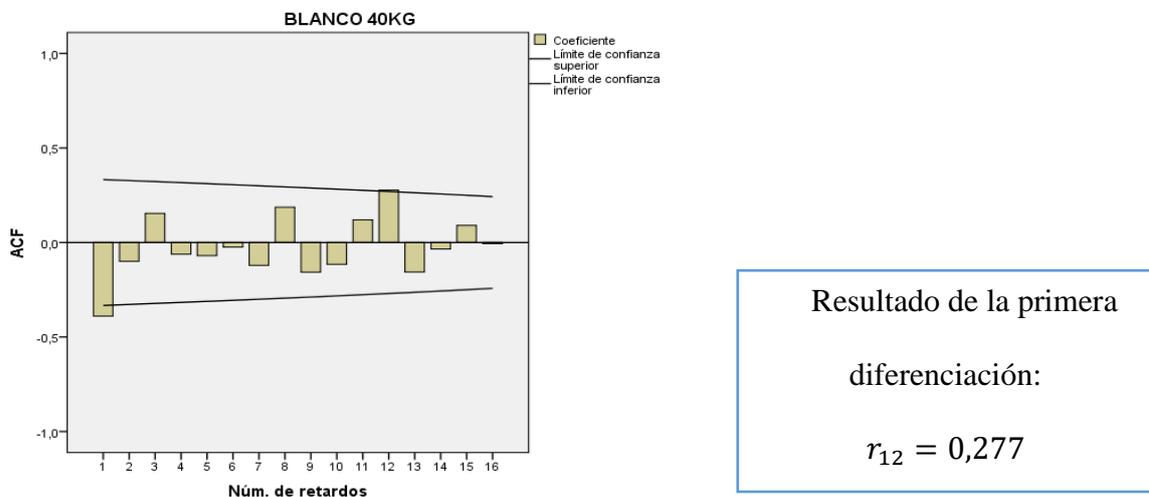


Figura 7: Serie de tiempo para AZA004 (Blanco 1 kg)



Tabla 3: Tabla de autocorrelaciones para AZA004

Figura 8: Gráfico de autocorrelación para AZA004

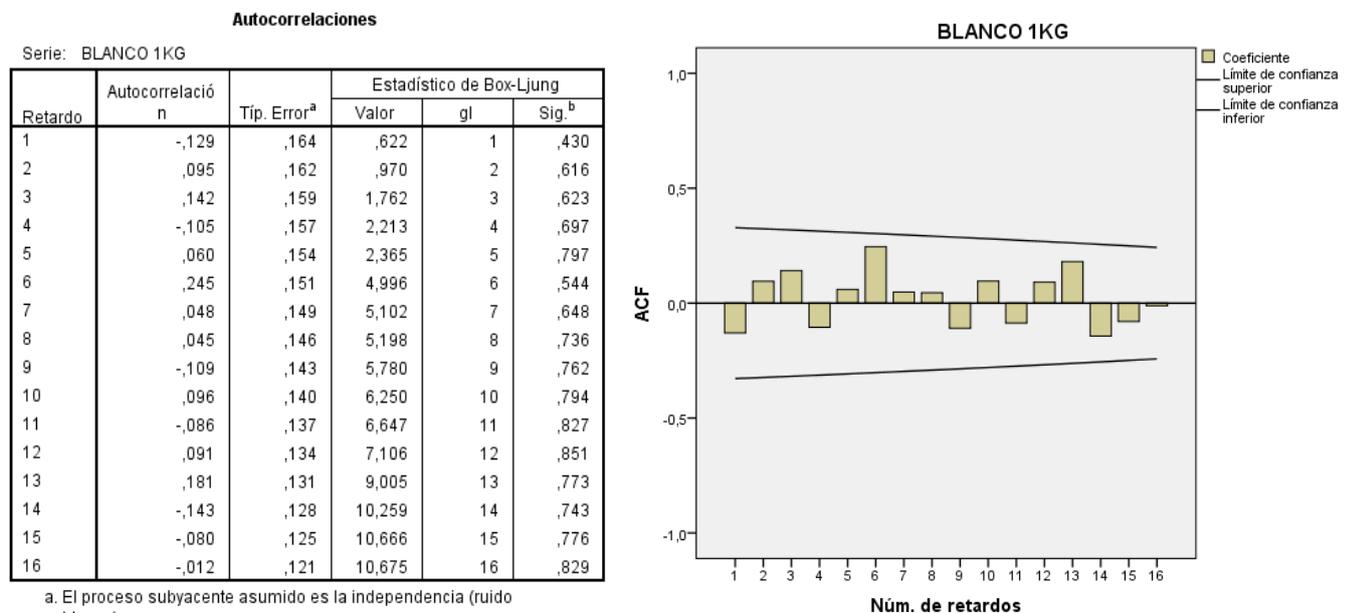


Figura 9: Prueba no paramétrica

| Resumen de prueba de hipótesis | | | | |
|--------------------------------|---|--------------------------------------|-------|----------------------------|
| | Hipótesis nula | Test | Sig. | Decisión |
| 1 | La secuencia de valores definida por PRUEBA DE ALEATORIEDAD AZA004 $\leq 0,000$ y $> 0,000$ es aleatoria. | Prueba de ejecuciones de una muestra | 1,000 | Retener la hipótesis nula. |

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Figura 10: Serie de tiempo para AZA005 (blanco 2 kg)

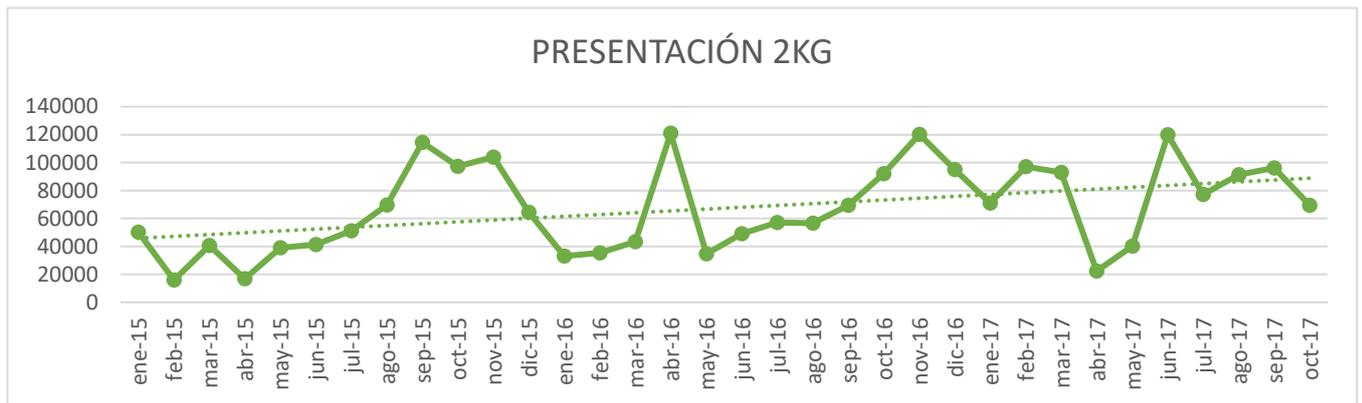


Tabla 4: Tabla de autocorrelaciones para AZA005

Figura 11: Gráfico de autocorrelación para AZA005

Autocorrelaciones

Serie: BLANCO 2KG

| Retardo | Autocorrelación | Típ. Error ^a | Estadístico de Box-Ljung | | |
|---------|-----------------|-------------------------|--------------------------|----|-------------------|
| | | | Valor | gl | Sig. ^b |
| 1 | ,383 | ,164 | 5,428 | 1 | ,020 |
| 2 | ,101 | ,162 | 5,819 | 2 | ,055 |
| 3 | ,053 | ,159 | 5,928 | 3 | ,115 |
| 4 | -,104 | ,157 | 6,369 | 4 | ,173 |
| 5 | -,204 | ,154 | 8,124 | 5 | ,150 |
| 6 | -,123 | ,151 | 8,787 | 6 | ,186 |
| 7 | ,047 | ,149 | 8,886 | 7 | ,261 |
| 8 | -,054 | ,146 | 9,025 | 8 | ,340 |
| 9 | -,087 | ,143 | 9,400 | 9 | ,401 |
| 10 | ,053 | ,140 | 9,545 | 10 | ,481 |
| 11 | ,171 | ,137 | 11,107 | 11 | ,434 |
| 12 | -,001 | ,134 | 11,107 | 12 | ,520 |
| 13 | ,063 | ,131 | 11,341 | 13 | ,582 |
| 14 | ,196 | ,128 | 13,697 | 14 | ,473 |
| 15 | ,139 | ,125 | 14,940 | 15 | ,456 |
| 16 | ,069 | ,121 | 15,266 | 16 | ,505 |

a. El proceso subyacente asumido es la independencia (ruido blanco).

b. Basado en la aproximación chi cuadrado asintótica.

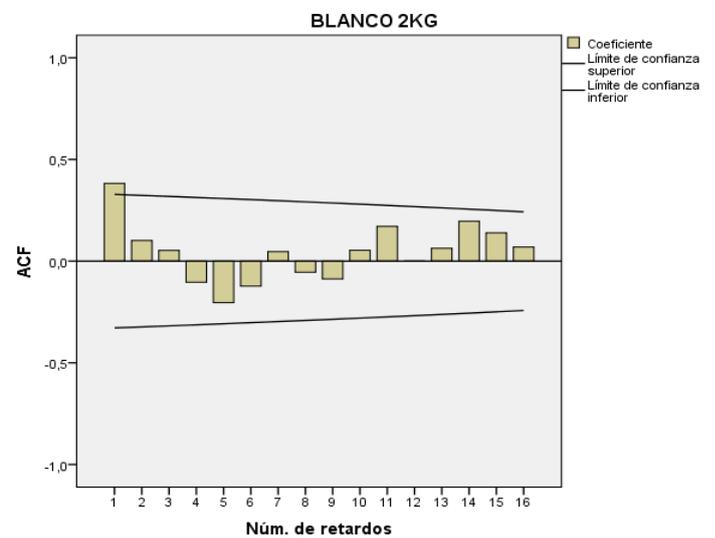
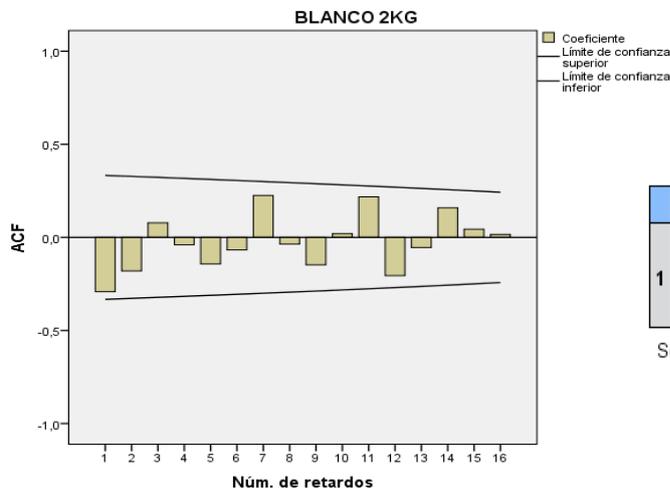


Figura 12: Gráfico de autocorrelación en primera diferenciación para AZA005

Figura 13: Prueba no paramétrica



Resumen de prueba de hipótesis

| Hipótesis nula | Test | Sig. | Decisión |
|---|--------------------------------------|------|----------------------------|
| La secuencia de valores definida por PRUEBA DE ALEATORIEDAD AZA005 ≤ 0,000 y >0,000 es aleatoria. | Prueba de ejecuciones de una muestra | ,579 | Retener la hipótesis nula. |

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Figura 14: Serie de tiempo para AZA006 (Blanco 1lb)



Tabla 5: Tabla de autocorrelaciones para AZA006

Figura 15: Gráfico de autocorrelación para AZA006

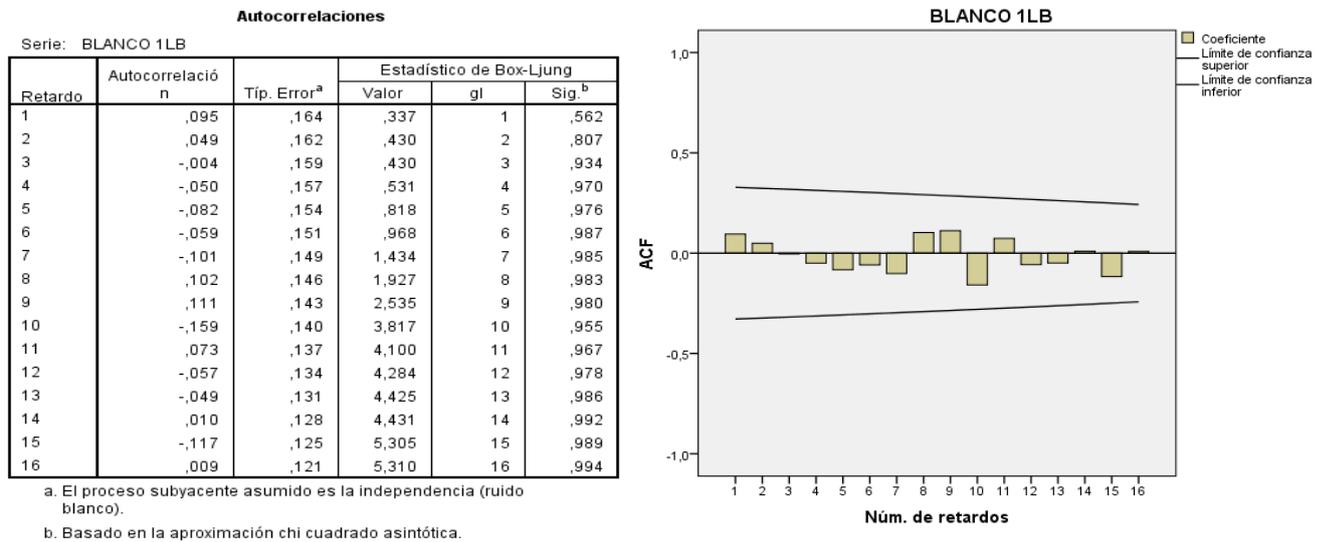


Figura 16: Gráfico de autocorrelación en primera diferenciación para AZA006

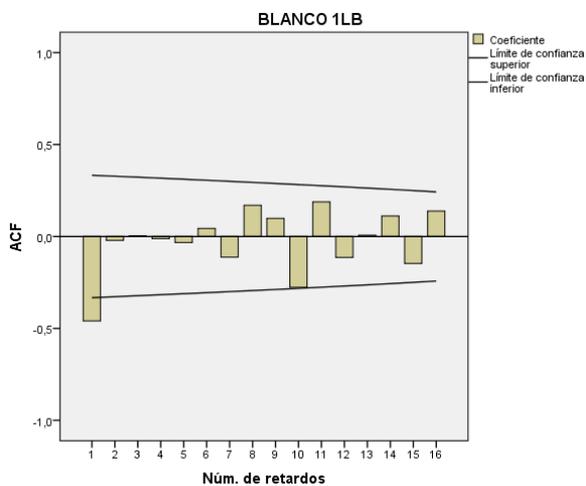


Figura 17: Serie de tiempo para AZA007 (industriales 50kg)

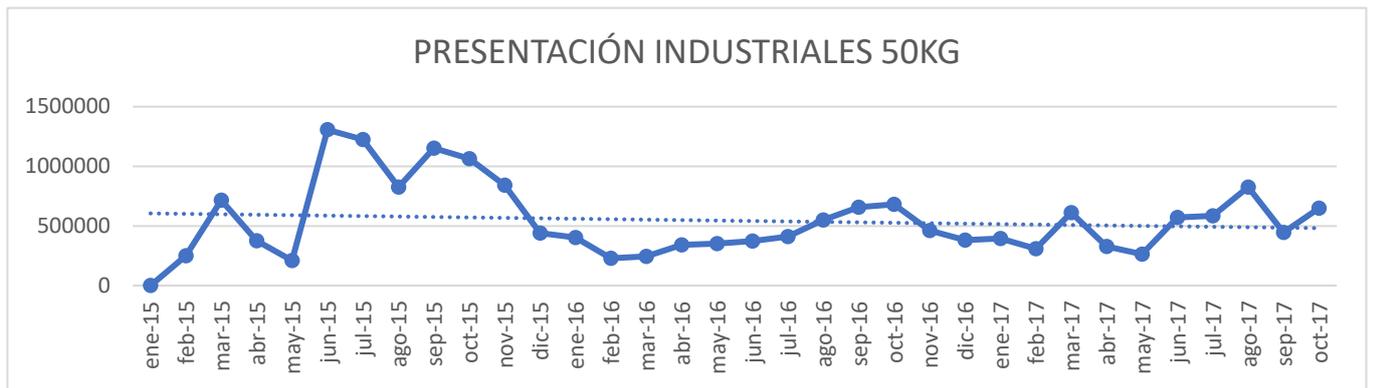


Tabla 6: Tabla de autocorrelaciones para AZA007

Figura 18: Gráfico de autocorrelación para AZA007

Autocorrelaciones

Serie: INDUSTRIAL 50KG

| Retardo | Autocorrelación | n | Tip. Error ^a | Estadístico de Box-Ljung | | |
|---------|-----------------|---|-------------------------|--------------------------|----|-------------------|
| | | | | Valor | gl | Sig. ^b |
| 1 | ,507 | | ,164 | 9,531 | 1 | ,002 |
| 2 | ,223 | | ,162 | 11,440 | 2 | ,003 |
| 3 | ,296 | | ,159 | 14,900 | 3 | ,002 |
| 4 | ,048 | | ,157 | 14,992 | 4 | ,005 |
| 5 | -,326 | | ,154 | 19,483 | 5 | ,002 |
| 6 | -,388 | | ,151 | 26,071 | 6 | ,000 |
| 7 | -,314 | | ,149 | 30,529 | 7 | ,000 |
| 8 | -,367 | | ,146 | 36,856 | 8 | ,000 |
| 9 | -,234 | | ,143 | 39,532 | 9 | ,000 |
| 10 | -,045 | | ,140 | 39,637 | 10 | ,000 |
| 11 | ,063 | | ,137 | 39,850 | 11 | ,000 |
| 12 | ,095 | | ,134 | 40,351 | 12 | ,000 |
| 13 | ,112 | | ,131 | 41,086 | 13 | ,000 |
| 14 | ,104 | | ,128 | 41,744 | 14 | ,000 |
| 15 | ,036 | | ,125 | 41,826 | 15 | ,000 |
| 16 | -,036 | | ,121 | 41,915 | 16 | ,000 |

a. El proceso subyacente asumido es la independencia (ruido blanco).

b. Basado en la aproximación chi cuadrado asintótica.

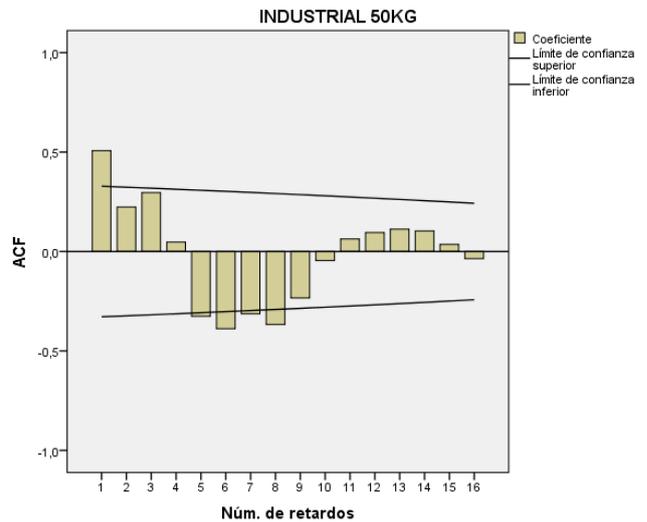


Figura 19: Gráfico de autocorrelación en primera diferenciación para AZA007

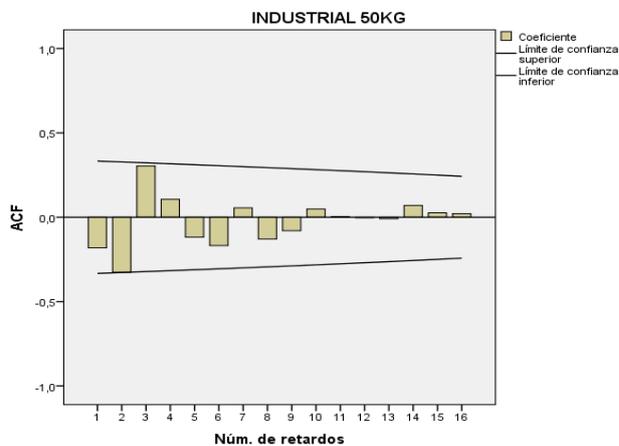


Figura 20: Serie de tiempo para AZA008 (habanos 50kg)

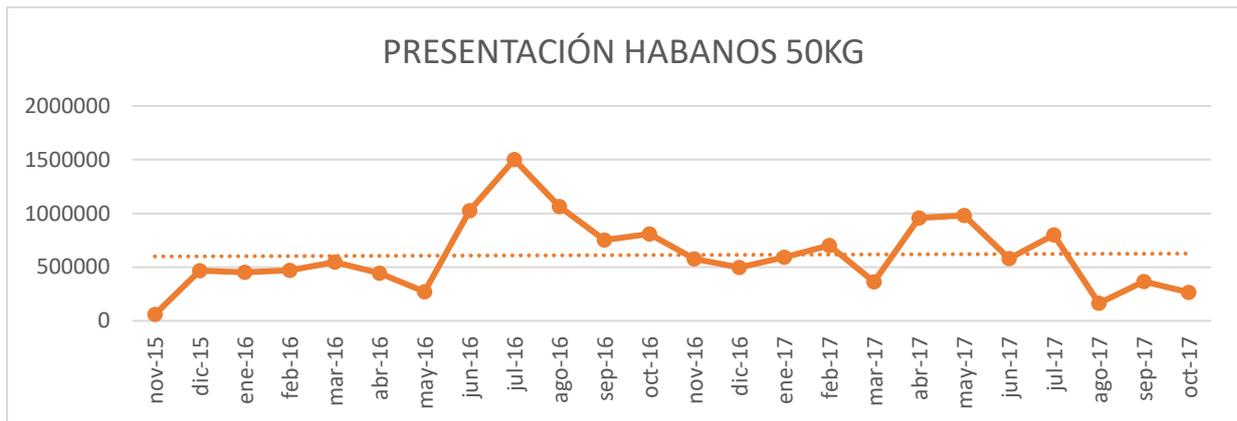


Tabla 7: Tabla de autocorrelaciones para AZA008

Figura 21: Gráfico de autocorrelación para AZA008

Autocorrelaciones

Serie: HABANO 50KG

| Retardo | Autocorrelación | Típ. Error ^a | Estadístico de Box-Ljung | | |
|---------|-----------------|-------------------------|--------------------------|----|-------------------|
| | | | Valor | gl | Sig. ^b |
| 1 | ,735 | ,164 | 20,030 | 1 | ,000 |
| 2 | ,557 | ,162 | 31,911 | 2 | ,000 |
| 3 | ,466 | ,159 | 40,474 | 3 | ,000 |
| 4 | ,347 | ,157 | 45,398 | 4 | ,000 |
| 5 | ,292 | ,154 | 48,992 | 5 | ,000 |
| 6 | ,291 | ,151 | 52,702 | 6 | ,000 |
| 7 | ,248 | ,149 | 55,498 | 7 | ,000 |
| 8 | ,100 | ,146 | 55,972 | 8 | ,000 |
| 9 | ,066 | ,143 | 56,183 | 9 | ,000 |
| 10 | ,012 | ,140 | 56,190 | 10 | ,000 |
| 11 | -,147 | ,137 | 57,343 | 11 | ,000 |
| 12 | -,234 | ,134 | 60,395 | 12 | ,000 |
| 13 | -,290 | ,131 | 65,308 | 13 | ,000 |
| 14 | -,336 | ,128 | 72,220 | 14 | ,000 |
| 15 | -,313 | ,125 | 78,544 | 15 | ,000 |
| 16 | -,289 | ,121 | 84,219 | 16 | ,000 |

- a. El proceso subyacente asumido es la independencia (ruido blanco).
 b. Basado en la aproximación chi cuadrado asintótica.

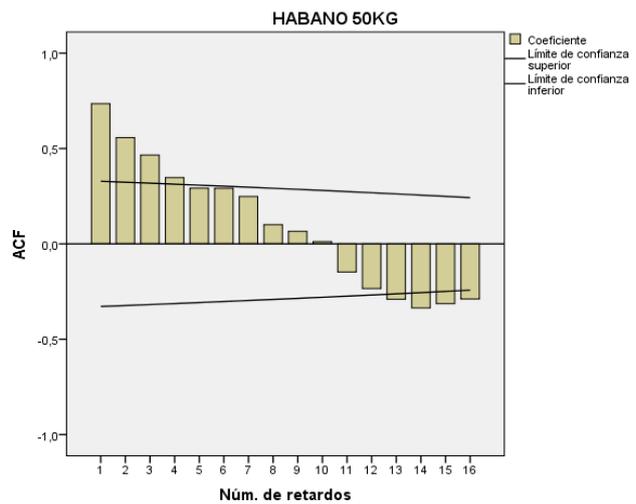
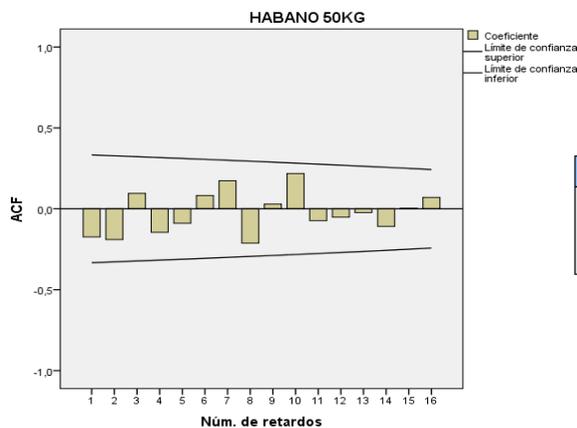


Figura 22: Gráfico de autocorrelación en primera diferenciación para AZA008



Resumen de prueba de hipótesis

| | Hipótesis nula | Test | Sig. | Decisión |
|---|--|--------------------------------------|------|-----------------------------|
| 1 | La secuencia de valores definida por PRUEBA DE ALEATORIEDAD AZA008 <= 0,000 y >0,000 es aleatoria. | Prueba de ejecuciones de una muestra | ,001 | Rechazar la hipótesis nula. |

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Figura 23: Serie de tiempo para AZA009 (LAFABRIL 50kg)

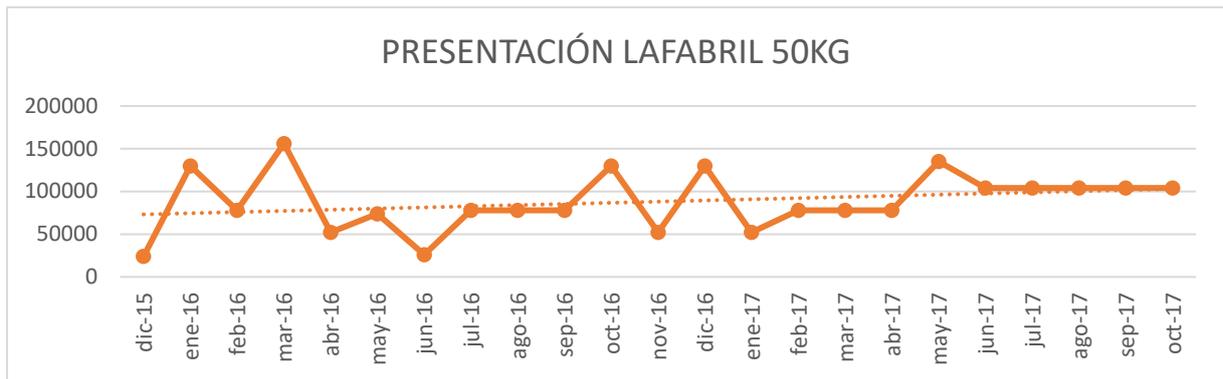


Tabla 8: Tabla de autocorrelaciones para AZA009

Figura 24: Gráfico de autocorrelación para AZA009

Autocorrelaciones

Serie: LAFABRIL 50KG

| Retardo | Autocorrelación | Tip. Error ^a | Estadístico de Box-Ljung | | |
|---------|-----------------|-------------------------|--------------------------|----|-------------------|
| | | | Valor | gl | Sig. ^b |
| 1 | ,593 | ,164 | 13,055 | 1 | ,000 |
| 2 | ,675 | ,162 | 30,477 | 2 | ,000 |
| 3 | ,370 | ,159 | 35,883 | 3 | ,000 |
| 4 | ,319 | ,157 | 40,046 | 4 | ,000 |
| 5 | ,317 | ,154 | 44,296 | 5 | ,000 |
| 6 | ,197 | ,151 | 45,993 | 6 | ,000 |
| 7 | ,314 | ,149 | 50,475 | 7 | ,000 |
| 8 | ,127 | ,146 | 51,232 | 8 | ,000 |
| 9 | ,195 | ,143 | 53,093 | 9 | ,000 |
| 10 | -,013 | ,140 | 53,102 | 10 | ,000 |
| 11 | -,061 | ,137 | 53,299 | 11 | ,000 |
| 12 | -,147 | ,134 | 54,509 | 12 | ,000 |
| 13 | -,140 | ,131 | 55,656 | 13 | ,000 |
| 14 | -,074 | ,128 | 55,994 | 14 | ,000 |
| 15 | -,052 | ,125 | 56,166 | 15 | ,000 |
| 16 | -,039 | ,121 | 56,269 | 16 | ,000 |

a. El proceso subyacente asumido es la independencia (ruido blanco).
 b. Basado en la aproximación chi cuadrado asintótica.

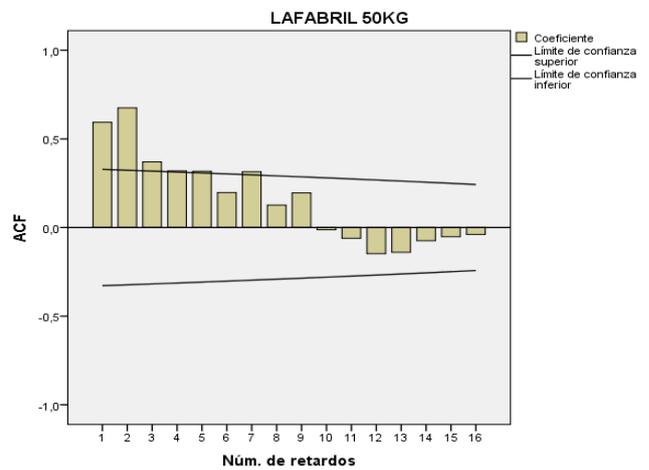
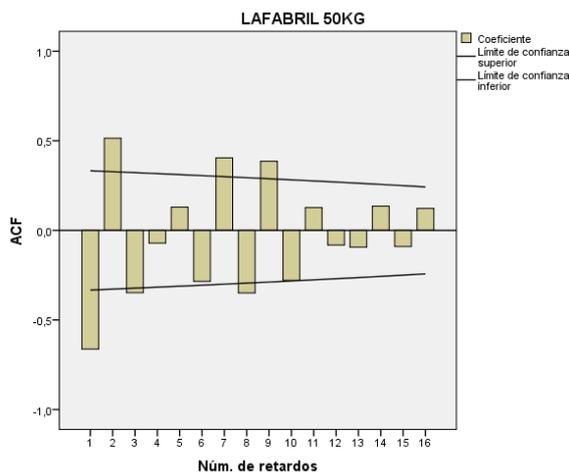
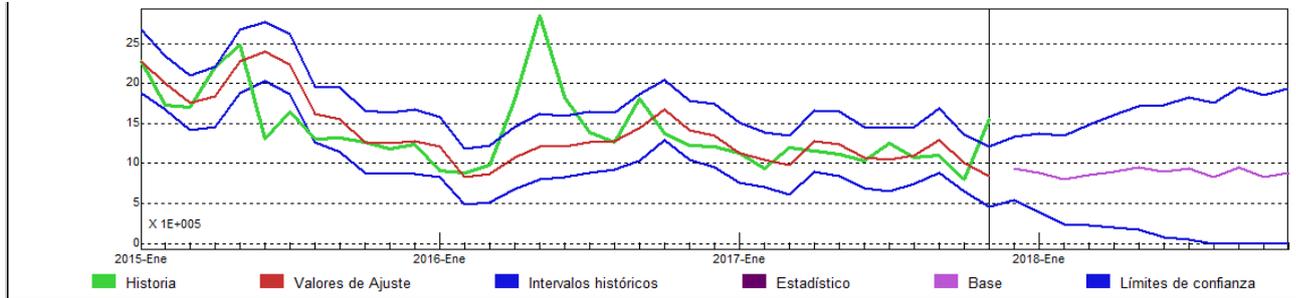


Figura 25: Gráfico de autocorrelación en primera diferenciación para AZA009



Anexo 12: Reporte de pronóstico

Tabla 1: Reporte de pronóstico AZA001



Reporte de pronósticos para AZA001

AZA001 PapelL 50Kg
TOTAL > AZA001

Los niveles jerárquicos son: TOTAL > AZA001

Análisis Experto

- Utilizando una lógica basada en reglas de FPRO he limitado la selección entre Suavización exponencial y Box-Jenkins.
- La serie es muy corta para considerar Box-Jenkins.
- utilicé suavización exponencial.

Detalles del modelo

Modelo generado usando historia corregida por datos atípicos

Selección Experta

Suavización exponencial: sin tendencia y estacionalidad multiplicativa
NM(0,787; 1,000)
Límites de confianza proporcionales a índices

| Componente | Peso parámetro de suavización | Valor final |
|-----------------------------|-------------------------------|-------------|
| Nivel | 0,7865 | 886454 |
| Estacional | 1 | |
| Índices estacionales | | |
| Ene - Mar | 0,9937 | 0,896 |
| Abr - Jun | 1,017 | 1,066 |
| Jul - Sep | 1,061 | 0,934 |
| Oct - Dic | 0,9377 | 0,991 |

Estadísticas de la muestra

| | | | |
|----------------|-------------|---------------------|-----------|
| Tamaño muestra | 35 | No. parámetros | 2 |
| Media | 1341781,85 | Desv. estándar | 412402,3 |
| R-Cuadrada Aj. | 0,73 | Durbin-Watson | 1,38 |
| Ljung-Box(18) | 22,6 P=0,79 | Error de pronóstico | 213109,02 |
| BIC | 229055,65 | MAPE | 0,1193 |
| RMSE | 206930,63 | MAD | 160140,55 |

Datos de pronósticos

| Fecha | 5,0 Inf. | Pronóstico | Trimestral | Anual | 95,0 Sup. |
|-----------------|----------|------------|------------|----------|-----------|
| 2017-Dic | 535434 | 937435 | | | 1339435 |
| 2018-Ene | 388289 | 880901 | 3293735 | 13304635 | 1373514 |
| 2018-Feb | 242678 | 794269 | | | 1345861 |
| 2018-Mar | 232333 | 862176 | 2537347 | | 1492020 |
| 2018-Abr | 198381 | 901166 | | | 1603950 |
| 2018-May | 169570 | 944898 | | | 1720226 |
| 2018-Jun | 70255 | 899240 | 2745303 | | 1728224 |
| 2018-Jul | 49742 | 940298 | | | 1830855 |
| 2018-Ago | 0 | 827930 | | | 1753744 |
| 2018-Sep | 0 | 956489 | 2724718 | | 1945070 |
| 2018-Oct | 0 | 831188 | | | 1851076 |
| 2018-Nov | 0 | 878494 | | | 1943219 |
| Total | | 10654484 | | | |
| Promedio | | 887874 | | | |
| Mínimo | | 794269 | | | |
| Máximo | | 956489 | | | |

Existencias de Seguridad

| T. Anticipación | DDTA | 95,0 E.S. | Punto Re-orden |
|-----------------|----------|-----------|----------------|
| 1 | 937435 | 402000 | 1339435 |
| 2 | 1818336 | 811466 | 2629802 |
| 3 | 2612605 | 1042704 | 3655310 |
| 4 | 3474781 | 1215806 | 4690588 |
| 5 | 4375947 | 1388205 | 5764152 |
| 6 | 5320845 | 1555184 | 6876030 |
| 7 | 6220085 | 1710888 | 7930972 |
| 8 | 7160383 | 1848142 | 9008525 |
| 9 | 7988314 | 1974341 | 9962655 |
| 10 | 8944802 | 2083873 | 11028675 |
| 11 | 9775990 | 2199611 | 11975601 |
| 12 | 10654484 | 2293175 | 12947659 |

DDTA = Demanda Durante Tiempo Anticipación (pronósticos acumulados)

E. de Seg = Límites de confianza acumulados para el T. Anticipación

Punto Re-orden = DDTA + E. de Seg

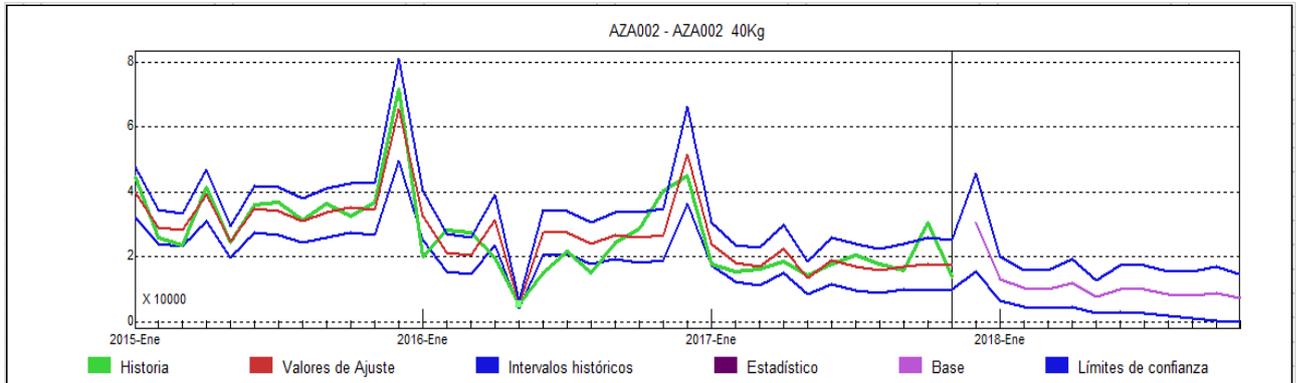
Datos atípicos

| Estado | Corregido | | |
|----------|---------------|----------------|---------|
| Fecha | Valor atípico | V. corregidos. | |
| 2015-Jun | 1301750 | 2085920 | -784170 |
| 2016-Abr | 1806550 | 1174894 | 631656 |
| 2016-May | 2861950 | 1308231 | 1553719 |
| 2016-Jun | 1821950 | 1287675 | 534275 |
| 2017-Nov | 1555750 | 878494 | 677256 |

Ajustes

No existen ajustes para este ítem

Tabla 2: Reporte de pronósticos AZA002



Reporte de pronósticos para AZA002

AZA002 40Kg
TOTAL > AZA002

Los niveles jerárquicos son: TOTAL > AZA002

Detalles del modelo

Modelo generado usando historia corregida por datos atípicos

Definido por el usuario

Winters multiplicativo: tendencia lineal, estacionalidad multiplicativa

LMM(0,017; 0,226; 0,454; 0,978)

Ajustes multiplicativos para eventos en _Calendario01

Límites de confianza proporcionales a índices

| Componente | Peso parámetro de suavización | Valor final |
|------------|-------------------------------|-------------|
| Nivel | 0,01705 | 15240 |
| Tendencia | 0,226 | -703,6 |
| Estacional | 0,4537 | |
| Eventos | 0,9784 | |

Índices estacionales

| Índice | Valor | Valor | Valor |
|-----------|--------|--------|--------|
| Ene - Mar | 0,9446 | 0,7789 | 0,7989 |
| Abr - Jun | 1,017 | 0,7036 | 0,9793 |
| Jul - Sep | 1,023 | 0,9561 | 0,986 |
| Oct - Dic | 1,153 | 1,04 | 2,1 |

Código de evento

| Código de evento | Índice |
|--------------------|--------|
| Pérdida de Cleinte | 0,1871 |

Estadísticas de la muestra

| | | | |
|----------------|-------------|---------------------|----------|
| Tamaño muestra | 35 | No. parámetros | 4 |
| Media | 27128,54 | Desv. estándar | 12138,39 |
| R-Cuadrada Aj. | 0,91 | Durbin-Watson | 1,51 |
| Ljung-Box(18) | 24,5 P=0,86 | Error de pronóstico | 3645,78 |
| BIC | 4204,07 | MAPE | 0,1072 |
| RMSE | 3431,13 | MAD | 2734,51 |

Datos de pronósticos

| Fecha | 5,0 Inf. | Pronóstico | Trimestral | Anual | 95,0 Sup. |
|-----------------|----------|------------|------------|--------|-----------|
| 2017-Dic | 15438 | 30527 | 75167 | 228807 | 45616 |
| 2018-Ene | 6272 | 13066 | | | 19860 |
| 2018-Feb | 4619 | 10226 | | | 15833 |
| 2018-Mar | 4174 | 9926 | 33217 | | 15677 |
| 2018-Abr | 4602 | 11918 | | | 19234 |
| 2018-May | 2680 | 7752 | | | 12825 |
| 2018-Jun | 3051 | 10100 | 29771 | | 17149 |
| 2018-Jul | 2468 | 9835 | | | 17201 |
| 2018-Ago | 1630 | 8516 | | | 15402 |
| 2018-Sep | 987 | 8088 | 26439 | | 15190 |
| 2018-Oct | 346 | 8644 | | | 16941 |
| 2018-Nov | 0 | 7069 | | | 14563 |
| Total | | 135667 | | | |
| Promedio | | 11306 | | | |
| Mínimo | | 7069 | | | |
| Máximo | | 30527 | | | |

Existencias de Seguridad

| T. Anticipación | DDTA | 95,0 E.S. | Punto Re-orden |
|-----------------|--------|-----------|----------------|
| 1 | 30527 | 15089 | 45616 |
| 2 | 43592 | 16833 | 60426 |
| 3 | 53818 | 17794 | 71612 |
| 4 | 63744 | 18732 | 82476 |
| 5 | 75662 | 20141 | 95803 |
| 6 | 83415 | 20820 | 104235 |
| 7 | 93515 | 22001 | 115516 |
| 8 | 103350 | 23242 | 126592 |
| 9 | 111865 | 24283 | 136149 |
| 10 | 119954 | 25335 | 145289 |
| 11 | 128598 | 26694 | 155291 |
| 12 | 135667 | 27773 | 163439 |

DDTA = Demanda Durante Tiempo Anticipación (pronósticos acumulados)

E. de Seg = Límites de confianza acumulados para el T. Anticipación

Punto Re-orden = DDTA + E. de Seg

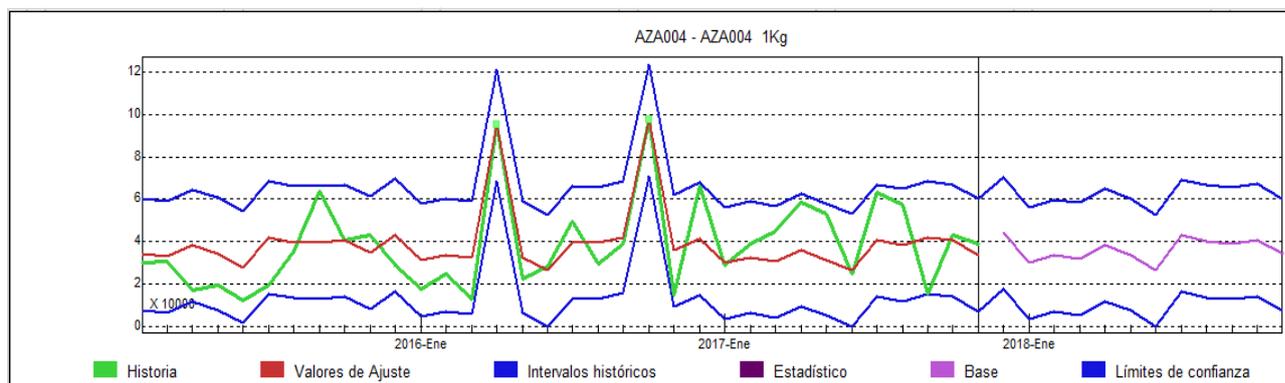
Datos atípicos

| Estado | Corregido | | |
|----------|---------------|----------------|--------|
| Fecha | Valor atípico | V. corregidos. | |
| 2016-Ene | 20200 | 31417 | -11217 |
| 2016-Abr | 19720 | 31485 | -11765 |
| 2016-Jun | 15120 | 26841 | -11721 |
| 2016-Ago | 15080 | 22571 | -7491 |
| 2016-Nov | 40440 | 27537 | 12903 |
| 2017-Oct | 30640 | 19208 | 11432 |

Ajustes

No existen ajustes para este ítem

Tabla 3: Reporte de Pronóstico AZA004



Reporte de pronósticos para AZA004

AZA004 1Kg
TOTAL > AZA004

Los niveles jerárquicos son: TOTAL > AZA004

Detalles del modelo

Definido por el usuario

Suavización Exponencial: sin tendencia, estacionalidad aditiva - nivel constante

NAA-CL(0,000; 0,105; 0,961)

Ajustes aditivos para eventos en _Calendario02

| Componente | Peso parámetro de suavización | Valor final |
|------------|-------------------------------|-------------|
| Nivel | 0,0001 | 36130 |
| Estacional | 0,105 | |
| Eventos | 0,9613 | |

Indices estacionales

| | | | |
|-----------|-------|-------|-------|
| Ene - Mar | -6424 | -2867 | -4264 |
| Abr - Jun | 2014 | -2433 | -9902 |
| Jul - Sep | 6640 | 4039 | 2888 |
| Oct - Dic | 4620 | -2174 | 7862 |

Código de evento

Indice

| | |
|-----------------|-------|
| Compra Eventual | 58877 |
| Ciente Eventual | 61328 |

Estadísticas de la muestra

| | | | |
|----------------|-------------|---------------------|----------|
| Tamaño muestra | 34 | No. parámetros | 2 |
| Media | 38270,59 | Desv. estándar | 21420,39 |
| R-Cuadrada Aj. | 0,51 | Durbin-Watson | 1,61 |
| Ljung-Box(18) | 18,7 P=0,59 | Error de pronóstico | 14996,67 |
| BIC | 16138,9 | MAPE | 0,4593 |
| RMSE | 14548,91 | MAD | 11770,93 |

Datos de pronósticos

| Fecha | 5,0 Inf. | Pronóstico | Trimestral | Anual | 95,0 Sup. |
|-----------------|----------|------------|------------|--------|-----------|
| 2017-Dic | 17446 | 43992 | 126092 | 509992 | 70538 |
| 2018-Ene | 3159 | 29706 | | | 56252 |
| 2018-Feb | 6716 | 33262 | | | 59808 |
| 2018-Mar | 5319 | 31865 | 94833 | | 58412 |
| 2018-Abr | 11597 | 38143 | | | 64690 |
| 2018-May | 7151 | 33697 | | | 60243 |
| 2018-Jun | 0 | 26228 | 98068 | | 52774 |
| 2018-Jul | 16224 | 42770 | | | 69316 |
| 2018-Ago | 13623 | 40169 | | | 66715 |
| 2018-Sep | 12472 | 39018 | 121957 | | 65564 |
| 2018-Oct | 14204 | 40750 | | | 67296 |
| 2018-Nov | 7409 | 33955 | | | 60501 |
| Total | | 433555 | | | |
| Promedio | | 36130 | | | |
| Mínimo | | 26228 | | | |
| Máximo | | 43992 | | | |

Existencias de Seguridad

| T. Anticipación | DDTA | 95,0 E.S. | Punto Re-orden |
|-----------------|--------|-----------|----------------|
| 1 | 43992 | 26546 | 70538 |
| 2 | 73698 | 37544 | 111241 |
| 3 | 106960 | 45982 | 152942 |
| 4 | 138825 | 53096 | 191921 |
| 5 | 176969 | 59364 | 236332 |
| 6 | 210665 | 65030 | 275695 |
| 7 | 236893 | 70240 | 307134 |
| 8 | 279663 | 75090 | 354753 |
| 9 | 319832 | 79645 | 399478 |
| 10 | 358850 | 83954 | 442804 |
| 11 | 399600 | 88052 | 487651 |
| 12 | 433555 | 91967 | 525522 |

DDTA = Demanda Durante Tiempo Anticipación (pronósticos acumulados)

E. de Seg = Límites de confianza acumulados para el T. Anticipación

Punto Re-orden = DDTA + E. de Seg

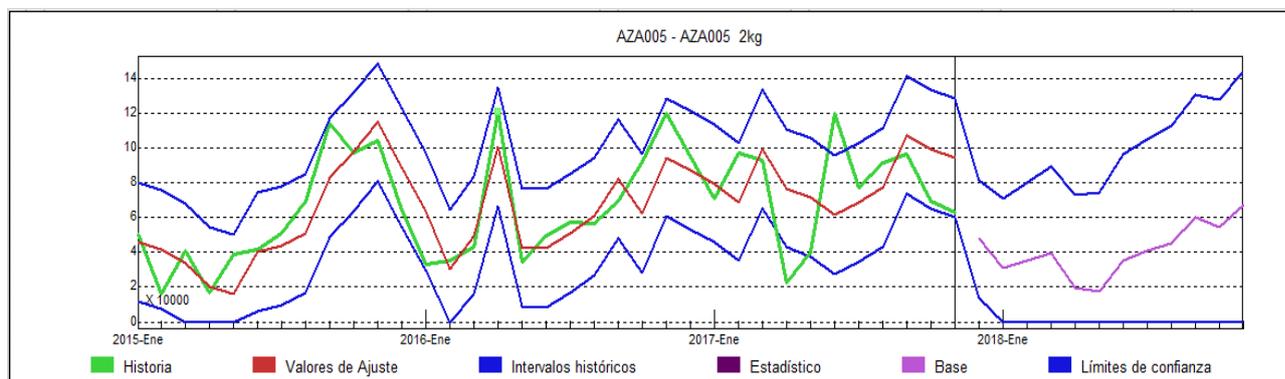
Datos atípicos

Conforme a la configuración no hay datos atípicos para este ítem

Ajustes

No existen ajustes para este ítem

Tabla 4: Reporte de Pronóstico AZA005



Reporte de pronósticos para AZA005

AZA005 2kg
TOTAL > AZA005

Los niveles jerárquicos son: TOTAL > AZA005

Detalles del modelo

Modelo generado usando historia corregida por datos atípicos

Definido por el usuario

Suavización exponencial: sin tendencia y estacionalidad aditiva

NAA(0,604; 0,662; 1,000)

Ajustes aditivos para eventos en _Calendario03

| Componente | Peso parámetro de suavización | Valor final |
|-----------------------------|-------------------------------|-------------|
| Nivel | 0,604 | 41081 |
| Estacional | 0,6619 | |
| Eventos | 1 | |
| Indices estacionales | | |
| Ene - Mar | -9990 | -5768 |
| Abr - Jun | -21702 | -23820 |
| Jul - Sep | -504,8 | 4128 |
| Oct - Dic | 13101 | 25872 |

| Código de evento | Indice |
|------------------|--------|
| Cliente Eventual | 64797 |

Estadísticas de la muestra

| | | | |
|----------------|-------------|---------------------|----------|
| Tamaño muestra | 35 | No. parámetros | 3 |
| Media | 66862,88 | Desv. estándar | 28510,5 |
| R-Cuadrada Aj. | 0,57 | Durbin-Watson | 1,43 |
| Ljung-Box(18) | 20,2 P=0,68 | Error de pronóstico | 18610,5 |
| BIC | 20723,98 | MAPE | 0,2692 |
| RMSE | 17795,04 | MAD | 14522,56 |

Datos de pronósticos

| Fecha | 5,0 Inf. | Pronóstico | Trimestral | Anual | 95,0 Sup. |
|-----------------|----------|------------|------------|--------|-----------|
| 2017-Dic | 13612 | 47700 | 179750 | 887900 | 81788 |
| 2018-Ene | 0 | 31091 | | | 70915 |
| 2018-Feb | 0 | 35313 | | | 80145 |
| 2018-Mar | 0 | 39658 | 106062 | | 88992 |
| 2018-Abr | 0 | 19379 | | | 72838 |
| 2018-May | 0 | 17261 | | | 74548 |
| 2018-Jun | 0 | 35327 | 71967 | | 96202 |
| 2018-Jul | 0 | 40576 | | | 104839 |
| 2018-Ago | 0 | 45210 | | | 112691 |
| 2018-Sep | 0 | 60324 | 146110 | | 130876 |
| 2018-Oct | 0 | 54182 | | | 127677 |
| 2018-Nov | 0 | 66953 | | | 143278 |
| Total | | 492973 | | | |
| Promedio | | 41081 | | | |
| Mínimo | | 17261 | | | |
| Máximo | | 66953 | | | |

Existencias de Seguridad

| T. Anticipación | DDTA | 95,0 E.S. | Punto Re-orden |
|-----------------|--------|-----------|----------------|
| 1 | 47700 | 34088 | 81788 |
| 2 | 78791 | 64434 | 143224 |
| 3 | 114104 | 84507 | 198611 |
| 4 | 153762 | 100654 | 254415 |
| 5 | 173141 | 114546 | 287687 |
| 6 | 190402 | 126927 | 317329 |
| 7 | 225728 | 138204 | 363932 |
| 8 | 266305 | 148627 | 414932 |
| 9 | 311514 | 158366 | 469880 |
| 10 | 371838 | 167539 | 539377 |
| 11 | 426020 | 176236 | 602256 |
| 12 | 492973 | 184523 | 677496 |

DDTA = Demanda Durante Tiempo Anticipación (pronósticos acumulados)

E. de Seg = Límites de confianza acumulados para el T. Anticipación

Punto Re-orden = DDTA + E. de Seg

Datos atípicos

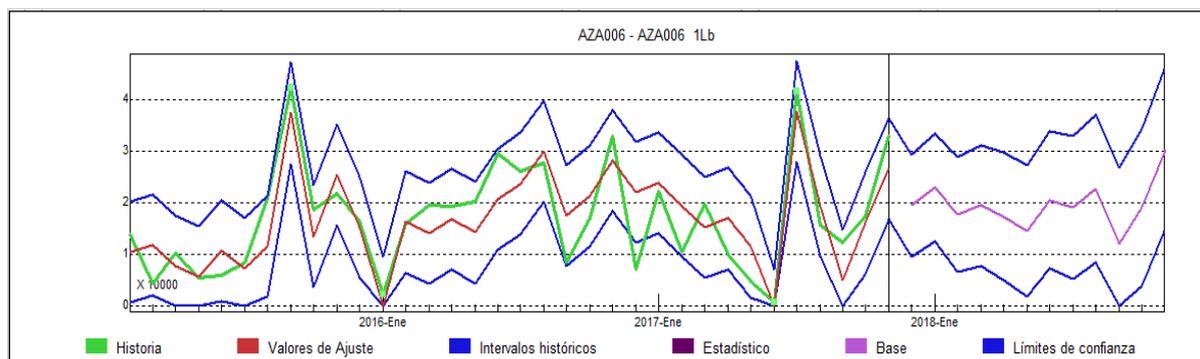
| | |
|--------|-----------|
| Estado | Corregido |
|--------|-----------|

| Fecha | Valor atípico | V. corregidos. | |
|----------|---------------|----------------|--------|
| 2017-Abr | 22300 | 63917 | -41617 |
| 2017-Jun | 120000 | 66233 | 53767 |

Ajustes

No existen ajustes para este ítem

Tabla 5: Reporte de Pronóstico AZA006



Reporte de pronósticos para AZA006

AZA006 1Lb
TOTAL > AZA006

Los niveles jerárquicos son: TOTAL > AZA006

Detalles del modelo

Modelo generado usando historia corregida por datos atípicos

Definido por el usuario

Suavización exponencial: sin tendencia y estacionalidad aditiva

NAA(0,378; 0,307; 1,000)

Ajustes aditivos para eventos en _Calendario04

| Componente | Peso parámetro de suavización | Valor final |
|------------|-------------------------------|-------------|
| Nivel | 0,3782 | 19529 |
| Estacional | 0,3072 | |
| Eventos | 0,9999 | |

Indices estacionales

| | | | |
|-----------|--------|-------|--------|
| Ene - Mar | 3395 | -1823 | -119,5 |
| Abr - Jun | -2224 | -5073 | 929,7 |
| Jul - Sep | -619 | 3191 | -7629 |
| Oct - Dic | -509,9 | 10636 | -155,7 |

Código de evento

| Código de evento | Indice |
|----------------------------|--------|
| Compra Eventual | 27975 |
| Pérdida de Cliente | -14139 |
| Daño Máquina de Envasado 2 | -13390 |
| Compra Eventual | 26248 |

Estadísticas de la muestra

| | | | |
|----------------|-------------|---------------------|----------|
| Tamaño muestra | 34 | No. parámetros | 3 |
| Media | 17375,65 | Desv. estándar | 10438,25 |
| R-Cuadrada Aj. | 0,74 | Durbin-Watson | 1,74 |
| Ljung-Box(18) | 13,8 P=0,26 | Error de pronóstico | 5350,16 |
| BIC | 5968,62 | MAPE | 0,5666 |
| RMSE | 5108,68 | MAD | 4420,34 |

Datos de pronósticos

| Fecha | 5,0 Inf. | Pronóstico | Trimestral | Anual | 95,0 Sup. |
|-----------------|----------|------------|------------|--------|-----------|
| 2017-Dic | 9556 | 19373 | | 206073 | 29191 |
| 2018-Ene | 12428 | 22924 | 69423 | | 33420 |
| 2018-Feb | 6572 | 17706 | | | 28840 |
| 2018-Mar | 7673 | 19410 | 60040 | | 31146 |
| 2018-Abr | 4995 | 17305 | | | 29615 |
| 2018-May | 1598 | 14457 | | | 27315 |
| 2018-Jun | 7075 | 20459 | 52221 | | 33842 |
| 2018-Jul | 5021 | 18910 | | | 32799 |
| 2018-Ago | 8343 | 22721 | | | 37098 |
| 2018-Sep | 0 | 11900 | 53531 | | 26749 |
| 2018-Oct | 3713 | 19019 | | | 34325 |
| 2018-Nov | 14415 | 30165 | | | 45916 |
| Total | | 234349 | | | |
| Promedio | | 19529 | | | |
| Mínimo | | 11900 | | | |
| Máximo | | 30165 | | | |

Existencias de Seguridad

| T. Anticipación | DDTA | 95,0 E.S. | Punto Re-orden |
|-----------------|--------|-----------|----------------|
| 1 | 19373 | 9818 | 29191 |
| 2 | 42298 | 16717 | 59015 |
| 3 | 60004 | 21507 | 81511 |
| 4 | 79413 | 25410 | 104823 |
| 5 | 96719 | 28788 | 125506 |
| 6 | 111175 | 31809 | 142984 |
| 7 | 131634 | 34567 | 166201 |
| 8 | 150544 | 37121 | 187665 |
| 9 | 173265 | 39510 | 212775 |
| 10 | 185165 | 41763 | 226928 |
| 11 | 204184 | 43900 | 248084 |
| 12 | 234349 | 45938 | 280288 |

DDTA = Demanda Durante Tiempo Anticipación (pronósticos acumulados)

E. de Seg = Límites de confianza acumulados para el T. Anticipación

Punto Re-orden = DDTA + E. de Seg

Datos atípicos

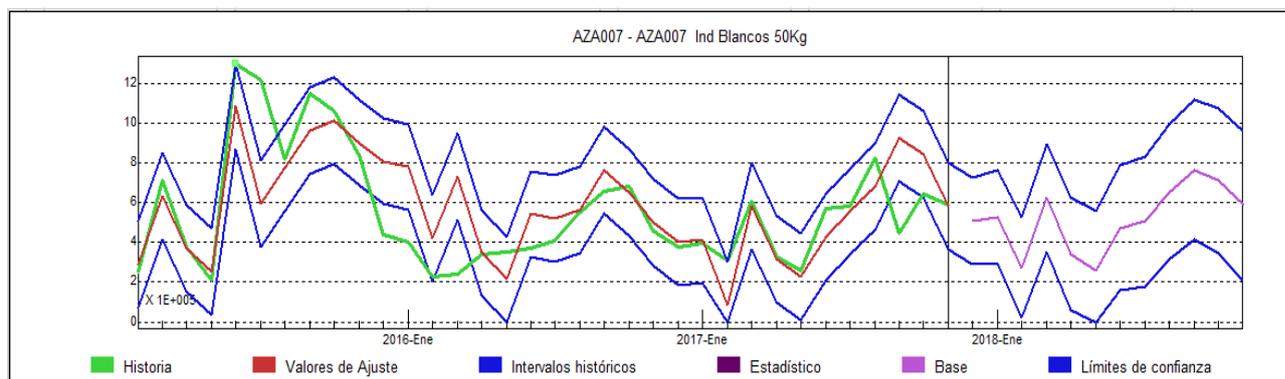
Estado Corregido

| Fecha | Valor atípico | V. corregidos. | |
|----------|---------------|----------------|--------|
| 2016-Dic | 7050 | 18522 | -11472 |

Ajustes

No existen ajustes para este ítem

Tabla 6: Reporte de Pronóstico AZA007



Reporte de pronósticos para AZA007

AZA007 Ind Blancos 50Kg
TOTAL > AZA007

Los niveles jerárquicos son: TOTAL > AZA007

Detalles del modelo

Modelo generado usando historia corregida por datos atípicos

Definido por el usuario

Suavización exponencial: sin tendencia y estacionalidad aditiva

NAA(0,427; 0,476; 1,000)

Ajustes aditivos para eventos en _Calendario05

| Componente | Peso parámetro de suavización | Valor final |
|------------|-------------------------------|-------------|
| Nivel | 0,4269 | 520619 |
| Estacional | 0,4755 | |
| Eventos | 0,9997 | |

Indices estacionales

| Período | Índice | Valor |
|-----------|---------|---------|
| Ene - Mar | 9881 | -245973 |
| Abr - Jun | -177536 | -264360 |
| Jul - Sep | -12410 | 134976 |
| Oct - Dic | 192499 | 68979 |
| | | 106292 |
| | | -48200 |
| | | 246126 |
| | | -10274 |

Código de evento

| Código de evento | Índice |
|------------------|--------|
| Compra Eventual | 678535 |

Estadísticas de la muestra

| | | | |
|----------------|-------------|---------------------|-----------|
| Tamaño muestra | 34 | No. parámetros | 3 |
| Media | 582232,33 | Desv. estándar | 265988,17 |
| R-Cuadrada Aj. | 0,8 | Durbin-Watson | 1,38 |
| Ljung-Box(18) | 28,3 P=0,94 | Error de pronóstico | 118659,41 |
| BIC | 132375,87 | MAPE | 0,1797 |
| RMSE | 113303,57 | MAD | 90168,1 |

Datos de pronósticos

| Fecha | 5,0 Inf. | Pronóstico | Trimestral | Anual | 95,0 Sup. |
|-----------------|----------|------------|------------|---------|-----------|
| 2017-Dic | 292607 | 510346 | 1752246 | 6086496 | 728085 |
| 2018-Ene | 293747 | 530500 | | | 767253 |
| 2018-Feb | 20296 | 274646 | | | 528997 |
| 2018-Mar | 356105 | 626911 | 1432058 | | 897717 |
| 2018-Abr | 56766 | 343083 | | | 629401 |
| 2018-May | 0 | 256259 | | | 557290 |
| 2018-Jun | 157361 | 472419 | 1071761 | | 787477 |
| 2018-Jul | 179723 | 508209 | | | 836695 |
| 2018-Ago | 314208 | 655595 | | | 996982 |
| 2018-Sep | 412927 | 766745 | 1930549 | | 1120563 |
| 2018-Oct | 347292 | 713119 | | | 1078945 |
| 2018-Nov | 212145 | 589598 | | | 967051 |
| Total | | 6247430 | | | |
| Promedio | | 520619 | | | |
| Mínimo | | 256259 | | | |
| Máximo | | 766745 | | | |

Existencias de Seguridad

| T. Anticipación | DDTA | 95,0 E.S. | Punto Re-orden |
|-----------------|---------|-----------|----------------|
| 1 | 510346 | 217739 | 728085 |
| 2 | 1040846 | 379401 | 1420247 |
| 3 | 1315492 | 490388 | 1805880 |
| 4 | 1942403 | 580530 | 2522933 |
| 5 | 2285486 | 658445 | 2943931 |
| 6 | 2541746 | 728069 | 3269815 |
| 7 | 3014164 | 791593 | 3805757 |
| 8 | 3522373 | 850385 | 4372758 |
| 9 | 4177968 | 905367 | 5083335 |
| 10 | 4944713 | 957196 | 5901909 |
| 11 | 5657832 | 1006359 | 6664191 |
| 12 | 6247430 | 1053230 | 7300660 |

DDTA = Demanda Durante Tiempo Anticipación (pronósticos acumulados)

E. de Seg = Límites de confianza acumulados para el T. Anticipación

Punto Re-orden = DDTA + E. de Seg

Datos atípicos

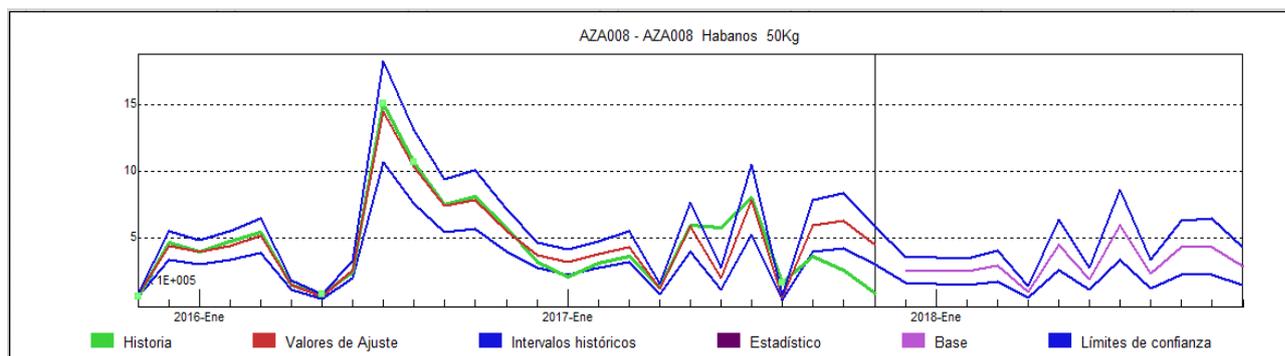
Estado Corregido

| Fecha | Valor atípico | V. corregidos. | |
|----------|---------------|----------------|---------|
| 2015-Jul | 1223550 | 746378 | 477172 |
| 2015-Dic | 440250 | 691936 | -251686 |
| 2016-Ene | 402050 | 652490 | -250440 |
| 2016-Mar | 243700 | 580813 | -337113 |
| 2017-Sep | 445900 | 813133 | -367233 |

Ajustes

No existen ajustes para este ítem

Tabla 7: Reporte de pronósticos AZA008



Reporte de pronósticos para AZA008

AZA008 Habanos 50Kg
TOTAL > AZA008

Los niveles jerárquicos son: TOTAL > AZA008

Detalles del modelo

Modelo generado usando historia corregida por datos atípicos

Definido por el usuario

Winters multiplicativo: tendencia lineal, estacionalidad multiplicativa

LMM(0,008; 0,593; 0,768; 0,418)

Ajustes multiplicativos para eventos en _Calendario06

Límites de confianza proporcionales a índices

| Componente | Peso parámetro de suavización | Valor final |
|------------|-------------------------------|-------------|
| Nivel | 0,007932 | 337654 |
| Tendencia | 0,5933 | -7706 |
| Estacional | 0,7684 | |
| Eventos | 0,4184 | |

Índices estacionales

| Índice | Peso parámetro de suavización | Valor final | |
|-----------|-------------------------------|-------------|--------|
| Ene - Mar | 0,7904 | 0,7936 | 0,9491 |
| Abr - Jun | 0,3255 | 1,544 | 0,684 |
| Jul - Sep | 2,17 | 0,8642 | 1,642 |
| Oct - Dic | 1,719 | 1,175 | 0,7855 |

Código de evento

| Código de evento | Índice |
|--------------------|--------|
| Pérdida de Cleinte | 0,1622 |
| Cliente Eventual | 3,168 |
| Compra Eventual | 2,298 |

Estadísticas de la muestra

| | | | |
|----------------|-------------|---------------------|-----------|
| Tamaño muestra | 25 | No. parámetros | 4 |
| Media | 474135,32 | Desv. estándar | 332967,14 |
| R-Cuadrada Aj. | 0,99 | Durbin-Watson | 1,3 |
| Ljung-Box(16) | 24,0 P=0,91 | Error de pronóstico | 40432,68 |
| BIC | 47941,03 | MAPE | 0,096 |
| RMSE | 37057,16 | MAD | 29426,11 |

Datos de pronósticos

| Fecha | 5,0 Inf. | Pronóstico | Trimestral | Anual | 95,0 Sup. |
|-----------------|----------|------------|------------|---------|-----------|
| 2017-Dic | 163831 | 259187 | 607787 | 4121787 | 354542 |
| 2018-Ene | 158757 | 254716 | | | 350675 |
| 2018-Feb | 153273 | 249625 | | | 345978 |
| 2018-Mar | 175980 | 291206 | 795548 | | 406433 |
| 2018-Abr | 57779 | 97379 | | | 136979 |
| 2018-May | 262433 | 449820 | | | 637207 |
| 2018-Jun | 110951 | 194052 | 741251 | | 277153 |
| 2018-Jul | 335440 | 598832 | | | 862223 |
| 2018-Ago | 126851 | 231875 | | | 336900 |
| 2018-Sep | 228572 | 428009 | 1258715 | | 627445 |
| 2018-Oct | 226040 | 434844 | | | 643649 |
| 2018-Nov | 145309 | 288064 | | | 430820 |
| Total | | 3777609 | | | |
| Promedio | | 314801 | | | |
| Mínimo | | 97379 | | | |
| Máximo | | 598832 | | | |

Existencias de Seguridad

| T. Anticipación | DDTA | 95,0 E.S. | Punto Re-orden |
|-----------------|---------|-----------|----------------|
| 1 | 259187 | 95356 | 354542 |
| 2 | 513903 | 136127 | 650030 |
| 3 | 763528 | 167469 | 930997 |
| 4 | 1054734 | 203849 | 1258584 |
| 5 | 1152114 | 208456 | 1360569 |
| 6 | 1601933 | 280358 | 1882291 |
| 7 | 1795985 | 293917 | 2089902 |
| 8 | 2394817 | 394872 | 2789689 |
| 9 | 2626692 | 410724 | 3037416 |
| 10 | 3054701 | 456861 | 3511562 |
| 11 | 3489545 | 503289 | 3992834 |
| 12 | 3777609 | 524164 | 4301773 |

DDTA = Demanda Durante Tiempo Anticipación (pronósticos acumulados)

E. de Seg = Límites de confianza acumulados para el T. Anticipación

Punto Re-orden = DDTA + E. de Seg

Datos atípicos

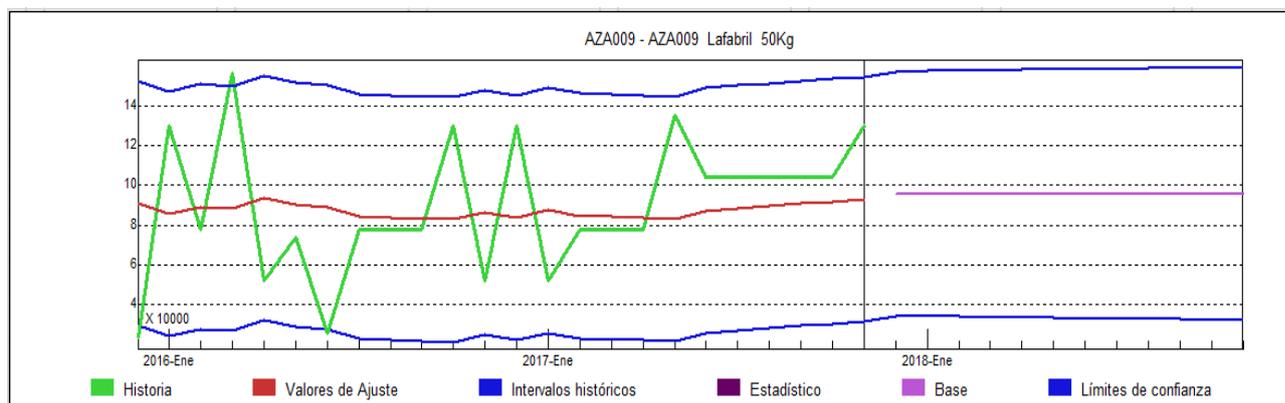
Estado Corregido

| Fecha | Valor atípico | V. corregidos. | |
|----------|---------------|----------------|---------|
| 2017-Ene | 211750 | 331377 | -119627 |
| 2017-Jun | 579750 | 274013 | 305737 |
| 2017-Ago | 163700 | 66439 | 97261 |
| 2017-Sep | 365850 | 576456 | -210606 |
| 2017-Oct | 263500 | 583163 | -319663 |
| 2017-Nov | 85100 | 381684 | -296584 |

Ajustes

No existen ajustes para este ítem

Tabla 8: Reporte de Pronóstico AZA009



Reporte de pronósticos para AZA009

AZA009 Lafabril 50Kg
TOTAL > AZA009

Los niveles jerárquicos son: TOTAL > AZA009

Análisis Experto

Utilizando una lógica basada en reglas de FPRO he limitado la selección entre Suavización exponencial y Box-Jenkins.

La serie es muy corta para considerar Box-Jenkins.

utilicé suavización exponencial.

Detalles del modelo

Selección Experta

**Suavización exponencial simple: sin tendencia, sin estacionalidad
NN(0,078)**

| Componente | Peso parámetro de suavización | Valor final |
|------------|-------------------------------|-------------|
| Nivel | 0,07813 | 95766 |

Estadísticas de la muestra

| | | | |
|----------------|-------------|---------------------|----------|
| Tamaño muestra | 24 | No. parámetros | 1 |
| Media | 89872,92 | Desv. estándar | 34772,69 |
| R-Cuadrada Aj. | 0 | Durbin-Watson | 2,33 |
| Ljung-Box(18) | 27,2 P=0,93 | Error de pronóstico | 35662,75 |
| BIC | 37301,61 | MAPE | 0,4601 |
| RMSE | 34911,87 | MAD | 27950,25 |

Datos de pronósticos

| Fecha | 5,0 Inf. | Pronóstico | Trimestral | Anual | 95,0 Sup. |
|-----------------|----------|------------|------------|---------|-----------|
| 2017-Dic | 34410 | 95766 | | 1166766 | 157122 |
| 2018-Ene | 34223 | 95766 | 329766 | | 157309 |
| 2018-Feb | 34037 | 95766 | | | 157495 |
| 2018-Mar | 33851 | 95766 | 287298 | | 157681 |
| 2018-Abr | 33666 | 95766 | | | 157866 |
| 2018-May | 33481 | 95766 | | | 158051 |
| 2018-Jun | 33297 | 95766 | 287298 | | 158235 |
| 2018-Jul | 33113 | 95766 | | | 158419 |
| 2018-Ago | 32930 | 95766 | | | 158602 |
| 2018-Sep | 32748 | 95766 | 287298 | | 158784 |
| 2018-Oct | 32566 | 95766 | | | 158966 |
| 2018-Nov | 32384 | 95766 | | | 159148 |
| Total | | 1149192 | | | |
| Promedio | | 95766 | | | |
| Mínimo | | 95766 | | | |
| Máximo | | 95766 | | | |

Existencias de Seguridad

| T. Anticipación | DDTA | 95,0 E.S. | Punto Re-orden |
|-----------------|---------|-----------|----------------|
| 1 | 95766 | 61356 | 157122 |
| 2 | 191532 | 90223 | 281755 |
| 3 | 287298 | 111875 | 399173 |
| 4 | 383064 | 129968 | 513032 |
| 5 | 478830 | 145833 | 624663 |
| 6 | 574596 | 160134 | 734731 |
| 7 | 670362 | 173259 | 843621 |
| 8 | 766128 | 185457 | 951586 |
| 9 | 861894 | 196901 | 1058796 |
| 10 | 957660 | 207716 | 1165376 |
| 11 | 1053426 | 217994 | 1271421 |
| 12 | 1149192 | 227810 | 1377002 |

DDTA = Demanda Durante Tiempo Anticipación (pronósticos acumulados)

E. de Seg = Límites de confianza acumulados para el T. Anticipación

Punto Re-orden = DDTA + E. de Seg

Datos atípicos

Conforme a la configuración no hay datos atípicos para este ítem

Ajustes

No existen ajustes para este ítem

Tabla 9: Resumen del Reporte de Pronósticos

| Presentación | Solución Experta | MAD | MAPE | R-Cuadrado | Ljung - Box |
|--------------|--|-----------|--------|------------|--------------|
| AZA001 | Suavización exponencial: sin tendencia y estacionalidad multiplicativa | 160140,55 | 11,93% | 0,73 | 22,6 P= 0,79 |
| AZA002 | Winters multiplicativo: tendencia lineal, estacionalidad multiplicativa | 2734,51 | 10,72% | 0,91 | 24,5 P= 0,86 |
| AZA004 | Suavización exponencial: sin tendencia y estacionalidad aditiva - nivel constate | 11770,93 | 45,93% | 0,51 | 18,7 P=0,59 |
| AZA005 | Suavización exponencial: sin tendencia y estacionalidad aditiva | 14522,56 | 26,92% | 0,57 | 20,2 P= 0,68 |
| AZA006 | Suavización exponencial: sin tendencia y estacionalidad aditiva | 4420,34 | 56,66% | 0,74 | 13,8 P=0,26 |
| AZA007 | Suavización exponencial: sin tendencia y estacionalidad aditiva | 90168,1 | 17,97% | 0,8 | 28,3 P=0,94 |
| AZA008 | Winters multiplicativo: tendencia lineal, estacionalidad multiplicativa | 29426,11 | 9,60% | 0,99 | 24,0 P=0,91 |
| AZA009 | Suavización exponencial simple, sin tendencia, sin estacionalidad | 27950,25 | 46,01% | 0 | 27,2 P=0,93 |

Anexo 13: Gestión de inventarios

Tabla 1: Capacidad de Envasado

| CAPACIDAD DE ENVASADO | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------|-----------------------|------------------------|
| ENVASE 1 | Presentación | nov-16 | dic-16 | ene-17 | feb-17 | mar-17 | abr-17 | may-17 | jun-17 | jul-17 | ago-17 | sep-17 | oct-17 | PROMEDIO SACOS MES | PROMEDIO SACOS AL DÍA | PROMEDIO SACOS POR MIN |
| | AZA001 | 21949 | 33009 | 31043 | 22876 | 29351 | | 22789 | 28789 | 30644 | 38894 | 29910 | 21654 | 28264 | 933 | 2,144 |
| | AZA002 | 1350 | 950 | 0 | 700 | 700 | | 700 | 550 | 1000 | 1150 | 600 | 1200 | 809 | 27 | 0,061 |
| | AZA007 | 12094 | 28900 | 7894 | 11193 | 13632 | | 19678 | 14789 | 34578 | 15982 | 24889 | 11121 | 17705 | 584 | 1,343 |
| | AZA008 | 9495 | 8967 | 0 | 13124 | 9578 | | 12575 | 14485 | 17185 | 11659 | 10897 | 2422 | 10035 | 331 | 0,761 |
| | AZA009 | 2789 | 3400 | 1991 | 1645 | 3634 | | 789 | 1998 | 4036 | 945 | 3178 | 3091 | 2500 | 82 | 0,190 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 1958 | 4,500 |
| ENVASE 2 | | | | | | | | | | | | | | PROMEDIO SACOS MES | PROMEDIO SACOS AL DÍA | PROMEDIO SACOS POR MIN |
| | AZA004 | 546 | 1598 | 978 | 2031 | 1687 | | 0 | 1472 | 2247 | 0 | 2072 | 2367 | 1363 | 45,00 | 0,1034 |
| | AZA005 | 3357 | 1726 | 1956 | 2396 | 2222 | | 1131 | 2741 | 3450 | 2565 | 1956 | 2890 | 2399 | 79,18 | 0,1820 |
| | AZA006 | 0 | 245 | 479 | 559 | 478 | | 0 | 256 | 768 | 1233 | 516 | 394 | 448 | 14,79 | 0,0340 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 139 |

Tabla 2: Demanda diaria

| PAPEL 50KG AZA001 | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | dic-17 | ene-18 | feb-18 | mar-18 | abr-18 | may-18 | jun-18 | jul-18 | ago-18 | sep-18 | oct-18 | nov-18 |
| Pronóstico KG | 937435 | 880901 | 794269 | 862176 | 901166 | 944898 | 899240 | 940298 | 827930 | 956489 | 831188 | 878494 |
| Días al mes | 29 | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 |
| Demanda media diaria | 32325,34 | 28416,16 | 28366,75 | 27812,13 | 30038,87 | 30480,58 | 29974,67 | 30332,19 | 26707,42 | 31882,97 | 26812,52 | 29283,13 |
| Demanda media diaria unidades | 647 | 568 | 567 | 556 | 601 | 610 | 599 | 607 | 534 | 638 | 536 | 586 |

| JNIDADES | Promedio | Nivel de Pronóstico | Promedio (FORECAST) | MÁX |
|----------|----------|---------------------|---------------------|-----|
| KG | 29369,39 | 886454,00 | 887874,00 | |
| SACOS | 587 | 585 | 586 | 647 |

| 40 KG AZA002 | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | dic-17 | ene-18 | feb-18 | mar-18 | abr-18 | may-18 | jun-18 | jul-18 | ago-18 | sep-18 | oct-18 | nov-18 |
| Pronóstico KG | 30527 | 13066 | 10226 | 9926 | 11918 | 7752 | 10100 | 9835 | 8516 | 8088 | 8644 | 7069 |
| Días al mes | 29 | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 |
| Demanda media diaria | 1052,66 | 421,48 | 365,21 | 320,19 | 397,27 | 250,06 | 336,67 | 317,26 | 274,71 | 269,60 | 278,84 | 235,63 |
| Demanda media diaria unidades | 26 | 11 | 9 | 8 | 10 | 6 | 8 | 8 | 7 | 7 | 7 | 6 |

| JNIDADES | Promedio | Nivel de Pronóstico | Promedio (FORECAST) | MÁX |
|----------|----------|---------------------|---------------------|-----|
| KG | 376,63 | 15240 | 11306 | |
| SACOS | 9 | 13 | 9 | 26 |

| 1 KG AZA004 | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | dic-17 | ene-18 | feb-18 | mar-18 | abr-18 | may-18 | jun-18 | jul-18 | ago-18 | sep-18 | oct-18 | nov-18 |
| Pronóstico KG | 43992 | 29706 | 33262 | 31865 | 38143 | 33697 | 26228 | 42770 | 40169 | 39018 | 40750 | 33955 |
| Días al mes | 29 | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 |
| Demanda media diaria | 1516,97 | 958,26 | 1187,93 | 1027,90 | 1271,43 | 1087,00 | 874,27 | 1379,68 | 1295,77 | 1300,60 | 1314,52 | 1131,83 |
| Demanda media diaria unidades | 30 | 19 | 24 | 21 | 25 | 22 | 17 | 28 | 26 | 26 | 26 | 23 |

| JNIDADES | Promedio | Nivel de Pronóstico | Promedio (FORECAST) | MÁX |
|----------|----------|---------------------|---------------------|-----|
| KG | 1195,51 | 36130 | 36130 | |
| SACOS | 24 | 24 | 24 | 30 |

| 2 KG AZA005 | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | dic-17 | ene-18 | feb-18 | mar-18 | abr-18 | may-18 | jun-18 | jul-18 | ago-18 | sep-18 | oct-18 | nov-18 |
| Pronóstico KG | 47700 | 31091 | 35313 | 39658 | 19379 | 17261 | 35327 | 40576 | 45210 | 60324 | 54182 | 66953 |
| Días al mes | 29 | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 |
| Demanda media diaria | 1644,83 | 1002,94 | 1261,18 | 1279,29 | 645,97 | 556,81 | 1177,57 | 1308,90 | 1458,39 | 2010,80 | 1747,81 | 2231,77 |
| Demanda media diaria unidades | 33 | 20 | 25 | 26 | 13 | 11 | 24 | 26 | 29 | 40 | 35 | 45 |

| JNIDADES | Promedio | Nivel de Pronóstico | Promedio (FORECAST) | MÁX |
|----------|----------|---------------------|---------------------|-----|
| KG | 1360,52 | 41081 | 41081 | |
| SACOS | 27 | 27 | 27 | 40 |

| 1 LB AZA006 | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| | dic-17 | ene-18 | feb-18 | mar-18 | abr-18 | may-18 | jun-18 | jul-18 | ago-18 | sep-18 | oct-18 | nov-18 |
| Pronóstico KG | 19373 | 22924 | 17706 | 19410 | 17305 | 14457 | 20459 | 18910 | 22721 | 11900 | 19019 | 30165 |
| Días al mes | 29 | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 |
| Demanda media diaria | 668,03 | 739,48 | 632,36 | 626,13 | 576,83 | 466,35 | 681,97 | 610,00 | 732,94 | 396,67 | 613,52 | 1005,50 |
| Demanda media diaria unidades | 13 | 15 | 13 | 13 | 12 | 9 | 14 | 12 | 15 | 8 | 12 | 20 |

| 50 KG INDUS BLANCOS AZA007 | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | dic-17 | ene-18 | feb-18 | mar-18 | abr-18 | may-18 | jun-18 | jul-18 | ago-18 | sep-18 | oct-18 | nov-18 |
| Pronóstico KG | 510346 | 530500 | 274646 | 626911 | 343083 | 256259 | 472419 | 508209 | 655595 | 766745 | 713119 | 589598 |
| Días al mes | 29 | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 |
| Demanda media diaria | 17598,14 | 17112,90 | 9808,79 | 20222,94 | 11436,10 | 8266,42 | 15747,30 | 16393,84 | 21148,23 | 25558,17 | 23003,84 | 19653,27 |
| Demanda media diaria unidades | 352 | 342 | 196 | 404 | 229 | 165 | 315 | 328 | 423 | 511 | 460 | 393 |

| 50KG HABANOS AZA008 | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|----------|---------|
| | dic-17 | ene-18 | feb-18 | mar-18 | abr-18 | may-18 | jun-18 | jul-18 | ago-18 | sep-18 | oct-18 | nov-18 |
| Pronóstico KG | 259187 | 254716 | 249625 | 291206 | 97379 | 449820 | 194052 | 598832 | 231875 | 428009 | 434844 | 288064 |
| Días al mes | 29 | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 |
| Demanda media diaria | 8937,48 | 8216,65 | 8915,18 | 9393,74 | 3245,97 | 14510,32 | 6468,40 | 19317,16 | 7479,84 | 14266,97 | 14027,23 | 9602,13 |
| Demanda media diaria unidades | 179 | 164 | 178 | 188 | 65 | 290 | 129 | 386 | 150 | 285 | 281 | 192 |

| 50 KG LAFABRIL AZA009 | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | dic-17 | ene-18 | feb-18 | mar-18 | abr-18 | may-18 | jun-18 | jul-18 | ago-18 | sep-18 | oct-18 | nov-18 |
| Pronóstico KG | 95766 | 95766 | 95766 | 95766 | 95766 | 95766 | 95766 | 95766 | 95766 | 95766 | 95766 | 95766 |
| Días al mes | 29 | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 |
| Demanda media diaria | 3302,28 | 3089,23 | 3420,21 | 3089,23 | 3192,20 | 3089,23 | 3192,20 | 3089,23 | 3089,23 | 3192,20 | 3089,23 | 3192,20 |
| Demanda media diaria unidades | 66 | 62 | 68 | 62 | 64 | 62 | 64 | 62 | 62 | 64 | 62 | 64 |

| JNIDADES | Promedio | Nivel de Pronóstico | Promedio (FORECAST) | MÁX |
|----------|----------|---------------------|---------------------|-----|
| KG | 645,81 | 19529 | 19529 | |
| SACOS | 13 | 13 | 13 | 20 |

| JNIDADES | Promedio | Nivel de Pronóstico | Promedio (FORECAST) | MÁX |
|----------|----------|---------------------|---------------------|-----|
| KG | 17162,49 | 520619 | 520619 | |
| SACOS | 343 | 344 | 344 | 511 |

| JNIDADES | Promedio | Nivel de Pronóstico | Promedio (FORECAST) | MÁX |
|----------|----------|---------------------|---------------------|-----|
| KG | 10365,09 | 337654 | 314801 | |
| SACOS | 207 | 223 | 208 | 386 |

| JNIDADES | Promedio | Nivel de Pronóstico | Promedio (FORECAST) | MÁX |
|----------|----------|---------------------|---------------------|-----|
| KG | 3168,89 | 95766 | 95766 | |
| SACOS | 63 | 63 | 63 | 68 |

Tabla 3: Coeficiente de Variabilidad

| HISTORIA | | | | | | | | |
|----------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | AZA001 | AZA002 | AZA004 | AZA005 | AZA006 | AZA007 | AZA008 | AZA009 |
| Dic-17 | 1208000 | 45120 | 66350 | 95100 | 7050 | 380400 | 320950 | 130000 |
| Ene-18 | 1134000 | 17840 | 29050 | 70950 | 22100 | 394600 | 211750 | 52000 |
| Feb-18 | 938900 | 15440 | 38950 | 97050 | 10400 | 308250 | 308250 | 78000 |
| Mar-18 | 1201750 | 16280 | 44600 | 92850 | 19600 | 611900 | 362150 | 78000 |
| Abr-18 | 1157250 | 18320 | 58150 | 22300 | 10000 | 327250 | 129400 | 78000 |
| May-18 | 1119350 | 14080 | 53350 | 40300 | 4650 | 262450 | 592850 | 135000 |
| Jun-18 | 1039600 | 17840 | 24400 | 120000 | 550 | 571800 | 579750 | 104000 |
| Jul-18 | 1246350 | 20400 | 63050 | 77250 | 41650 | 585400 | 800300 | 104000 |
| Ago-18 | 1074900 | 17640 | 56950 | 91300 | 15500 | 826700 | 163700 | 104000 |
| Sept-18 | 1098800 | 15800 | 15400 | 96150 | 12200 | 445900 | 365850 | 104000 |
| Oct-18 | 800550 | 30640 | 43150 | 69350 | 17200 | 649350 | 263500 | 104000 |
| Nov-18 | 1555750 | 14000 | 38950 | 62700 | 32850 | 592550 | 85100 | 130000 |
| CV | 0,16 | 0,44 | 0,36 | 0,35 | 0,73 | 0,34 | 0,61 | 0,25 |

Tabla 4: Costo de emisión

| COSTO DE EMISIÓN (Ce) | | | | | | | | | |
|---|-------------------|------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | Unidade de Mediad | AZA001 | AZA002 | AZA004 | AZA005 | AZA006 | AZA007 | AZA008 | AZA009 |
| Trabajadores Operativos | número | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 |
| Trabajadores Administrativos | número | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Horas Laborables | hora | 7,25 | 7,25 | 7,25 | 7,25 | 7,25 | 7,25 | 7,25 | 7,25 |
| Minutos Laborables /mes | min | 13181 | 13181 | 13181 | 13181 | 13181 | 13181 | 13181 | 13181 |
| Tiempo de Preparación | min | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| Salario de personal | \$ | \$ 386,00 | \$ 386,00 | \$ 386,00 | \$ 386,00 | \$ 386,00 | \$ 386,00 | \$ 386,00 | \$ 386,00 |
| de envase | \$ | \$1.700,00 | \$1.700,00 | \$1.700,00 | \$1.700,00 | \$1.700,00 | \$1.700,00 | \$1.700,00 | \$1.700,00 |
| Utilidad | \$ | \$ 1,00 | \$ 1,00 | \$ 1,00 | \$ 1,00 | \$ 1,00 | \$ 1,00 | \$ 1,00 | \$ 1,00 |
| Capacidad de Envasado | sacos/min | 4,50 | 4,50 | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 4,50 | 4,50 | 4,50 |
| Costo del personal Envase en 5 min | \$/día | \$ 1,8163 | \$ 1,82 | \$ 1,82 | \$ 1,82 | \$ 1,82 | \$ 1,82 | \$ 1,82 | \$ 1,82 |
| Sacos que se pudieron envasar | sacos | 23 | 23 | 2 | 2 | 2 | 23 | 23 | 23 |
| Costo de los Sacos que se pudieron envasar | \$/día | \$ 22,50 | \$ 22,50 | \$ 1,60 | \$ 1,60 | \$ 1,60 | \$ 22,50 | \$ 22,50 | \$ 22,50 |
| TOTAL (Ce) | \$/día | \$ 24,32 | \$ 24,32 | \$ 3,42 | \$ 3,42 | \$ 3,42 | \$ 24,32 | \$ 24,32 | \$ 24,32 |

Tabla 5: Costo de almacenamiento

| COSTO DE ALMACENAMIENTO (Cp) | | | | | | | | | |
|--|--------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | Unidade de Mediad | AZA001 | AZA002 | AZA004 | AZA005 | AZA006 | AZA007 | AZA008 | AZA009 |
| Trabajadores Operativos | número | 14,00 | 14,00 | 14,00 | 14,00 | 14,00 | 14,00 | 14,00 | 14,00 |
| Trabajadores Administrativos | número | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 |
| Salario de personal de bodega | \$ | \$ 386,00 | \$ 386,00 | \$ 386,00 | \$ 386,00 | \$ 386,00 | \$ 386,00 | \$ 386,00 | \$ 386,00 |
| | \$ | \$ 1.100,00 | \$ 1.100,00 | \$ 1.100,00 | \$ 1.100,00 | \$ 1.100,00 | \$ 1.100,00 | \$ 1.100,00 | \$ 1.100,00 |
| | \$ | \$ 700,00 | \$ 700,00 | \$ 700,00 | \$ 700,00 | \$ 700,00 | \$ 700,00 | \$ 700,00 | \$ 700,00 |
| Salario del personal de bodega en diario | \$/día | \$ 240,13 | \$ 240,13 | \$ 240,13 | \$ 240,13 | \$ 240,13 | \$ 240,13 | \$ 240,13 | \$ 240,13 |
| Depreciación Galpón | \$/día | \$ 2,96 | \$ 2,96 | \$ 2,96 | \$ 2,96 | \$ 2,96 | \$ 2,96 | \$ 2,96 | \$ 2,96 |
| Depreciación Banda transportadora | \$/día | \$ 1,15 | \$ 1,15 | \$ 1,15 | \$ 1,15 | \$ 1,15 | \$ 1,15 | \$ 1,15 | \$ 1,15 |
| Depreciación 4 bandas móviles | \$/día | \$ 0,16 | \$ 0,16 | \$ 0,16 | \$ 0,16 | \$ 0,16 | \$ 0,16 | \$ 0,16 | \$ 0,16 |
| Depreciación 1 montacarga manual | \$/día | \$ 0,08 | \$ 0,08 | \$ 0,08 | \$ 0,08 | \$ 0,08 | \$ 0,08 | \$ 0,08 | \$ 0,08 |
| Depreciación Pallets | \$/día | \$ 3,70 | \$ 3,70 | \$ 3,70 | \$ 3,70 | \$ 3,70 | \$ 3,70 | \$ 3,70 | \$ 3,70 |
| Costo de depreciación total | \$/día | \$ 8,05 | \$ 8,05 | \$ 8,05 | \$ 8,05 | \$ 8,05 | \$ 8,05 | \$ 8,05 | \$ 8,05 |
| Promedio de sacos rotos diarios | sacos/día | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Precio de Venta al Público | \$ | \$ 31,50 | \$ 28,75 | \$ 37,25 | \$ 37,25 | \$ 37,25 | \$ 30,50 | \$ 30,50 | \$ 30,50 |
| Pérdidas | \$/día | \$ 63,00 | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| Inmovilización de recursos | \$/día | \$ 0,01 | \$ 0,01 | \$ 0,01 | \$ 0,01 | \$ 0,01 | \$ 0,01 | \$ 0,01 | \$ 0,01 |
| Existencias Medias Históricas | sacos | 20971 | 1294 | 1061 | 1226 | 437 | 20299 | 28063 | 1520 |
| TOTAL (Cp) | \$/día-saco | \$ 0,00416 | \$ 0,0033 |

Tabla 4: Clasificación ABC

| Presentación | Descripción | Demanda Anual (KG) | Demanda Anual (sacos) | Valor por Artículo | Valor Total | Porcentaje del Valor Total | Porcentaje Acumulado | CLASIFICACIÓN ABC |
|--------------|--------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------|-------------------|
| AZA001 | Papel 50KG | 10654484 | 213090 | \$ 31,50 | \$ 6.712.324,92 | 46% | 46% | A |
| AZA007 | Industriales 50 KG | 6247430 | 124949 | \$ 30,50 | \$ 3.810.932,30 | 26% | 73% | |
| AZA008 | Habanos 50 KG | 3777609 | 75552 | \$ 30,50 | \$ 2.304.341,49 | 16% | 89% | B |
| AZA009 | LAFABRIL 50KG | 1149192 | 22984 | \$ 30,50 | \$ 701.007,12 | 5% | 93% | |
| AZA005 | 2 KG | 492973 | 9859 | \$ 37,25 | \$ 367.264,89 | 3% | 96% | C |
| AZA004 | 1KG | 433555 | 8671 | \$ 37,25 | \$ 322.998,48 | 2% | 98% | |
| AZA006 | 1 LB | 234349 | 4687 | \$ 37,25 | \$ 174.590,01 | 1% | 99% | |
| AZA002 | BLANCO 40KG | 135667 | 3392 | \$ 28,75 | \$ 97.510,66 | 1% | 100% | |
| TOTAL | | | | | \$ 14.490.969,85 | 1 | | |

Tabla 5: Modelo probabilístico con demanda aleatoria y tiempo de reaprovisionamiento cierto

| Rubro / Ecuación | | Unidades | AZA001 | AZA002 | AZA004 | AZA005 | AZA006 | AZA007 | AZA008 | AZA009 |
|--------------------------------|---|--------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|------------|
| Costo de emisión | | \$/día | \$ 24.32 | \$ 24.32 | \$ 3.42 | \$ 3.42 | \$ 3.42 | \$ 24.32 | \$ 24.32 | \$ 24.32 |
| Costo de almacenamiento | | \$/día-saco | \$ 0.0041 | \$0.0033 | \$0.0033 | \$0.0033 | \$0.0033 | \$0.0033 | \$0.0033 | \$0.0033 |
| Demanda diaria promedio | Pronósticos Forecast | sacos | 585 | 13 | 24 | 27 | 13 | 344 | 223 | 63 |
| Demanda diaria promedio (máx) | | sacos | 647 | 26 | 30 | 40 | 20 | 511 | 386 | 68 |
| Tamaño de lote óptimo (Q*) | $\sqrt{2 * C_e * \left(\frac{d}{C_p}\right)}$ | sacos | 2627 | 432 | 223 | 238 | 164 | 2256 | 1817 | 968 |
| Capacidad de Envasado | diaria | sacos/día | 1958 | 1958 | 139 | 139 | 139 | 1958 | 1958 | 139 |
| Tamaño de lote decidido | | sacos | 1958 | 1958 | 139 | 139 | 139 | 1958 | 1958 | 139 |
| Tiempo de Suministro | 1 | días | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Stock Seguridad | DTsmáx-DTs | sacos | 62 | 13 | 6 | 13 | 7 | 167 | 163 | 5 |
| Punto de Pedido | SS+DTs | sacos | 647 | 26 | 30 | 40 | 20 | 511 | 386 | 68 |

Figura 1: Time Table Envases

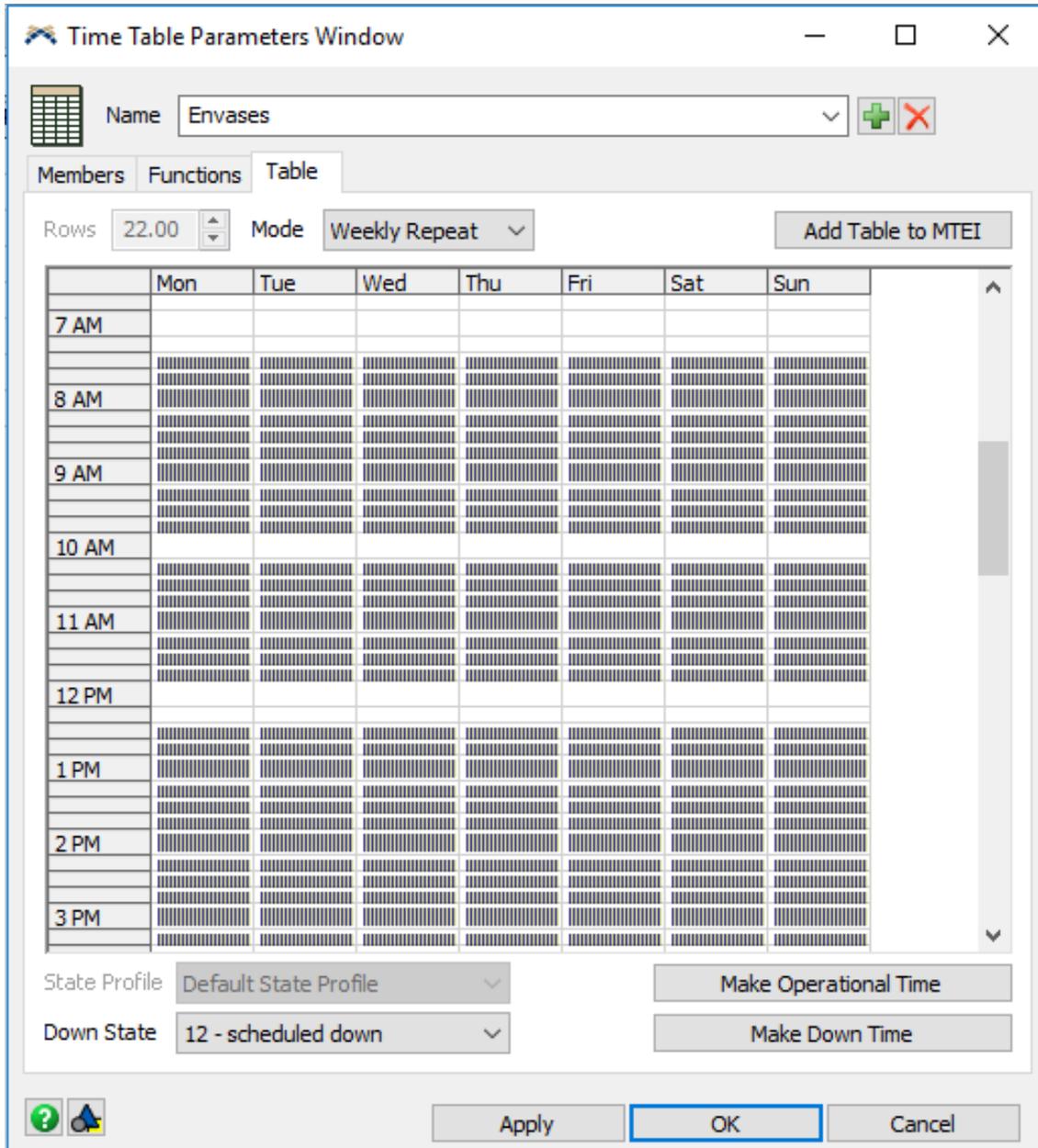


Figura 2: *Time Table Producción*



Figura 3: Global Table Demanda

| | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE |
|--------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
| AZA001 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| AZA007 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| AZA008 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| AZA009 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| AZA002 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| AZA005 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| AZA004 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| AZA006 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Figura 4: Global Table Push

| | Demanda (LS) | Disponibilidad | ROT |
|--------|--------------|----------------|------|
| AZA001 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| AZA007 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| AZA008 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| AZA009 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| AZA002 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| AZA005 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| AZA004 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| AZA006 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Figura 5: *Global Table* Inventario

| | SS | PP | Qóptimo | Qdecidido |
|--------|--------|--------|---------|-----------|
| AZA001 | 61.88 | 647.00 | 2666.00 | 1784.00 |
| AZA007 | 167.36 | 511.00 | 2288.00 | 1784.00 |
| AZA008 | 163.13 | 386.00 | 1842.00 | 1784.00 |
| AZA009 | 4.79 | 68.00 | 981.00 | 1784.00 |
| AZA002 | 13.43 | 26.00 | 438.00 | 1784.00 |
| AZA005 | 12.88 | 40.00 | 248.00 | 131.00 |
| AZA004 | 6.15 | 30.00 | 232.00 | 131.00 |
| AZA006 | 7.11 | 20.00 | 171.00 | 131.00 |

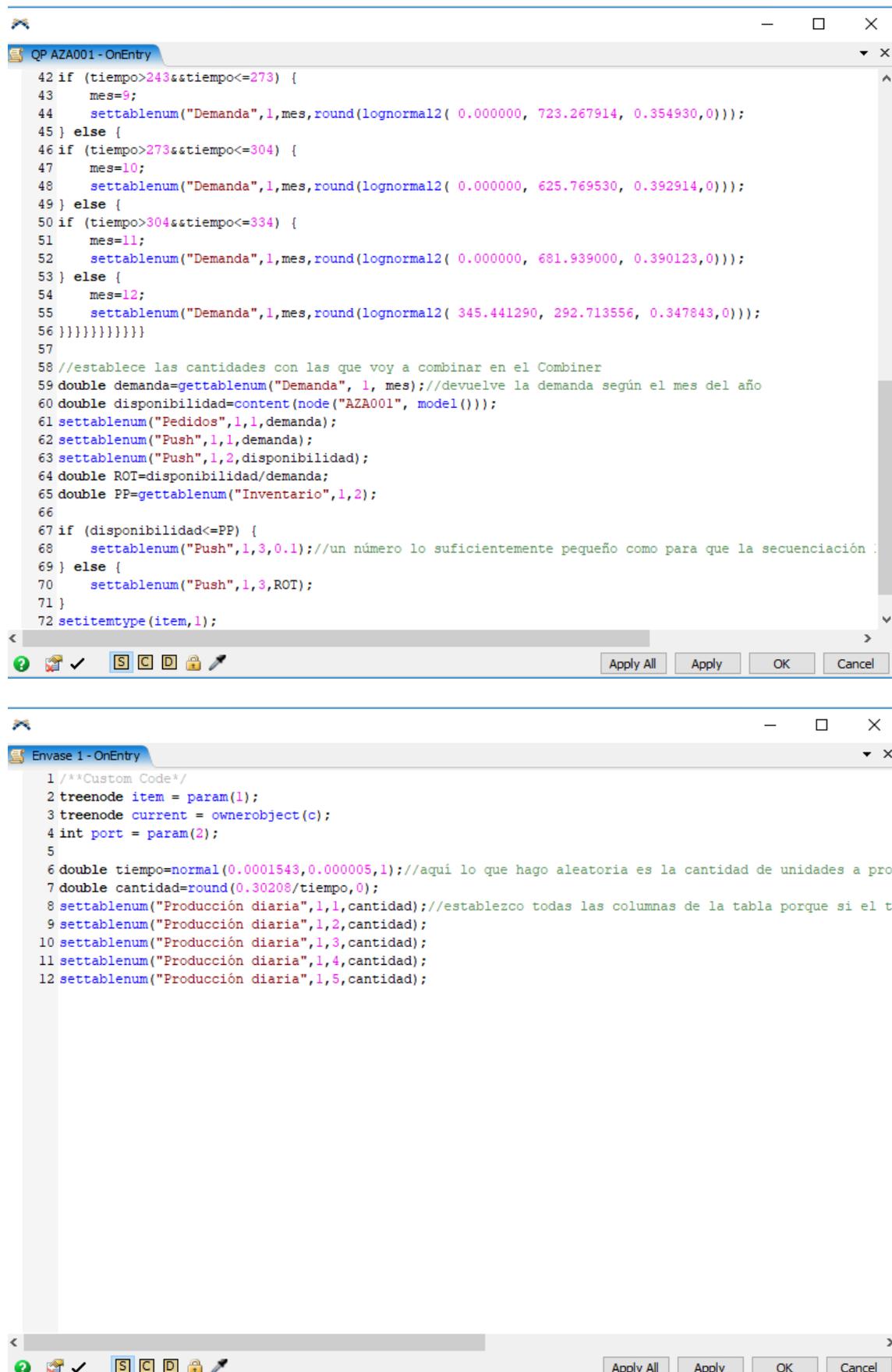
Figura 6: *Global Table* Producción diaria

| | AZA001 | AZA007 | AZA008 | AZA009 | AZA002 | AZA005 | AZA004 | AZA006 |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Row 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Figura 7: *Global Table* Pedidos

| | AZA001 | AZA007 | AZA008 | AZA009 | AZA002 | AZA005 | AZA004 | AZA006 |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Row 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Figura 8: Programación de *Queue* Pedido y *Processor* Envase



The image displays two screenshots of a simulation software interface. The top window, titled 'QP AZA001 - OnEntry', contains a code block with the following content:

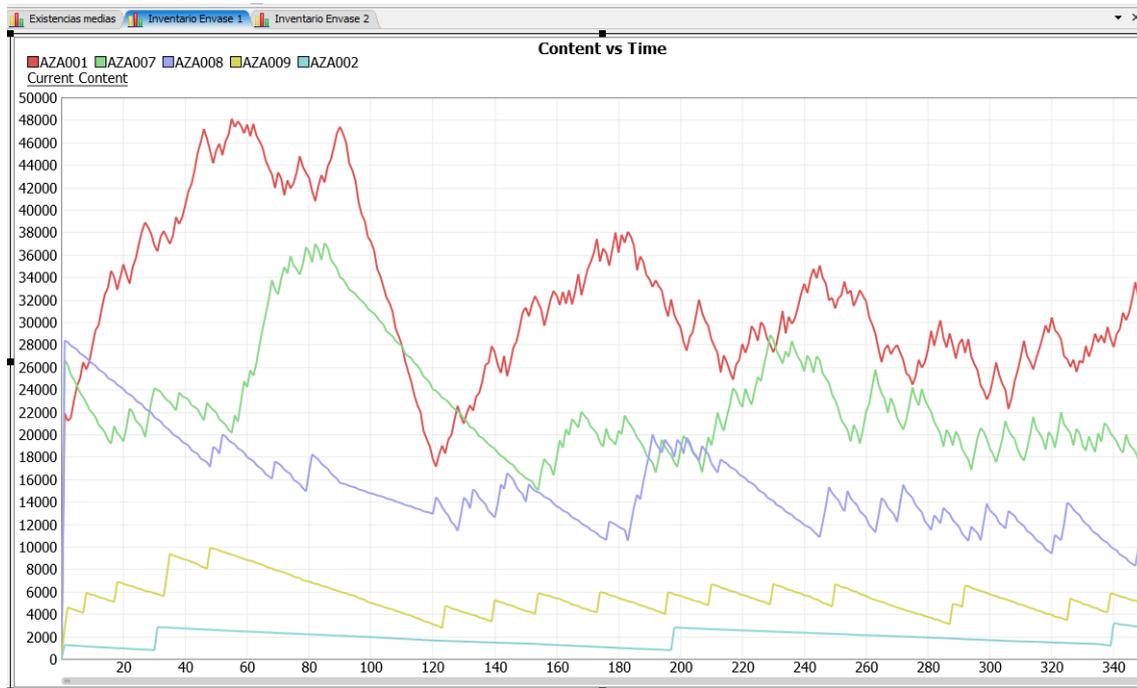
```
42 if (tiempo>243&&tiempo<=273) {
43     mes=9;
44     settablenum("Demanda",1,mes,round(lognormal2( 0.000000, 723.267914, 0.354930,0)));
45 } else {
46 if (tiempo>273&&tiempo<=304) {
47     mes=10;
48     settablenum("Demanda",1,mes,round(lognormal2( 0.000000, 625.769530, 0.392914,0)));
49 } else {
50 if (tiempo>304&&tiempo<=334) {
51     mes=11;
52     settablenum("Demanda",1,mes,round(lognormal2( 0.000000, 681.939000, 0.390123,0)));
53 } else {
54     mes=12;
55     settablenum("Demanda",1,mes,round(lognormal2( 345.441290, 292.713556, 0.347843,0)));
56 }}}}}}}}}}}
57
58 //establece las cantidades con las que voy a combinar en el Combiner
59 double demanda=gettablenum("Demanda", 1, mes);//devuelve la demanda según el mes del año
60 double disponibilidad=content(node("AZA001", model()));
61 settablenum("Pedidos",1,1,demanda);
62 settablenum("Push",1,1,demanda);
63 settablenum("Push",1,2,disponibilidad);
64 double ROT=disponibilidad/demanda;
65 double PP=gettablenum("Inventario",1,2);
66
67 if (disponibilidad<=PP) {
68     settablenum("Push",1,3,0.1);//un número lo suficientemente pequeño como para que la secuenciación
69 } else {
70     settablenum("Push",1,3,ROT);
71 }
72 setitemtype(item,1);
```

The bottom window, titled 'Envase 1 - OnEntry', contains a code block with the following content:

```
1 /**Custom Code*/
2 treenode item = param(1);
3 treenode current = ownerobject(c);
4 int port = param(2);
5
6 double tiempo=normal(0.0001543,0.000005,1);//aquí lo que hago aleatoria es la cantidad de unidades a prod
7 double cantidad=round(0.30208/tiempo,0);
8 settablenum("Producción diaria",1,1,cantidad);//establezco todas las columnas de la tabla porque si el ti
9 settablenum("Producción diaria",1,2,cantidad);
10 settablenum("Producción diaria",1,3,cantidad);
11 settablenum("Producción diaria",1,4,cantidad);
12 settablenum("Producción diaria",1,5,cantidad);
```

Figura 9: Dashboards Existencia medias, Inventario Envase 1 y 2

| Average Content | | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | Average Content | Minimum Content | Maximum Content | Current Content |
| AZA001 | 30938.7 | 16280.0 | 47688.0 | 42137.0 |
| AZA007 | 22443.1 | 12087.0 | 37077.0 | 12087.0 |
| AZA008 | 13727.4 | 7965.0 | 20044.0 | 10165.0 |
| AZA009 | 5232.9 | 2717.0 | 8830.0 | 5594.0 |
| AZA002 | 1921.9 | 813.0 | 3216.0 | 2340.0 |
| AZA005 | 1912.2 | 902.0 | 2623.0 | 1349.0 |
| AZA004 | 1642.7 | 629.0 | 2426.0 | 1267.0 |
| AZA006 | 1047.7 | 540.0 | 1586.0 | 829.0 |



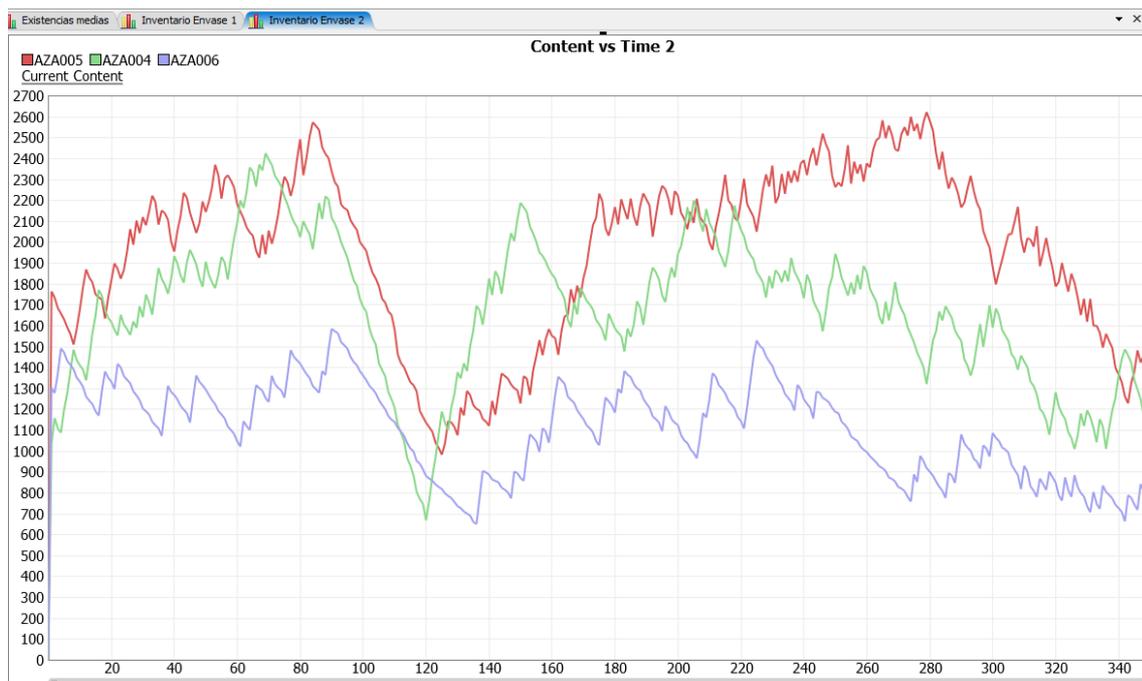


Tabla 1: Resumen Resultados *Experimentar*

| VARIABLE | UNIDAD DE MEDIDA | MEDIA | DESVIACIÓN ESTANDAR | MÍN | MÁX | LÍMITE SUPERIOR | PORCENTAJE DE ÁREA (%) | ERROR | CANTIDAD DE RÉPLICAS |
|--------------|------------------|-------|---------------------|-------|-------|-----------------|------------------------|-------|----------------------|
| AZA001 | (u) | 30839 | 1186 | 27732 | 33861 | 31036 | 38,53 | 200 | 97 |
| AZA007 | (u) | 21426 | 908 | 19182 | 23697 | 21577 | 26,79 | 200 | 57 |
| AZA008 | (u) | 15366 | 644 | 13746 | 16804 | 15473 | 19,21 | 250 | 19 |
| AZA009 | (u) | 5574 | 304 | 4805 | 6250 | 5625 | 6,98 | 250 | 5 |
| AZA002 | (u) | 1943 | 357 | 1502 | 2907 | 2003 | 2,49 | 300 | 4 |
| AZA005 | (u) | 2028 | 130 | 1728 | 2318 | 2050 | 2,55 | 250 | 1 |
| AZA004 | (u) | 1678 | 108 | 1442 | 1915 | 1696 | 2,11 | 300 | 1 |
| AZA006 | (u) | 1073 | 72 | 903 | 1270 | 1085 | 1,35 | 300 | 1 |
| TOTAL | | | | | | 80545 | | | |

| CLASIFICACIÓN | |
|---------------|--|
| A | |
| B | |
| C | |

Anexo 15: Especificaciones de la distribución espacial

| Presentación | AZA001 | | | | TOTAL |
|---------------------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|---------|
| Bloque Nro. | 4 | 5 | 6 | 7 | - |
| Dimensiones L x A x H (m) | 9,27 x 9,15 x 7 | 9,15 x 8,88 x 7 | 9,27 x 6 x 7 | 8,88 x 9 x 7 | - |
| Área (m ²) | 84,82 | 81,25 | 55,62 | 78,14 | 299,83 |
| Volumen (m ³) | 593,74 | 568,76 | 389,34 | 559,44 | 2111,28 |
| Nro. de sacos | 8910 | 8100 | 6435 | 7200 | 30645 |

| Presentación | AZA007 | | TOTAL |
|---------------------------|---------------------|--------------------|---------|
| Bloque Nro. | 1 | 2 | - |
| Dimensiones L x A x H (m) | 13,8 x 13,93 x 4,05 | 13,3 x 11,9 x 4,05 | - |
| Área (m ²) | 192,23 | 158,27 | 350,5 |
| Volumen (m ³) | 778,54 | 640,99 | 1419,53 |
| Nro. de sacos | 12096 | 9720 | 21816 |

| Presentación | AZA008 | | TOTAL |
|---------------------------|------------------|----------------|--------|
| Bloque Nro. | 10 | 9 | - |
| Dimensiones L x A x H (m) | 13, 24 x 7,5 x 3 | 9,27 x 5,8 x 7 | - |
| Área (m ²) | 99,30 | 53,76 | 153,06 |
| Volumen (m ³) | 297,9 | 376,36 | 674,26 |
| Nro. de sacos | 4500 | 5940 | 10440 |

| Presentación | AZA009 |
|---------------------------|----------------|
| Bloque Nro. | 8 |
| Dimensiones L x A x H (m) | 8,88 x 3,3 x 7 |
| Área (m ²) | 31,08 |
| Volumen (m ³) | 205,12 |
| Total (sacos) | 2800 |

| Presentación | AZA005 |
|---------------------------|----------------|
| Bloque Nro. | 11 |
| Dimensiones L x A x H (m) | 5,87 x 7,5 x 3 |
| Área (m ²) | 44,02 |
| Volumen (m ³) | 131,62 |
| Total (sacos) | 2100 |

| Presentación | AZA004 | | TOTAL |
|---------------------------|---------------|---------------|--------|
| Bloque Nro. | 14 | 13 | - |
| Dimensiones L x A x H (m) | 3,4 x 7,5 x 3 | 1,7 x 7,5 x 3 | - |
| Área (m ²) | 25,50 | 12,75 | 38,25 |
| Volumen (m ³) | 76,5 | 38,25 | 114,75 |
| Nro. de sacos | 560 | 600 | 1160 |

| Presentación | AZA002 |
|---------------------------|--------------|
| Bloque Nro. | 3 |
| Dimensiones L x A x H (m) | 6 x 2 x 4,05 |
| Área (m ²) | 12,00 |
| Volumen (m ³) | 48,6 |
| Total (sacos) | 756 |

| Presentación | AZA006 |
|---------------------------|---------------|
| Bloque Nro. | 12 |
| Dimensiones L x A x H (m) | 1,7 x 7,5 x 3 |
| Área (m ²) | 12,75 |
| Volumen (m ³) | 38,25 |
| Total (sacos) | 600 |

Anexo 16: Indicadores de evaluación

Tabla 1: Costo de inmovilización de recursos

| <i>Ítem</i> | Precio de Venta (\$/saco) | Em (sacos) | Costo de Inmovilización de recursos (\$/saco) |
|--------------|---------------------------|------------|---|
| AZA001 | 31,5 | 30839 | 116571,42 |
| AZA002 | 28,75 | 1943 | 6703,35 |
| AZA004 | 37,25 | 1678 | 7500,66 |
| AZA005 | 37,25 | 2028 | 9065,16 |
| AZA006 | 37,25 | 1073 | 4796,31 |
| AZA007 | 30,5 | 21426 | 78419,16 |
| AZA008 | 30,5 | 15366 | 56239,56 |
| AZA009 | 30,5 | 5574 | 20400,84 |
| TOTAL | | | 299696,46 |

Tabla 2: Balance demanda- capacidad con existencias medias

| BALANCE DE DEMANDA - CAPACIDAD ACTUAL | | | | | |
|--|-----------------|-------------------|------------------|------------------|--------|
| Presentación | Volumen de Saco | EM (saco/surtido) | Dn (m3/ surtido) | Cn(m3 / surtido) | Kp (%) |
| AZA001 | 0.06375 | 30839 | 1965.99 | 1942.38 | 1.01 |
| AZA007 | 0.06375 | 21426 | 1365.91 | 1305.97 | 1.05 |
| AZA008 | 0.06375 | 15366 | 979.58 | 620.32 | 1.58 |
| AZA009 | 0.06375 | 5574 | 355.34 | 188.71 | 1.88 |
| AZA005 | 0.06375 | 2028 | 129.29 | 121.09 | 1.07 |
| AZA004 | 0.06375 | 1678 | 129.29 | 105.57 | 1.22 |
| AZA006 | 0.06375 | 1073 | 68.40 | 35.19 | 1.94 |
| AZA002 | 0.06375 | 1943 | 123.87 | 44.71 | 2.77 |
| TOTAL | | | 5117.66 | 4363.94 | 1.173 |

Tabla 3: Balance de demanda-capacidad con el límite superior

| BALANCE DE DEMANDA - CAPACIDAD ACTUAL | | | | | |
|--|------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------|
| Presentación | Volumen de Saco | LSEM (saco/surtido) | Dn (m3/ surtido) | Cn(m3 / surtido) | Kp (%) |
| AZA001 | 0.06375 | 31036 | 1978.55 | 1942.38 | 1.02 |
| AZA007 | 0.06375 | 21577 | 1375.53 | 1305.97 | 1.05 |
| AZA008 | 0.06375 | 15473 | 986.40 | 620.32 | 1.59 |
| AZA009 | 0.06375 | 5625 | 358.59 | 188.71 | 1.90 |
| AZA005 | 0.06375 | 2050 | 130.69 | 121.09 | 1.08 |
| AZA004 | 0.06375 | 1696 | 130.69 | 105.57 | 1.24 |
| AZA006 | 0.06375 | 1085 | 69.17 | 35.19 | 1.97 |
| AZA002 | 0.06375 | 2003 | 127.69 | 44.71 | 2.86 |
| TOTAL | | | 5157.31 | 4363.94 | 1.182 |

Tabla 4: Déficit de sacos para almacenamiento

| Presentación | EM (saco/surtido) | LSEM (saco/surtido) | Cn (sacos/ surtido) | Déficit (%) |
|---------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|
| AZA001 | 30839 | 31036 | 30645 | -194 |
| AZA007 | 21426 | 21577 | 21816 | 390 |
| AZA008 | 15366 | 15473 | 10440 | -4926 |
| AZA009 | 5574 | 5625 | 2800 | -2774 |
| AZA005 | 2028 | 2050 | 2100 | 72 |
| AZA004 | 1678 | 1696 | 1160 | -518 |
| AZA006 | 1073 | 1085 | 600 | -473 |
| AZA002 | 1943 | 2003 | 756 | -1187 |
| TOTAL | | | | -9610 |

Tabla 5: Alturas por bloque

| Presentación | Nro. Bloque | Altura útil | Altura Puntal | Kh | |
|---------------------|--------------------|--------------------|----------------------|-----------|-----------|
| AZA007 | Bloque 1 | 4,05 | 5,2 | 0,7788462 | |
| | Bloque 2 | 4,05 | 5,2 | 0,7788462 | |
| AZA002 | Bloque 3 | 4,05 | 5,2 | 0,7788462 | |
| AZA001 | Bloque 4 | 7 | 8,15 | 0,8588957 | |
| | Bloque 5 | 7 | 8,15 | 0,8588957 | |
| | Bloque 6 | 7 | 8,15 | 0,8588957 | |
| | Bloque 7 | 7 | 8,15 | 0,8588957 | |
| AZA009 | Bloque 8 | 7 | 8,15 | 0,8588957 | |
| AZA008 | Bloque 9 | 7 | 8,15 | 0,8588957 | |
| | Bloque 10 | 3 | 4,15 | 0,7228916 | |
| AZA005 | Bloque 11 | 3 | 4,15 | 0,7228916 | |
| AZA006 | Bloque 12 | 3 | 4,15 | 0,7228916 | |
| AZA004 | Bloque 13 | 3 | 4,15 | 0,7228916 | |
| | Bloque 14 | 3 | 4,15 | 0,7228916 | |
| | | | | | |
| | | | | Total | 11,104371 |
| | | | | Promedio | 0,7931693 |