



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**MEJORAS EN LA LOGÍSTICA Y OPERACIÓN DE UNA
PLANTA EMBOTELLADORA DE AGUA**

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
Como parte de los requisitos para optar al título de
I N G E N I E R O I N D U S T R I A L

REALIZADO POR: Coelho Armas, Paula V.
Gouveia Santa, Renata A.

PROFESOR GUÍA: Gutiérrez, Luis

FECHA: Septiembre, 2011



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**MEJORAS EN LA LOGÍSTICA Y OPERACIÓN DE UNA PLANTA
EMBOTELLADORA DE AGUA**

**Este Jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su
contenido con el resultado:.....**

J U R A D O E X A M I N A D O R

Firma	Firma:	Firma:
Nombre:.....	Nombre:.....	Nombre:.....

REALIZADO POR:

Coelho Armas, Paula V.

Gouveia Santa, Renata A.

PROFESOR GUÍA:

Gutiérrez, Luis

FECHA:

Septiembre, 2011

UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
**MEJORAS EN LA LOGISTICA Y OPERACIONES DE UNA PLANTA
EMBOTELLADORA DE AGUA**

Realizado por: Paula V. Coelho A y Renata A. Gouveia S.

Profesor guía: Luis Gutiérrez.

Fecha: Septiembre 2011

SINOPSIS

El presente Trabajo Especial de Grado fue realizado en la planta embotelladora de agua mineral Minalba, perteneciente a Pepsi-Cola Venezuela C.A., Empresas Polar, la cual dispone dentro de sus instalaciones de un almacén de materia prima y otro de producto terminado, externamente cuenta con dos adicionales de materia prima y uno de producto terminado donde se distribuye a las agencias.

El estudio está enmarcado en la modalidad de proyecto factible, explicativo, descriptivo y de campo con el fin de diseñar mejoras en los procesos logísticos de Minalba. La metodología empleada se basó en la familiarización con la empresa, la recolección y levantamiento de la información, la construcción de un modelo matemático, el diagnóstico de la situación actual y la elaboración de propuestas de mejoras.

Al analizar las instalaciones, el manejo de información e inventario y el proceso de transporte en cada almacén, se encontraron fallas en la distribución de material y falta de capacidad de almacenamiento, lo que ocasiona que diariamente se transporte materia prima de los almacenes externos a la planta para cumplir la planificación de producción y que todo el producto terminado que se va produciendo sea trasladado al almacén externo de producto terminado. También se encontraron demoras en el proceso de atención a los camiones e incumplimiento en los viajes que deben realizarse diariamente para el traslado de materia prima y producto terminado.

Para solventar los inconvenientes explicados se aumentó en un 23,7362% la capacidad de almacenamiento en el almacén externo de producto terminado. También se estudió las causales de las demoras en el proceso de atención a los camiones y se le dio solución al 59% de estas, disminuyendo entre un 46% a 66% (dependiendo del almacén) los tiempos de atención, se crearon varios conjuntos de rutas y se eligió el que genera menor flota de camiones y flujo de camiones en un mismo almacén. Si la planificación diaria de producción es que las líneas logren la productividad objetivo se deberá usar una flota de 17 camiones, pero si aparte de cumplir la productividad objetivo deciden aumentar la velocidad de la línea de producción 3 se deberá usar una flota de 18 camiones.

Palabras claves: logística, almacenes, transporte, tiempos de atención, rutas, planificación de producción, proceso de atención, materia prima y producto terminado



DEDICATORIAS

“En mi angustia invoque al Señor y clamé a mi dios. Él oyó voz desde su templo, y mi clamor llegó delante de Él, a sus oídos”. Salmo 18:6

A Dios, por no abandonarme nunca y llenarme de sabiduría, inteligencia, fuerza y paciencia necesaria para la elaboración de este trabajo.

A mis padres, que los amo por ser los mejores, por ser tan incondicionales y brindarme todo el apoyo durante este tiempo. Para ellos es este trabajo, aun sabiendo que se merecen esto y más.

A mis hermanos, abuelos y tíos por el amor, apoyo y ayuda que me entregaron y que valoré siempre.

A mis primitas que vivieron conmigo momentos de trabajo constante, el cual no me permitió compartir con ellas todo lo que quería darles. Para ella también dedico este trabajo.

A Renata, mi amiga y compañera durante 4 años, pues sin ella esto no hubiese sido posible.

Paula Virginia Coelho Armas

A mis padres por brindarme su amor y apoyo incondicional, por creer en mí y por darme esa fortaleza que me impulsa a salir adelante en cada tropiezo y cumplir las metas que me propongo.

A Dios por ser mi guía espiritual no sólo en la elaboración de este trabajo sino también en mi vida.

A Pau por ser mi amiga y compañera durante 4 años, por su paciencia, comprensión y apoyo en todo este tiempo, sin ella esto no hubiese sido posible.

Renata Andrea Gouveia Santa



INDICE GENERAL

SINOPSIS	I
DEDICATORIAS	II
INDICE GENERAL	III
INDICE DE TABLAS	VI
INDICE DE FIGURAS.....	IX
INDICE DE ANEXOS.....	XII
INTRODUCCION	1
CAPITULO I: DEFINICION DEL PROBLEMA	3
I.2 Interrogantes.....	6
I.3 Objetivos del estudio	7
I.3.1 Objetivo General	7
I.3.2 Objetivos Específicos	7
I.4 Justificación e importancia.....	7
I.5 Limitaciones	7
I.6 Variables.....	7
CAPITULO II: MARCO REFERENCIAL	9
II.1 Organización	9
II.1.1 Reseña Histórica.....	9
II.1.2 Misión	9
II.1.3 Visión	10
II.1.4 Organigrama.....	10
II.1.5 Objetivos de la empresa	10
II.1.6 Materia prima y producto terminado.....	11
CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO	14



III.1 Diseño del estudio	15
III.2 Población y muestra.....	15
III.3 Herramientas.....	15
III.4 Procedimientos	16
III.5 Análisis de los datos	17
CAPITULO IV: ANALISIS DE INFORMACION	18
IV.1 Instalaciones	18
IV.1.1 Almacén 0005.....	18
IV.1.1.1 Capacidades	19
IV.1.2 Almacén 0012.....	21
IV.1.2.1 Capacidades	21
IV.1.3 Almacén 0015.....	23
IV.1.3.1 Capacidades	23
IV.1.4 Almacén 0018.....	25
IV.1.4.1 Capacidades	25
IV.1.5 Almacén 0023.....	26
IV.1.5.1 Capacidades	26
IV.2 Información	30
IV.2.1 Flujo de información en el manejo de materia prima.	30
IV.2.2 Flujo de información en el manejo de producto terminado	30
IV.3 Transporte.....	31
IV.3.1 Especificaciones	31
IV.3.2 Proceso de atención a los camiones.....	32
IV.3.3 Construcción del modelo	33
IV.3.3.1 Estructura del modelo	33
IV.3.3.1.1 Fase I del modelo	33



IV.3.3.1.2 Fase II del modelo.....	34
IV.3.3.2 Restricciones	35
IV.3.3.3 Suposiciones	35
IV.3.4 Tiempos muertos	36
IV.3.4.1 Causales de los tiempos muertos en el proceso de atención a los camiones en los almacenes.....	40
IV.4 Inventario.....	45
CAPITULO V: RESULTADOS	46
V. 1 Propuesta No. 1.....	46
V.1.1 Instalaciones.....	46
V.1.2 Proceso de atención a los camiones	50
V.1.3 Transporte	53
V.1.4 Información.....	57
V.2 Propuesta No. 2.....	58
V.2.1 Instalaciones.....	58
V.2.2 Proceso de atención a los camiones	59
V.2.3 Transporte	62
V.2.4 Información.....	65
V.3 Evaluación de propuestas.....	66
CAPITULO VI: MODELO OPERATIVO	67
CONCLUSIONES	68
BIBLIOGRAFIA	70
ANEXOS	71



INDICE DE TABLAS

CAPITULO I

Tabla I. 1 Especificaciones de las líneas de producción	3
Tabla I. 2 Turnos de producción	4
Tabla I. 3 Caracterización de los almacenes de la Planta San Pedro	5
Tabla I. 4 Definición de las variables utilizadas en la investigación	8

CAPITULO IV

Tabla IV. 1 Áreas y volúmenes de las zonas de almacenamiento del Almacén 0005	19
Tabla IV. 2 Áreas y volúmenes de las zonas de almacenamiento del Almacén 0012	22
Tabla IV. 3 Áreas y volúmenes de la zona de almacenamiento del Almacén 0015	23
Tabla IV. 4 Áreas y volúmenes de la zona de almacenamiento del Almacén 0018	25
Tabla IV. 5 Áreas y volúmenes de las zonas de almacenamiento del Almacén 0023	27
Tabla IV. 6 Flota de camiones para el transporte de materia prima y producto terminado.	31
Tabla IV. 7 Capacidad en paleta de los tipos de camiones según la materia prima que transporten.....	31
Tabla IV. 8 Capacidad en paleta de los tipos de camiones según el producto terminado que transporten.....	31
Tabla IV. 9 Actividades realizadas en los almacenes	33
Tabla IV. 10 Ecuaciones utilizadas en el modelo	36
Tabla IV. 11 Tiempos en minutos de traslado entre almacenes.....	37
Tabla IV. 12 Tiempos en minutos de la atención total a los camiones en los distintos almacenes	37
Tabla IV. 13 Tiempo promedio de cada ruta	37
Tabla IV. 14 Escenario 1: resultados de los viajes faltantes	38
Tabla IV. 15 Escenario 2: resultado de los viajes faltantes	38
Tabla IV. 16 Tiempo máx. en minutos de la duración del proceso de atención a un camión para cada almacén y según la productividad de las líneas de producción.	40
Tabla IV. 17 Frecuencia de las razones de espera de atención a un camión en los distintos almacenes	44



Tabla IV. 18 Frecuencia de las demoras existentes en el proceso de atención de los camiones en los almacenes.....	45
---	----

CAPITULO V

Tabla V. 1 Características de RACKS en los Almacenes 1 y 2 pertenecientes al Almacén 0023.....	49
Tabla V. 2 Distribución del Almacén secundario perteneciente al Almacén 0005. (Material por pasillo).....	50
Tabla V. 3 Soluciones a las distintas demoras existente en los almacenes en el proceso de atención a los camiones.....	51
Tabla V. 4 Tiempo de duración de la atención total de los camiones según el almacén para la propuesta 1	52
Tabla V. 5 Tiempo máx. En minutos de la duración del proceso de atención a un camión para la propuesta 1.....	52
Tabla V. 6 Conjunto de ruta 1 para la propuesta 1 y el escenario 1	53
Tabla V. 7 Conjunto de ruta 2 para la propuesta 1 y el escenario 1	54
Tabla V. 8 Conjunto de ruta 3 para la propuesta 1 y el escenario 1	54
Tabla V. 9 Conjunto de ruta 4 para la propuesta 1 y el escenario 1	54
Tabla V. 10 Conjunto de ruta 5 para la propuesta 1 y el escenario 1	54
Tabla V. 11 Conjunto de ruta 1 para la propuesta 1 y el escenario 2	54
Tabla V. 12 Conjunto de ruta 2 para la propuesta 1 y el escenario 2	55
Tabla V. 13 Conjunto de ruta 3 para la propuesta 1 y el escenario 2	55
Tabla V. 14 Conjunto de ruta 4 para la propuesta 1 y el escenario 2	55
Tabla V. 15 Conjunto de ruta 5 para la propuesta 1 y el escenario 2	55
Tabla V. 16 Conjunto de ruta seleccionada para la propuesta 1 y el escenario 1	56
Tabla V. 17 Conjunto de ruta seleccionada para la propuesta 1 y el escenario 2	56
Tabla V. 18 Tiempo de duración de la atención total de los camiones según el almacén para la propuesta 1.....	61
Tabla V. 19 Tiempo máx. En minutos de la duración del proceso de atención a un camión para la propuesta 2.....	62
Tabla V. 20 Conjunto de ruta 3 para la propuesta 1 y el escenario 2	62
Tabla V. 21Conjunto de ruta 3 para la propuesta 1 y el escenario 2	63



Tabla V. 22 Conjunto de ruta 3 para la propuesta 1 y el escenario 2	63
Tabla V. 23 Conjunto de ruta 3 para la propuesta 1 y el escenario 2	63
Tabla V. 24 Conjunto de ruta 3 para la propuesta 1 y el escenario 2	63
Tabla V. 25 Conjunto de ruta 3 para la propuesta 1 y el escenario 2	63
Tabla V. 26 Conjunto de ruta seleccionada para la propuesta 2 y el escenario 1	64
Tabla V. 27 Conjunto de ruta seleccionada para la propuesta 2 y el escenario 2	64



INDICE DE FIGURAS

CAPITULO I

Figura I. 1 Proporción de producción para cada presentación en la línea 2 en un trimestre.	4
Figura I. 2 Proporción de producción para cada presentación en la línea 4 en un trimestre	4
Figura I. 3 Interrogantes que surgen en el desarrollo del TEG	6

CAPITULO III

Figura III. 1 Estructura metodológica.....	14
Figura III. 2 Etapas del desarrollo del Trabajo Especial de Grado	16

CAPITULO IV

Figura IV. 1 Estructura del Capítulo IV.....	18
Figura IV. 2 Plano Almacén 0005 (Vista Planta)	20
Figura IV. 3 Plano Almacén 1P perteneciente al Almacén 0005.....	20
Figura IV. 4 Plano Almacén 2P perteneciente al Almacén 0005.....	21
Figura IV. 5 Plano Almacén 2P perteneciente al Almacén 0005.....	21
Figura IV. 6 Plano Almacén 0012	22
Figura IV. 7 Plano Almacén 0015 (Vista Planta)	24
Figura IV. 8 Plano Zona de Almacenamiento del Almacén 0015	25
Figura IV. 9 Plano del Almacén 0018	26
Figura IV. 10 Plano del Almacén 0023 (vista planta)	28
Figura IV. 11 Plano del Almacén 1 perteneciente al Almacén 0023	28
Figura IV. 12 Plano del Almacén 2 perteneciente al Almacén 0023	29
Figura IV. 13 Plano del Almacén 3 perteneciente al Almacén 0023	29
Figura IV. 14 Flujograma de despliegue del flujo de información entre departamento de planificación, departamento de producción, almacén 0005, almacén 0015 y almacén 0018	29-A
Figura IV. 15 Flujograma de despliegue del flujo de información entre departamento de producción, almacén 0012 y almacén 0023	29-B
Figura IV. 16 Ruta 1: Circuito completo	32



Figura IV. 17 Ruta 2: Producto terminado.....	32
Figura IV. 18 Ruta 3: Materia prima	32
Figura IV. 19 Ruta 4: Materia prima sólo para gandolas.....	32
Figura IV. 20 Flujograma de despliegue del proceso de atención a los camiones en el almacén 0005.....	32-A
Figura IV. 21 Flujograma de despliegue del proceso de atención a los camiones en el almacén 0012.....	32-B
Figura IV. 22 Flujograma de despliegue del proceso de atención a los camiones en el almacén 0015.....	32-C
Figura IV. 23 Flujograma de despliegue del proceso de atención a los camiones en el almacén 0018.....	32-D
Figura IV. 24 Flujograma de despliegue del proceso de atención a los camiones en el almacén 0023.....	32-E
Figura IV. 25 Fase I del modelo	34
Figura IV. 26 Fase II del modelo	34
Figura IV. 27 Gráfico del impacto en la producción por los viajes no realizados de producto terminado	39
Figura IV. 28 Gráfico del impacto por los viajes no realizados de materia prima	39
Figura IV. 29 Diagrama causa-efecto de la espera en los almacenes para atender a los camiones.....	41
Figura IV. 30 Diagrama causa-efecto de las demoras en la atención a los camiones en los almacenes	42

CAPITULO V

Figura V. 1 Plano de la ampliación de la zona de almacenamiento del Almacén 0015	47
Figura V. 2 Plano del Almacén 1 perteneciente al Almacén 0023 para almacenar materia prima	48
Figura V. 3 Plano del aumento de capacidad en el Almacén 2 perteneciente al Almacén 0023.....	49
Figura V. 4 Plano del aumento de capacidad en el Almacén 3 perteneciente al Almacén 0023.....	49
Figura V. 5 Plano del arreglo del almacén secundario perteneciente al Almacén 0005....	50



Figura V. 6 Flujogramas de despliegue de los cambios en el proceso de atención a los camiones en el Almacén 0005.....	51-A
Figura V. 7 Flujogramas de despliegue de los cambios en el proceso de atención a los camiones en el Almacén 0012.....	51-B
Figura V. 8 Flujogramas de despliegue de los cambios en el proceso de atención a los camiones en el Almacén 0015.....	51-C
Figura V. 9 Flujogramas de despliegue del Proceso de atención a los camiones en el Almacén 1 (M/P) perteneciente al Almacén 0023	51-D
Figura V. 10 Flujogramas de despliegue de los cambios en el proceso de atención a los camiones en el Almacén 0023 (P/T)	51-E
Figura V. 11 Gráfico comparativo de distribución de los tiempos de atención total a los camiones con demoras y sin las demoras para la Propuesta 1	52
Figura V. 12 Conjunto de rutas seleccionada para la Propuesta 1	56
Figura V. 13 Grafico comparativo de la flota de camiones necesarios para la Propuesta 1 según el escenario y los tiempos de atención utilizados.....	57
Figura V. 14 Flujogramas de despliegue Propuesta 1: flujo de información entre departamento de planificación, departamento de producción, Almacén 0005, Almacén 0015 y Almacén 0018	57-A
Figura V. 15 Plano de propuesta 2 para el almacén 1 perteneciente al Almacén 0023	59
Figura V. 16 Plano del Almacén 0018 con la incorporación de área para predespacho	60
Figura V. 17 Flujogramas de despliegue de los cambios en el proceso de atención a los camiones en el Almacén 0018.....	60-A
Figura V. 18 Gráfico comparativo de la distribución de los tiempos de atención total a los camiones con demoras y sin las demoras para la propuesta 2.....	61
Figura V. 19 Conjunto de rutas seleccionada para la Propuesta 1	64
Figura V. 20 Gráfico comparativo de la flota de camiones necesarios para la Propuesta 1 según el escenario y los tiempos de atención utilizados.....	65
Figura V. 21 Flujogramas de despliegue de los cambios en el flujo de información entre departamento de planificación, departamento de producción, Almacén 0005, Almacén 0015 y Almacén 0018	65-A



INDICE DE ANEXOS

CAPITULO I

ANEXO III. 1 Estimación del tamaño de la muestra.....	73
ANEXO III. 2 Muestreo piloto del tiempo de traslado entre almacenes	75
ANEXO III. 3 Muestreo final (con N datos y % de error menor o igual a 10) del tiempo de traslado entre almacenes	76
ANEXO III. 4 Muestreo piloto del tiempo de atención total a los camiones en los almacenes	77
ANEXO III. 5 Muestreo final (con N datos y 10% de error) de los tiempos de atención total a los camiones en los almacenes	78

CAPITULO IV

ANEXO IV. 1 Plano Almacén 0005 (vista planta)	82
ANEXO IV. 2 Plano del Almacén 1P perteneciente al Almacén 0005.....	83
ANEXO IV. 3 Plano del Almacén 2P del Almacén 0005.....	84
ANEXO IV. 4 Plano del Almacén 0005 SECUNDARIO.....	85
ANEXO IV. 5 Plano del Almacén 0012	86
ANEXO IV. 6 Plano del Almacén 0015 (vista planta)	87
ANEXO IV. 7 Plano de la zona de almacenamiento del Almacén 0015	88
ANEXO IV. 8 Plano del Almacén 0018	89
ANEXO IV. 9 Plano del Almacén 0023 (vista planta)	90
ANEXO IV. 10 Plano del Almacén 1 perteneciente al Almacén 0023.....	91
ANEXO IV. 11 Plano del Almacén 2 perteneciente al Almacén 0023.....	92
ANEXO IV. 12 Plano del Almacén 3 perteneciente al Almacén 0023.....	93
ANEXO IV. 13 Fase I del modelo	94
ANEXO IV. 14 Fase II del modelo.....	95

CAPITULO V

ANEXO V. 1 Plano de Ampliación de la zona de almacenamiento del Almacén 0015 ...	97
---	----



ANEXO V. 2 Plano de Propuesta 1 para el Almacén 1 perteneciente al Almacén 0023 para almacenar materia prima	98
ANEXO V. 3 Plano del aumento de capacidad en el Almacén 2 perteneciente al Almacén 0023.....	99
ANEXO V. 4 Plano del aumento de capacidad en el Almacén 3 perteneciente al Almacén 0023.....	100
ANEXO V. 5 Plano del arreglo del almacén secundario perteneciente al Almacén 0005	101
 CAPITULO VI	
ANEXO VI. 1 Modelo operativo	103



INTRODUCCION

La Planta San Pedro embotelladora de agua mineral ARISTON fue fundada en el año 1959 en la comunidad de San Pedro de los Altos, Edo. Miranda, por la facilidad de obtener el agua de los manantiales existentes en dicha comunidad. Luego en el año 2000 es adquirida por PEPSI-COLA VENEZUELA C.A., EMPRESAS POLAR, para embotellar agua mineral bajo la marca de MINALBA, creando un portafolio de productos que situaron a la marca en la competencia del mercado nacional. Esto trajo como consecuencia el aumento de la demanda y la ampliación de las líneas de producción, dejando insuficiente la capacidad de almacenamiento para materia prima y producto terminado existente en la planta.

El área de logística decide adquirir dos almacenes externos, un almacén propio y otro subcontratado, para proveer diariamente la materia prima necesaria para la producción de la Planta San Pedro, dichos almacenes están a una distancia de la planta de 10km y 28km respectivamente. También adquieren otro almacén externo para almacenar el producto terminado hasta que sea distribuido a las agencias, su distancia a la planta es de 11km.

Las proyecciones del crecimiento de la población en los Altos Mirandinos indican un aumento para el año 2011 de un 26,2% con respecto al año 2001¹. Observándose un incremento en el tráfico vehicular ya que no se posee variedad de vías alternas en la zona. Esto trae como consecuencia que los viajes que deben realizar los camiones entre los almacenes, para lograr el plan de producción, se realicen en mayor tiempo con riesgo al incumplimiento de los mismos.

La comunidad de San Pedro de los Altos establece un horario restringido para la atención de los camiones por parte de la planta, pero dicha restricción no se está respetando ya que para realizar el número de viajes necesarios se sobrepasa el horario.

¹ Tomado del INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GERENCIA ESTADAL DE ESTADISTICA MIRANDA, Proyecciones basadas en el censo de población y vivienda 2001.



*Las decisiones de localización de las instalaciones tienen impacto de largo plazo en el desempeño de la cadena de suministros.*² Ya que actualmente el Departamento de Logística de la Planta San Pedro ha observado fallas en el transporte, en el flujo de información, en las instalaciones y en los inventarios de los almacenes existentes. Al respecto se genera en ellos una preocupación que los lleva a tomar acciones y emprender el desarrollo del presente Trabajo Especial de Grado.

El objetivo del presente TEG es proponer mejoras en la logística y operaciones de la planta embotelladora de agua mineral, realizando un diagnóstico a lo largo de la cadena de suministro que permita analizar la situación de la empresa en cuanto a capacidades de almacenamiento y de transporte, así como también en cuanto al sistema de información que manejan y los inventarios.

² Tomado de Guías Cadena de Suministros. Profesor Luis Gutiérrez. UCAB.



CAPITULO I: DEFINICION DEL PROBLEMA

El propósito del Capítulo I es exponer las razones por las que se dio origen al Trabajo Especial de Grado, así como el entorno donde se realizó. Estará dividido según el siguiente esquema:

- El planteamiento del problema.
- Las interrogantes que surgieron en el desarrollo de la investigación.
- Los objetivos que se pretenden alcanzar.
- La justificación e importancia del estudio.
- Las limitaciones y consideraciones que se hayan realizado en el Trabajo Especial de Grado.
- Las variables estudiadas en la investigación.

1.1 Planteamiento del problema

El crecimiento de la demanda a lo largo de los años ha ocasionado el aumento de las líneas de producción de la Planta San Pedro perteneciente a PEPSI-COLA VENEZUELA C.A., EMPRESAS POLAR, las cuales proporcionan las diferentes presentaciones de agua mineral, agua saborizada y agua gasificada existentes en el mercado bajo la marca MINALBA. En la Tabla I.1 se indican las líneas de producción que existen, lo que se produce en cada una de ellas, la velocidad en que lo realizan y también la productividad objetivo:

Línea de producción	Presentación	Velocidad de producción (CAJASXhora)	Productividad objetivo (%)
Línea 1	Agua Minalba Pet 330 ml.	775	75
Línea 2	Agua Minalba Pet 1500 ml.	1165	60
	Agua Minalba Pet 600 ml.	1042.5	
	Agua Minalba Pet 330 ml.	1187.5	
Línea 3	Agua Minalba Pet 5000 ml.	660	80
Línea 4	Agua Minalba Pet 600 ml.	500	45
	SPARKLING Agua Gasificada 330 ml.	435	
	Minalba "Flavor" Limón 600 ml.	500	
	Minalba "Flavor" Toronja 600 ml.	500	
	Minalba "Flavor" Naranja 600 ml.	500	
	Minalba "Flavor" Frutos Rojos 600 ml.	500	

Tabla I. 1 Especificaciones de las líneas de producción

Fuente: Departamento de producción y mantenimiento



En la Figura I.1 y Figura I.2 se observa las proporciones en que la línea 2 y la línea 4 producen, en un trimestre, las presentaciones indicadas en la Tabla I.1



Figura I. 1 Proporción de producción para cada presentación en la línea 2 en un trimestre.

Fuente: Elaboración propia basada en la información suministrada por técnico de producción, Lenin Abreu (2011).

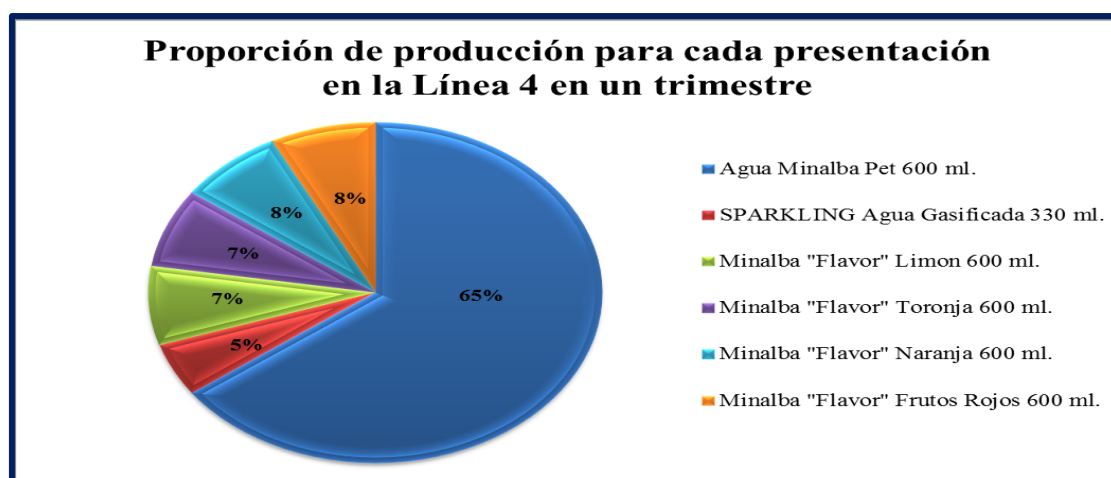


Figura I. 2 Proporción de producción para cada presentación en la línea 4 en un trimestre

Fuente: Elaboración propia basada en la información suministrada por técnico de producción, Lenin Abreu (2011).

Un día de producción en la Planta San Pedro está conformado por 3 turnos los cuales se observan en la Tabla I.2.

Turnos de Producción	
1	6:30am - 2:30pm
2	2:30pm - 10:30pm
3	10:30pm - 6:00am

Tabla I. 2 Turnos de producción

Fuente: Elaboración propia



Para almacenar la materia prima que surte a las líneas de producción y el producto terminado la Planta San Pedro posee cinco instalaciones con diferentes características, esto se puede observar en la Tabla I.3.

ALMACEN	Horario de atención a los camiones	Material que se maneja			Capacidad (Paletas)	Recursos		Ubicación
		Tipo	Proviene de:	Surte a:		Tipo	Horario de Trabajo	
0005	De 06:30a.m. a 8:30p.m.	Materia Prima	Almacén 0015 o Almacén 0018	Producción	562	Supervisor	7:00a.m.- 4:00p.m.	Planta San Pedro
						Analista 1	6:30a.m. 2:30p.m.	
						Analista 2	7:00a.m.- 4:00p.m.	
						Analista 3	2:30a.m.- 10:30pm	
						Montacarguista 1	6:30a.m.- 2:30p.m.	
						Montacarguista 2	2:30a.m. 10:30pm	
						Montacarga 1		
0012	De 06:30a.m. a 8:30p.m.	Producto Terminado	Producción	Almacén 0023	360	Montacarga 2		Planta San Pedro
						Analista 1	6:30a.m.-2:30p.m.	
						Analista 2	2:30a.m.-10:30p.m.	
						Montacarguista1	6:30a.m.-2:30p.m.	
						Montacarguista2	2:30a.m.-10:30p.m.	
0015	De 06:30a.m. a 10:30p.m.	Materia Prima	Proveedores	Almacén 0005 o Almacén 0018	1500	Montacarga		Barbecho, Los Teques (Distancia a la planta 10km)
						Analista 1	6:30a.m.- 2:30p.m.	
						Analista 2	7:00a.m.- 4:00p.m.	
						Analista 3	2:30a.m.-10:30p.m.	
						Montacarguista 1	6:30a.m.-2:30p.m.	
0018	De 08:00a.m. a 05:00p.m.	Materia Prima	Almacén 0005	Almacén 0005 o Almacén 0015	1695	Montacarguista 2	2:30a.m.-10:30p.m.	Guaracarumbo Los Teques (Distancia a la planta 28km)
						Montacarga		
						Encargado	8:00a.m.-5:00p.m.	
						Montacarguista	8:00a.m.-5:00p.m.	
0023	De 06:30a.m. a 10:30p.m.	Producto Terminado	Almacén 0012	Agencias	2077	Montacarga 1		El Tambor, Los Teques (Distancia a la planta 11km)
						Montacarga 2		
						Supervisor	7:00a.m.- 4:00p.m	
						Analista 1	6:30a.m.- 2:30p.m	
						Analista 2	7:00a.m.- 4:00p.m	
						Analista 3	2:30a.m.-10:30p.m	
						Montacarguista 1	6:30a.m.- 2:30p.m	
						Montacarguista 2	6:30a.m.- 2:30p.m	
						Montacarguista 3	2:30a.m.-10:30p.m	
						Montacarguista 4	2:30a.m.-10:30p.m	

Tabla I. 3 Caracterización de los almacenes de la Planta San Pedro

Fuente: Elaboración propia

Actualmente se producen traslados diarios de materia prima y producto terminado, en camiones 750, debido a la capacidad que poseen los almacenes ubicado en la Planta San Pedro. Este número de viajes no ha cumplido con los requerimientos de producción ya que han habido numerosos casos donde las líneas de producción se paran por falta de materia prima o por no contar con la capacidad de almacenamiento de producto

terminado. En vista de estas situaciones se han visto en la necesidad de sobrepasar los horarios de los almacenes de planta ocasionando problemas con la comunidad.

El Departamento de Logística desea realizar mejoras en dicha área, para solventar los problemas mencionados y así cumplir con los requerimientos de producción planteados en los siguientes escenarios:

- **Escenario 1:** cada línea logra la productividad objetivo especificada en la Tabla I.1 y las líneas 2 y 4 producen la presentación con mayor proporción de cajas producidas en un trimestre.
- **Escenario 2:** cada línea logra la productividad objetivo especificada en la Tabla I.1 pero la velocidad de producción de la línea 3 aumente a 1048 cajas por hora y las líneas 2 y 4 producen la presentación con mayor proporción de cajas producidas en un trimestre.

I.2 Interrogantes

En la Figura I.3 se presentan las interrogantes que surgen en el desarrollo del Trabajo Especial de Grado.



Figura I. 3 Interrogantes que surgen en el desarrollo del TEG

Fuente: Elaboración propia



I.3 Objetivos del estudio

I.3.1 Objetivo General

Proponer mejoras en la logística y operaciones de una planta embotelladora de agua mineral.

I.3.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar las operaciones que se realizan en cada almacén en el proceso de atención a los camiones.
- Clasificar las distintas actividades de cada almacén según el valor agregado.
- Analizar las demoras existentes y su frecuencia en el proceso de atención de los camiones de los almacenes existentes.
- Desarrollar un modelo del comportamiento del sistema.
- Analizar los resultados de las herramientas aplicadas.
- Evaluar opciones de mejora.

I.4 Justificación e importancia

El tema a tratar en el Trabajo Especial de Grado resulta de gran importancia para la empresa, ya que con el logro de los objetivos propuestos se contribuye a lograr una mayor eficiencia en los procesos que se realizan diariamente, promoviendo la reducción de demoras y tiempos muertos que afecta a la producción.

Los habitantes de la Comunidad de San Pedro también se ven favorecidos con las propuestas de mejoras pues ellos se ven afectados debido al incumplimiento del horario acordado para la atención a los camiones en los almacenes ubicado en la planta.

I.5 Limitaciones

- El Trabajo Especial de Grado no incluye la implementación de los resultados.
- Debido a la confiabilidad de la empresa, no se pueden obtener historiales de la producción, sólo pudo encontrar poca información respecto a inventarios de los almacenes e historiales de traslados.

I.6 Variables



Las variables estudiadas en el desarrollo del estudio se describen en la Tabla I.4.

Variables	Definición	Unidad de medición
Empaque	Es el envase en cual se embotella el agua mineral	Unidad de botellas vacías
Paletas de materia prima	Unidad en que se agrupa empaque de una misma presentación. Es la unidad mínima de transporte	-----
Cajas	Unidad en que se agrupa botellas de producto terminado de una misma presentación	-----
Paletas de producto terminado	Unidad en que se agrupan cajas de una misma presentación	-----
Área de almacenamiento	Es la superficie del almacén destinada al almacenamiento del material	m2
Volumen de almacenamiento	Es el espacio del almacén destinado al almacenamiento del material	m3
Capacidad de almacenamiento	Unidad total que se puede almacenar material en un almacén	Paletas
Número de viajes necesarios	Es el número de camiones necesarios que lleguen a un almacén para poder suplir un pedido o trasladar un material	Camiones
Numero de repeticiones de ruta	Repeticiones que realiza un camión de un misma ruta en un día	Viajes
Número de camiones para una ruta	Camiones necesarios para satisfacer los viajes que se deben hacer por ruta	Camiones
Tiempo máx.teórico de atención	Es el máx. tiempo que puede durar la atención de un camiones en un almacén para satisfacer los despachos planificados	Minutos
Tiempo muerto de ruta	Tiempo que demora un camión en ir de un almacén a otro dependiendo de cuál sea su ruta	Minutos
Tiempo muerto total de atención	Conjunto del tiempo que tiene que esperar el camión para que sea atendido y el tiempo en que lo atienden en cada almacén.	Minutos
Inventario	Cantidad de material que se posee en un almacén Operacionalización: registro del conteo de paletas por presentación realizado por un analista	Paletas por presentación
Reserva	Es el pedido realizado por el técnico de producción al Almacén 0005 de la materia prima necesaria para producir la planificación Operacionalización: registro de la transacción realizada en SAP	Unidades de material
Pedido	Comunicar al analista del Almacén 00015 cuantas paletas y de que presentación necesita para el día. Operacionalización: mandar correo electrónico.	Paletas de material
Planificación	El cronograma por día para una semana de las cajas que debe producir cada línea. Operacionalización: el estudio de los pronósticos de demanda	Cajas por día

Tabla I. 4 Definición de las variables utilizadas en la investigación

Fuente: Elaboración propia



CAPITULO II: MARCO REFERENCIAL

En este capítulo se expone la información del entorno en que se realiza el estudio y los temas que son tratados a lo largo del mismo, cuyo conocimiento previo es necesario para una mejor comprensión del estudio.

II.1 Organización

II.1.1 Reseña Histórica

La planta San Pedro de Pepsi-Cola Venezuela C.A. se encuentra ubicada en San Pedro de los Altos, Estado Miranda. En el año 1959 el Sr. Beagino Canale descubre los manantiales de agua mineral y adquiere las Haciendas El Peñón y San Isidro. Para ese mismo año se inició el embotellado de agua mineral bajo la marca de “Edelweis”.

En 1979 la empresa es adquirida por el grupo YUKERY y le otorga el nombre Mavenga a la empresa que se encarga del negocio del agua mineral. En 1981 nace la marca Minalba. En 1986 Mavenga es adquirida por la Organización Diego Cisneros. Durante el primer año se optimiza la capacidad de producción.

En 1995, YUKERY es adquirida por Mavesa. Pero en el 2000 entra en una fuerte crisis económica y decide vender la Planta San Pedro de los Altos a las Empresas Polar.

Polar introduce a Minalba en su cartera de negocios, integrándola a la Dirección de Refrescos y bebidas no Carbonatadas como parte de Pepsi-Cola Venezuela C.A. Donde es la primera en lanzar al mercado la presentación en botella de plástico PET de 330ml, 600ml, 1500ml, 5litros. Las oportunidades y proyección de crecimiento de la planta aumentan considerablemente.

II.1.2 Misión

“Satisfacer las necesidades de consumidores, clientes, compañías vendedores, concesionarios, distribuidores, accionistas, trabajadores y suplidores, a través de nuestros productos y de la gestión de nuestros negocios, garantizando los más altos estándares de calidad, eficiencia y competitividad, con la mejor relación precio/valor, alta rentabilidad y

crecimiento sostenido, contribuyendo con el mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad y el desarrollo del país.”³

II.1.3 Visión

“Seremos una corporación líder en alimentos y bebidas, tanto en Venezuela como en los mercados de América Latina, donde participaremos mediante adquisiciones y alianzas estratégicas que aseguren la generación de valor para nuestros accionistas. Estaremos orientados al mercado con una presencia predominante en el punto de venta y un complejo portafolio de productos y marcas de reconocida calidad. Promoveremos la generación y difusión del conocimiento en las áreas comercial, tecnología y gerencial. Seleccionaremos y capacitaremos a nuestro personal con el fin de alcanzar los perfiles requeridos, lograremos su pleno compromiso con los valores de Empresas Polar y le ofreceremos las mejores oportunidades de desarrollo.”⁴

II.1.4 Organigrama

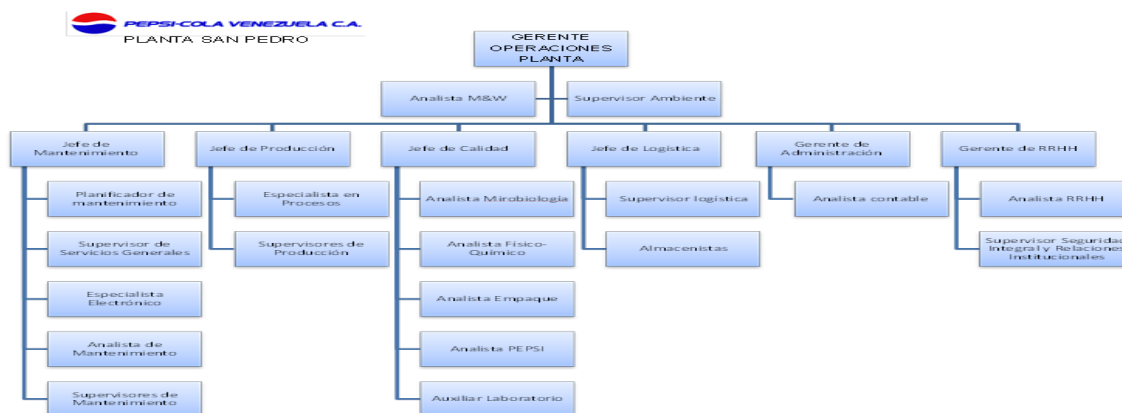


Figura II. 1 Organigrama de la Planta San Pedro

Fuente: Departamento de Recurso Humanos de la Planta San Pedro

II.1.5 Objetivos de la empresa

- Ser líderes en el mercado de bebidas no alcohólicas en Venezuela.
- Desarrollar un portafolio de marcas líderes, así como sistemas comerciales y de información que permitan llegar consistentemente a la totalidad de los puntos de venta y colocar todos los productos, teniendo reconocimiento como la empresa que brinda el mejor servicio a sus clientes.

³ EMPRESAS POLAR, 2002

⁴ EMPRESAS POLAR, 2002

- Lograr ser la compañía más eficiente de la industria en el aspecto de costos de producción y distribución en Venezuela.
- Seleccionar y capacitar al personal con el fin de alcanzar los perfiles requeridos, para lograr su pleno compromiso con los valores de Empresas Polar.

II.1.6 Materia prima y producto terminado

La Planta de San Pedro de los Altos consta actualmente de 4 líneas de producción para distintas bebidas, en diferentes tamaños y presentaciones⁵. Para la obtención del agua existen 11 manantiales que están conectados a La Planta San Pedro, donde luego de un tratamiento físico (proceso de filtrado), se envasa con sus características fisicoquímicas inalteradas y se comercializa bajo la marca “Minalba”.

Otra materia prima necesaria para la obtención de los diferentes productos se clasifica según su rotación de inventario dentro de la planta y consiste en:

- **Primario:** es de rotación diaria dentro de la planta. Son las botellas de Plástico PET y Vidrio.
- **Secundario:** su rotación es variable, suple varios días de producción. Entre ellos tenemos: Tapas, Chapafortes, Láminas Separadoras, Paletas, Plásticos.

En la Figura II.3 se visualiza la caracterización de cada tipo de insumo para las líneas de producción.



Figura II. 2 Caracterización de la materia prima

Fuente: Departamento de Logística de la Planta San Pedro

⁵ Ver Tabla I.1 del Capítulo I pág. 2



Lo productos resultantes de las líneas de producción se pueden observar en la Figura II.4.



Figura II. 3 Caracterización del producto terminado

Fuente: Departamento de Logística de la Planta San Pedro

Tanto la materia prima y el producto terminado se pueden referir en distintas unidades. En la Tabla II. se observa las conversiones existentes entre las diferentes unidades a tratar en el estudio

Conversiones de Materia Prima			
Descripción del Material		Botellas/Paleta	Botellas/Caja
Pet 330 ml		5566	----
Pet 600 ml		3040	----
Pet 1500 ml		1260	----
Pet 5000 ml		390	----
Pet "Flavor" 600 ml		2568	----
Botella Sparkling 330 ml (vidrio)		3600	----
Línea 1	Tapa Iberoplast	105600	4400
	Tapa Alcoa	100800	4200
Línea 2	Tapa Oasis	80000	4000
Línea 3	Tapa 5lts Bericap	34000	1700
Línea 4	Tapa Tacorta (FLAVOR)	100000	5000
	Tapa para Sparkling	103200	4300
	Tapa Iberoplast	105600	4400

Tabla II. 1 Conversiones para la materia prima

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO

En el presente capítulo se describe de manera detallada la información acerca de cómo se realizó la investigación junto con la metodología empleada para el cumplimiento de los objetivos propuestos, incluyendo las actividades requeridas para ello.

III.1 Metodología

De acuerdo a los objetivos propuestos se puede observar en la Figura III.1 la estructura metodológica del TEG en la que se indican, entre otras cosas, las herramientas utilizadas para el logro dichos objetivos.

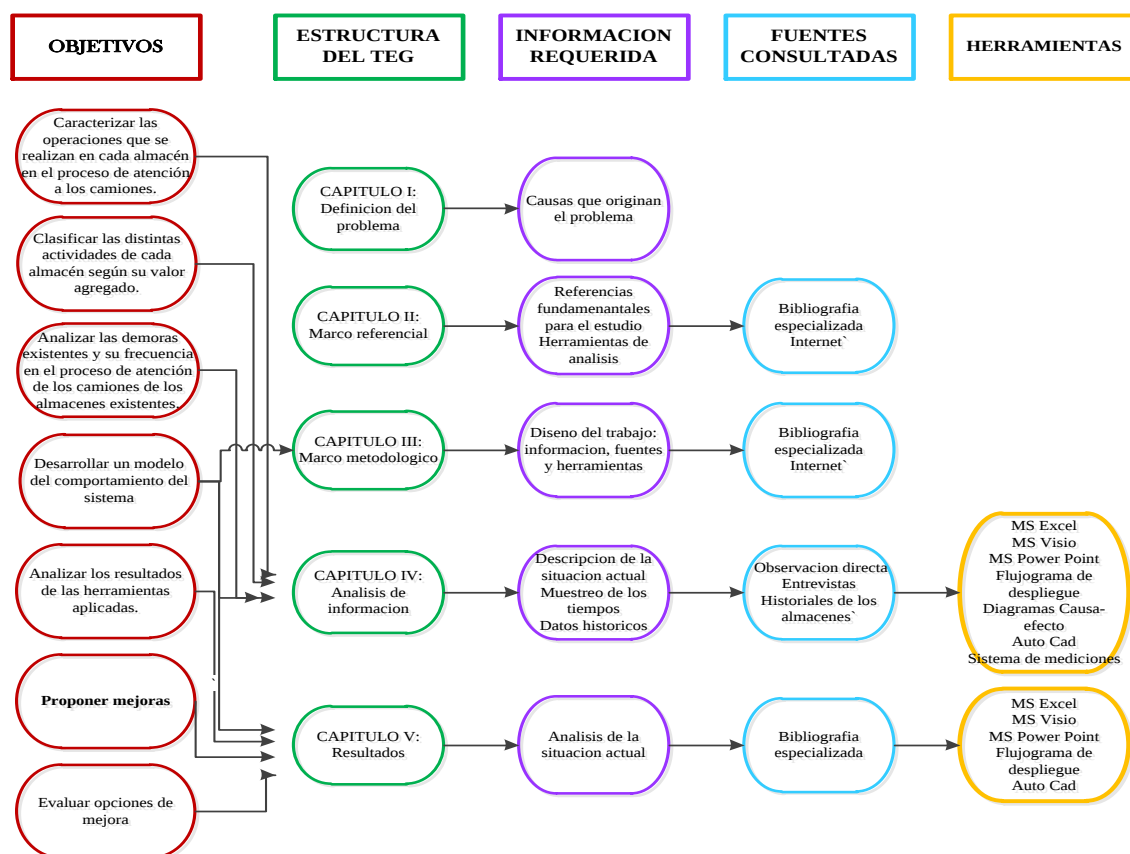


Figura III. 1 Estructura metodológica

Fuente: Elaboración propia



III.1 Diseño del estudio

Debido a la naturaleza del Trabajo Especial de Grado se lleva a cabo un proyecto factible, con un estudio explicativo, descriptivo y de campo, ya que se realiza un diagnóstico de la situación existente mediante recolección de información proveniente de la realidad y se elaboran las propuestas de mejora como solución al problema teniendo como objetivo la explicación de las mismas.

III.2 Población y muestra

Se puede observar en la Tabla III.1 el universo que se vea afectado con el estudio del TEG, la población y muestra del mismo.

Universo	Población	Muestra
Todas las instalaciones que contribuyen en la obtención de los productos de MINALBA	Área de Almacenamiento	Se considera muestra del TEG los valores que generaron el estudio de los 5 almacenes
	Volumen de Almacenamiento	
	Capacidad de Almacenamiento	
	Número de viajes necesarios	
	Número de camiones para una ruta	
	Tiempo muerto total de atención	

Tabla III. 1 Universo, población y muestra del estudio

Fuente: Elaboración propia

III.3 Herramientas

- Mediante encuestas y entrevistas con los diferentes supervisores, analistas, montacarguistas y choferes del Departamento de Logística, se obtuvo información referente a las restricciones de horario, recursos y capacidad de los almacenes, así como el flujo de información existente para el manejo de la materia prima y producto terminado. También al entrevistar a los supervisores del Departamento de Producción se consiguió información referente a las líneas de producción.
- A través de la observación se identificaron y conocieron las operaciones existentes en el proceso de atención a los camiones.
- Se realizó un muestreo para obtener los tiempos de traslado entre almacenes y los tiempos de atención total a los camiones en cada almacén. Para ello se tomó una muestra piloto de 20 observaciones que con el método estadístico, conocido como

“Estimación del tamaño de la muestra”⁷ se obtuvo el número de observaciones necesarias para el estudio con un coeficiente de confianza de 90% y un error del 10%⁸.

- Se levantaron planos en AUTOCAD de cada almacén posterior a la medición de los mismos.

III.4 Procedimientos

Los procedimientos realizados en el Trabajo Especial de Grado se presentan en un esquema dividido en 5 fases, esto se puede visualizar en la Figura III.2

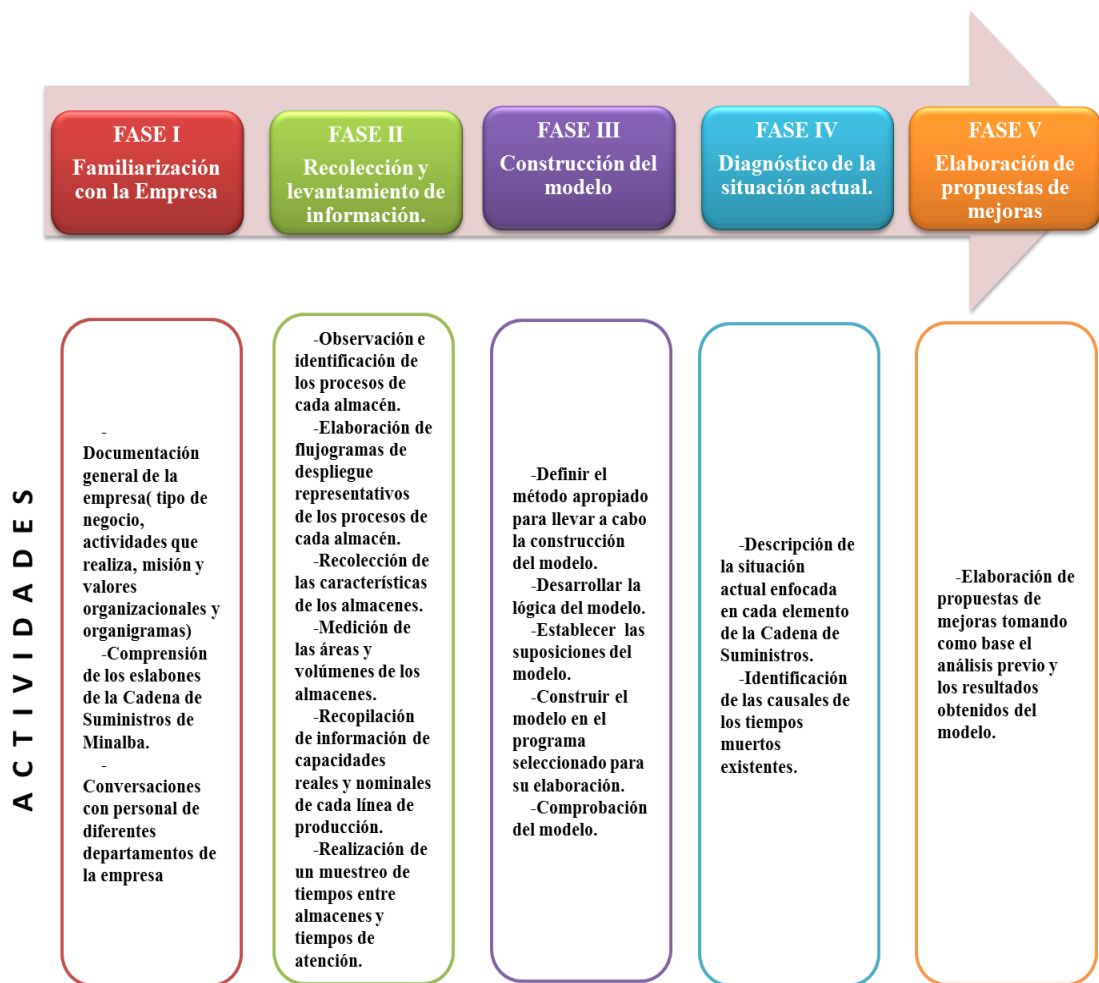


Figura III. 2 Etapas del desarrollo del Trabajo Especial de Grado

Fuente: Elaboración propia

⁷Ver ANEXO III.1

⁸Ver ANEXO III.2, ANEXO III.3, ANEXO III.4 Y ANEXO III.5 para observar las muestra tomadas inicialmente y posteriormente.



III.5 Análisis de los datos

De acuerdo a los datos suministrados por el muestreo final se procedió a determinar las triangulares de los tiempos de traslados entre almacenes, para obtener un tiempo en el que no haya tráfico (optimista), un tiempo probable de traslado con las condiciones normales de tráfico en la zona y un tiempo donde haya mucha cola (pesimista), el cual no favorece las operaciones logísticas de la empresa. En cuanto a los tiempos de atención total, también se construyeron triangulares pues los tiempos de espera junto con las demoras que se puedan presentar varían considerablemente ocasionando variabilidad en el total del tiempo en atención, esto genera entonces un tiempo optimista, probable y pesimista para la atención de camiones.

El muestreo realizado registró la frecuencia de las demoras en el proceso de atención, las cuales fueron analizadas con un Diagrama Causa-Efecto.

Mediante el levantamiento de los planos se analizaron las instalaciones para determinar el porcentaje de área utilizable y no aprovechada para el almacenamiento.

CAPITULO IV: ANALISIS DE INFORMACION

En el Capítulo IV se presentan los datos recolectados durante el estudio del Trabajo Especial de Grado, los cuales ayudan a describir la situación actual. También se analiza dicha situación mediante las herramientas ya descritas en los capítulos anteriores.

El Capítulo estará dividido en los elementos que se encuentran interrelacionados y conforman la cadena de suministros, como muestra la siguiente figura:

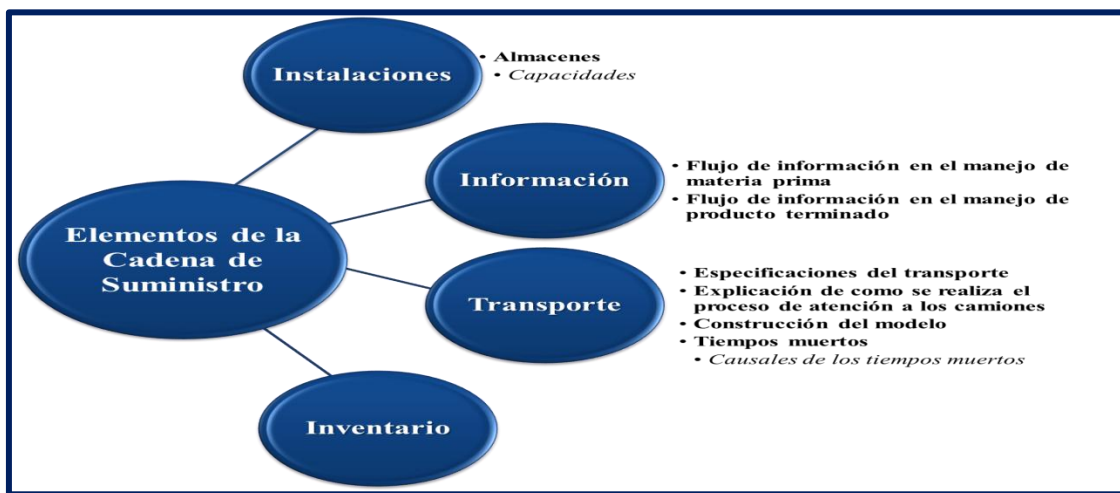


Figura IV. 1 Estructura del Capítulo IV

Fuente: Elaboración propia

IV.1 Instalaciones

La Planta San Pedro posee diferentes instalaciones que ayudan a la obtención del agua mineral MINALBA, pero el estudio abarca los almacenes existentes utilizados para la materia prima y producto terminado. A continuación se caracterizaran dichos almacenes:

IV.1.1 Almacén 0005

El Almacén 0005 es el de materia prima perteneciente al Departamento de Logística de la Planta San Pedro, se le conoce como almacén secundario pues en él se almacenan tapas, plásticos, chapafortes, corrugado y láminas separadoras. De igual manera existe otro almacén de materia prima que pertenece al Departamento de



Producción, el cual almacena el empaque vacío PET y vidrio, el material resguardado en ambos almacenes es transportado directamente hacia cada una de las líneas de producción por un montacarga a medida que éstas lo requieran. La descarga de los camiones ocurre en el almacén de producción y es recibida por el analista del almacén 0005, por lo tanto para efectos del estudio se considerará el almacén 0005 como el conjunto de éste con el almacén de producción.

IV.1.1.1 Capacidades

El almacén de Producción mencionado se divide a su vez en dos, los cuales se llamarán Almacén 1P y Almacén 2P. En ambos almacenes las botellas PET y vidrio están distribuidas en pasillos y no tienen una ubicación fija por presentación, es decir a medida que va llegando el material éste se va ordenando en los pasillos que estén disponibles para su almacenamiento. El área de las paletas utilizadas para este tipo de materia prima es de 1,40m x 1,10m. En el almacén secundario el material no se encuentra ubicado en pasillos, el área de las paletas usadas en este caso varía dependiendo del proveedor y el tipo de material. En cuanto al aprovechamiento del volumen, en el almacén de producción se colocan las paletas formando dos niveles, mientras que en el almacén secundario se coloca sólo un nivel.

Para el análisis de las capacidades es necesario conocer el área y volumen del almacén, en este caso, para el Almacén 0005 se especifica en la Tabla IV.2 las áreas de los almacenes explicados anteriormente, así como los volúmenes de cada uno.

		Almacén secundario	Almacén 1P	Almacén 2P	Capacidad Total (paletas)
AREA (m ²)	Total	344,87	282,74	453,6	562
	Utilizable	316,75	109,76	237,25	
	Utilizada	70%	100%	100%	
VOLUMEN (m ³)	Total	1655,37	887,66	1995,85	
	Utilizable	1330,36	274,38	996,45	
	Utilizado	53,09%	100%	100%	

Tabla IV. 1 Áreas y volúmenes de las zonas de almacenamiento del Almacén 0005

Fuente: Elaboración propia

El Almacén secundario posee un área de 28,12 m², la cual no es utilizada para almacenamiento sino para que el montacarguista pueda manejar el material. En cambio



en el Almacén 1P el área que no puede ser usada para almacenamiento es de 172,98 m², debido a que el camión se atiende dentro de éste almacén, también posee un área para paletas sin materia prima, las cuales deben ser devueltas a los proveedores. En el Almacén 2P el área no disponible para almacenamiento es de 216,35 m², esta área no sólo es usada para que el montacarguista pueda manejar el material sino que también se encuentra la oficina del analista y una estantería donde se retienen materiales para otro tipo de uso en la Planta San Pedro. Para visualizar el plano del Almacén 0005 en vista planta y los planos de cada uno de los almacenes nombrados anteriormente ver Figura IV.2, Figura IV.3, Figura IV.4 y Figura IV.5⁹

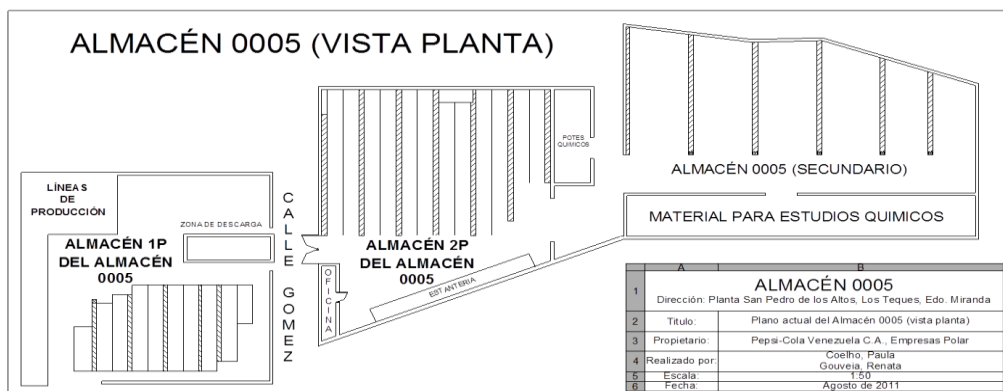


Figura IV. 2 Plano Almacén 0005 (Vista Planta)

Fuente: Elaboración propia

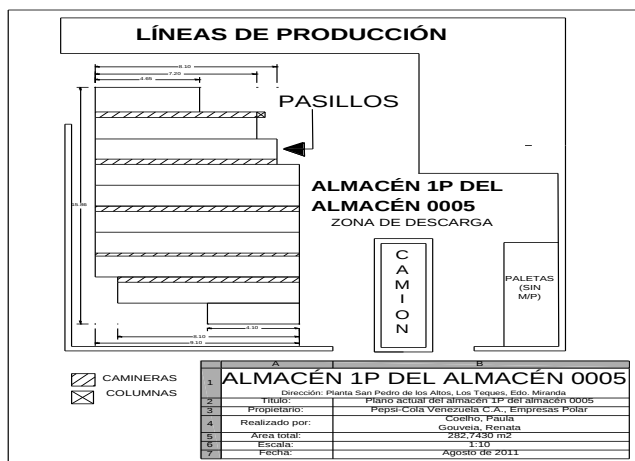


Figura IV. 3 Plano Almacén 1P perteneciente al Almacén 0005

Fuente: Elaboración propia

⁹ Figuras ampliadas en ANEXO IV.1, ANEXO IV.2, ANEXO IV.3 y ANEXO IV.4.

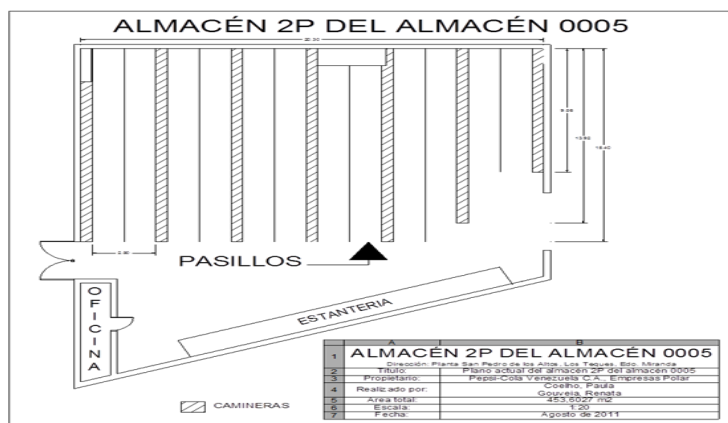


Figura IV. 4 Plano Almacén 2P perteneciente al Almacén 0005

Fuente: Elaboración propia

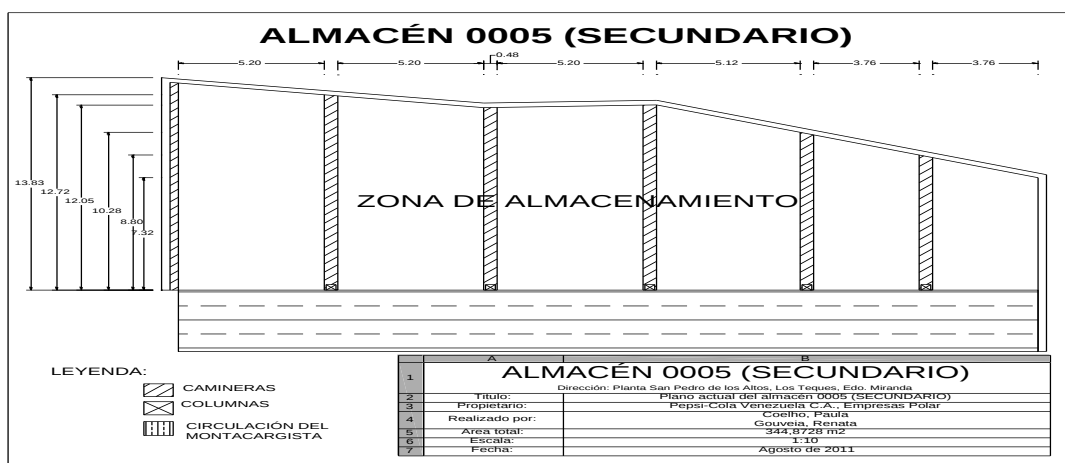


Figura IV. 5 Plano Almacén 2P perteneciente al Almacén 0005

Fuente: Elaboración propia

IV.1.2 Almacén 0012

El Almacén 0012 es el encargado de almacenar el producto terminado apenas salen de las líneas de producción en la Planta San Pedro. Se encuentra justo al lado del departamento de Producción, es decir la distancia entre las líneas de producción y el almacén es corta.

IV.1.2.1 Capacidades

El Almacén 0012 no se encuentra distribuido en pasillos, pues la selectividad del material es baja, debido a que todo lo que se produce tiene que salir el mismo día del almacén independientemente de la presentación, esto como consecuencia de que no se



cuenta con suficiente capacidad para almacenar lo que se produce en los tres turnos del día. El área de las paletas utilizadas para producto terminado es de 1,20m x 0,90m. De acuerdo a la estructura del almacén, éste presenta dos zonas de almacenamiento por lo tanto en Tabla IV.4 se especificaran las áreas y volúmenes de cada una.

		Zona de Almacenamiento 1	Zona de Almacenamiento 2	Capacidad Total (paletas)
AREA (m ²)	Total	333,21	106,67	360
	Utilizable	325,71	106,67	
	Utilizada	100%	100%	
VOLUMEN(m ³)	Total	1499,44	480,02	
	Utilizable	1302,84	426,69	
	Utilizado	37,50%	37,50%	

Tabla IV. 2 Áreas y volúmenes de las zonas de almacenamiento del Almacén 0012

Fuente: Elaboración propia

El área total que posee este almacén es de 537,063 m² pero existe la zona de carga del camión la cual es dentro del almacén, la oficina del analista y un cuarto donde se almacena la cesta alimenticia que se la daa los trabajadores mensualmente, todo esto suma un total de 97,183 m² que no se puede utilizar para almacenamiento. Ver Figura IV. para visualizar el plano del Almacén 0012¹⁰.

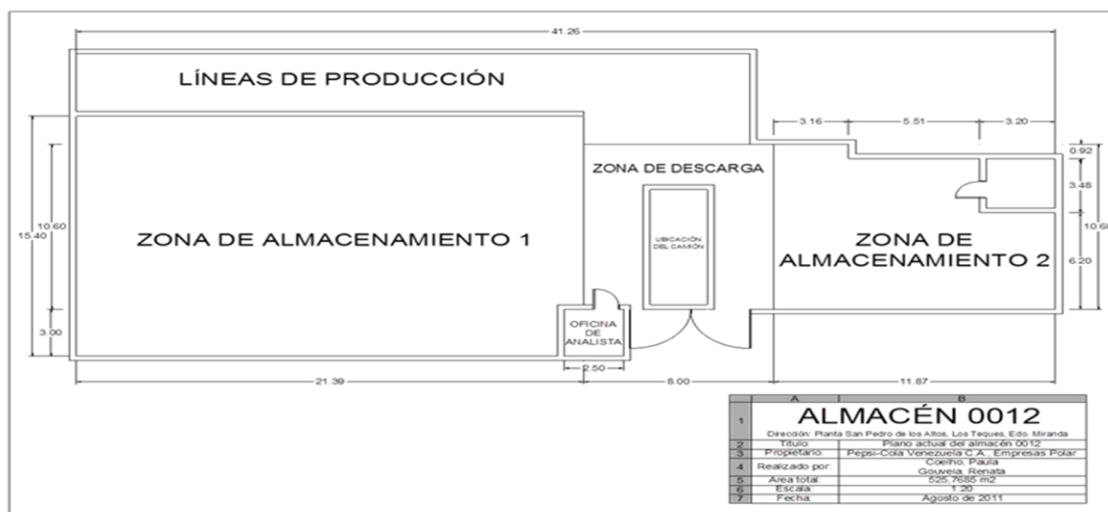


Figura IV. 6 Plano Almacén 0012

Fuente: Elaboración propia

¹⁰ Ver ampliación de la Figura IV.6 en el ANEXO IV.5



IV.1.3 Almacén 0015

Este es el almacén donde llegan todos los proveedores de materia prima. A su vez comparte las instalaciones con AMCOR, pues aquí se realiza el proceso de soplado de botellas plásticas PET por el “outsourcing” de la empresa *Amtor PET “PackingLatinAmerica”*.

IV.1.3.1 Capacidades

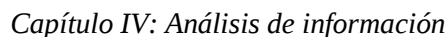
Se encuentra distribuido en pasillos y caminera para que el Departamento de Calidad pueda pegar las calcomanías que indican que el material aprobó las pruebas de calidad y puede llevarse a la planta, también para revisar la descripción del material a la hora de querer verificarlo. No cuenta con una distribución específica para cada presentación, sin embargo sigue un orden que les permite, a la hora de cargar los camiones, seleccionar el material cuya fecha de llegada haya sido la más antigua. Actualmente una zona del almacén está siendo utilizada sin respetar los pasillos y camineras establecidas. El volumen del almacén no es el mismo en todas las áreas, de modo que existen unos pasillos donde el volumen utilizable varía, esto quiere decir q los pasillos en el cual su largo es de 23,2 m se pueden almacenar 3 niveles de paleta de forma vertical, en cambio que en los demás sólo se pueden almacenar 2 niveles si es empaque vacío y, un solo nivel si son tapas. En la Tabla IV.6 se exponen los valores de áreas y volúmenes del almacén necesarios para el análisis de las capacidades.

		Zona de almacenamiento	Capacidad Total (paletas)
AREA (m ²)	Total (m2)	1456,83	1500
	Utilizable	938,68	
	Utilizada	100%	
VOLUMEN(m ³)	Total (m3)	3223,66	
	Utilizable	2954,4	
	Utilizado	100%	

Tabla IV. 3 Áreas y volúmenes de la zona de almacenamiento del Almacén 0015

Fuente: Elaboración propia

La zona de almacenamiento posee aparte de las camineras entre pasillos un espacio prudencial para que el montacarguista pueda manejar el material, he aquí la diferencia en m² entre el área total y el área utilizable de la zona de almacenamiento.



ALMACEN 0015

ZONA DE ATENCION A LOS CAMIONES

ZONA DE ALMACENAMIENTO

ZONA PARA MATERIAL RETORNABLE

ZONA PARA MATERIAL RETORNABLE

AREA DE GAS

ENTRADA Y SALIDA

OPCION ANEXA

SEGURIDAD

LEYENDA:

- CAMINERAS
- COLUMNAS
- CIRCULACIÓN DEL MONTACARGISTA
- CAMINERAS CON SOPORTES EN EL TECHO

	A	B
1	Almacén 0015 (Vista planta) Dirección: Barbecho, Los Teques, Edo. Miranda	
2	Título:	Plano actual del Almacén 0015 (Vista planta)
3	Propietario:	Pepsi-Cola Venezuela C.A., Empresas Polar
4	Realizado por:	Cuello, Paula Gouveia, Renata
5	Área total:	2714,320 M ²
6	Escala:	1:50
7	Fecha:	Agosto de 2011

Figura IV. 7 Plano Almacén 0015 (Vista Planta)

Fuente: Elaboración propia

¹¹ Ver ampliación de la Figura IV.7 y Figura IV.8 en el ANEXO IV.6 y ANEXO IV.7

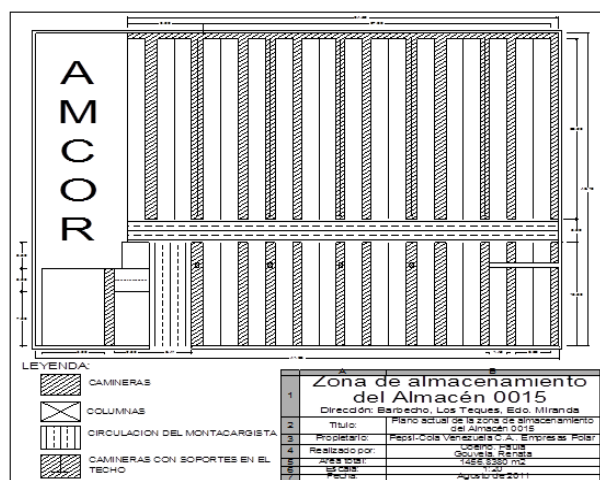


Figura IV. 8 Plano Zona de Almacenamiento del Almacén 0015

Fuente: Elaboración propia

IV.1.4 Almacén 0018

Es un almacén que funciona como operador logístico de MINALBA, éste almacén es contratado para almacenar empaque vacío específicamente de las presentaciones de 330ml, 600ml, 1500ml y 5000ml. Su inventario y control de pedido se maneja desde el Almacén 0015.

IV.1.4.1 Capacidades

El almacén está distribuido en pasillos y camineras entre estos, excepto un área donde las paletas están colocadas sin respetar las líneas divisorias de los mismos, además en dicha área el volumen no es utilizado al igual que el resto del almacén pues solo se colocan dos paletas verticalmente y en el resto del almacén están colocadas 3. Con la Tabla IV.4 se observará el aprovechamiento de los espacios disponibles del almacén.

		Zona de almacenamiento	Capacidad Total (paletas)
AREA (m ²)	Total (m2)	1419,87	1695
	Utilizable	1060,18	
	Utilizada	100%	
VOLUMEN(m ³)	Total (m3)	3793,15	
	Utilizable	3599,232	
	Utilizado	100%	

Tabla IV. 4 Áreas y volúmenes de la zona de almacenamiento del Almacén 0018

Fuente: Elaboración propia

El área que no se puede utilizar para el almacenamiento de materia prima es de 359,69 m² y está destinada a las camineras que dividen los pasillos y al manejo de materiales por un montacarga. Ver Figura IV.9 para visualizar el plano del Almacén 0018.¹²

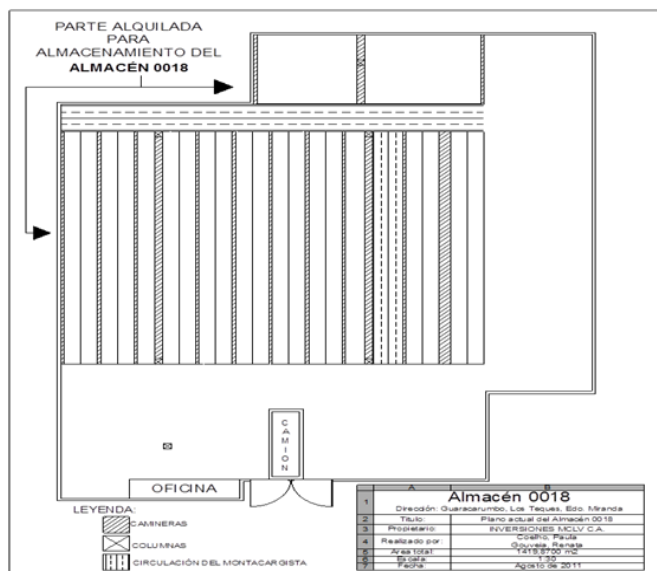


Figura IV. 9 Plano del Almacén 0018

Fuente: Elaboración propia

IV.1.5 Almacén 0023

Es el almacén encargado de recibir y almacenar el producto terminado proveniente de la Planta San Pedro, consta de 3 almacenes y dos balcones de almacenamiento. Dichos balcones son espacios que empezaron a ser utilizados cuando se vio la necesidad de aumentar la capacidad. Los almacenes mencionados se encuentran dentro de una instalación que posee otros almacenes utilizados para almacenar otros productos de Pepsi-Cola Venezuela C.A y Empresas Polar.

IV.1.5.1 Capacidades

Como se dijo anteriormente el Almacén 0023 representa el conjunto de tres almacenes los cuales están enumerados (1, 2, 3) por la empresa para la distinción de los mismos. El almacén 2 y el almacén 3 se asemejan en cuanto a su distribución, pero esto

¹² Ver ampliación de la Figura IV.9 en el ANEXO IV.7



no quiere decir que tengan la misma capacidad, los dos cuentan con un rack y una zona sin rack donde las paletas están colocadas en el piso formando un solo nivel. En el almacén 1 no hay rack, por lo tanto las paletas forman un solo nivel exceptuando algunos casos donde colocan una paleta sobre dos paletas, asumiendo que las están colocando de una manera tal que no es posible su caída. En los tres almacenes las zonas sin racks están distribuidas en pasillos pero sin ninguna ubicación fija para cada tipo de producto, sin embargo como trabajan bajo FIFO, ordenan el producto de manera que se puede cumplir dicha estrategia. En la Tabla IV.5 se especifican las áreas y volúmenes de los distintos almacenes que conforman el almacén 0023.

		Almacén 1	Almacén 2	Almacén 3	Balcón 1	Balcón 2	Capacidad Total (paletas)
AREA (m ²)	Total (m2)	902,41	592,53	714,27	210,74	334,06	2077
	Utilizable	772,7	365,79	458,84	210,74	334,06	
	Utilizada	76,13%	100%	100%	97%	97%	
VOLUMEN (m ³)	Total (m3)	3699,90	4147,73	4995,83	632,22	1002,2	
	Utilizable	3090,82	2562,55	3176,91	337,18	534,5	
	Utilizado	28,55%	63,28%	61,52%	100%	100%	

Tabla IV. 5 Áreas y volúmenes de las zonas de almacenamiento del Almacén 0023

Fuente: Elaboración propia

El Almacén 1 aparte del área de almacenamiento posee una zona de descarga de camiones dentro del almacén y un espacio para que el montacargista pueda manejar el material, ambas zonas forman el área no utilizable del almacén la cual es de 129,71 m².

A diferencia del Almacén 1 tanto el Almacén 2 como el Almacén 3 poseen la zona de descarga de camiones fuera del almacén, pero igual ambos almacenes tienen un área no utilizable para almacenar. La del Almacén 2 es de 226,45 m² y está destinada a un área de “Picking”, otra para que el montacargista pueda manejar el material y las camineras, y la del Almacén 3 es de 255,43 m² y está destinada un área para guardar los montacargas, otra para que el montacargista pueda manejar el material y las camineras. Ver Figura IV. , Figura IV. , Figura IV. y Figura IV. para visualizar el plano del Almacén 0023 y de los almacenes 1, 2 y 3.¹³

¹³ Ver ampliación de la Figura IV.10, Figura IV.11, Figura IV.12 y Figura IV.13 en el ANEXO IV.9 y ANEXO IV.10, ANEXO IV.11 y ANEXO IV.12

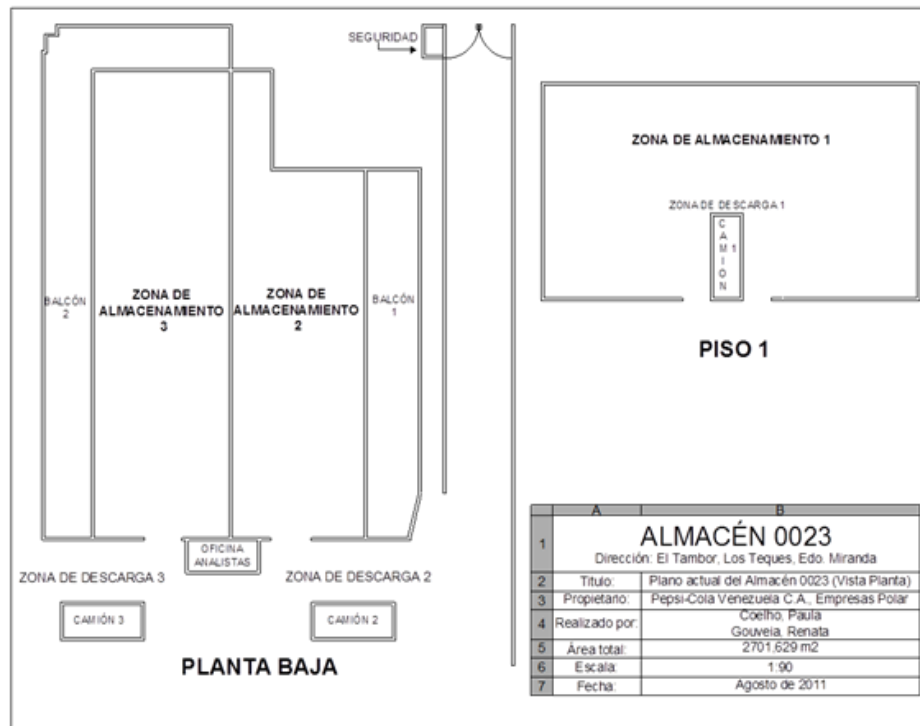


Figura IV. 10 Plano del Almacén 0023 (vista planta)

Fuente: Elaboración propia

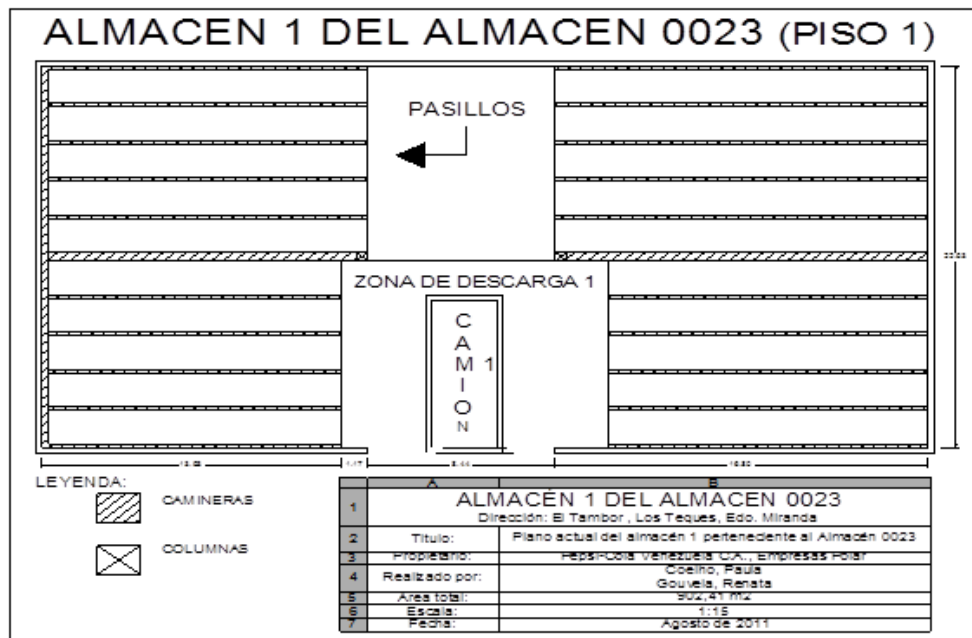


Figura IV. 11 Plano del Almacén 1 perteneciente al Almacén 0023

Fuente: Elaboración propia

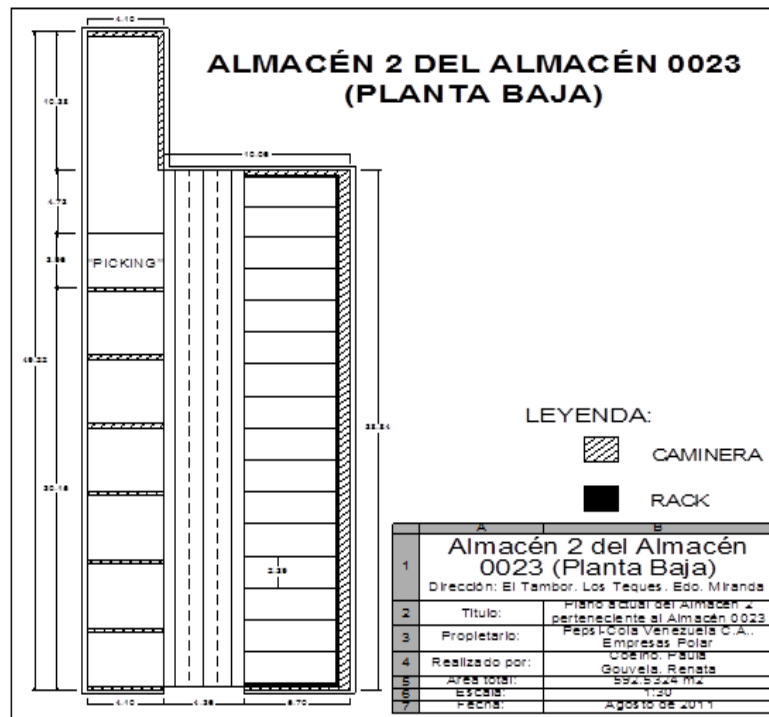


Figura IV. 12 Plano del Almacén 2 perteneciente al Almacén 0023

Fuente: Elaboración propia

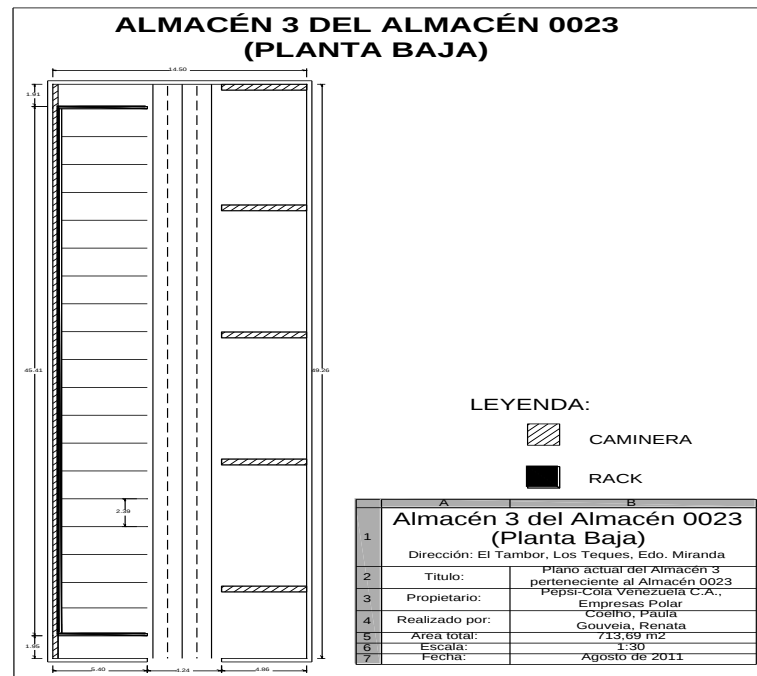


Figura IV. 13 Plano del Almacén 3 perteneciente al Almacén 0023

Fuente: Elaboración propia



IV.2 Información

IV.2.1 Flujo de información en el manejo de materia prima.

El manejo de materia prima entre los almacenes existentes requiere de una cantidad de operaciones necesarias para garantizar el despacho y recepción de la misma. Para poder cumplir estas operaciones debe existir un flujo de información entre todos los entes que intervienen en el proceso y debe ser eficaz para que se cumpla la planificación de producción. En el flujograma de despliegue de la Figura IV.14, la cual se encuentra ampliada en la siguiente página, se puede visualizar como es el flujo de información entre el Departamento de Planificación (Corporativo), Departamento de Producción de Ala Planta San Pedro, Almacén 0005, almacén 0015 y Almacén 0018.

IV.2.2 Flujo de información en el manejo de producto terminado

Una vez generado el producto en la Planta se genera un flujo de información de éste, el cual va a servir para su pronto despacho y recepción en los almacenes correspondientes. Dicha información también sirve para realizar procedimientos de inventario y procesos de control de calidad. Al igual que en el caso de manejo de materia prima, todas las operaciones vinculadas al flujo de información entre el Departamento de Producción, Almacén 0012 y Almacén 0023 se pueden observar en el flujograma de despliegue de la Figura IV.15, la cual se encuentra ampliada en la siguiente página

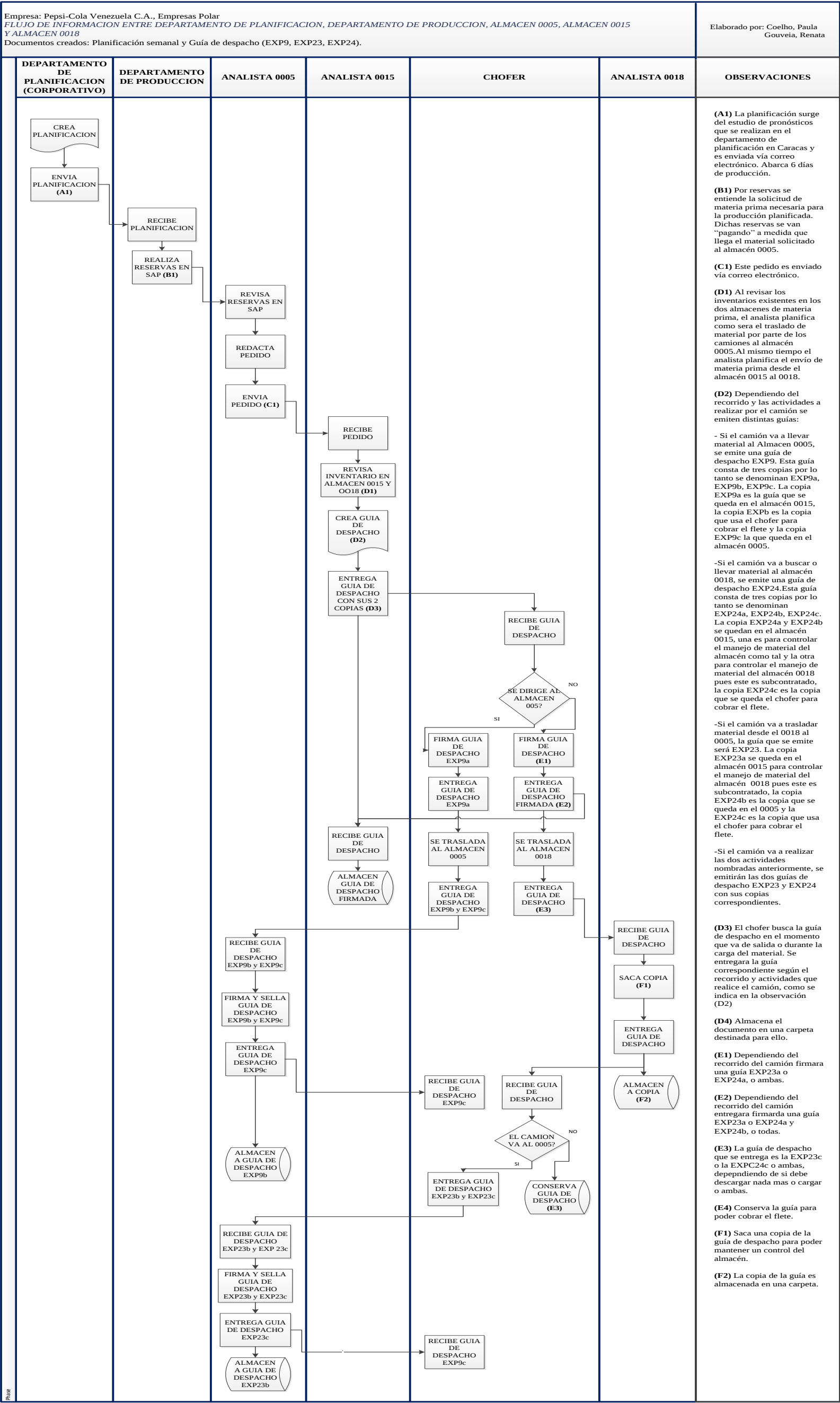


Figura IV. 14 Flujograma de despliegue del flujo de información entre departamento de planificación, departamento de producción, almacén 0005, almacén 0015 y almacén 0018

Fuente: Elaboración propia

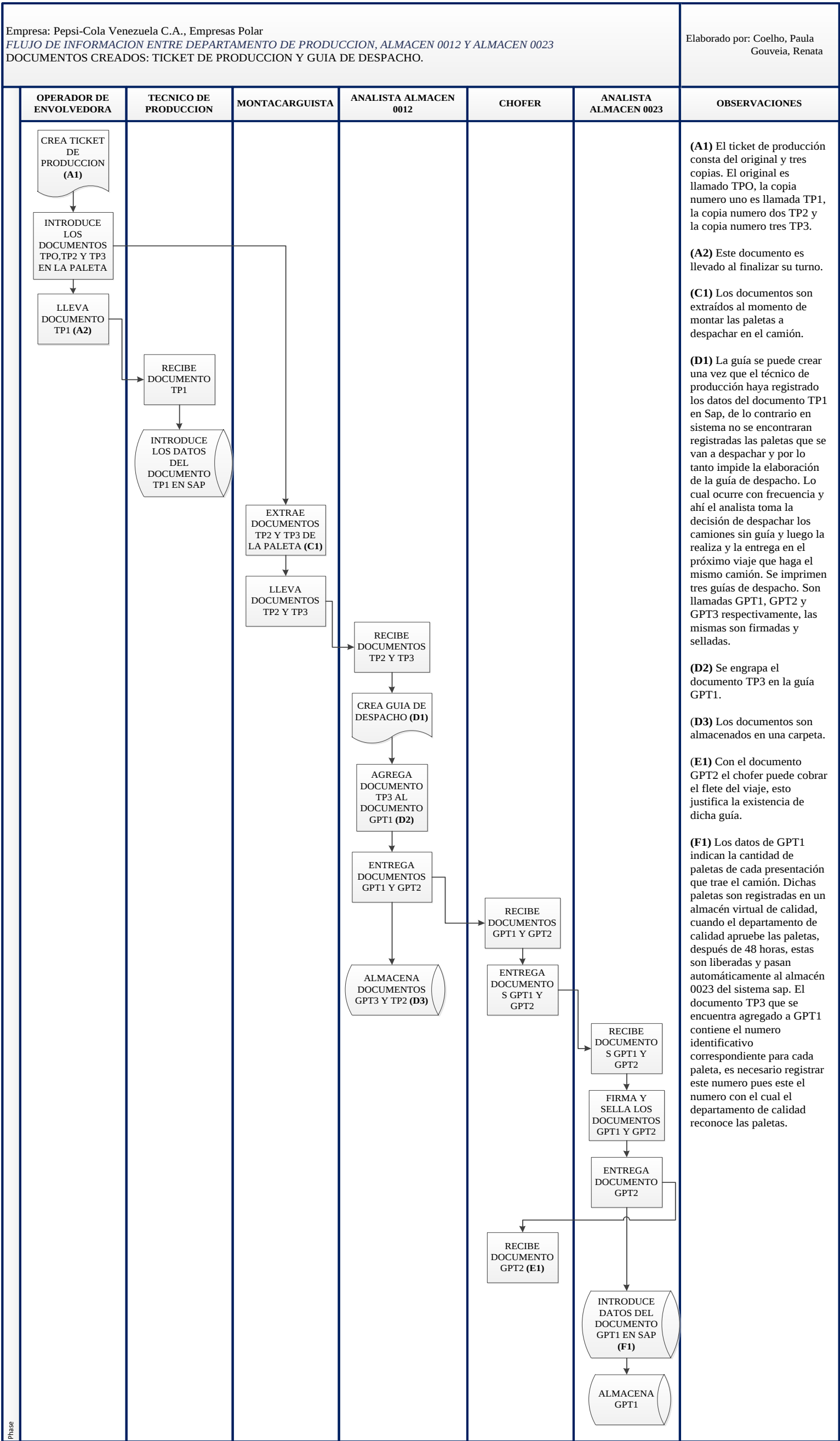


Figura IV. 15 Flujograma de despliegue del flujo de información entre departamento de producción, almacén 0012 y almacén 0023

Fuente: Elaboración propia



IV.3 Transporte

IV.3.1 Especificaciones

El transporte diario es esencial pues no se puede producir los productos MINALBA sin el movimiento constante de las materias primas y producto terminado entre los distintos almacenes que poseen, para esto subcontrataron la compañía Vieira3000 que cuenta con una flota de camiones de diferentes capacidades según el material a transportar, esta flota se ve reflejada en la Tabla IV.11. En la Tabla IV.12 y la Tabla IV.13 se puede observar la capacidad de los diferentes camiones utilizados para el transporte de materia prima y producto terminado respectivamente.

Tipo de transporte		Cantidad
Camion 750	Cortinero Viejo	13
	Plataforma	2
Gandola		1

Tabla IV. 6 Flota de camiones para el transporte de materia prima y producto terminado.

Fuente: Elaboración propia

Tipo de Transporte	Tipo de Producto en Paletas			
	PET de: 330 ml, 600 ml, 1500 ml, 5000 ml Y "FLAVOR"	Sparkling	Plástico	Tapas
Cortinero	8	6 y 2 de Pet	6	10
Plataforma	-----	6	6	10
Gandola	18	18	-	24

Tabla IV. 7 Capacidad en paleta de los tipos de camiones según la materia prima que transporten

Fuente: Elaboración propia

Tipo de Transporte	Tipo de Producto en Paletas		
	PET de: 330 ml, 600 ml, 1500 ml	PET de 5000 ml	"FLAVOR" y Sparkling
Cortinero	8	12	10
Plataforma	10	12	10

Tabla IV. 8 Capacidad en paleta de los tipos de camiones según el producto terminado que transporten

Fuente: Elaboración propia

La gandola es utilizada sólo para el transporte entre el Almacén 00015 y el Almacén 0018, no puede llevar materia prima a la Planta San Pedro pues no es permitido por la comunidad, esto da lugar a que muchas veces se devuelva al Almacén 0015 materia prima que se había llevado al Almacén 0018, para que sea distribuida desde el Almacén 0015 por camiones 750 hacia la Planta San Pedro.

El Departamento de Logística creó 4 rutas las cuales están representadas en las Figuras IV.16, 17, 18 y 19.

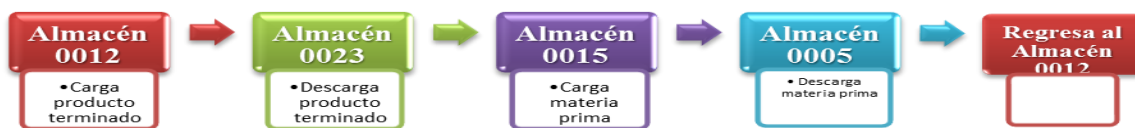


Figura IV. 16 Ruta 1: Circuito completo

Fuente: Elaboración propia



Figura IV. 17 Ruta 2: Producto terminado

Fuente: Elaboración propia



Figura IV. 18 Ruta 3: Materia prima

Fuente: Elaboración propia

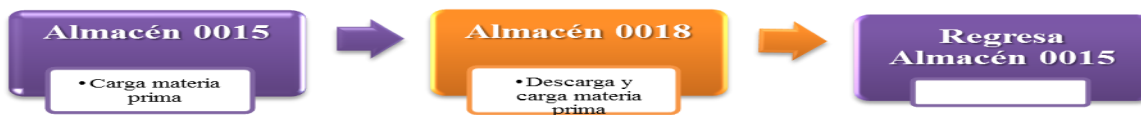


Figura IV. 19 Ruta 4: Materia prima sólo para gandolas

Fuente: Elaboración propia

IV.3.2 Proceso de atención a los camiones

En todos los almacenes mencionados se realiza un proceso de atención a los camiones, el cual varía según las características y funciones que posea cada almacén. A continuación se presenta detalladamente dicho proceso en un flujograma de despliegue para el Almacén 0005, Almacén 0012, Almacén 0015, Almacén 0018 y Almacén 0023 en las Figuras IV.20, Figura IV. 21, Figura IV.22, Figura IV.23 y Figura IV.24 respectivamente.

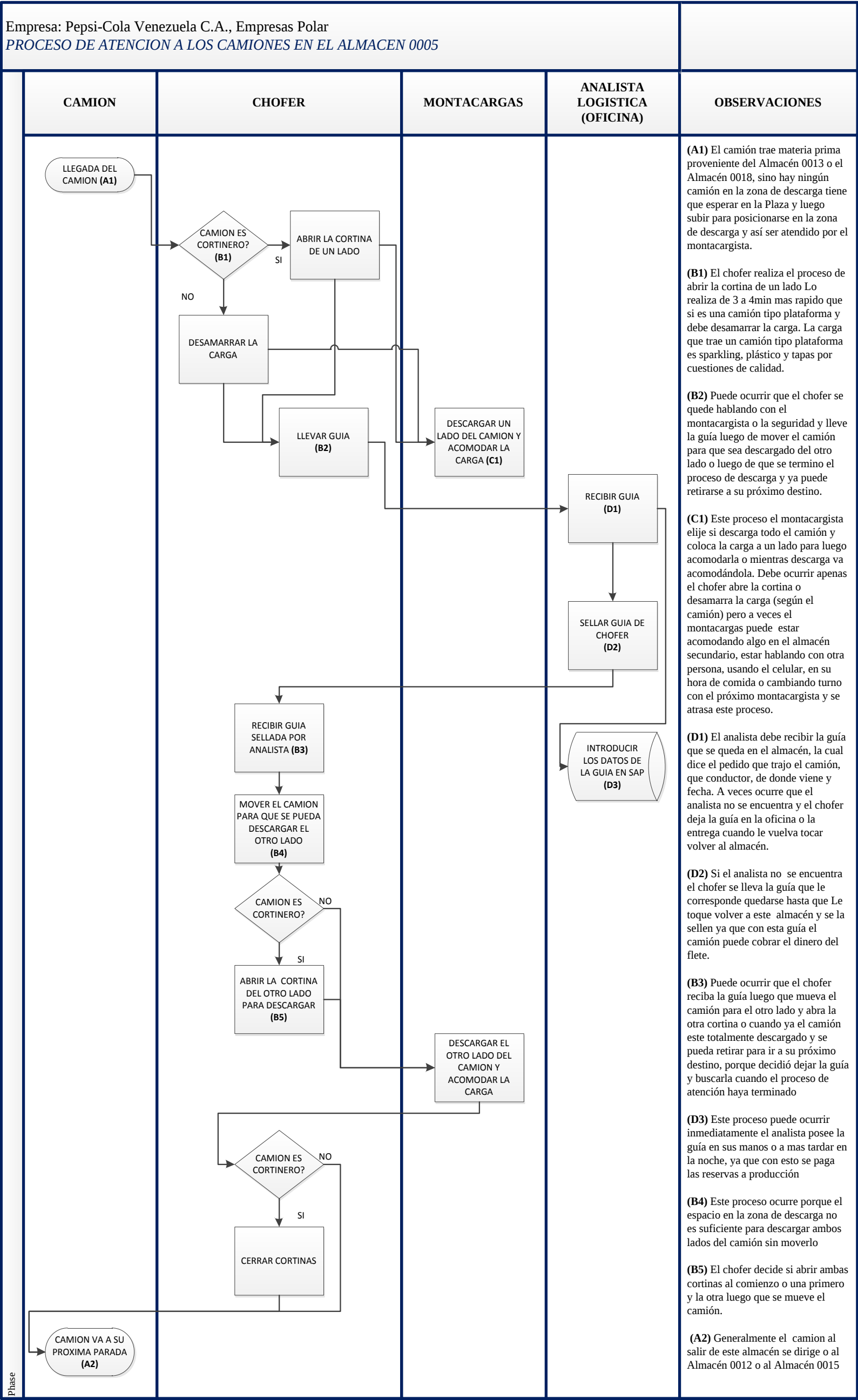


Figura IV. 20 Flujograma de despliegue del proceso de atención a los camiones en el almacén 0005.

Fuente: Elaboración propia

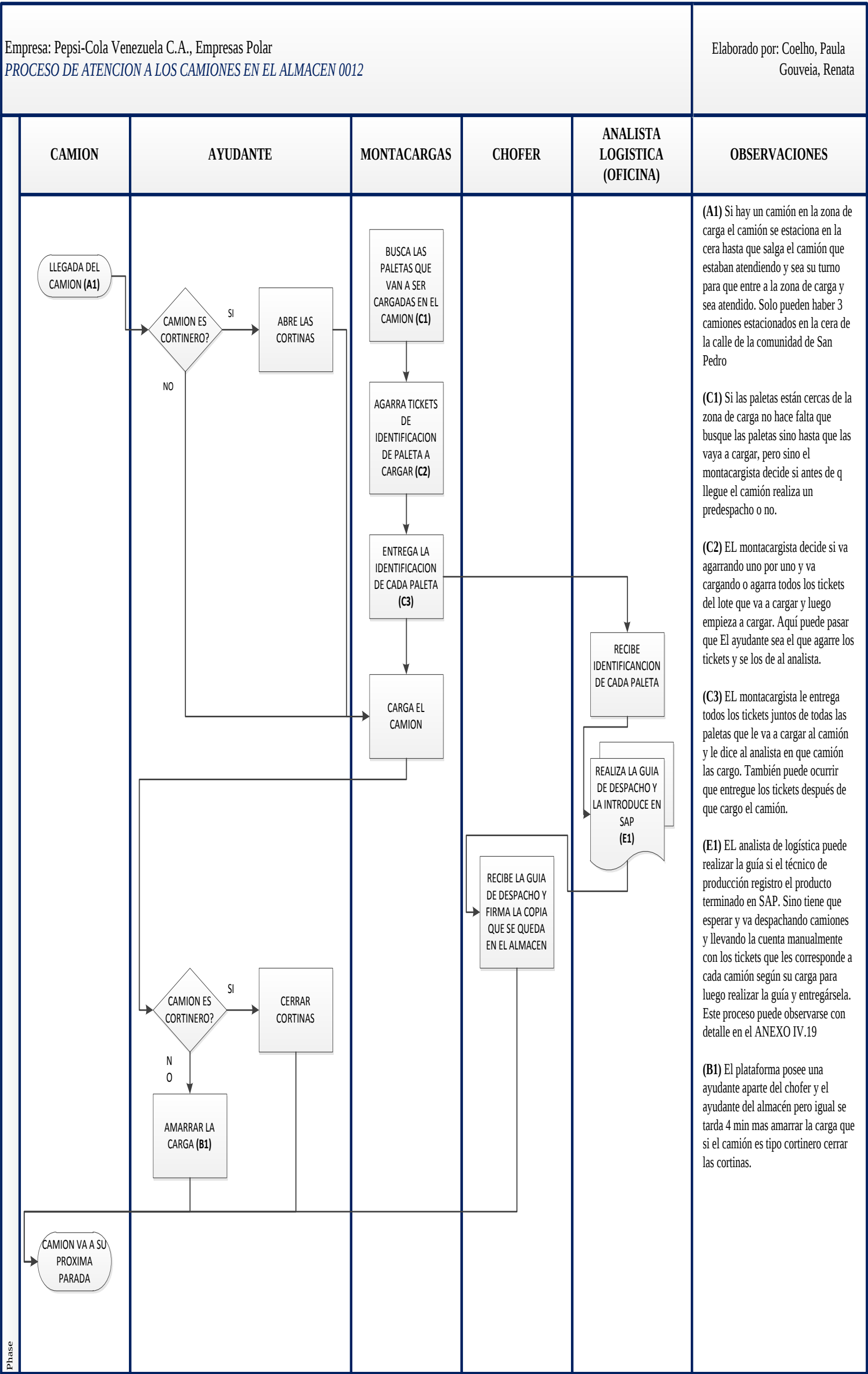


Figura IV. 21 Flujograma de despliegue del proceso de atención a los camiones en el almacén 0012.

Fuente: Elaboración propia

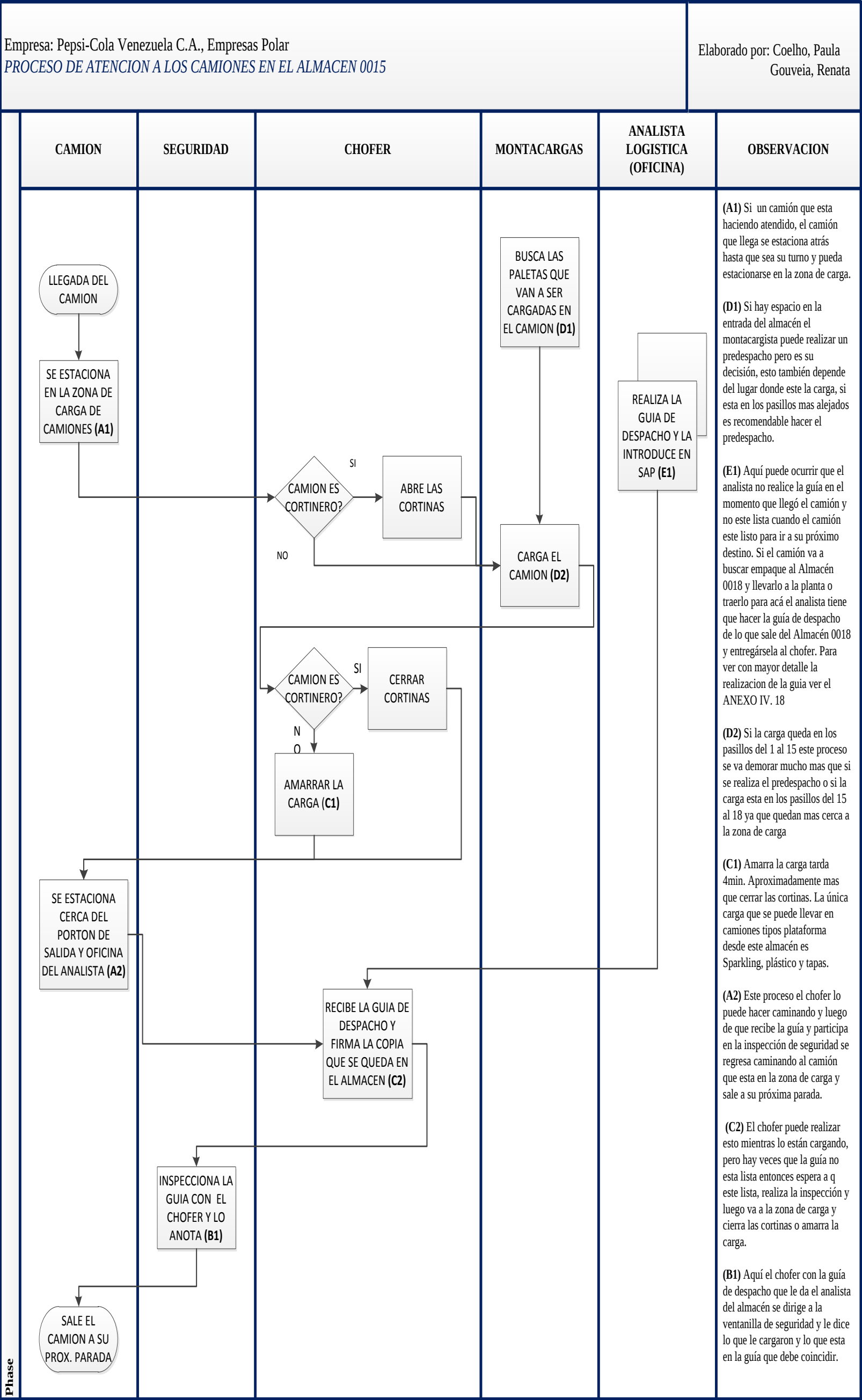


Figura IV. 22 Flujograma de despliegue del proceso de atención a los camiones en el almacén 0015.
Fuente: Elaboración propia

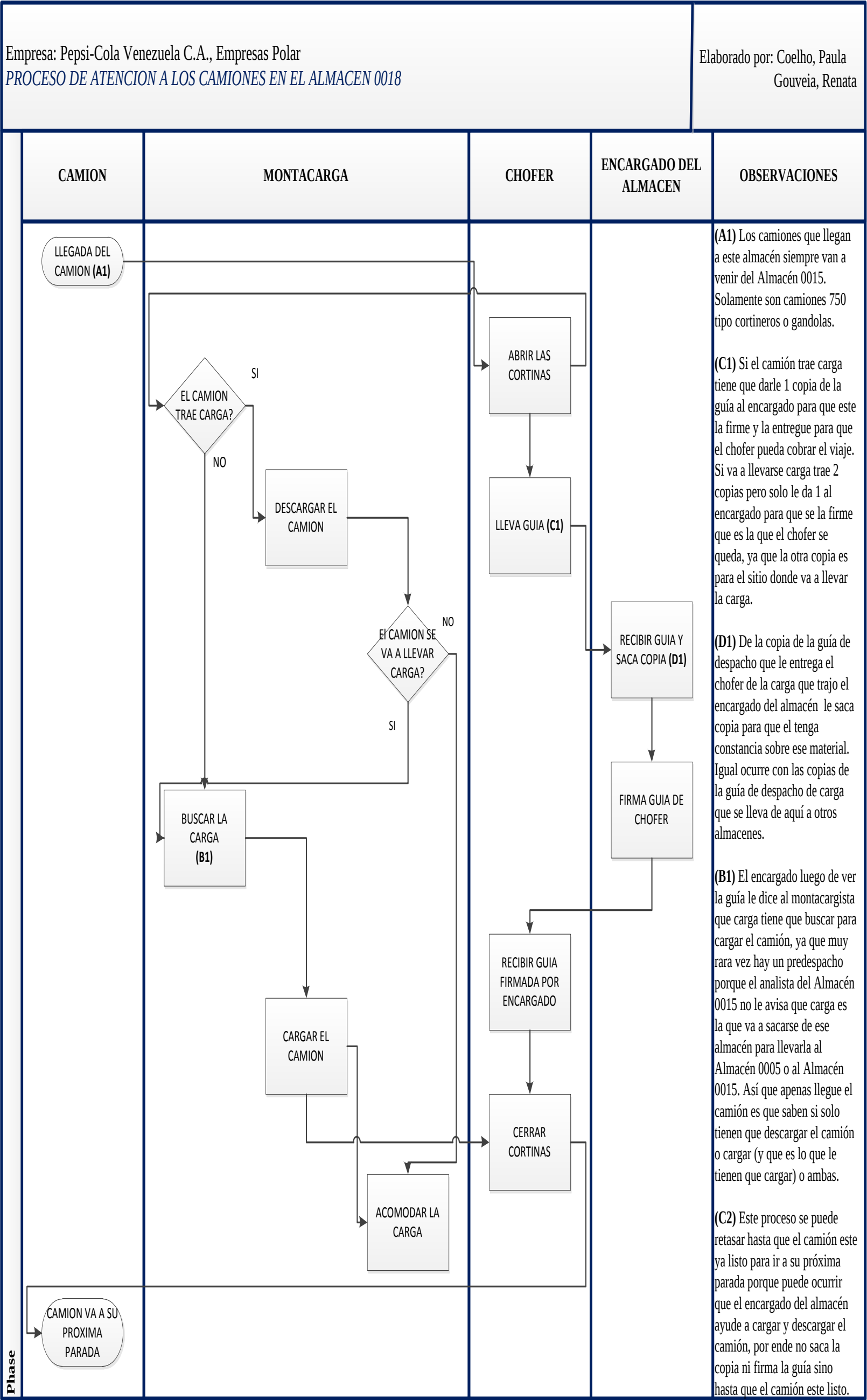


Figura IV. 23 Flujograma de despliegue del proceso de atención a los camiones en el almacén 0018.
Fuente: Elaboración propia

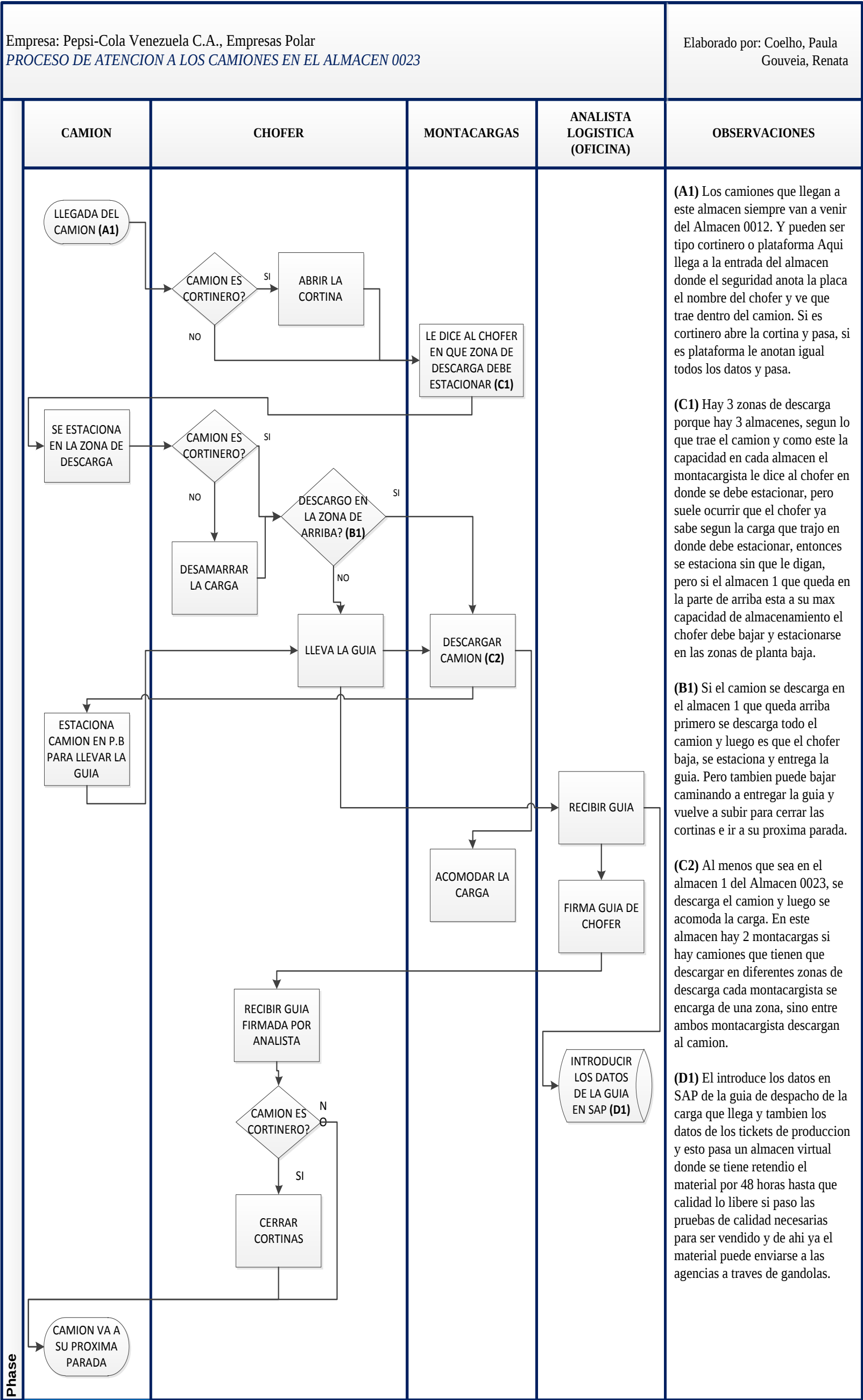


Figura IV. 24 Flujograma de despliegue del proceso de atención a los camiones en el almacén 0023.

Fuente: Elaboración propia



Las distintas actividades que se realizan en los almacenes varían según la naturaleza de los mismos, la generalización de estas se observa en la Tabla IV. 9.

Analista	Montacarguista
Crea o recibe guía de despacho.	Descarga o carga camión.
Firma guías de despacho.	
Almacena las guías en un archivero y las introduce en SAP.	Busca las paletas que van a ser cargadas al camión o acomoda la carga que descargo del camión.
Realiza inventario diario.	
Hacer pedido a los otros almacenes	
Informa al montacarguista lo que debe cargarle a los camiones	

Tabla IV. 9 Actividades realizadas en los almacenes

Fuente: Elaboración propia

Todas las actividades de la Tabla IV.9 no agregan valor, ya que no modifica ni transforma el producto. Y para poder obtener una ventaja competitiva se deben maximizar la creación de valor en las actividades mientras se minimizan los costos.¹⁴

IV.3.3 Construcción del modelo

Se realiza un modelo matemático en el programa Excel 2007 para representar el comportamiento del sistema y así poder analizar la situación actual y como se debe comportar planteando distintos escenarios.

Para obtener los resultados deseados solo se toma en cuenta para producto terminado la producción que haya de 8:30pm del día 1 a 8:30pm del día 2, y para materia prima será la producción de 6:30 am del día 2 a 6:00 am del día 3, porque el traslado de material en el sistema es diario.

IV.3.3.1 Estructura del modelo

IV.3.3.1.1 Fase I del modelo

El propósito de esta fase es calcular, según la planificación de producción, cuantos viajes deben llegar a cada almacén para satisfacer dicha planificación cumpliendo todas las restricciones del sistema. También se calcula el tiempo máx. teórico de atención a los camiones en cada almacén. Ver Figura IV. 25.¹⁵

¹⁴Basado en Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. Michael Porter (1987).

¹⁵Ver ampliación en la Figura IV.25 en el ANEXO IV. 13



PRODUCTO TERMINADO DESEADO							MATERIA PRIMA (M/P)						
							ALMACEN 0005		ALMACEN 0015		ALMACEN 0018		
							SALE DEL 0015						

Figura IV. 25 Fase I del modelo

Fuente: Elaboración propia

IV.3.3.1.2 Fase II del modelo

El propósito de esta fase es calcular el número de camiones necesarios para cada ruta de transporte, los cuales deben ser suficientes para cumplir el número de viajes que deben llegar a cada almacén, resultado calculado en la Fase I. También se calcula el tiempo que dura una ruta utilizando las triangulares de los tiempos de traslados y los tiempos probables totales de atención a los camiones. Ver Figura IV.26¹⁶

# de camiones necesarios que lleguen al Almacén 0012	78	# de camiones necesarios que lleguen al Almacén 0015	37	20	18	18
Min. disponibles para el transporte	780	Min. disponibles para el transporte	750	780	480	480
Tiempo maximo teorico de atencion en minutos	10	Tiempo maximo teorico de atencion en minutos de 6:30am a 5:00pm	17	26		
		Tiempo maximo teorico de atencion en minutos de 5:00pm a 8:30pm	20	39	26	
Carterización de la ruta con los tiempos probables de atención total de los almacenes de la PROPUESTA 1						
Carterización de la ruta con los tiempos maximos teoricos de atención de los almacenes de la PROPUESTA 1						
Carterización de la ruta con los tiempos probables de atención de los almacenes de la PROPUESTA 2						
Carterización de la ruta con los tiempos maximos teoricos de atención de los almacenes de la PROPUESTA 2						

Figura IV. 26 Fase II del modelo

Fuente: Elaboración propia

¹⁶ Ver ampliación de la Figura IV.26 en el ANEXO IV.14



IV.3.3.2 Restricciones

El horario disponible en cada almacén para atender a los camiones varia de la siguiente forma:

- Almacén 0005: de los 840 min (6:30am a 8:30pm) diarios acordados con la comunidad para atender un camión se le resto 2x30 min por la media hora de comida del montacargista en cada turno. También se le resto 30min porque de 6:30am a 7:00 am es cuando el analista de este almacén realiza el pedido, por ende es improbable que un camión llegue a ese almacén con materia prima en ese periodo de tiempo.
- Almacén 0012: de los 840 min (6:30am a 8:30pm) diarios acordados con la comunidad para atender un camión se le resto 60 min de hora de almuerzo de ambos turnos.
- Almacén 0015: como este almacén es uno de los encargados de surtir al almacén 0005 va a poseer el mismo tiempo disponible de atención a los camiones de 840min y sólo se le va a restar 2x30 min por la media hora de comida del montacargista en cada turno.
- Almacén 0018: el tiempo disponible que posee para la atención de camiones es de 480min.

Otra restricción que se representó en el modelo fue la capacidad que posee los camiones a la hora de trasladar materia prima y producto terminado.

IV.3.3.3 Suposiciones

Para utilizar los resultados que arroja la Fase I del modelo en el análisis de la situación actual del sistema y de las propuestas de mejoras, se realizaron las siguientes conjeturas:

- En producción realizan el pedido de la materia prima con un 30% de exceso de lo que indica la planificación esto con el fin de cubrir la merma y el tiempo operativo que resta luego de suplir el plan de producción, entonces se conjeturó que de la producción del día anterior quedó el 30% del pedido sin producir, por ende para el inventario existente en el Almacén 0005 antes del pedido es el 30% de este. Para esto también se supuso que la planificación del Día 1 es igual para el Día 2 y Día 3.



- Se usó el registro de Julio 2011 del material que ingresa al Almacén 0005 para calcular el porcentaje de entradas que provienen del Almacén 0015 y de las que provienen del Almacén 0018, lo cual dio que el 51,36% de la materia prima que ingresa al Almacén 0005 proviene del Almacén 0015 y el resto del Almacén 0018. Esto se realizó con el fin de poder representar en el modelo de donde llega el pedido de la materia prima, ya que esto no es constante sino que depende de donde se encuentre el material con la fecha más vieja.
- Se supuso que todos los camiones que van del Almacén 0015 al Almacén 0018 y que luego van al Almacén 0005 a llevar materia prima, van cargados con materia prima para almacenarla en el Almacén 0018.

A continuación se podrá observar en la Tabla IV. las formulas usadas en el modelo. Producción Conversión de Producción días almacén máx. teórico de atención camión duración

ECUACIONES	
FASE I	$Producción(cajas) = PO \times VP \left(\frac{Cajas}{hora} \right) \times H$
	$Conversión\ de\ Producción\ de\ cajas\ a\ paletas = \frac{Producción\ (cajas)}{\frac{Cajas}{Paleta}}$
	$MP\ para\ Producción\ (Paletas) = \frac{Producción\ (Caja) \times \frac{Botellas}{caja}\ de\ PT}{\frac{Botellas}{Paleta}\ de\ MP} \times 1,3$
	$MP\ faltante(PEDIDO) = MP\ para\ Producción(Paletas) - Inventario\ existente\ antes\ del\ pedido$
	$\#camiones\ necesarios\ que\ lleguen\ al\ almacén = \frac{Paletas\ totales}{Capacidad\ de\ camiones\ \frac{Paletas}{camión}}$
	$Tiempo\ máx.\ teórico\ de\ atención = \frac{Tiempo\ disponible\ por\ días\ para\ el\ transporte\ (minutos)}{\# de\ camiones\ necesarios\ que\ lleguen\ al\ almacén}$
FASE II	$\# de\ repeticiones\ de\ ruta\ por\ camión = \frac{Tiempo\ disponible\ para\ el\ transporte\ (minutos)}{Tiempo\ de\ duración\ la\ ruta\ (minutos)}$
	$\# de\ camiones\ necesario\ para\ una\ ruta = \frac{\# camiones\ necesarios\ que\ lleguen\ a\ almacén}{\# de\ repeticiones\ de\ ruta\ por\ camión}$
PO: productividad objetivo ; VP: velocidad de producción ; H: horas de producción MP: materia prima ; PT: producto terminado	

Tabla IV. 10 Ecuaciones utilizadas en el modelo

Fuente: Elaboración propia

IV.3.4 Tiempos muertos

Se considera tiempo muerto a la duración de las actividades involucradas al traslado de material de un almacén a otro. Como lo son el tiempo que se demora en ir de un almacén a otro y los tiempos de atención total de los camiones en los almacenes.



- **Tiempos de traslado entre almacenes:** se puede observar en la Tabla IV. 11 la triangular de cada tiempo según el almacén de origen y el almacén de destino, las cuales fueron obtenidas del muestreo.¹⁷

Almacén de Origen- Almacén de Destino	Tiempo en minutos
0015 - 0005	T(24,27,55)
0005 - 0015	T(15,20,35)
0012 - 0023	T(15,30,55)
0023 - 0012	T(19,24,58)
0015 - 0018	T(25,45,60)
0018 - 0005	T(30,55,77)
0018 - 0015	T(24,35,43)
0005 - 0012	T(05,05,09)
0023 - 0015	T(05,10,13)

Tabla IV. 11 Tiempos en minutos de traslado entre almacenes

Fuente: Elaboración propia

- **Tiempos totales de atención a los camiones en los almacenes:** se puede observar en la Tabla IV.12 la triangular de cada tiempo total de atención a los camiones según el almacén, las cuales fueron obtenidas del muestreo.¹⁶

Almacén	Duración de la atención de camiones (min.)
0005	T(5,15,50)
0012	T(5,17,71)
0015	T(10,23,49)
0018	T(7,18,35)
0023	T(6,15,48)

Tabla IV. 12 Tiempos en minutos de la atención total a los camiones en los distintos almacenes

Fuente: Elaboración propia

Usando el tiempo probable de las triangulares de traslado y atención de camiones podemos obtener el tiempo probable de las rutas especificadas en la Figura IV.16, Figura IV. 17, Figura IV.18 y Figura IV.19, dichos tiempos se observan en la Tabla IV.13.

	RUTAS			
	0012 - 0023 -0012	0015-0005-0012-0023-0015	0015-0018-0005-0015	0015-0018-0015
Tiempo en minutos	86	142	176	150

Tabla IV. 13 Tiempo promedio de cada ruta

Fuente: Elaboración propia

Al evaluar dos escenarios en el modelo los cuales son:

¹⁷ Ver Capítulo III páginas 14 y 15.



- **Escenario 1:** cada línea logra la productividad objetivo especificada en la Tabla I.1 y las líneas 2 y 4 producen la presentación con mayor proporción.
- **Escenario 2:** cada línea logra la productividad objetivo especificada en la Tabla I.1 pero la velocidad de producción de la línea 3 aumente a 1048 cajas por hora y las líneas 2 y 4 producen la presentación con mayor proporción.

Se obtiene el número de viajes que deben llegar a cada almacén para cumplir la planificación en cada escenario. Con estos viajes, los tiempos probables de rutas y el número de camiones que tienen estipulados para cada ruta se analiza si se cumplen el número de viajes que se deben realizar para el escenario 1 y 2. Este análisis se puede observar en la Tabla IV. 14 y en la Tabla IV.15.

	Escenario 1			
	0012 - 0023 -0012	0015-0005-0012-0023-0015	0015-0018-0005-0015	0015-0018-0015 (Gandola)
Camiones para cada ruta	4	7	4	1
Viajes que hay q realizar por ruta	78	20	18	5
Numero de repeticiones de ruta por camión	9	5	2	3
Viajes q se harían por ruta	36	35	8	3
Viajes faltantes	-7		-4	-2

Tabla IV. 14 Escenario 1: resultados de los viajes faltantes

Fuente: Elaboración propia

	Escenario 2			
	0012 - 0023 -0012	0015-0005-0012-0023-0015	0015-0018-0005-0015	0015-0018-0015 (Gandola)
Camiones para cada ruta	4	7	4	1
Viajes que hay q realizar por ruta	88	23	21	6
Numero de repeticiones de ruta por camión	9	5	2	3
Viajes q se harían por ruta	36	35	8	3
Viajes faltantes	-17		-19	-3

Tabla IV. 15 Escenario 2: resultado de los viajes faltantes

Fuente: Elaboración propia



Se puede percibir que en ambos escenarios no se cumplen los viajes que hay que realizar por rutas, ya sea porque se demoran en cada almacén más de lo debido a la hora de atender a los camiones o la flota existente no se da abasto con el número de viajes que hay que realizar, trayendo como consecuencia que no se cumpla el horario que se acordó con la comunidad para la atención de los camiones o que las líneas paren de producir por falta de materia prima o falta de capacidad de almacenamiento para el producto terminado. En la Figura IV.27 y Figura IV.28 se puede observar el impacto si no se cumple los viajes de producto terminado y de materia prima respectivamente.

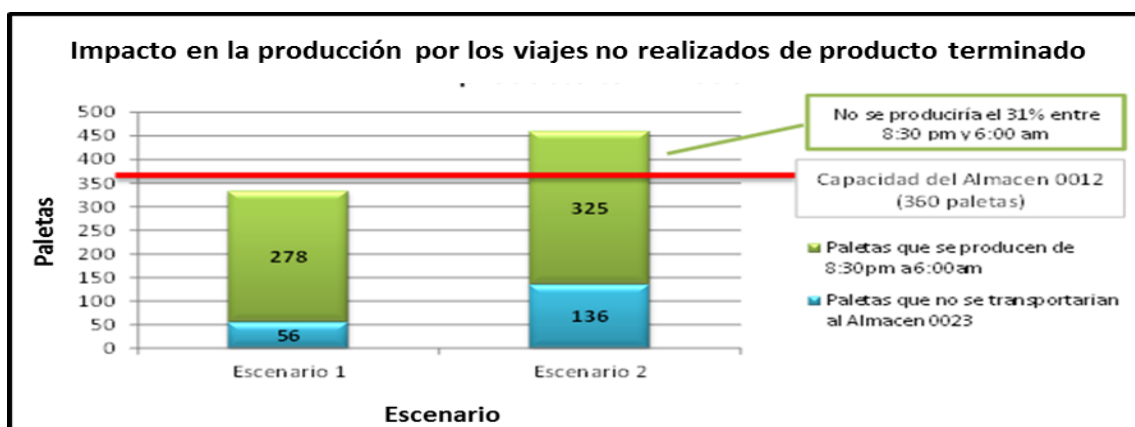


Figura IV. 27 Gráfico del impacto en la producción por los viajes no realizados de producto terminado

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la Figura IV.27 si se desea aumentar la velocidad de producción de la línea 3 no se podrá producir el 31% de la planificación entre 8:30pm a 6:00am ya que la producción sería un total de 461 paletas y el Almacén 0012 solo tiene capacidad para 360 paletas.

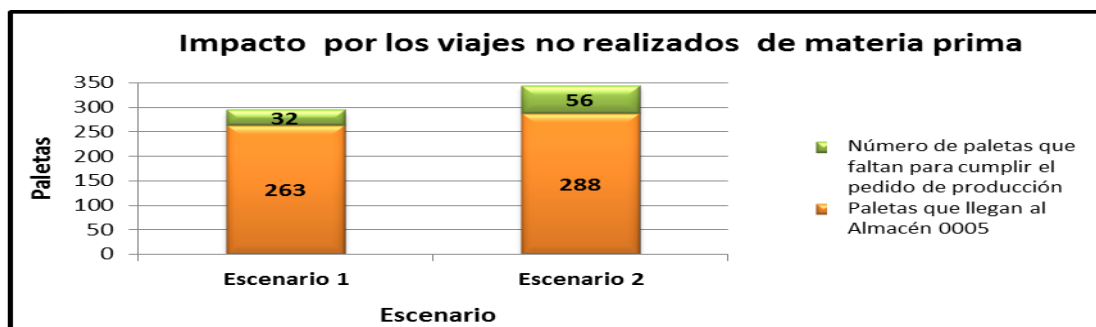


Figura IV. 28 Gráfico del impacto por los viajes no realizados de materia prima

Fuente: Elaboración propia



El impacto de los viajes no realizados de materia prima sería el incumplimiento del pedido realizado por el Departamento de Producción el cual sería para el escenario 1 del 11% y para el escenario 2 del 16%, trayendo como consecuencias paradas en las líneas por falta de materia prima.

El modelo también arrojaría como resultado el tiempo máx. teórico de atención, los cuales están reflejados en la Tabla IV.16.

Almacén	Tiempo máx. en minutos de la duración del proceso de atención a un camión	
	Escenario 1	Escenario 2
0005	20	17
0012	11	8
0015	17min. de 6:30am-5:00pm/ 39min. de 5:00pm a 8:30pm	15min. de 6:30am-5:00pm/ 33min. de 5:00pm a 8:30pm
0018	26	20
0023	11	8

Tabla IV. 16 Tiempo máx. en minutos de la duración del proceso de atención a un camión para cada almacén y según la productividad de las líneas de producción.

Fuente: Elaboración propia

Si se compara los tiempos probables y pesimistas de las triangulares de la duración de atención total de los camiones con los tiempos de ambos escenarios estudiados en la Tabla IV.16 se puede apreciar que los tiempos máx. teóricos de atención son sobrepasados en todos los almacenes, acarreando que las rutas se realicen en mayor tiempo y el número de viajes faltantes sea mayor.

IV.3.4.1 Causales de los tiempos muertos en el proceso de atención a los camiones en los almacenes

Para analizar las situaciones que generan espera en la atención de los camiones en los distintos almacenes, se realiza la Figura IV.29

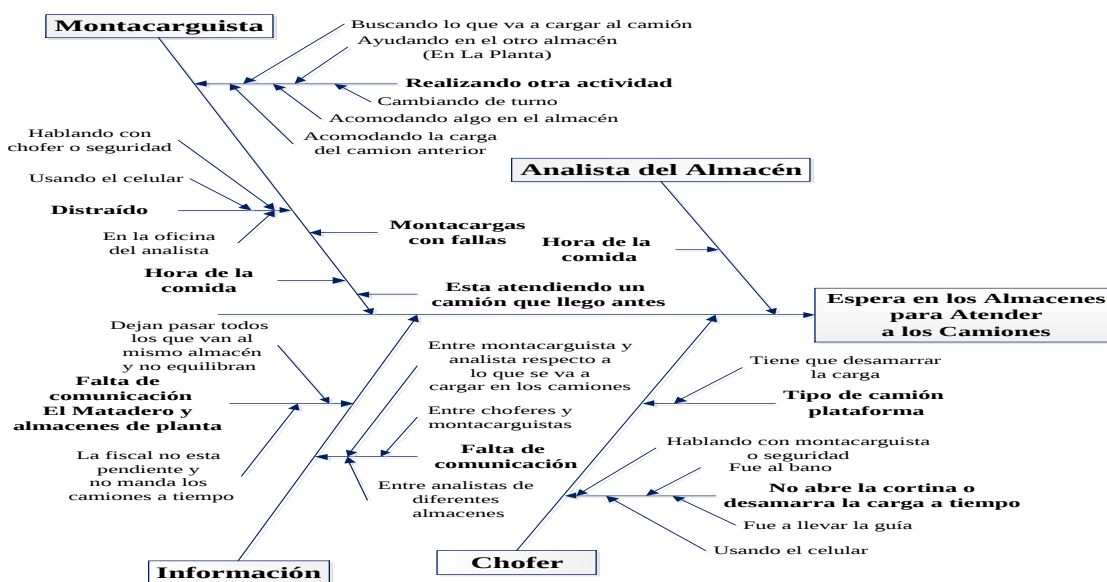


Figura IV. 29 Diagrama causa-efecto de la espera en los almacenes para atender a los camiones

Fuente: Elaboración propia

A continuación se analiza las causas raíces de la espera que presentan los camiones antes de ser atendido en los distintos almacenes.

- **En cuanto al montacarguista:** la situación más frecuente que ocasiona que el camión tenga que esperar a ser atendido en los almacenes es la que haya un camión antes al cual están atendiendo. Toda esta situación a su vez es generada por la manera en que están programados los viajes y rutas de los camiones, lo cual es responsabilidad del departamento logístico de MINALBA. Otra situación que se presenta aparte de que el montacarguista este distraído a la hora de empezar atender el camión es que éste se encuentre ocupado arreglando otro almacén cercano.
- **En cuanto al analista del almacén:** la única razón por la cual el analista del almacén ocasiona que el camión tenga que esperar para ser atendido es que éste se encuentre en su hora de almuerzo o en el baño por lo tanto el chofer dura más minutos esperando a ser atendido por el analista para realizar las operaciones respectivas.
- **En cuanto a la información:** en los almacenes que se encuentran en la Planta sucede con bastante regularidad que los camiones esperan mucho tiempo, esto en consecuencia de la falta de comunicación existente entre la fiscal que se encuentra en la parada del matadero y los choferes. La fiscal es responsable de controlar el paso de los camiones a

la comunidad de San Pedro debido a que como se había explicado solo es permitido la circulación de cuatro camiones dentro de la comunidad. La falta de comunicación consiste en que la fiscal no se informa sobre a cual almacén va cada camión específicamente, trayendo como consecuencia que muchas veces autorice el paso de los cuatro camiones permitidos sin saber que los cuatro van al mismo almacén ocasionando entonces colas en los mismos y evitando que pueda circular durante ese tiempo un camión al otro almacén de la planta que se encuentra disponible para atenderlo.

- **En cuanto al chofer:** entre las tareas del chofer a la hora de prepararse para la atención del camión, como el abrir la cortina en caso que el camión sea cortinero o desamarrar la carga en caso de que sea plataforma, puede que no las haga en el tiempo deseado y que se demore en hacerlo ocasionando que la espera para atender el camión sea mayor.

De la misma manera en que se analizó la espera en atención de los camiones se analizarán las demoras existentes en el proceso de atención por medio de la Figura IV.3:

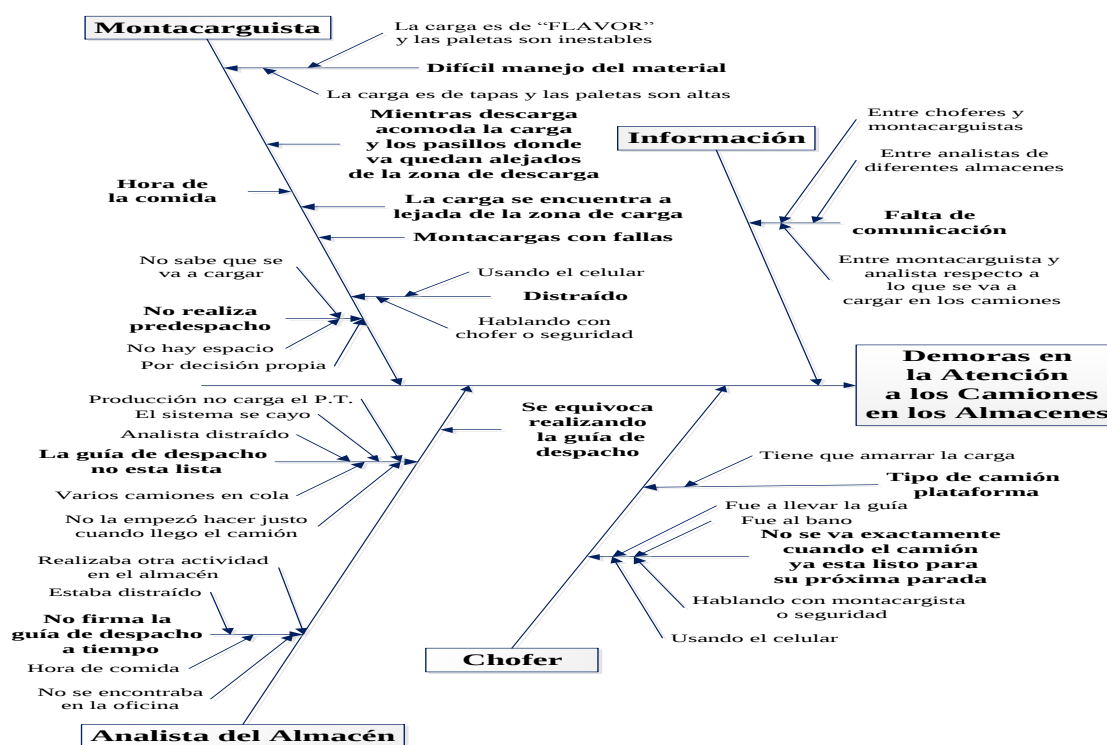


Figura IV. 30 Diagrama causa-efecto de las demoras en la atención a los camiones en los almacenes

Fuente: Elaboración propia



A continuación se analiza las causas raíces de las demoras en atención:

- **En cuanto al montacarguista:** una de las situaciones que genera mayor demora en la atención es la ubicación del material que se va almacenar o a despachar, ya que mientras más lejos se encuentre más tiempo se utilizará para atender al camión.
- **En cuanto al analista del almacén:** se observa que los problemas relacionados con las guías de despacho generan demoras en la atención de los camiones pues el chofer tiene que esperar más tiempo para poder retirarse a su próxima parada.
- **En cuanto a la información:** la falta de comunicación es otra causa raíz de las demoras existentes en la atención de los camiones, ya que la comunicación entre los almacenes es importante, tal es el caso que existe entre el Almacén 0015 y 0018, el encargado del Almacén 0018 sabe lo que se va a despachar en el momento que llega el camión y el chofer le entrega la guía, si el encargado supiera con antelación el pedido éste podría indicarle al montacarguista que realice un predespacho con la intención de reducir los tiempos de atención, pues estos tiempos aumentan cuando el material a cargar se encuentra en los últimos pasillos.
- **En cuanto al chofer:** la situación que más ocasiona demoras en cuanto a actividades realizadas por el chofer es cuando el camión es de plataforma pues esto genera un proceso de amarre que provoca retrasos si el chofer no lo hace a tiempo. De la misma manera ocasiona demoras cuando se distrae hablando con el montacarguista o utilizando el celular y no se da cuenta que el proceso ya terminó y que por lo tanto está listo para retirarse hacia su próxima parada.

Para observar la frecuencia de los causales de los tiempos muertos en el proceso de atención a los camiones en los almacenes y su tiempo promedio ver Tabla IV.17 y Tabla IV. 18



Razón de espera	Almacén 0005		Almacén 0012		Almacén 0015		Almacén 0018		Almacén 0023		Frecuencia total
	Frecuencia	Tiempo promedio en minutos	Frecuencia	Tiempo promedio en minutos	Frecuencia	Tiempo promedio en minutos	Frecuencia	Tiempo promedio en minutos	Frecuencia	Tiempo promedio en minutos	
Montacarguista ocupado con un camión	23	16.3	53	16.92	19	13.32	29	9.76	34	9.79	158
Abriendo la puerta del almacén.							20	2.5			20
Montacarguista buscando lo que se va a cargar					10	3.3					10
Ineficiencia de la Fiscal	6	15.83	3	20							9
Montacarguista hablando con el chofer	1	6	5	9	2	5.5					8
Hora de Almuerzo			6	17.33							6
Montacarguista arreglando la carga anterior									6	6.33	6
Falla del montacarga	3	12.33							1	16	4
Montacarguista ocupado en almacén secundario	3	10									3
Mala información del montacarguista									3	16.67	3
Aún no se conoce el pedido (6:00am)					2	26.5					2
Presencia de Serv. Panamericano			1	10							1
Mala información del ayudante			1	25							1
Montacarguista distraído en la oficina	1	7									1
Cambio de turno de Montacarguista	1	18									1
Montacarguista ocupado en almacén 0012	1	9									1
Confusión sobre el pedido					1	3					1
Montacarguista en el baño					1	13					1

Tabla IV. 17 Frecuencia de las razones de espera de atención a un camión en los distintos almacenes

Fuente: Elaboración propia



Demoras en atención	Almacén 0005		Almacén 0012		Almacén 0015		Almacén 0018		Almacén 0023		Frecuencia total
	Frecuencia	Tiempo promedio en minutos	Frecuencia	Tiempo promedio en minutos	Frecuencia	Tiempo promedio en minutos	Frecuencia	Tiempo promedio en minutos	Frecuencia	Tiempo promedio en minutos	
El camión es plataforma(Amarre)	4	2.5	33	4.66	1	2			8	3.87	46
Proceso de documentación					13	3.23					13
La guía no está lista					10	3					10
No estaba el montacarguista	3	1.66	2	2							5
El material a cargar se encuentra alejado					2	4	2	7			4
Montacarguista hablando por telefono	3	3									3
Montacarguista hablando con chofer	1	5			1	3			1	3	3
Chofer en el baño			1	2			1	8			2
Montacarga dañado									2	4.5	2
Presencia del servicio panamericano			1	14							1
Hora de almuerzo			1	4							1
No habia ayudante			1	2							1
Confusión en la guía					1	5					1

Tabla IV. 18 Frecuencia de las demoras existentes en el proceso de atención de los camiones en los almacenes

Fuente: Elaboración propia

IV.4 Inventario

En todos los almacenes se realiza un inventario de cierre al final de cada mes por parte de la administración de la planta verificando que el material que se posea en físico sea igual al que arroja el sistema que debería haber. Aparte de este inventario en los almacenes encargados de la materia prima realizan un inventario diario para así poder planificarse y crear la logística para satisfacer las reservas que realiza el Departamento de Producción.



CAPITULO V: RESULTADOS

En el presente capítulo se exponen las propuestas de mejoras resultantes del análisis de los elementos de la Cadena de Suministro de la empresa, estudiados en el capítulo anterior. Para la realización y evaluación de dichas propuesta no se consideró los costos que podían generar, ya que el Departamento de Logística no desea escatimar con tal de reducir los tiempos de atención y realizar el número de viajes que se deben hacer diarios entre almacenes para cumplir la planificación de producción.

La estructura del Capítulo V será el desglose de las propuestas de acuerdo a los elementos que requieran cambios para lograr su fin.

V. 1 Propuesta No. 1

V.1.1 Instalaciones

En cuanto a las instalaciones, la propuesta principal se basa en la eliminación del Almacén 0018, para poder suplirlo es necesario realizar modificaciones en algunos almacenes existentes con el objetivo de que los mismos puedan cubrir la capacidad con la que se contaba en el almacén a eliminar. De igual forma se proponen cambios para el mejor funcionamiento de los demás almacenes en caso de ser necesario.

V.1.1.1 Almacén 0015

Al contar con un área de 2294,66m² alrededor de la zona de almacenamiento, se propone la ampliación de la misma con el fin de aumentar la capacidad, y así lograr almacenar una cantidad de 2127 paletas, esto sería un 41,8% más de la capacidad actual. El área mencionada es utilizada para la zona de carga y descarga de camiones y para el almacenamiento de material retornable (como paletas, separadores y chapafortes), por lo tanto la propuesta de ampliación del almacén considera la necesidad y existencia de dichas zonas. Se observa en detalle el resultado de la ampliación en la Figura V.1.¹⁸

¹⁸ Ver ampliación de la Figura V.1 en el ANEXO V.1

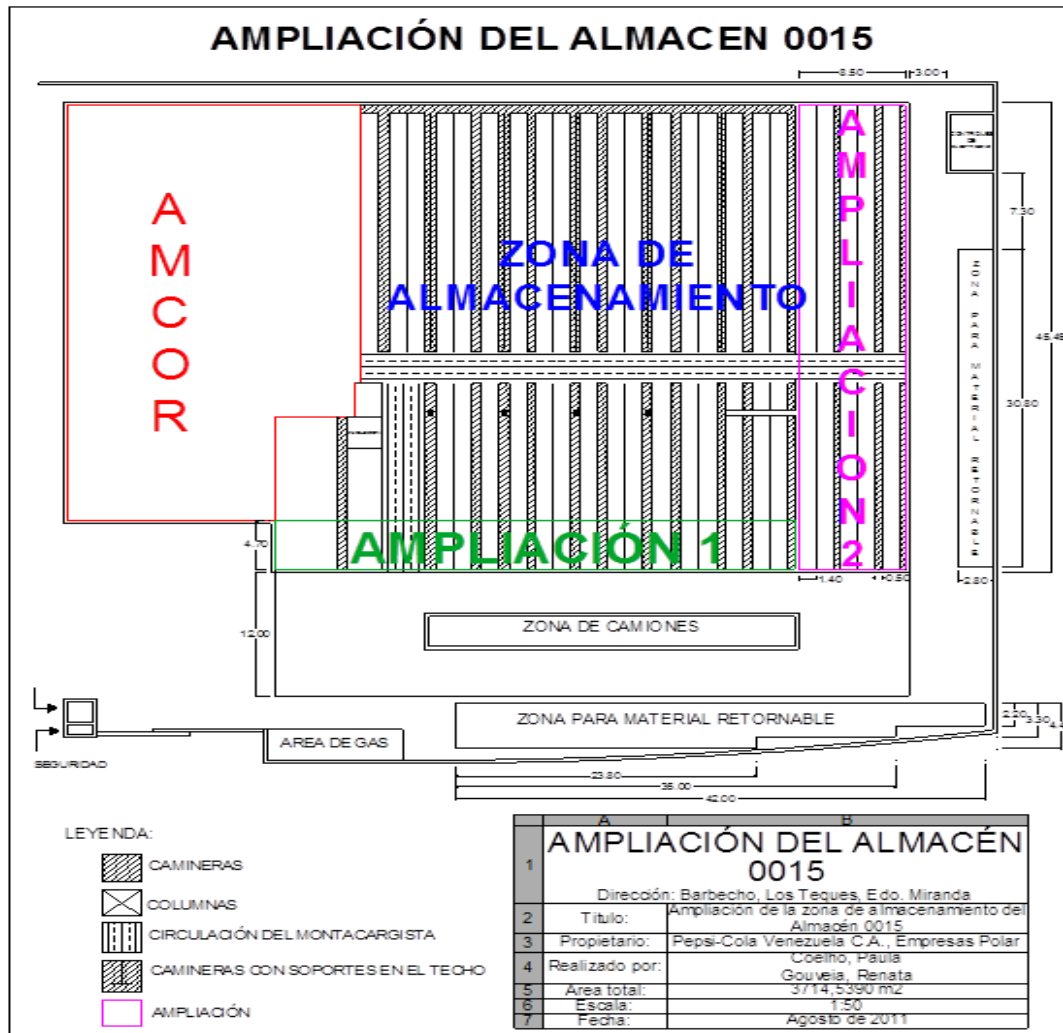


Figura V. 1 Plano de la ampliación de la zona de almacenamiento del Almacén 0015

Fuente: Elaboración propia

V.1.1.2 Almacén 0023

V.1.1.2.1 Almacén 1

La propuesta implica el cambio en la utilización de este almacén, es decir, que pase de almacenar producto terminado a materia prima. Para esto, se propone la reestructuración del mismo con una ampliación del área, volumen y acondicionamiento para poder almacenar materia prima.

Se propone también, una nueva distribución de los pasillos de manera que exista un mejor aprovechamiento del área utilizable dentro del almacén, pues de acuerdo al estudio realizado dicha área no está utilizada de tal manera que se pueda almacenar la

Cabe destacar que con los cambios especificados hasta ahora en el Almacén 0015 y Almacén 0023, la capacidad de almacenamiento con la que se cuenta en el Almacén 0018 es cubierta en un 93,62%, significando esto una cantidad de 1587 paletas.



Fuente: Elaboración propia

V.1.1.2.2 Almacén 2 y Almacén 3

En el estudio de estos almacenes se observa que el volumen utilizable para almacenamiento no es aprovechado en su totalidad, por lo tanto la propuesta sugerida es la utilización de RACKS en las zonas de almacenamiento en las que actualmente colocan un solo nivel de paletas en el piso. En la Tabla V.1 está expresado la cantidad de RACKS que se deben colocar en cada almacén y las características de dichos RACKS. En la Figura V. 3 y Figura V. 4 se puede observar como quedarían dichos almacenes²⁰.

²⁰ Ver ampliación de la Figura V.3 y Figura V.4 en el ANEXO V.3 y ANEXO V.4

De esta manera la capacidad de cada almacén aumentaría quedando con 648 paletas para el Almacén 2, y 984 paletas para el Almacén 3.

Características de RACKS					
	Ubicación de los RACKS en el almacén	Número de pasillos	Paletas que entran horizontalmente por pasillo	Niveles por pasillo	Total de paletas que almacena
Almacén 2	A la Derecha (ya existente)	16	4	3	384
	A la izquierda	12	3	3	216
Almacén 3	A la Derecha	20	4	3	480
	A la izquierda(ya existente)	19	4	3	456

*Un pasillo de un Rack equivale a dos pasillos de paletas

Tabla V. 1 Características de RACKS en los Almacenes 1 y 2 pertenecientes al Almacén 0023

Fuente: Elaboración propia

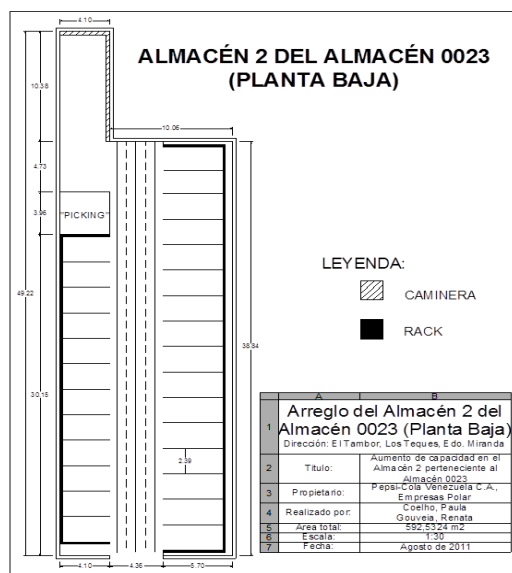


Figura V. 3 Plano del aumento de capacidad en el Almacén 2 perteneciente al Almacén 0023

Fuente: Elaboración propia

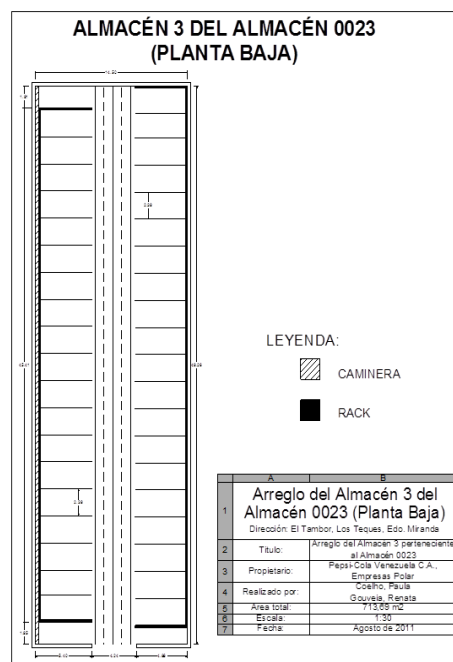


Figura V. 4 Plano del aumento de capacidad en el Almacén 3 perteneciente al Almacén 0023

Fuente: Elaboración propia

Con estas modificaciones el Almacén 0023 tendría una capacidad de almacenamiento para producto terminado de 2030 paletas. Dicha capacidad tiene una diferencia de 47 paletas con respecto a la capacidad con la que el almacén 0023 cuenta actualmente utilizando sus tres almacenes para producto terminado.

V.1.1.3 Almacén 0005

V1.1.3.1 Almacén Secundario



Actualmente el almacén esta utilizado de tal forma que las áreas disponibles para almacenamiento no están aprovechadas totalmente, pudiendo éstas ser aprovechadas al realizar una mejor distribución del espacio. Para ello se analizó la rotación del material según los requerimientos de las líneas de producción, lo que permitió dar una ubicación específica para cada uno. De acuerdo al mismo análisis de rotación de material se observaron las cantidades necesarias para suplir una semana de producción, las cuales no cubren el total del área de almacenamiento. En vista de esta situación surge la proposición de incluir material de empaque vacío (PET y vidrio). Esto también se ve acompañado de la delineación e identificación de los pasillos pues actualmente no cuentan con esto sino que limitan la ubicación del material de acuerdo a las columnas existentes. La distribución del material se visualiza en la Tabla V.2. En la Figura V.5 se puede observar con detalle la reestructuración propuesta.

UBICACION DE MATERIAL POR PASILLO	MATERIAL		
	EMPAQUE	TAPAS	PLASTICO Y OTROS
	1,2 Y 3	4,5,6,7,8 Y 9	10,11,12,13,14,15 Y 16

Tabla V. 2 Distribución del Almacén secundario perteneciente al Almacén 0005. (Material por pasillo)

Fuente: Elaboración propia

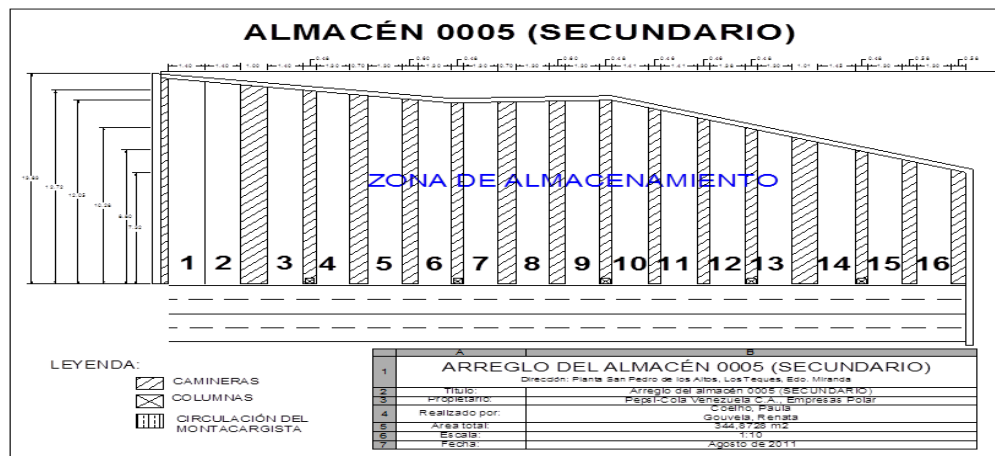


Figura V. 5 Plano del arreglo del almacén secundario perteneciente al Almacén 0005

Fuente: Elaboración propia

V.1.2 Proceso de atención a los camiones

De acuerdo al análisis de los causales de tiempos muertos existentes en los procesos de atención a los camiones en los distintos almacenes, se plantean las siguientes propuestas de mejoras con el fin de eliminarlos en la Tabla V.3.

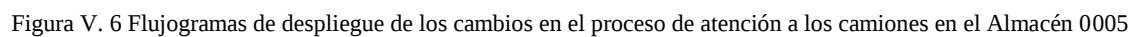
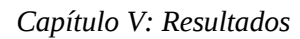


RAZON DE DEMORA	SOLUCION
Montacarguista hablando con el chofer	Convocar una reunión con los montacarguistas para indicarles las demoras que están causando en el proceso de atención a los camiones y, a su vez explicarles cómo dichas demoras incurren en el incumplimiento del pedido diario. Los montacarguistas deben comprometerse a dedicar más concentración en su actividad diaria a fin de generar mayor eficiencia en los procesos que realizan.
Montacarguista distraído en la oficina	
No estaba el montacarguista	
Montacarguista hablando por teléfono	
Montacarga dañado	Crear un plan de inspección y mantenimiento para los montacargas de manera que se pueda prevenir el mal funcionamiento de los mismos.
Falla del montacarga	
Ineficiencia de la Fiscal	Adquisición de equipos de comunicación para los choferes y, la fiscal que se encuentra en la parada del matadero, con el fin de lograr una comunicación efectiva que evite errores de envío de camiones a almacenes donde ya hay otros haciendo cola por atención. También se le debe indicar a la fiscal un criterio de decisión a la hora de autorizar el paso de los 4 camiones a la comunidad de San Pedro, que consista en distribuirlos de manera de equilibrar la cola de espera de atención en los dos almacenes de la Planta
El material a cargar se encuentra alejado	Crear una zona de pre despacho para el Almacén 0015 debido a que la amplitud y distribución del mismo ocasiona que en muchos casos, el material a cargar se encuentre lejos de la zona de carga del camión y se originen demoras en el proceso de atención. Se propone que el predespacho sea de 32 paletas y se encuentre en el 1er pasillo de la entrada del almacén
Montacarguista buscando lo que se va a cargar	
El camión es tipo plataforma debe amarrar la carga	Se propone que la flota de camiones contratados sea en su totalidad de camiones 750 cortineros, asegurando una disminución de aproximadamente 4 min. en los procesos de atención donde se utilizaban camiones tipo plataforma
El camión debe desamarrar la carga	
La guía no está lista	El analista de cada almacén debe estar atento en su puesto de trabajo, ya que se observó que por la ausencia del mismo, la guía de despacho tardaba más tiempo en estar lista y ser entregada al chofer. Para los almacenes donde se crean las guías de despacho, los analistas deben empezar a elaborarlas a la llegada del camión.
Proceso de documentación	En particular, para el almacén 0015, se propone que en el proceso de carga del camión, el chofer una vez cargada la mitad del material se dirija a las oficinas a realizar el proceso de documentación e inspección con el agente de seguridad, de modo que no consuma más tiempo realizando este proceso una vez finalizada la carga.
Mala información del montacarguista	Para evitar las confusiones entre los analistas, choferes y montacarguistas, sobre el material a cargar, se propone elaborar según la planificación del día una lista con el tipo de material y el orden en que se debe cargar durante el día de manera que el montacarguista y chofer puedan ir verificando lo que van realizando.
Confusión sobre el pedido	
Confusión en la guía	

Tabla V. 3 Soluciones a las distintas demoras existente en los almacenes en el proceso de atención a los camiones

Fuente: Elaboración propia

Apartando las soluciones a las demoras existentes en los procesos de atención a los camiones en los distintos almacenes, también se proponen como se debe realizar dicho proceso según el almacén, esto se puede visualizar en las Figura V.6, Figura V.7, Figura V.8 y Figura V.9 .



Fuente: Elaboración propia

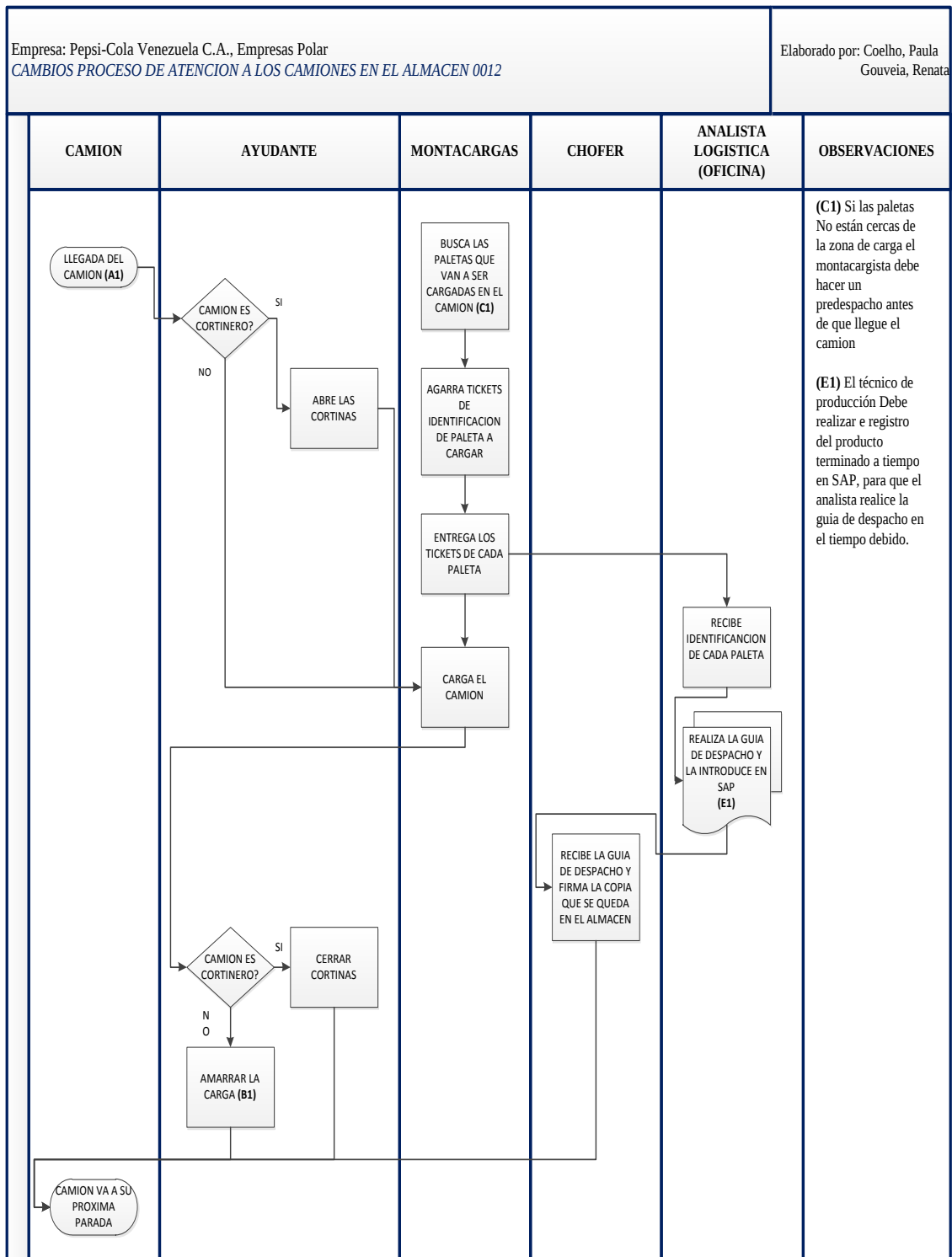


Figura V. 7 Flujogramas de despliegue de los cambios en el proceso de atención a los camiones en el Almacén 0012

Fuente: Elaboración propia

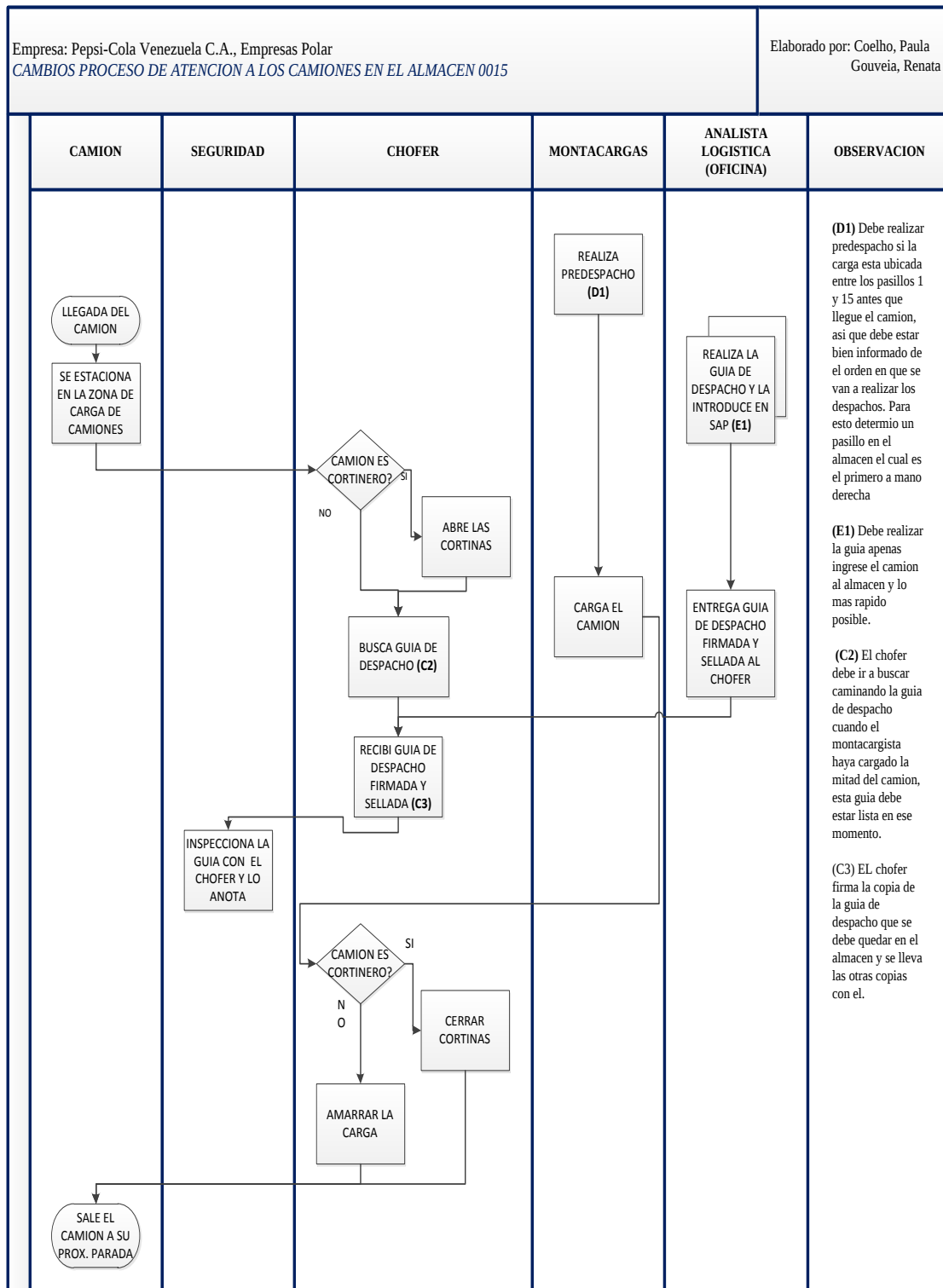


Figura V. 8 Flujogramas de despliegue de los cambios en el proceso de atención a los camiones en el Almacén 0015

Fuente: Elaboración propia

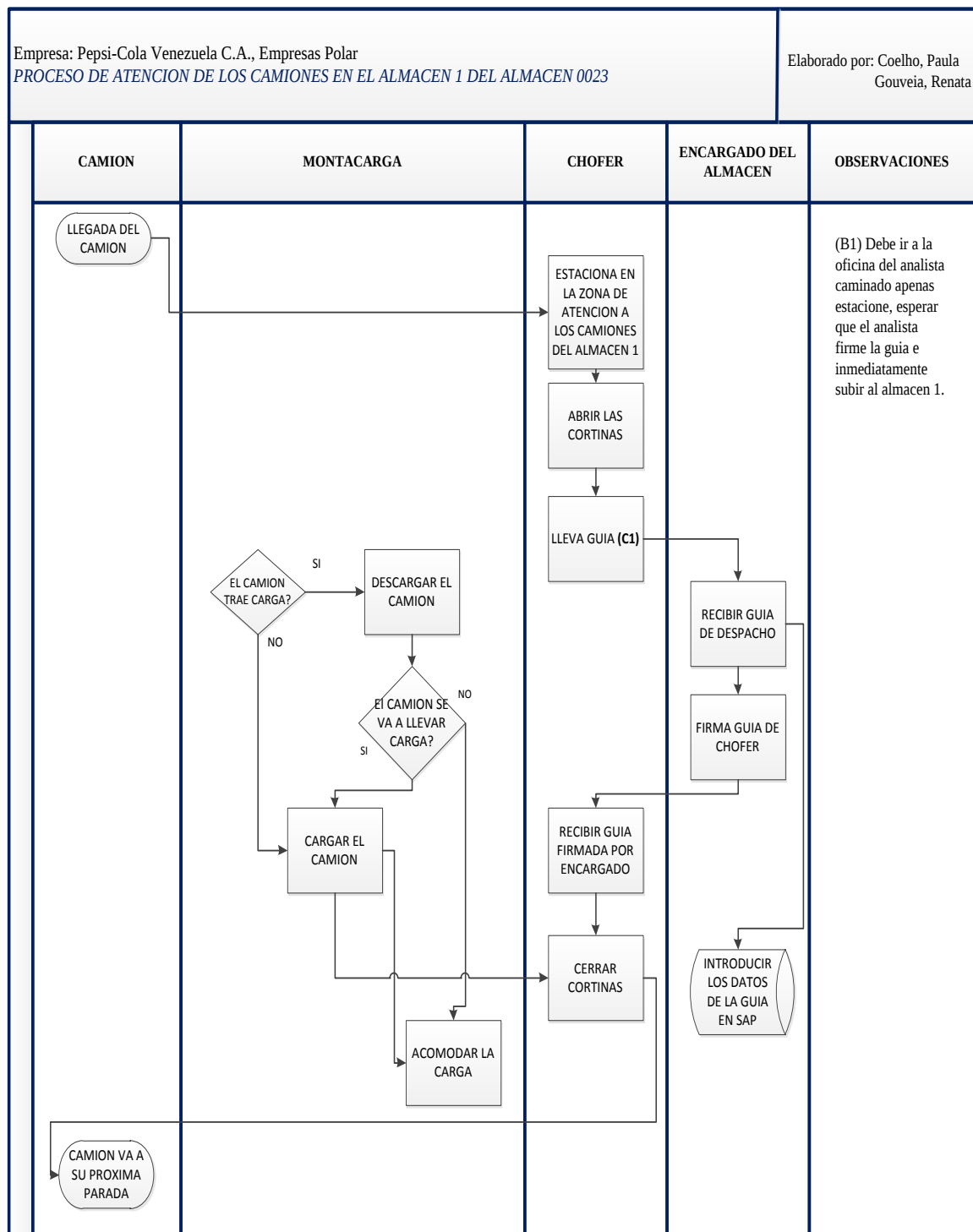
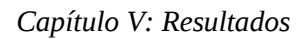


Figura V. 9 Flujogramas de despliegue del Proceso de atención a los camiones en el Almacén 1 (M/P) perteneciente al Almacén 0023

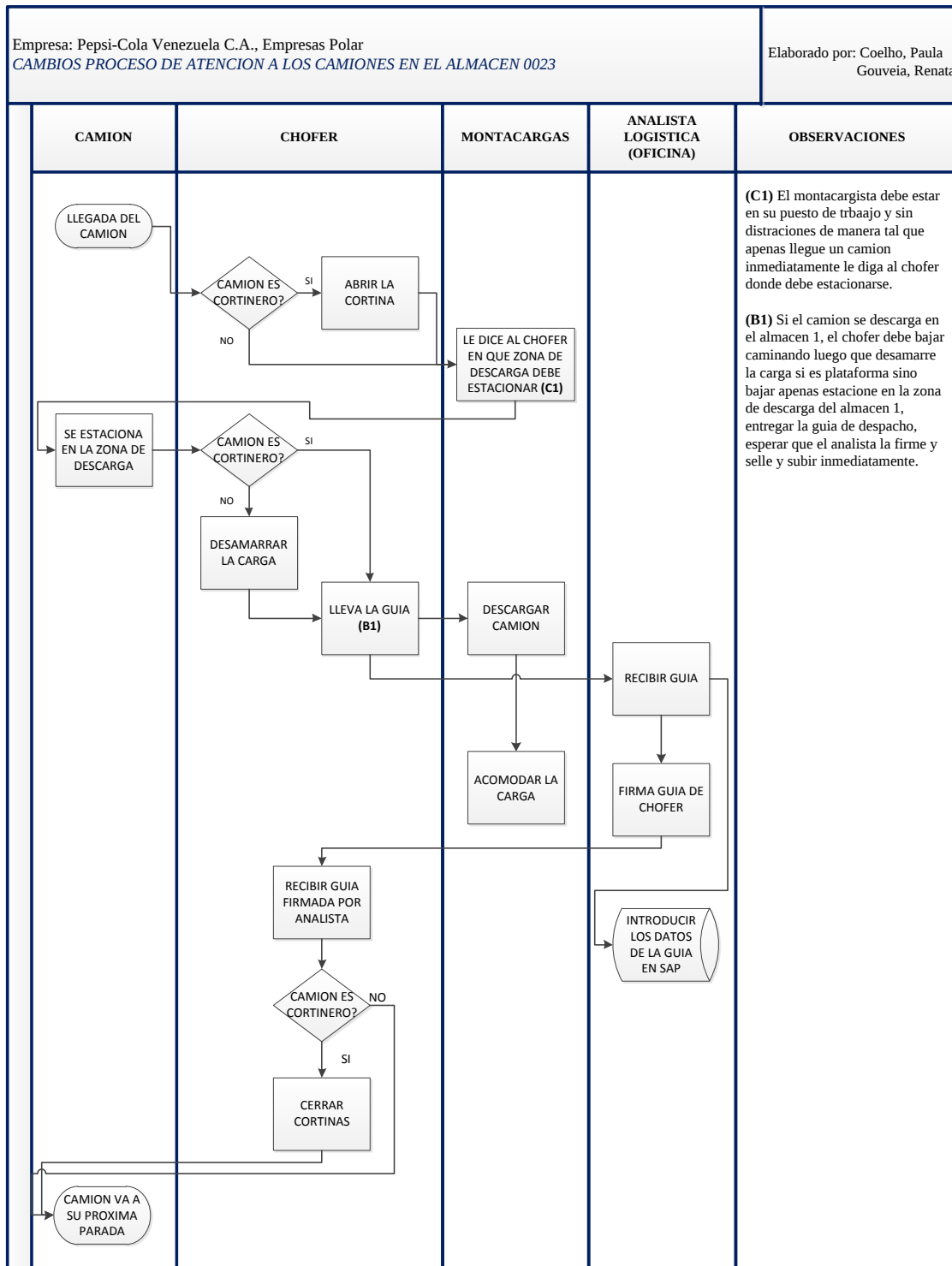


Figura V. 10 Flujogramas de despliegue de los cambios en el proceso de atención a los camiones en el Almacén 0023 (P/T)

Fuente: Elaboración propia

Para comprobar el mejor funcionamiento de los procesos de atención debido a lo antes propuesto, se tomó el muestreo de tiempos realizado y se eliminaron los minutos de demoras observadas, quedando así el valor de las triangulares de tiempos totales de atención a los camiones en los almacenes de la siguiente manera:

Almacén	Duración de la atención de camiones (min.)
0005	T(4,8,33)
0012	T(4,7,45)
0015	T(7,8,40)
0023	T(3,8,38)

Tabla V. 4 Tiempo de duración de la atención total de los camiones según el almacén para la propuesta 1

Fuente: Elaboración propia

A continuación se puede observar en la Figura V.6 un gráfico comparativo entre las triangulares de la duración de atención total a los camiones con demoras y sin las demoras observadas y eliminadas para los almacenes existentes en la Propuesta 1.

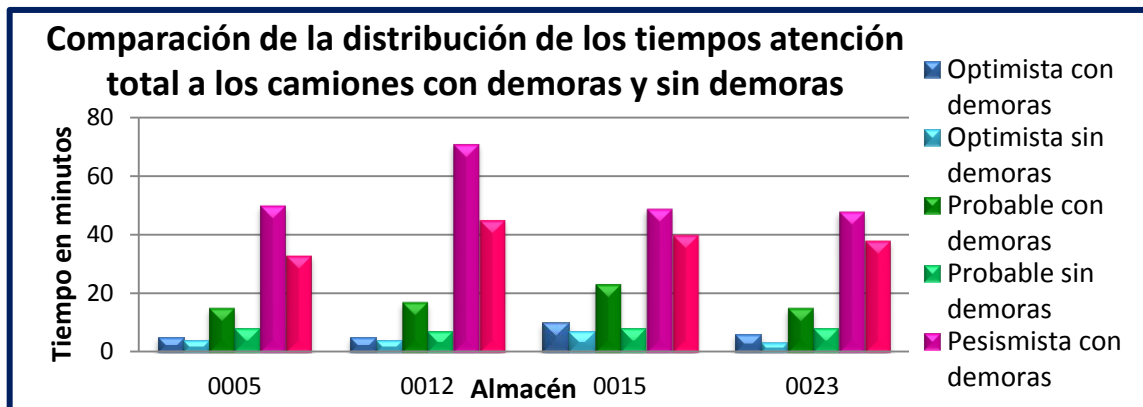


Figura V. 11 Gráfico comparativo de distribución de los tiempos de atención total a los camiones con demoras y sin las demoras para la Propuesta 1

Fuente: Elaboración propia

Haciendo uso del modelo adaptado a la propuesta de eliminar el almacén 0018, se obtuvo el tiempo máximo teórico de atención para cada almacén, y para el escenario 1 y escenario 2, los cuales se presentan en la Tabla V.5.

Almacén	Tiempo máx. en minutos de la duración del proceso de atención a un camión	
	Escenario 1	Escenario 2
0005	20	17
0012	10	8
0015	18min. de 6:30am-5:00pm/ 30min. de 5:00pm a 8:30pm	16min. de 6:30am-5:00pm/ 26min. de 5:00pm a 8:30pm
0023 MP	65	36
0023 PT	10	8

Tabla V. 5 Tiempo máx. En minutos de la duración del proceso de atención a un camión para la propuesta 1.

Fuente: Elaboración propia



De acuerdo a los tiempos probables de atención resultantes de las triangulares, se puede observar que dichos tiempos no sobrepasan los tiempos teóricos máximos para cada escenario, arrojados por el modelo, comprobando entonces que al aplicar las propuestas de mejoras a las demoras existentes, los tiempos de atención son reducidos contribuyendo a la realización de los viajes necesarios para el cumplimiento del pedido. Sin embargo también se puede observar que todos los tiempos pesimistas de las triangulares de atención sí sobrepasan el tiempo máximo teórico, la razón de estos valores de tiempos tan altos es por esperas en atención ocasionadas por “hora de almuerzo” de los montacarguistas, tiempos en el baño por parte del chofer, analista o montacarguista, o tiempos de espera específicos de cada almacén como el caso de la presencia del servicio panamericano en el Almacén 0005 y Almacén 0012.

V.1.3 Transporte

Para esta propuesta se crearon 5 conjuntos de rutas, de los cuales a cada ruta que lo conforma se le creó su tiempo probable de duración con los nuevos tiempos probables totales de atención a los camiones en los almacenes y, los tiempos probables de traslado entre almacenes. Estos conjuntos de ruta se introdujeron en la Fase II del modelo, generando el número de repeticiones que puede hacer un camión y, el número de camiones para cada ruta necesarios para satisfacer el número de camiones que deben llegar a los diferentes almacenes de la Fase I del modelo y así cumplir los objetivos de producción del escenario 1 y el escenario 2. A continuación se puede observar el conjunto de rutas y sus resultados para cada escenario.

- **Escenario 1:**

Conjunto de Ruta 1

Caracterización de las rutas con tiempos de traslado y de duración de atención total a los camiones probables			
Ruta	Tiempo en min. que dura la ruta	# de repeticiones por camión	# de camiones necesarios para la ruta
0012 - 0023PT -0012	68	12	4
0015-0005-0012-0023PT-0015	103	8	4
0023MP-0005-0012-0023PT-0023MP	90	9	2
0015-0023MP-0015	36	23	1

Tabla V. 6 Conjunto de ruta 1 para la propuesta 1 y el escenario 1

Fuente: Elaboración propia



Conjunto de ruta 2

Caracterización de las rutas con tiempos de traslado y de duración de atención total a los camiones probables			
Ruta	Tiempo en min. que dura la ruta	# de repeticiones por camión	# de camiones necesarios para la ruta
0012 - 0023PT -0012	73	11	7
0023MP-0005-0012-0023PT-0023MP	90	9	2
0015-0005-0015	63	13	2
0015-0023MP-0015	36	23	1

Tabla V. 7 Conjunto de ruta 2 para la propuesta 1 y el escenario 1

Fuente: Elaboración propia

Conjunto de ruta 3

Caracterización de las rutas con tiempos de traslado y de duración de atención total a los camiones probables			
Ruta	Tiempo en min. que dura la ruta	# de repeticiones por camión	# de camiones necesarios para la ruta
0012 - 0023PT -0012	68	12	7
0023MP-0005-0023MP	73	11	2
0015-0005-0015	63	13	2
0015-0023MP-0015	36	23	1

Tabla V. 8 Conjunto de ruta 3 para la propuesta 1 y el escenario 1

Fuente: Elaboración propia

Conjunto de ruta 4

Caracterización de las rutas con tiempos de traslado y de duración de atención total a los camiones probables			
Ruta	Tiempo en min. que dura la ruta	# de repeticiones por camión	# de camiones necesarios para la ruta
0012 - 0023PT -0012	68	12	7
0015-0023MP-0005-0015	78	10	2
0015-0005-0015	63	13	2

Tabla V. 9 Conjunto de ruta 4 para la propuesta 1 y el escenario 1

Fuente: Elaboración propia

Conjunto de ruta 5

Caracterización de las rutas con tiempos de traslado y de duración de atención total a los camiones probables			
Ruta	Tiempo en min. que dura la ruta	# de repeticiones por camión	# de camiones necesarios para la ruta
0012 - 0023PT -0012	68	12	7
0015-0005-0012-0023PT-0015	90	9	4
0015-0023MP-0005-0015	78	10	2

Tabla V. 10 Conjunto de ruta 5 para la propuesta 1 y el escenario 1

Fuente: Elaboración propia

• **Escenario 2:**

Conjunto de Ruta 1

Caracterización de las rutas con tiempos de traslado y de duración de atención total a los camiones probables			
Ruta	Tiempo en min. que dura la ruta	# de repeticiones por camión	# de camiones necesarios para la ruta
0012 - 0023PT -0012	68	12	4
0015-0005-0012-0023PT-0015	103	8	4
0023MP-0005-0012-0023PT-0023MP	90	9	2
0015-0023MP-0015	36	23	1

Tabla V. 11 Conjunto de ruta 1 para la propuesta 1 y el escenario 2

Fuente: Elaboración propia



Conjunto de Ruta 2

Caracterización de las rutas con tiempos de traslado y de duración de atención total a los camiones probables			
Ruta	Tiempo en min. que dura la ruta	# de repeticiones por camión	# de camiones necesarios para la ruta
0012 - 0023PT -0012	68	12	7
0023MP-0005-0012-0023PT-0023MP	90	9	2
0015-0005-0015	63	13	3
0015-0023MP-0015	36	23	1

Tabla V. 12 Conjunto de ruta 2 para la propuesta 1 y el escenario 2

Fuente: Elaboración propia

Conjunto de Ruta 3

Caracterización de las rutas con tiempos de traslado y de duración de atención total a los camiones probables			
Ruta	Tiempo en min. que dura la ruta	# de repeticiones por camión	# de camiones necesarios para la ruta
0012 - 0023PT -0012	68	12	8
0023MP-0005-0023MP	73	11	2
0015-0005-0015	63	13	3
0015-0023MP-0015	36	23	1

Tabla V. 13 Conjunto de ruta 3 para la propuesta 1 y el escenario 2

Fuente: Elaboración propia

Conjunto de Ruta 4

Caracterización de las rutas con tiempos de traslado y de duración de atención total a los camiones probables			
Ruta	Tiempo en min. que dura la ruta	# de repeticiones por camión	# de camiones necesarios para la ruta
0012 - 0023PT -0012	68	12	8
0015-0023MP-0005-0015	78	10	2
0015-0005-0015	63	13	3

Tabla V. 14 Conjunto de ruta 4 para la propuesta 1 y el escenario 2

Fuente: Elaboración propia

Conjunto de Ruta 5

Caracterización de las rutas con tiempos de traslado y de duración de atención total a los camiones probables			
Ruta	Tiempo en min. que dura la ruta	# de repeticiones por camión	# de camiones necesarios para la ruta
0012 - 0023PT -0012	68	12	5
0015-0005-0012-0023PT-0015	90	9	4
0015-0023MP-0005-0015	78	10	2

Tabla V. 15 Conjunto de ruta 5 para la propuesta 1 y el escenario 2

Fuente: Elaboración propia

Del conjunto de rutas del escenario 1 y escenario 2 se escogió el CONJUNTO DE RUTA 4, ya que es uno de los que poseen menos flota en total y, donde el flujo de camiones en cada almacén es menor, así el tiempo de espera de un camión a ser atendido en cada almacén es mínimo. Esto se comprobó realizando un horario de salida a los camiones y arrojó un tiempo promedio de espera de 2 min. en el Almacén 0012 y de 1 min. para los otros almacenes. En la Figura V.12 se puede visualizar el conjunto de ruta seleccionado.

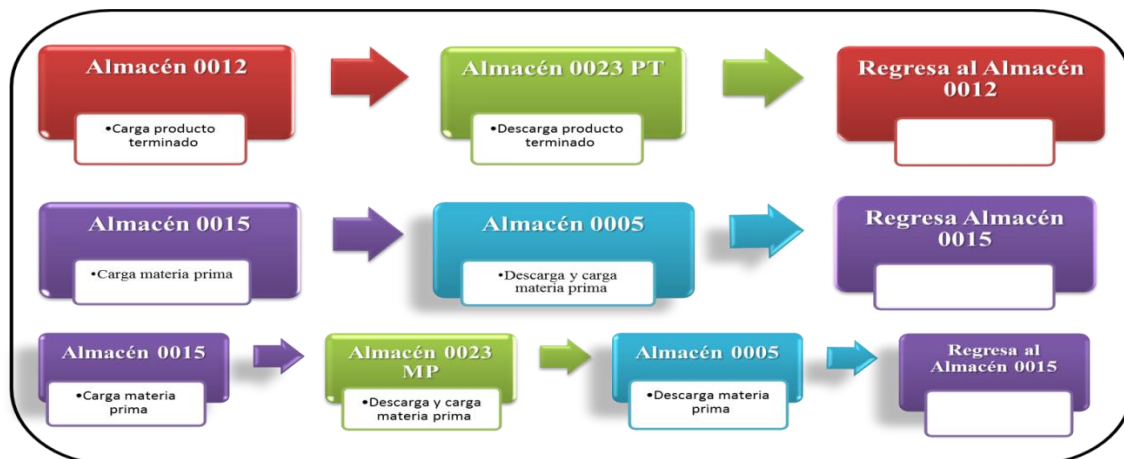


Figura V. 12 Conjunto de rutas seleccionada para la Propuesta 1

Fuente: Elaboración propia

El conjunto de ruta escogido se volvió a evaluar usando esta vez el tiempo máximo teórico de atención de cada almacén, para obtener la flota necesaria de camiones. A continuación se observa en la Tabla V.16 y Tabla V.17 los resultados para cada escenario.

Conjunto de ruta seleccionado para el Escenario 1

Caracterización de la ruta con tiempos de traslado PROBABLE y tiempo máximo teórico de atención			
Ruta	Tiempo en min. que dura la ruta	# de repeticiones por camión	# de camiones necesarios para la ruta
0012 - 0023PT -0012	74	11	8
0015-0023MP-0005-0015	157	5	3
0015-0005-0015	85	9	3

Tabla V. 16 Conjunto de ruta seleccionada para la propuesta 1 y el escenario 1

Fuente: Elaboración propia

Conjunto de ruta seleccionado para el Escenario 2

Caracterización de la ruta con tiempos de traslado PROBABLE y tiempo máximo teórico de atención			
Ruta	Tiempo en min. que dura la ruta	# de repeticiones por camión	# de camiones necesarios para la ruta
0012 - 0023PT -0012	70	12	8
0015-0023MP-0005-0015	123	6	3
0015-0005-0015	80	10	3

Tabla V. 17 Conjunto de ruta seleccionada para la propuesta 1 y el escenario 2

Fuente: Elaboración propia

A continuación en la Figura V.13 se puede observar la diferencia en la flota de camiones para el conjunto de ruta seleccionada necesaria para satisfacer el número de camiones que deben llegar a cada almacén y así cumplir los objetivos de producción planteados en cada escenario.

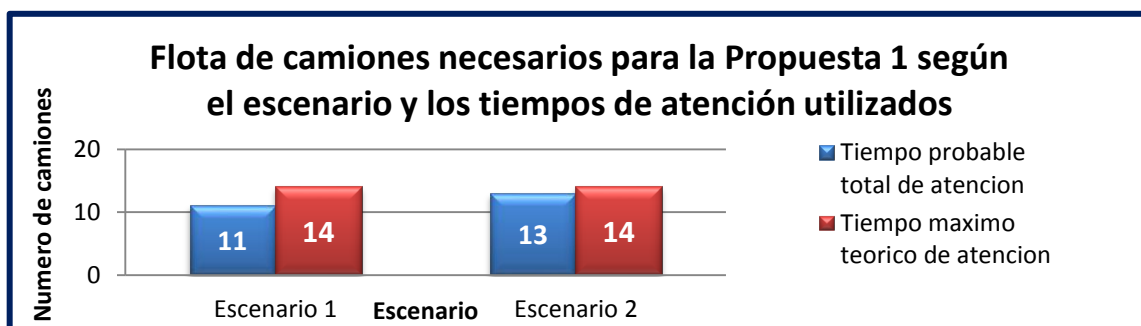


Figura V. 13 Grafico comparativo de la flota de camiones necesarios para la Propuesta 1 según el escenario y los tiempos de atención utilizados

Fuente: Elaboración propia

Al visualizar como varia la flota necesaria al usar los tiempos máximos teóricos de atención para calcular el tiempo de duración de las rutas, que conforman el conjunto de ruta seleccionado, esto con el fin de elegir el número de camiones con los que se deben contar.

Aunque en ambos escenarios el número de camiones fue menor al usar el tiempo probable total de atención, se decidió elegir que la flota debe ser de 14 camiones, debido a que si se sobrepasa el tiempo probable de atención total el sistema igual se podrá satisfacer. No obstante se verificó el aumento de la flota en las distintas rutas y no se generó una espera de atención mayor a la indicada anteriormente.

V.1.4 Información

Para esta propuesta se realizó modificaciones en el flujo de información agregando la realización en el Almacén 0015 y Almacén 1 del 0023 una lista que refleja el orden en que se van a cargar los camiones y con qué tipo de material de manera tal que el montacarguista este 100% seguro de cuál es la carga que le corresponde al camión que arribó al almacén y no exista confusión en el analista a la hora de hacer la guía de despacho.

Otra propuesta es la realización de la Guía de Despacho EXP23 para el material que sale del Almacén 1 del 0023, dicha guía debe realizarse en ese almacén y no en el Almacén 0015 como ocurre actualmente con el Almacén 0018. Ver Figura V.14 para visualizar estas modificaciones en flujo de información de materia prima.

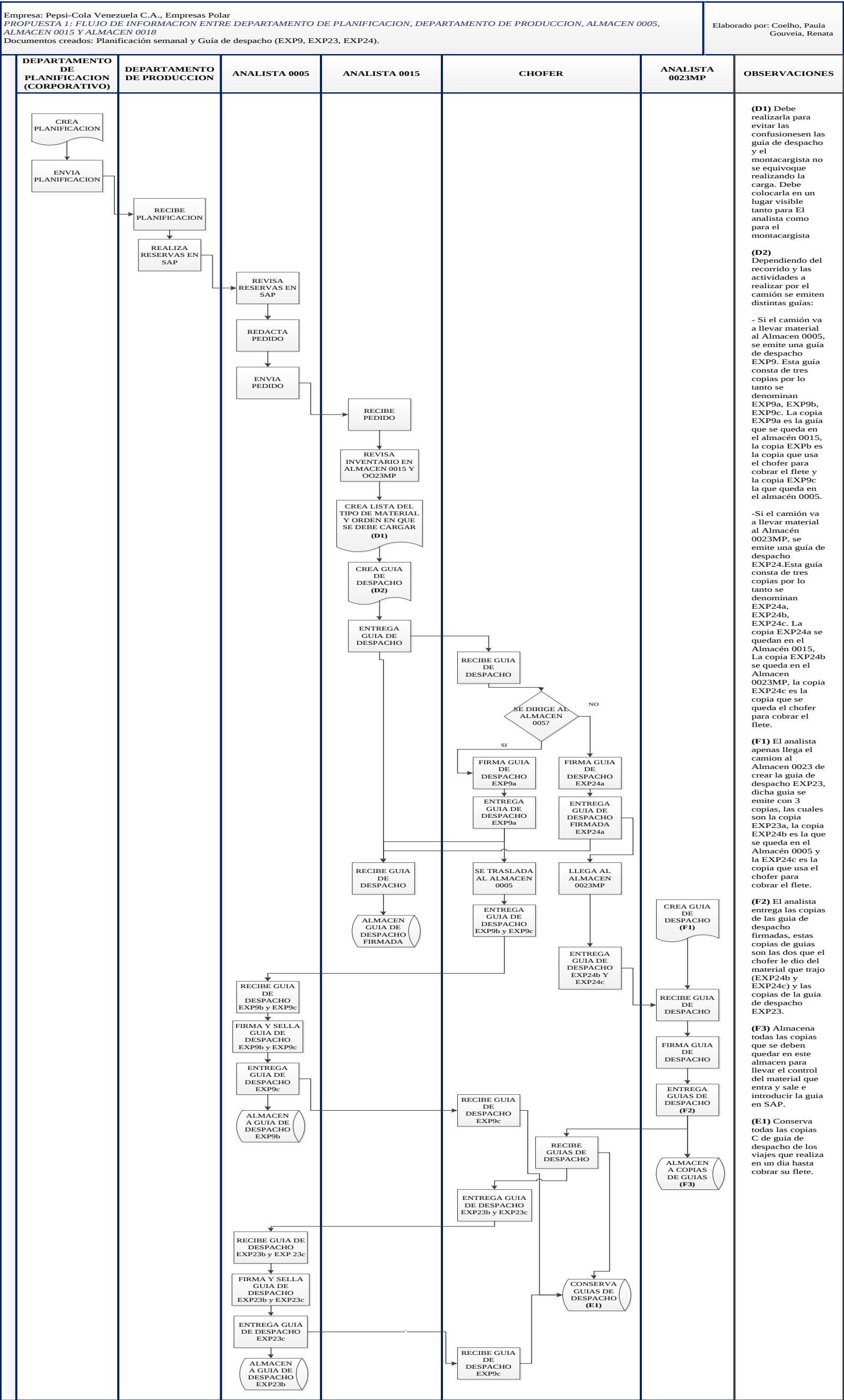


Figura V. 14 Flujogramas de despliegue Propuesta 1: flujo de información entre departamento de planificación, departamento de producción, Almacén 0005, Almacén 0015 y Almacén 0018
Fuente: Elaboración propia



V.2 Propuesta No. 2

En esta propuesta los almacenes existentes siguen cumpliendo con su función actual pero con algunas modificaciones necesarias para su mejor utilidad y funcionamiento.

V.2.1 Instalaciones

Sólo se van a presentar modificaciones en las instalaciones en el Almacén 0023 y en el Almacén secundario perteneciente al Almacén 0005, pero para este último y para los Almacén 2 y 3 pertenecientes al Almacén 0023 se propone lo expuesto en la *Propuesta No.1*.

V.2.1.1 Almacén 0023

V.2.1.1.1 Almacén 1

La distribución actual del producto terminado en este almacén no hace un buen aprovechamiento del espacio, es por esto que se plantea la redistribución del mismo de manera que se pueda almacenar mayor cantidad de paletas. La capacidad actual del Almacén 1 es de 460 paletas y con la redistribución quedaría en 540 paletas. En el Figura V. 15 se observa la nueva distribución de los pasillos.



Figura V. 15 Plano de propuesta 2 para el almacén 1 perteneciente al Almacén 0023

Fuente: Elaboración propia

Con el conjunto de modificaciones propuesto en las instalaciones del Almacén 0023 se aumenta en un 23.7362% (493 paletas) la capacidad de almacenamiento total.

V.2.2 Proceso de atención a los camiones

Para disminuir las demoras en atención de los camiones se indican las mismas proposiciones de la *Propuesta No.1*, pero debido a la existencia del Almacén 0018 se adicionarían las siguientes:

- Creación de una zona de predespacho en el Almacén 0018, así como una zona destinada a la colocación temporal del material que el montacarguista va descargando del camión, esto con el propósito de reducir los tiempos de atención debido a que el material a cargar o descargar se puede encontrar muy lejos con respecto a la ubicación del camión. La reducción del tiempo de atención por medio de la existencia de las zonas



mencionadas se evaluó con los tiempos registrados en el muestreo realizado, pues se contaba con tiempos de atención donde el material estaba lejano o cercano a la zona de carga y descarga, observándose entonces la diferencia en ambos casos. Para observar la zona de predespacho ver Figura V.16. Ver Figura V.17 para visualizar como se debe realizar el proceso de atención a los camiones en el Almacén 0018.

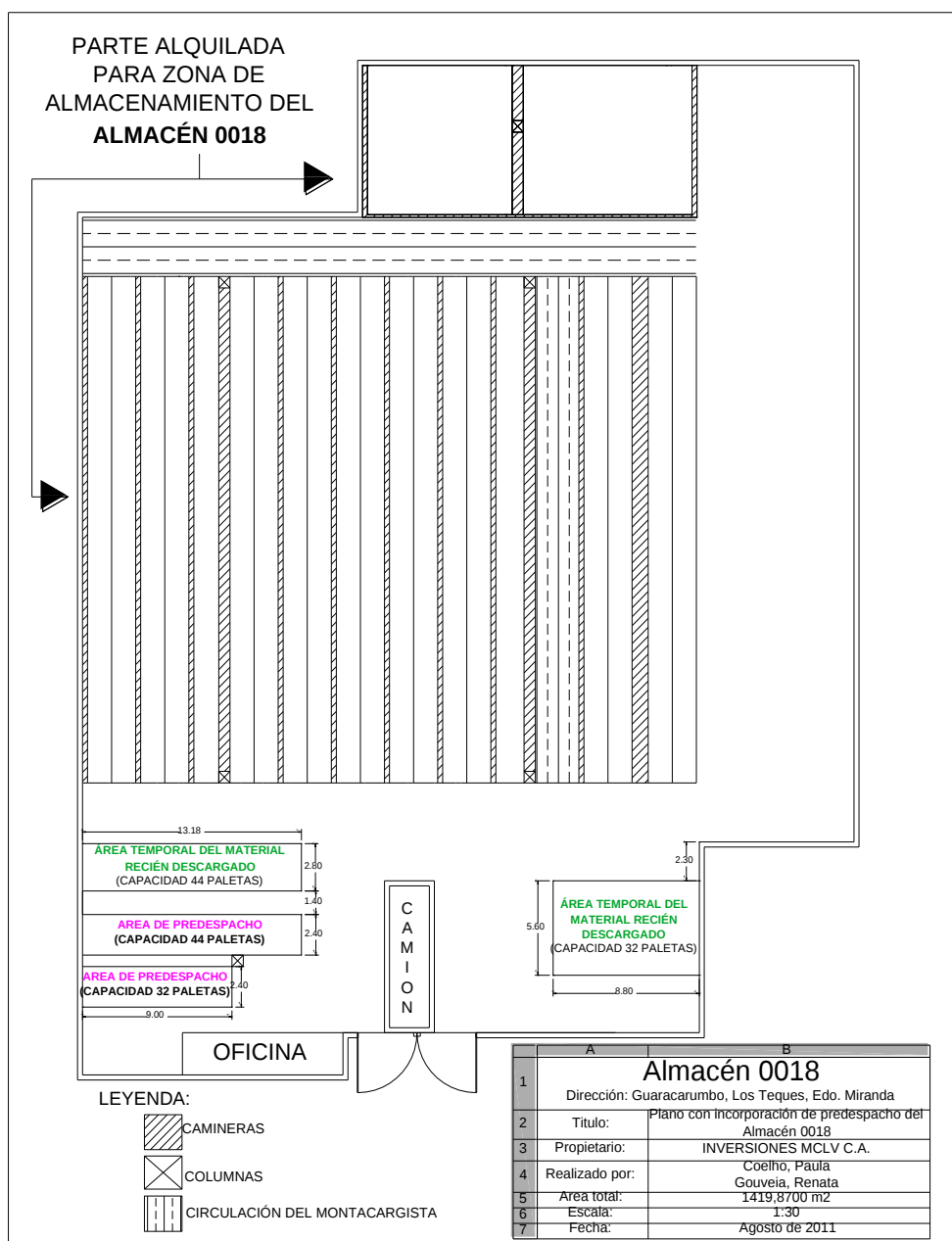


Figura V. 16 Plano del Almacén 0018 con la incorporación de área para predespacho

Fuente: Elaboración propia

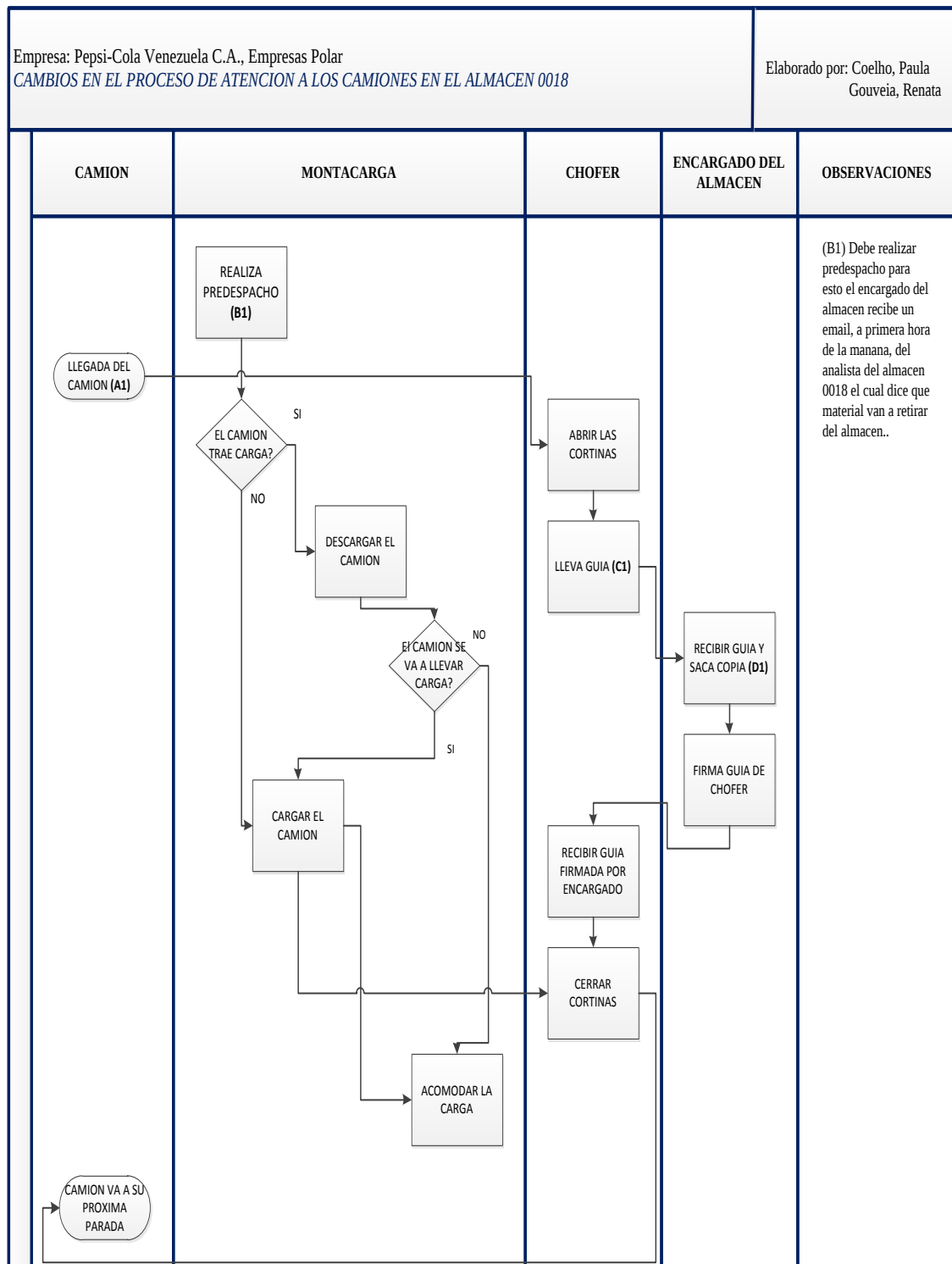
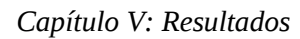


Figura V. 17 Flujogramas de despliegue de los cambios en el proceso de atención a los camiones en el Almacén 0018



Al igual que en la *Propuesta No.1* la forma de comprobar que las mejoras en el proceso de atención a los camiones favorecen en la disminución de los tiempos, consiste en eliminar las demoras en el muestreo realizado, quedando las triangulares de tiempo de atención como están expuestos en la Tabla V.18.

Almacén	Duración de la atención de camiones (min.)
0005	T(4,8,33)
0012	T(4,7,45)
0015	T(7,8,40)
0018	T(6,9,26)
0023	T(3,8,38)

Tabla V. 18 Tiempo de duración de la atención total de los camiones según el almacén para la propuesta 1

Fuente: Elaboración propia

A continuación se puede observar en la Figura.18 un gráfico comparativo entre las triangulares de la duración de atención total a los camiones con demoras y sin las demoras observadas y eliminadas para los almacenes existentes en la Propuesta 2

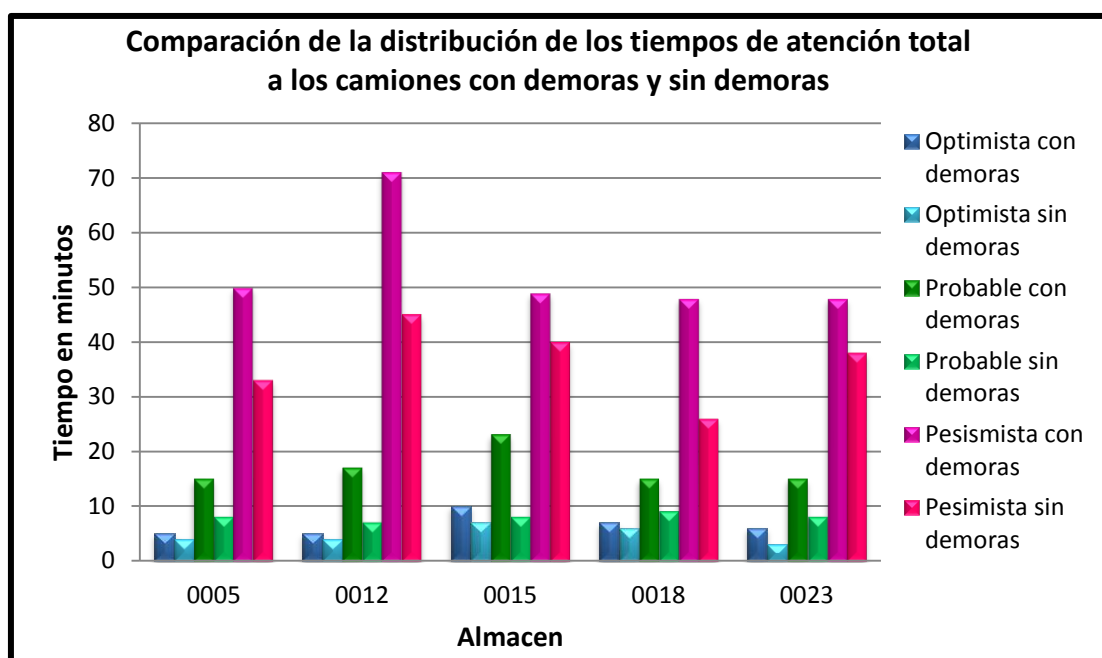


Figura V. 18 Gráfico comparativo de la distribución de los tiempos de atención total a los camiones con demoras y sin las demoras para la propuesta 2

Fuente: Elaboración propia

Ahora haciendo uso del modelo se obtienen los tiempos máximos teóricos de atención para cada almacén, los cuales son los mostrados en la Tabla V.19.



Almacén	Tiempo máx. en minutos de la duración del proceso de atención a un camión	
	Escenario 1	Escenario 2
0005	20	17
0012	10	8
0015	17min. de 6:30am-5:00pm/ 39min. de 5:00pm a 8:30pm	15min. de 6:30am-5:00pm/ 35min. de 5:00pm a 8:30pm
0018	26	24
0023 PT	10	8

Tabla V. 19 Tiempo máx. En minutos de la duración del proceso de atención a un camión para la propuesta 2.

Fuente: Elaboración propia

Comparando los tiempos probables de las triangulares se observa que dichos tiempos no se exceden de los valores máximos teóricos arrojados por el modelo. No obstante los tiempos pesimistas si exceden el tiempo máximo teórico y esto es debido a demoras que ocurren con muy baja frecuencia ocasionadas por la “hora de comida” de los montacarguistas, tiempos en el baño por parte del chofer, analista o montacarguista, o tiempos de espera específicos de cada almacén como el caso de la presencia del servicio panamericano en el Almacén 0005 y Almacén 0012.

V.2.3 Transporte

En esta propuesta también se crearon conjuntos de ruta igual que en la *Propuesta 1* en el apartado de transporte, con la diferencia en el número de conjuntos creados ya que aquí son 3. Posteriormente se realizó el mismo proceso para obtener los resultados de número de repeticiones que puede hacer un camión y el número de camiones para cada ruta necesarios para satisfacer el número de camiones que deben llegar a los diferentes almacenes. A continuación se puede observar el conjunto de rutas y sus resultados para cada escenario

- **Escenario 1:**

Conjunto de Ruta 1

Caracterización de las rutas con tiempos de traslado y de duración de atención total a los camiones probables			
Ruta	Tiempo en min. que dura la ruta	# de repeticiones por camión	# de camiones necesarios para la ruta
0012 - 0023 -0012	68	12	5
0015-0005-0012-0023-0015	103	8	3
0015-0018-0005-0015	145	3	6

Tabla V. 20 Conjunto de ruta 3 para la propuesta 1 y el escenario 2

Fuente: Elaboración propia



Conjunto de Ruta 2

Caracterización de las rutas con tiempos de traslado y de duración de atención total a los camiones probables			
Ruta	Tiempo en min. que dura la ruta	# de repeticiones por camión	# de camiones necesarios para la ruta
0012 - 0023 -0012	68	12	7
0015-0005-0015	63	13	3
0015-0018-0015	97	4	5

Tabla V. 21 Conjunto de ruta 3 para la propuesta 1 y el escenario 2

Fuente: Elaboración propia

Conjunto de Ruta 3

Caracterización de las rutas con tiempos de traslado y de duración de atención total a los camiones probables			
Ruta	Tiempo en min. que dura la ruta	# de repeticiones por camión	# de camiones necesarios para la ruta
0012 - 0023 -0012	68	12	7
0015-0005-0015	63	13	2
0015-0018-0005-0015	145	3	6

Tabla V. 22 Conjunto de ruta 3 para la propuesta 1 y el escenario 2

Fuente: Elaboración propia

• **Escenarios 2**

Conjunto de Ruta 1

Caracterización de las rutas con tiempos de traslado y de duración de atención total a los camiones probables			
Ruta	Tiempo en min. que dura la ruta	# de repeticiones por camión	# de camiones necesarios para la ruta
0012 - 0023 -0012	68	12	6
0015-0005-0012-0023-0015	103	8	3
0015-0018-0005-0015	145	3	7

Tabla V. 23 Conjunto de ruta 3 para la propuesta 1 y el escenario 2

Fuente: Elaboración propia

Conjunto de Ruta 2

Caracterización de las rutas con tiempos de traslado y de duración de atención total a los camiones probables			
Ruta	Tiempo en min. que dura la ruta	# de repeticiones por camión	# de camiones necesarios para la ruta
0012 - 0023 -0012	68	12	8
0015-0005-0015	63	13	4
0015-0018-0015	97	4	5

Tabla V. 24 Conjunto de ruta 3 para la propuesta 1 y el escenario 2

Fuente: Elaboración propia

Conjunto de Ruta 3

Caracterización de las rutas con tiempos de traslado y de duración de atención total a los camiones probables			
Ruta	Tiempo en min. que dura la ruta	# de repeticiones por camión	# de camiones necesarios para la ruta
0012 - 0023 -0012	68	12	8
0015-0005-0015	63	13	2
0015-0018-0005-0015	145	3	7

Tabla V. 25 Conjunto de ruta 3 para la propuesta 1 y el escenario 2

Fuente: Elaboración propia

Con el mismo criterio de selección que se usó en la Propuesta 1 al momento de elegir el conjunto de rutas que se debe emplear, se eligió para esta propuesta el

CONJUNTO DE RUTA 2 en ambos escenarios. Al momento de realizar la comprobación, los tiempos promedio de espera que se obtuvieron fueron de 2 min en el Almacén 0012, 3 min. en el Almacén 0015 y de 1 min. en los otros almacenes restantes. En la Figura V.20 se puede visualizar el conjunto de ruta seleccionado.

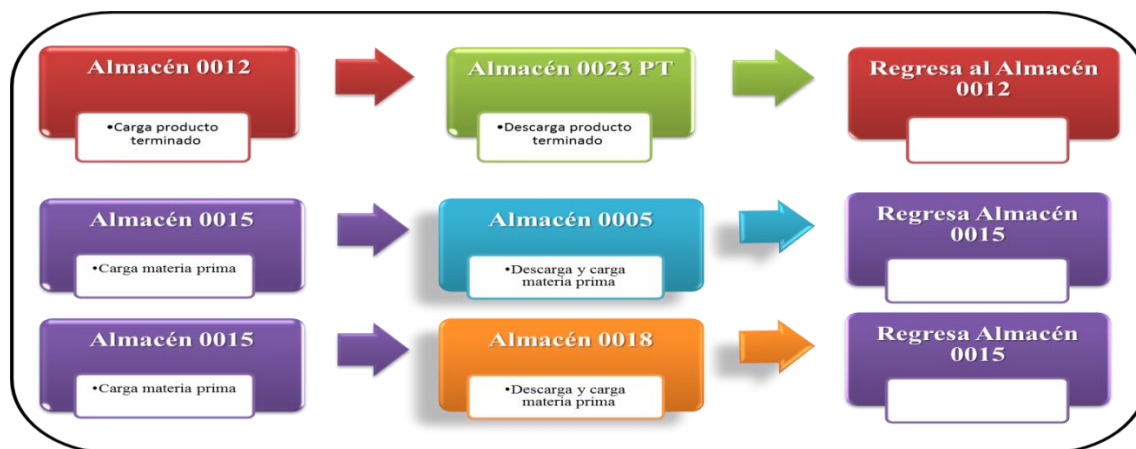


Figura V. 19 Conjunto de rutas seleccionada para la Propuesta 1

Fuente: Elaboración propia

El conjunto de ruta escogido se volvió a evaluar usando esta vez el tiempo máximo teórico de atención de cada almacén, para obtener la flota necesaria de camiones. A continuación se observa los resultados para cada escenario:

Conjunto de ruta seleccionada para el Escenario1

Caracterización de las rutas con tiempos de traslado y de duración de atención total a los camiones probables			
Ruta	Tiempo en min. que dura la ruta	# de repeticiones por camión	# de camiones necesarios para la ruta
0012 - 0023 -0012	74	11	8
0015-0005-0015	79	10	4
0015-0018--0015	118	4	5

Tabla V. 26 Conjunto de ruta seleccionada para la propuesta 2 y el escenario 1

Fuente: Elaboración propia

Conjunto de ruta seleccionada para el Escenario 2

Caracterización de las rutas con tiempos de traslado y de duración de atención total a los camiones probables			
Ruta	Tiempo en min. que dura la ruta	# de repeticiones por camión	# de camiones necesarios para la ruta
0012 - 0023 -0012	70	12	8
0015-0005-0015	75	11	4
0015-0018--0015	115	4	6

Tabla V. 27 Conjunto de ruta seleccionada para la propuesta 2 y el escenario 2

Fuente: Elaboración propia

A continuación en la Figura V.20 se puede observar la diferencia en la flota de camiones para el conjunto de ruta seleccionado necesaria para satisfacer el número de camiones que deben llegar a cada almacén y así cumplir los objetivos de producción planteados en cada escenario.

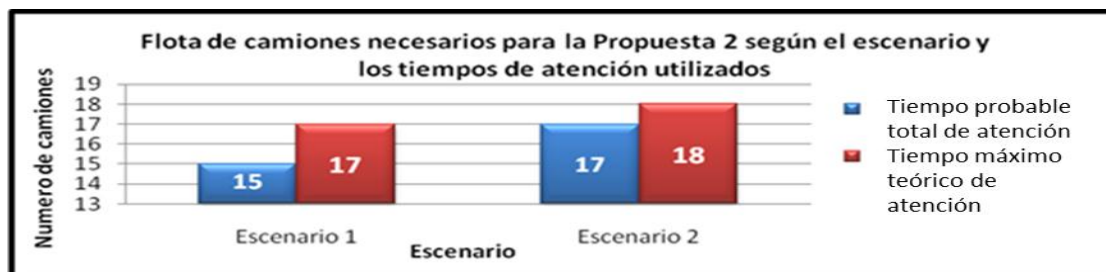


Figura V. 20 Gráfico comparativo de la flota de camiones necesarios para la Propuesta 1 según el escenario y los tiempos de atención utilizados

Fuente: Elaboración propia

Al visualizar como varia la flota necesaria al usar los tiempos máximos teóricos de atención para calcular el tiempo de duración de las rutas, que conforman el conjunto de ruta seleccionado, esto con el fin de elegir el número de camiones con los que se deben contar.

Aunque en ambos escenario el número de camiones fue menor al usar el tiempo probable total de atención, se decidió elegir que la flota debe ser de 17 camiones para el Escenario 1 y 18 camiones para el Escenario 2, debido a que si se sobrepasa el tiempo probable de atención total el sistema igual se podrá satisfacer. No obstante se verificó el aumento de la flota en las distintas rutas y no se generó una espera de atención mayor a la indicada anteriormente.

V.2.4 Información

Para esta propuesta se realizó modificaciones en el flujo de información igual que en la Propuesta 1 en la realización de una lista que refleja el orden en que se van a cargar los camiones y con qué tipo de material, pero solamente para el Almacén 0015.

Otro planteamiento en este apartado seria la creación en el Almacén 0015 de un documento de pedido, el cual debe poseer el material que se desea retirar del Almacén 0018, y así en este último puedan realizar un predespacho. Ver Figura V.21 para observar estas modificaciones en el flujo de información de materia prima

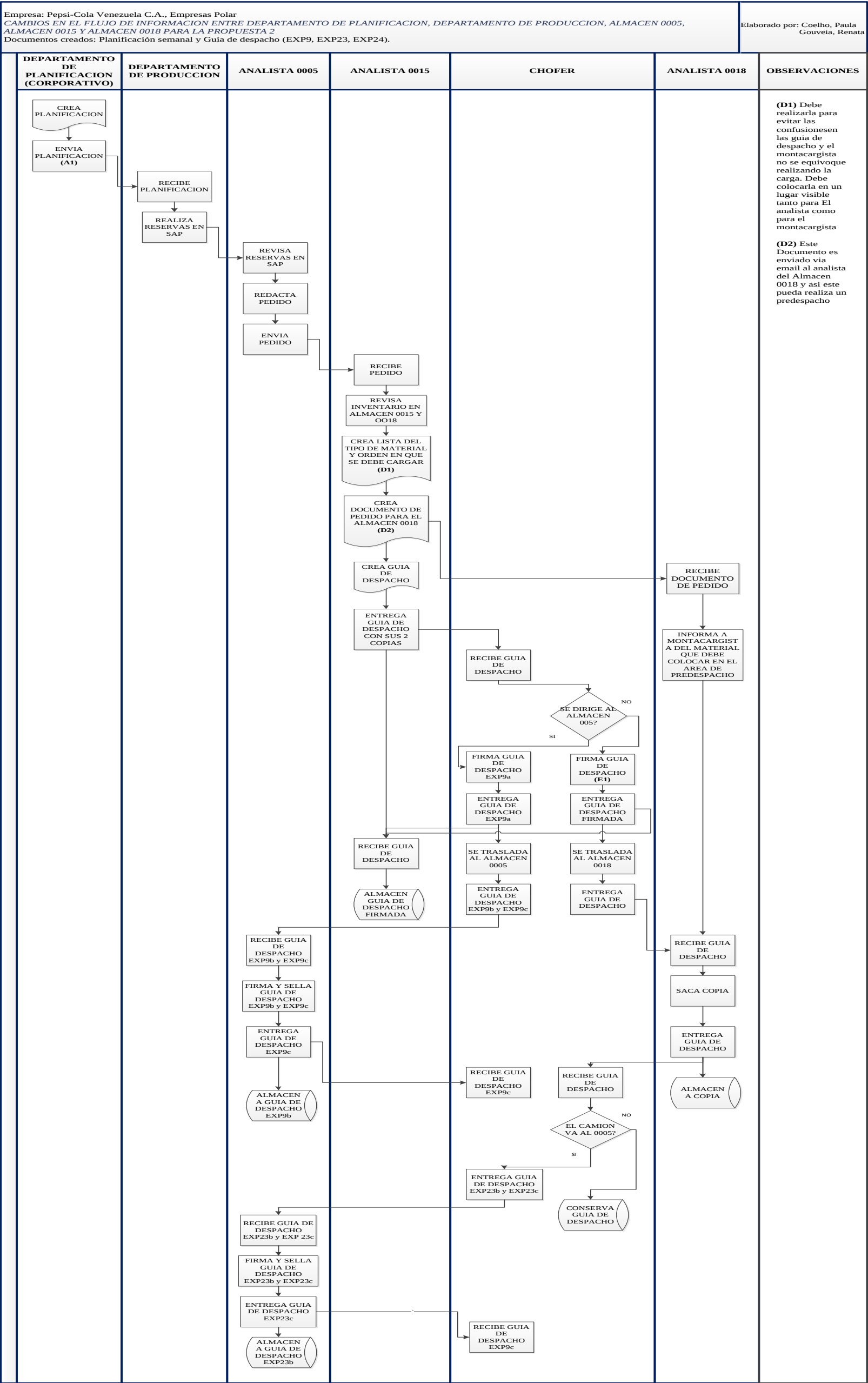


Figura V. 21 Flujogramas de despliegue de los cambios en el flujo de información entre departamento de planificación, departamento de producción, Almacén 0005, Almacén 0015 y Almacén 0018

Fuente: Elaboración propia



V.3 Evaluación de propuestas

Las propuestas planteadas anteriormente son evaluadas por la reducción de los tiempos de atención y por el criterio del jefe de Logística de la Planta san Pedro, Alexander Álvarez y el encargado de Infraestructura, Gabriel Posada. El Jefe de Logística apreció la reducción de los tiempos de atención de la *Propuesta No.1* así como la ventaja de prescindir del Almacén 0018. Sin embargo el encargado de Infraestructura impidió la aceptación de dicha propuesta ya que no se obtienen los permisos establecidos por la alcaldía para los metros de construcción propuestos en la ampliación del Almacén 0015. En consecuencia al evaluar la *Propuesta No. 2*, la cual genera como resultado la reducción de los tiempos de atención y aumento de capacidad de almacenamiento del Almacén 0023, resultó ser la propuesta aceptada.

CAPITULO VI: MODELO OPERATIVO

Si se desea realizar un estudio similar al descrito en el Trabajo Especial de Grado, la secuencia de actividades debe estar enfocada en la eliminación de demoras en el proceso de atención a los camiones en un almacén y en el mayor aprovechamiento del espacio en los mismos. La secuencia de actividades esta descrita en la Figura VI.1²¹

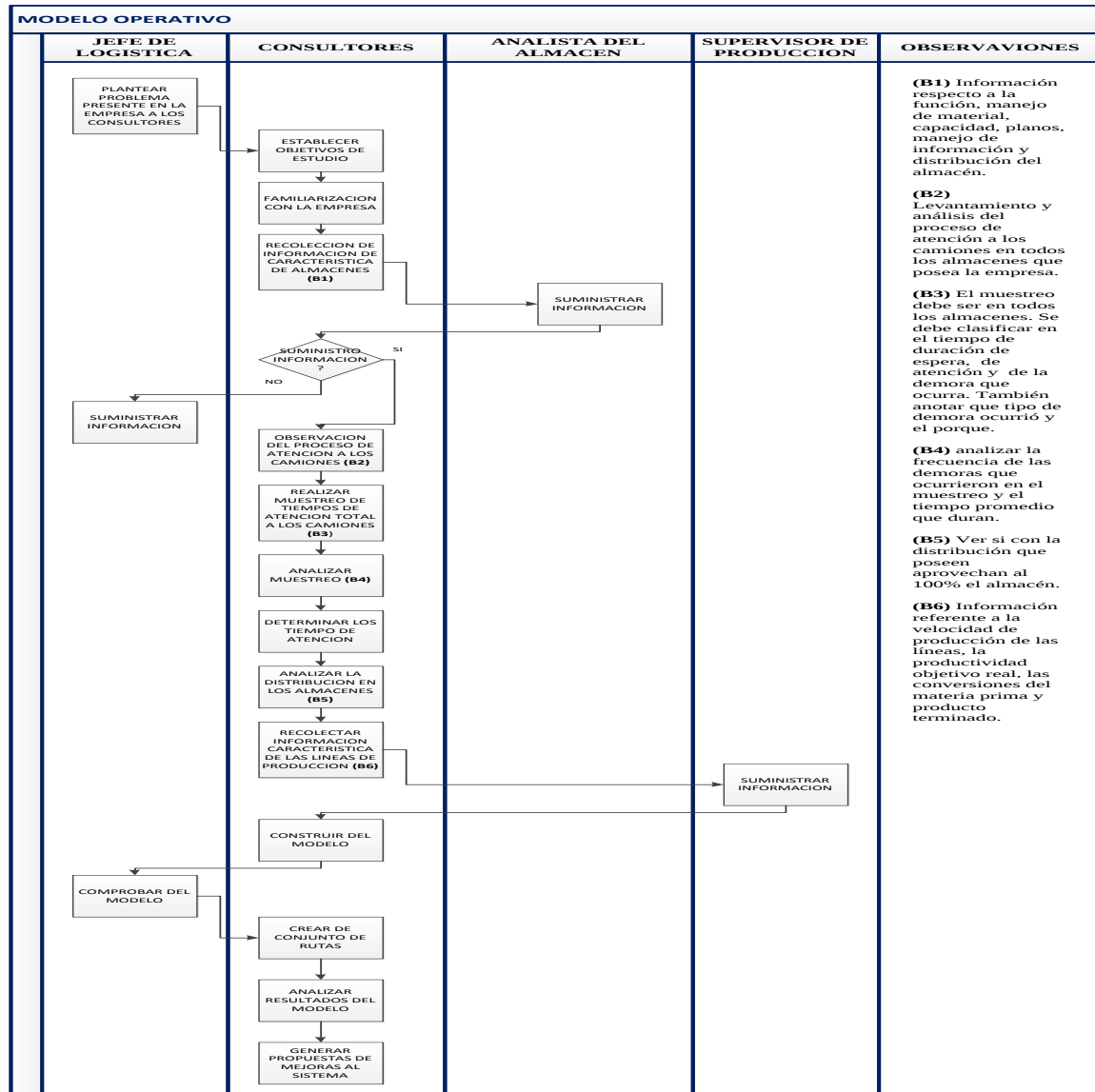


Figura VI. 1 Flujoograma de despliegue aplicado en la secuencia de actividades de la distribución de material entre almacenes y el manejo de los mismos

Fuente: Elaboración propia

²¹ Ver ampliación en ANEXO VI.1



CONCLUSIONES

A partir del estudio realizado, se formularon propuestas de mejora en la logística y operaciones de la planta embotelladora de agua mineral Minalba, obteniéndose las siguientes conclusiones:

- De acuerdo a la diferencia en las estructuras de los almacenes, la distribución del material en los mismos varía, así como por el tipo de material almacenado.
- Los almacenes no cuentan con zonas de predespacho establecidas. Sin embargo de acuerdo al estudio se justificó la proposición del establecimiento de las mismas en los almacenes 0015 y 0018.
- Se identificaron las operaciones necesarias para llevar a cabo el proceso de atención a los camiones en los diferentes almacenes, obteniendo un número de 19 operaciones como máximo para ello.
- De acuerdo al análisis de Porter las actividades que ocurren en los almacenes estudiados, son actividades que no agregan valor al producto.
- Se encontraron 28 tipos de demoras en la espera para la atención a los camiones, donde la más común fue por “montacarguista ocupado con un camión” con una frecuencia de 150 observaciones. De igual forma se obtuvieron 13 clases de demoras en la atención, donde la más observada fue “amarre y desamarre de la carga”, propio del proceso de los camiones tipo plataformas, con una frecuencia de 46.
- Con la construcción del modelo se obtienen el número de viajes necesarios para cumplir con el pedido diario y los tiempos máximos teóricos de atención de cada almacén, lo cual sirve de base para el análisis de la situación actual y la elaboración de las propuestas de mejoras.
- La Propuesta No.1 consiste en la eliminación del Almacén 0018, para ello las modificaciones se basan en la ampliación del almacén 0015 y la reestructuración y acondicionamiento del almacén 1 del 0023, usando éste para materia prima y no para producto terminado como es utilizado en la actualidad. Las capacidades obtenidas de dichas modificaciones suman un total de 1587 paletas, significando éstas un 93,62% de la capacidad con la que se cuenta en el almacén 0018. También se propone, para el



almacén 0023, la colocación de un rack con capacidad de 216 paletas en el almacén 2 y otro con capacidad de 480 paletas en el almacén 3, de manera que se puedan almacenar en ellos la cantidad de producto terminado que se resguardaba en el almacén 1.

○ La disminución de los tiempos de atención, en los distintos almacenes, varía entre un 44% y 66% de acuerdo a las soluciones planteadas para reducir las demoras encontradas.

El tiempo de rutas también se ve disminuido al prescindir del Almacén 0018 pues las distancias entre almacenes cambian quedando la más lejana de 11Km. Con el tiempo máximo teórico de atención arrojado por el modelo, se tiene que para los escenarios estudiados, la flota de transporte a utilizar para cumplir con la planificación de producción debe ser de 14 camiones.

○ La Propuesta No.1, no fue aceptada por parte del encargado de Infraestructura, debido a normativas de la alcaldía que no permiten los metros de construcción propuestos para la ampliación del almacén 0015.

• La Propuesta No.2 fue creada previendo la desaprobación de la Propuesta No.1 de manera que la empresa en caso de no poder eliminar al Almacén 0018, pueda mejorar el funcionamiento de los recursos que maneja actualmente, en pro al cumplimiento de los objetivos propuestos por la misma. La Propuesta se basa en cuanto a las instalaciones, en modificaciones para el almacén 0023, con una redistribución de los pasillos en el almacén 1 y la inclusión de racks en los almacenes 2 y 3, provocando que la capacidad total sea de 2570 paletas, significando éstas un aumento de 23,73% sobre la capacidad actual. Esta propuesta también incluye al igual que la Propuesta No.1, la reducción de los tiempos de atención con los planteamientos dados para la solución de las demoras encontradas. De acuerdo al transporte, se propone la utilización de una flota de 17 camiones para el escenario de estudio 1 y 18 camiones para el escenario de estudio 2. La Propuesta No. 2 es la aceptada pues los beneficios obtenidos en función a ella son valederos para su ejecución.



BIBLIOGRAFIA

- CARVAJAL, Oswal. Guía de Gestión de Almacenes. Versión para estudiantes. UCAB.
- DIAZ MATALOBOS, Ángel. Gerencia de Inventarios. Caracas, 2007, Ediciones IESA. 4ta. Reimpresión.
- BALESTRINI, Miriam. Cómo se Elabora el Proyecto de Investigación. Editorial Consultores Asociados. Caracas, 2002, Sexta Edición.
- GUTIERREZ, Luis A. Guías de Cadena de Suministros. UCAB.
- BARRIOS, Maritza. Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales. Caracas, Edición FEDUPE, 2003, Tercera Edición.
- GARCIA CRIOLLO, Roberto. Estudio del Trabajo. Editorial McGraw-Hill. México, 1998, Primera Edición.
- BALLOU, Ronald H. Logística. Administración de la Cadena de Suministros. Editorial Pearson Educación. México, 2004, Quinta Edición.
- KRICK, Edward V. Ingeniería de Métodos. Editorial Limusa. México, 1982, Primera Edición.
- HODSON W, Maynard. Manual del Ingeniero Industrial. Editorial McGraw-Hill. México, 1998, Primera Edición.



ANEXOS



ANEXOS DEL CAPITULO III



ANEXO III. 1 Estimación del tamaño de la muestra

III.1 Muestreo de Trabajo

Consiste en la cuantificación proporcional de un gran número de observaciones tomadas al azar, en las cuales se anota la condición que presente la operación, clasificada en categorías definidas según el objetivo de estudio. Es una técnica para el análisis cuantitativo en términos de tiempo de la actividad de hombres, máquinas o cualesquiera condiciones observables de operación.

El muestreo de trabajo como técnica de la Ingeniería de Métodos puede aplicarse con éxito para resolver una gran variedad de problemas de todas clases, sobre actividades relacionadas con grupos de personas o equipos. Este método puede utilizarse para estudiar la circulación de materiales; naturaleza, causa y magnitud de las interferencias respecto de las realizaciones efectivas; la distribución de deberes de un grupo de personas; de tal manera que la carga de trabajo esté equilibrada y todas puedan trabajar sin interrupciones; la utilización eficiente de tiempo o equipo y gran número de problemas similares. Puede emplearse con provecho en la industria, instituciones públicas, transportes, etc. En una palabra, en cualquier sitio donde sea útil disponer de datos precisos para analizar problemas y encontrar soluciones.

III.3.1 Métodos estadísticos para determinar el número de observaciones que se requiere para hacer un estudio de muestreo de trabajo.

El método estadístico, conocido como “Estimación del tamaño de la muestra”, es sumamente valioso en la elección del número satisfactorio de ciclos que deben ser observados.

La teoría elemental del muestro dice que si a partir de una población dada se extraen diversas muestras, todas ellas de tamaño N (consistentes en N observaciones), las medias de esa diversidad de muestras tienen una distribución aproximadamente normal; si es que la gráfica de los datos correspondiente a la población es semejante a la gráfica de la distribución normal, y si N es cuando menos igual a 4, en cuyo caso la



desviación estándar vale $\sigma/(\sqrt{N})$, en donde σ es la desviación estándar de la población de donde se extrae la muestra. En el caso de que no se conozca la desviación estándar de la población de partida o general, y que también deba determinarse a base de la muestra, entonces los métodos estadísticos recomiendan que debe utilizarse la distribución *t de Student* en vez de la distribución normal, para señalar el comportamiento de la media de las muestras. De esta manera dada la distribución *t de Student* como modelo del comportamiento de las medias de las muestras, y dado un error de muestreo tolerable junto con una estimación de la desviación estándar, el ingeniero puede determinar el número de ciclos requeridos para satisfacer el error de muestreo, aplicando el siguiente procedimiento:

- Obtener la desviación estándar “s” de la muestra de tiempos tomada.
- Con base en las exigencias de la situación particular considerada, se especifica el coeficiente de confianza “ γ ”.
- Con el valor de “ γ ” y el número “n” de tiempos que se tomaron, se determina en la tabla de distribución de probabilidades de la *t de Student* el valor de dicha probabilidad de acuerdo a la siguiente formula $t_{n-1; \frac{1+\gamma}{2}}$ donde (n-1) son los grados de libertad y $\left(\frac{1+\gamma}{2}\right)$ el percentil de la *t de Student*.
- El valor de $t_{n-1; \frac{1+\gamma}{2}}$ es llamado “k”.

Al sustituir los datos obtenidos anteriormente en la siguiente formula: **error** = $\frac{k \times s}{\sqrt{n}}$, se obtiene el error de la muestra. Es decisión del investigador si acepta este error o por lo contrario si desea disminuirlo, para ello utilizando la misma fórmula establece un error tolerable de la muestra y despeja la “n” necesaria para llegar a ese error.

Fuente: Elaboración propia



ANEXO III. 2 Muestreo piloto del tiempo de traslado entre almacenes

Numero de medicion	Almacen origen - Almacen destino								
	0015 – 0005	0015 - 0018	0018 – 0005	0005 – 0012	0005 – 0015	0012 – 0023	0023 – 0015	0023 – 0012	0018 – 0015
1	25	45	45	6	19	30	10	26	32
2	30	58	60	5	15	31	10	41	24
3	44	30	66	9	17	30	10	45	27
4	25	36	57	5	16	35	5	24	35
5	30	29	77	5	21	30	7	28	32
6	55	40	75	5	35	25	8	58	43
7	24	45	55	7	18	43	7	48	39
8	38	60	42	9	25	32	12	38	31
9	44	35	55	5	18	37	13	36	33
10	40	45	47	5	27	30	5	25	28
11	26	25	46	5	22	44	10	47	39
12	27	37	45	6	23	32	5	19	35
13	44	35	43	5	20	30	8	26	28
14	27	25	44	7	23	51	10	36	26
15	34	29	35	5	30	54	10	32	30
16	27	30	37	7	28	18	8	24	31
17	42	25	30	7	20	27	5	27	35
18	30	30	50	8	21	55	7	39	33
19	33	45	47	6	26	25	8	28	36
20	27	40	55	5	20	45	10	36	26
S	8.66	10.15	12.26	1.37	5.05	10.20	2.35	10.06	4.93
K	1.729								
ERROR (minutos)	3.35	3.93	4.74	0.53	1.95	3.94	0.91	3.89	1.91
PROMEDIO (minutos)	33.6	37.2	50.55	6.1	22.2	35.2	8.4	34.15	32.15
ERROR (%)	9	11	9	9	9	11	11	11	6
10% DE ERROR EN MINUTOS	3.36	3.72	5.055	0.61	2.22	3.52	0.84	3.415	3.215
N		22.28				25.11	23.37	25.94	

Fuente: Elaboración propia



ANEXO III. 3 Muestreo final (con N datos y % de error menor o igual a 10) del tiempo de traslado entre almacenes

Almacen Origen - Almacen Destino			
0015 - 0018	0012 – 0023	0023 – 0015	0023 – 0012
45	30	10	26
58	31	10	41
30	30	10	45
36	35	5	24
29	30	7	28
40	25	8	58
45	43	7	48
60	32	12	38
35	37	13	36
45	30	5	25
25	44	10	47
37	32	5	19
35	30	8	26
25	51	10	36
29	54	10	32
30	18	8	24
25	27	5	27
30	55	7	39
45	25	8	28
40	45	10	36
41	15	5	35
57	30	6	33
	43	8	28
	30		24
	30		45
			46

Fuente: Elaboración propia



ANEXO III. 4 Muestreo piloto del tiempo de atención total a los camiones en los almacenes

	TIEMPO TOTAL DE ATENCION (MINUTOS)				
	Almacen 0005	Almacen 0012	Almacen 0015	Almacen 0018	Almacen 0023
	17	39	23	11	6
	24	23	16	35	8
	22	29	20	17	15
	35	28	23	16	12
	14	5	18	13	11
	25	10	21	17	16
	17	6	15	26	11
	13	5	25	24	13
	26	11	19	27	11
	23	11	35	16	15
	9	11	30	15	8
	7	9	16	8	14
	29	10	22	8	13
	9	10	11	22	10
	10	16	12	9	16
	8	15	18	18	12
	38	21	10	18	34
	28	6	10	14	21
16	28	14	24	12	
10	18	13	20	11	
S	9.28	9.56	6.60	6.94	5.87
K	1.729	1.729	1.729	1.729	1.729
ERROR (MINUTOS)	3.59	3.69	2.55	2.68	2.27
PROMEDIO (MINUTOS)	19	15.55	18.55	17.9	13.45
%ERROR	19.00	24.00	14.00	15.00	17.00
10% DE ERROR EN MINUTOS	1.9	1.555	1.855	1.79	1.345
N	71.39	112.89	37.81	44.97	56.96

Fuente: Elaboración propia



ANEXO III. 5 Muestreo final (con N datos y 10% de error) de los tiempos de atención total a los camiones en los almacenes

<i>TIEMPO TOTAL DE ATENCION (MINUTOS)</i>				
Almacen 0005	Almacen 0012	Almacen 0015	Almacen 0018	Almacen 0023
17	39	23	11	6
24	23	16	35	8
22	29	20	17	15
35	28	23	16	12
14	5	18	13	11
25	10	21	17	16
17	6	15	26	11
13	5	25	24	13
26	11	19	27	11
23	11	35	16	15
9	11	30	15	8
7	9	16	8	14
29	10	22	8	13
9	10	11	22	10
10	16	12	9	16
8	15	18	27	12
38	21	10	18	34
28	6	10	14	21
16	28	14	32	12
10	18	13	20	11
10	29	16	15	13
11	52	49	30	10
13	14	30	24	13
19	17	34	7	20
16	10	20	34	11
50	9	21	33	9
32	40	24	25	12
49	20	23	18	14
33	7	22	15	7
23	7	26	10	7
40	36	30	13	20
33	30	20	20	9
12	21	11	16	7
10	10	15	13	38



13	23	10	25	48
7	20	13	12	20
23	7	40	16	18
40	9	34	28	13
27	17		15	8
30	12		21	21
13	6		21	25
9	8		25	18
8	14		15	9
16	12		11	18
15	5		19	16
10	34		20	14
9	32		24	18
5	7		24	24
8	31		12	9
12	10		21	31
10	7		11	26
8	34			12
9	47			25
38	39			35
7	34			36
13	31			36
12	8			44
9	8			
18	16			
5	8			
7	10			
15	22			
11	24			
11	28			
15	9			
12	14			
8	6			
7	34			
8	26			
7	6			
9	15			
	16			
	7			
	7			
	17			
	13			
	9			
	18			
	17			
	12			

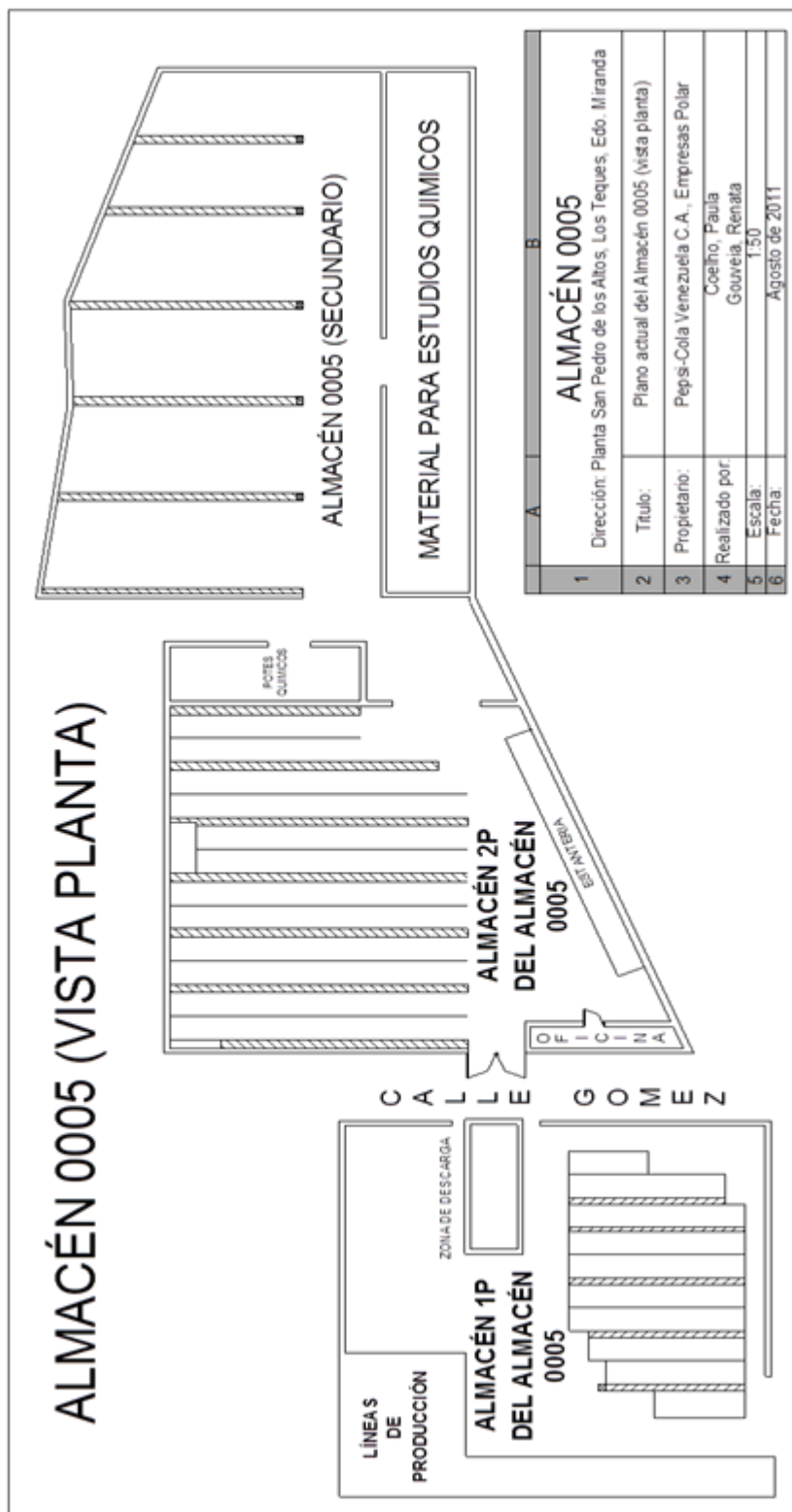


	16		
	10		
	28		
	13		
	11		
	8		
	8		
	19		
	28		
	28		
	18		
	6		
	13		
	20		
	11		
	17		
	11		
	19		
	27		
	26		
	15		
	8		
	25		
	32		
	32		
	29		
	27		
	46		
	6		
	8		
	8		
	71		
	11		

Fuente: Elaboración propia



ANEXOS DEL CAPITULO IV

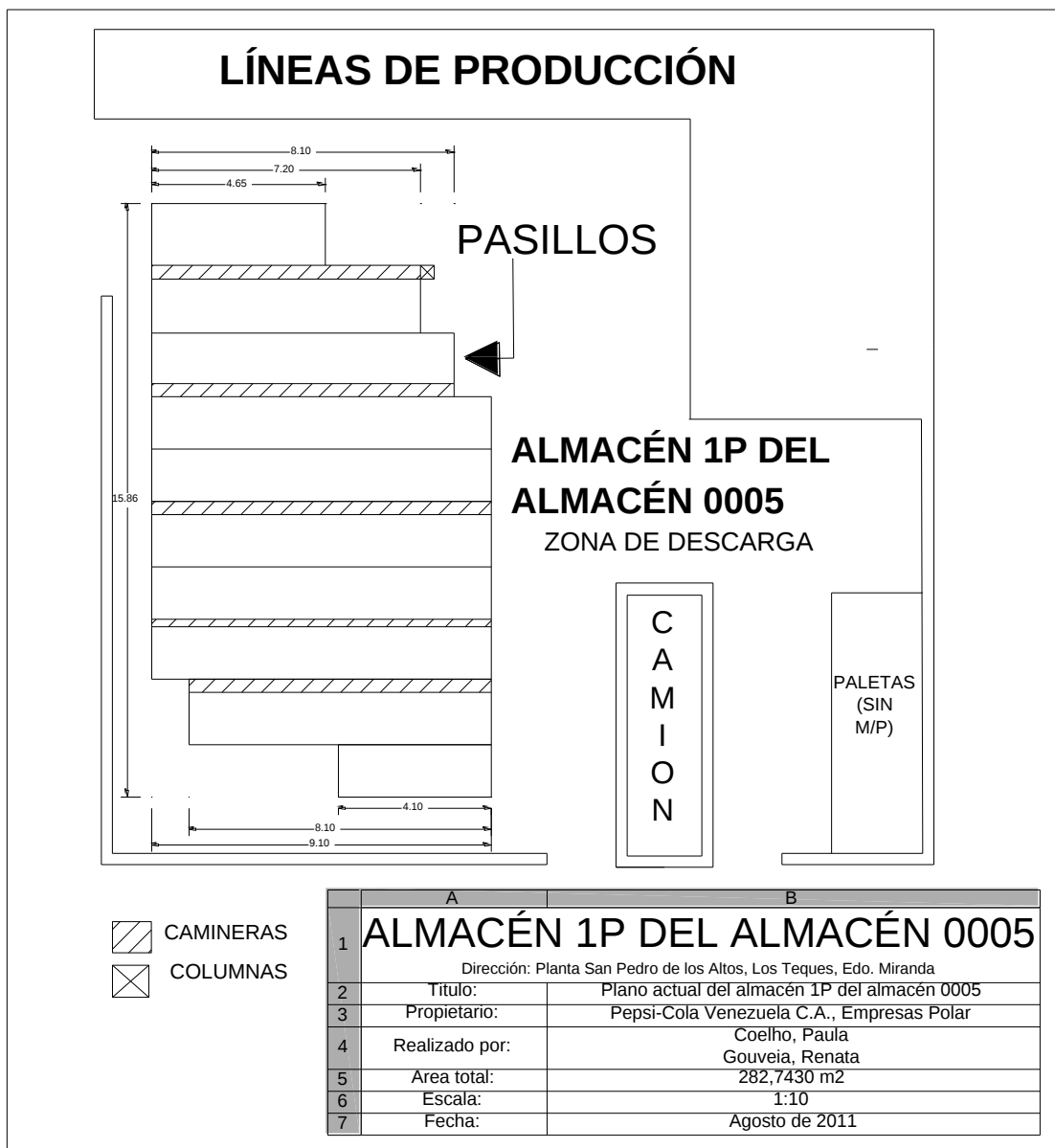


ANEXO IV. 1 Plano Almacén 0005 (vista planta)

Fuente: Elaboración propia



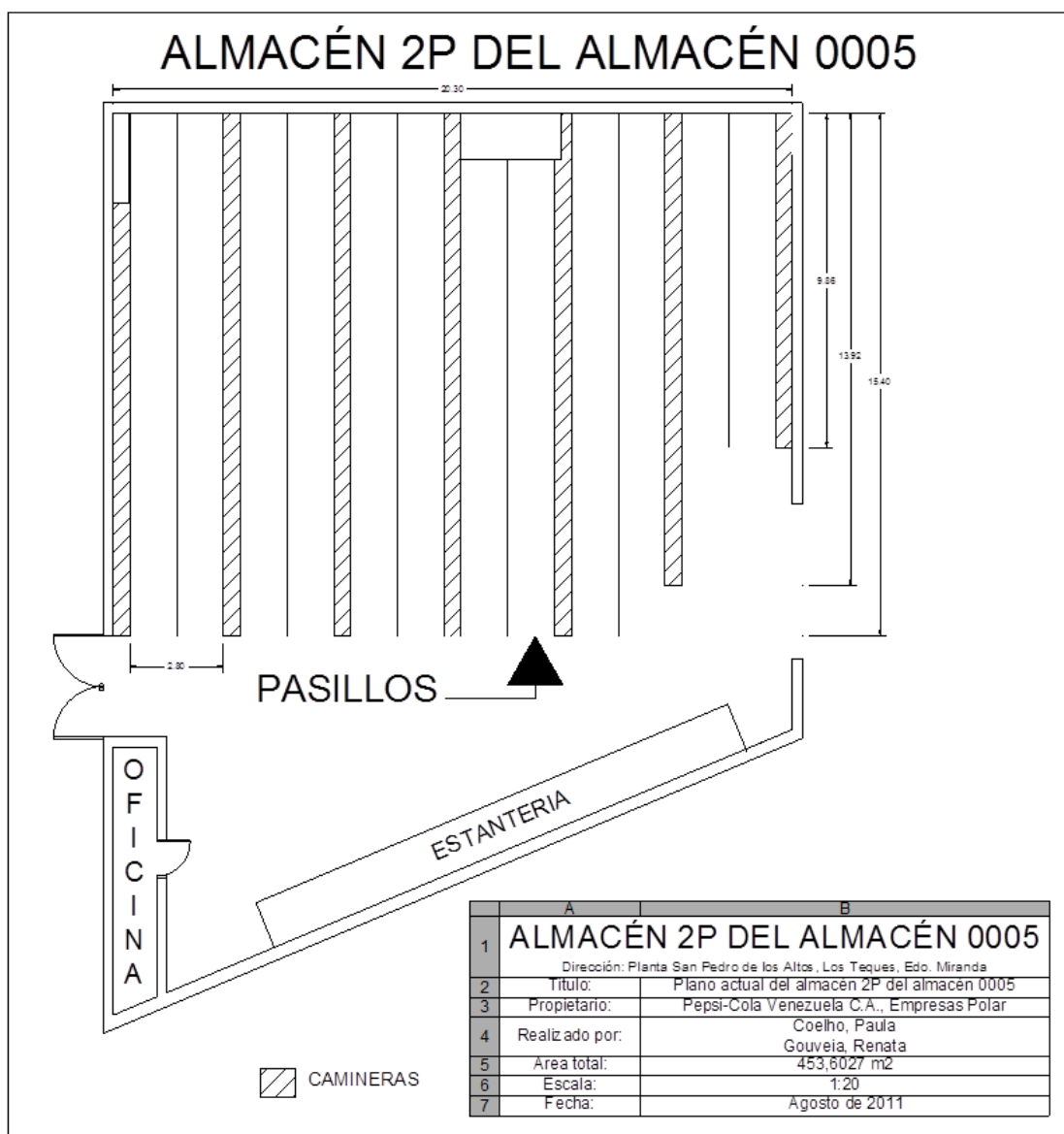
ANEXO IV. 2 Plano del Almacén 1P perteneciente al Almacén 0005



Fuente: Elaboración propia



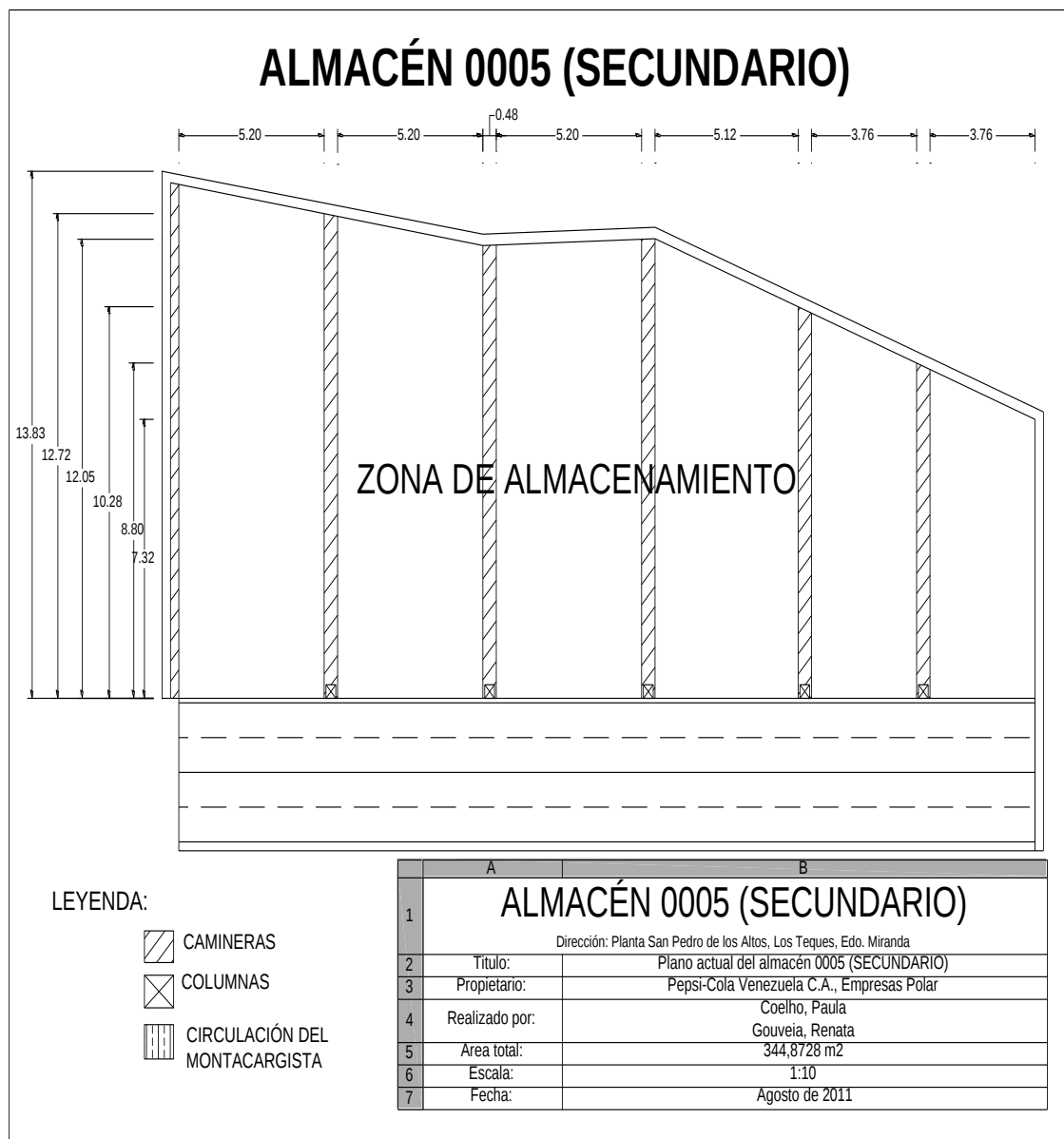
ANEXO IV. 3 Plano del Almacén 2P del Almacén 0005



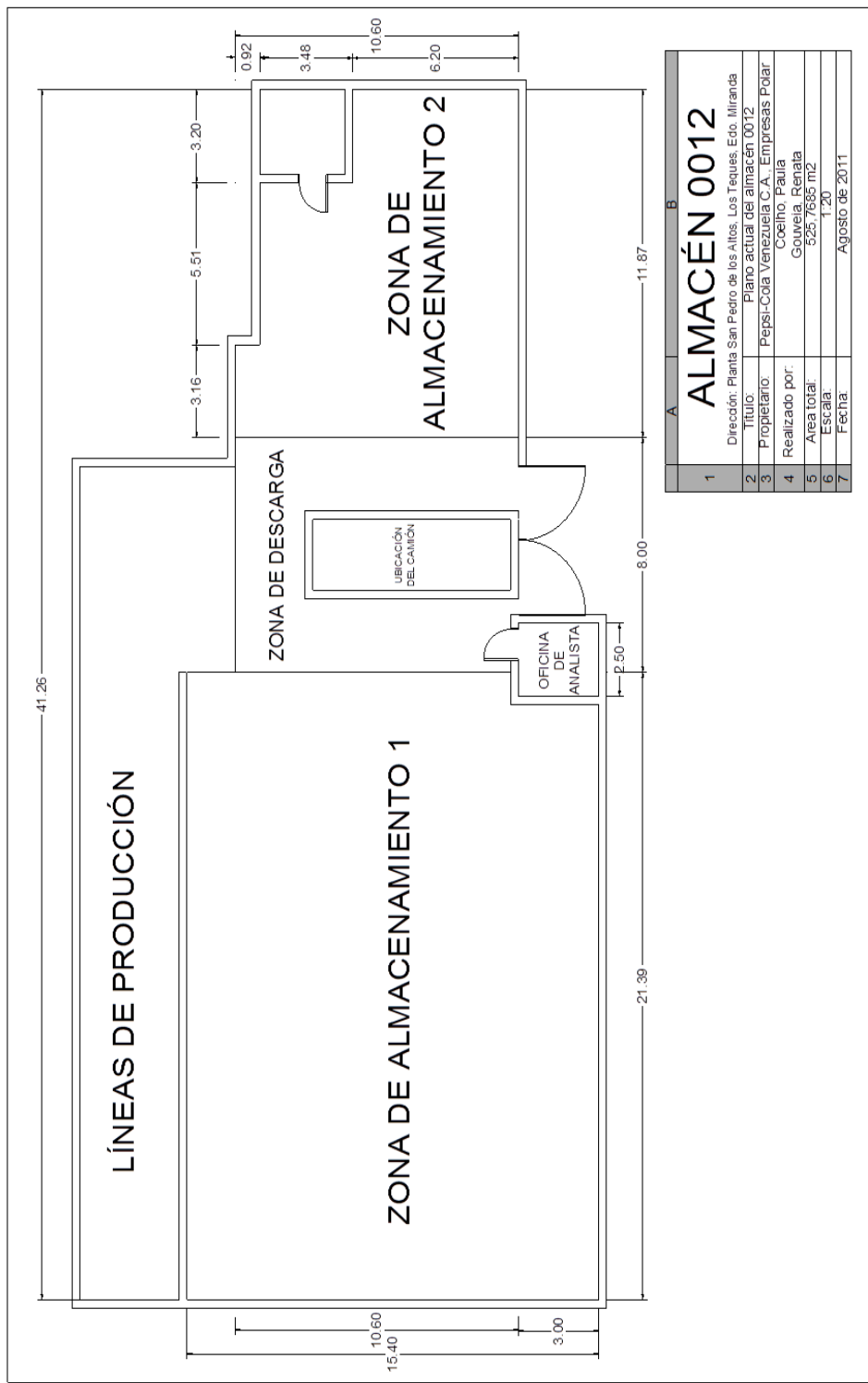
Fuente: Elaboración propia



ANEXO IV. 4 Plano del Almacén 0005 SECUNDARIO



Fuente: Elaboración propia

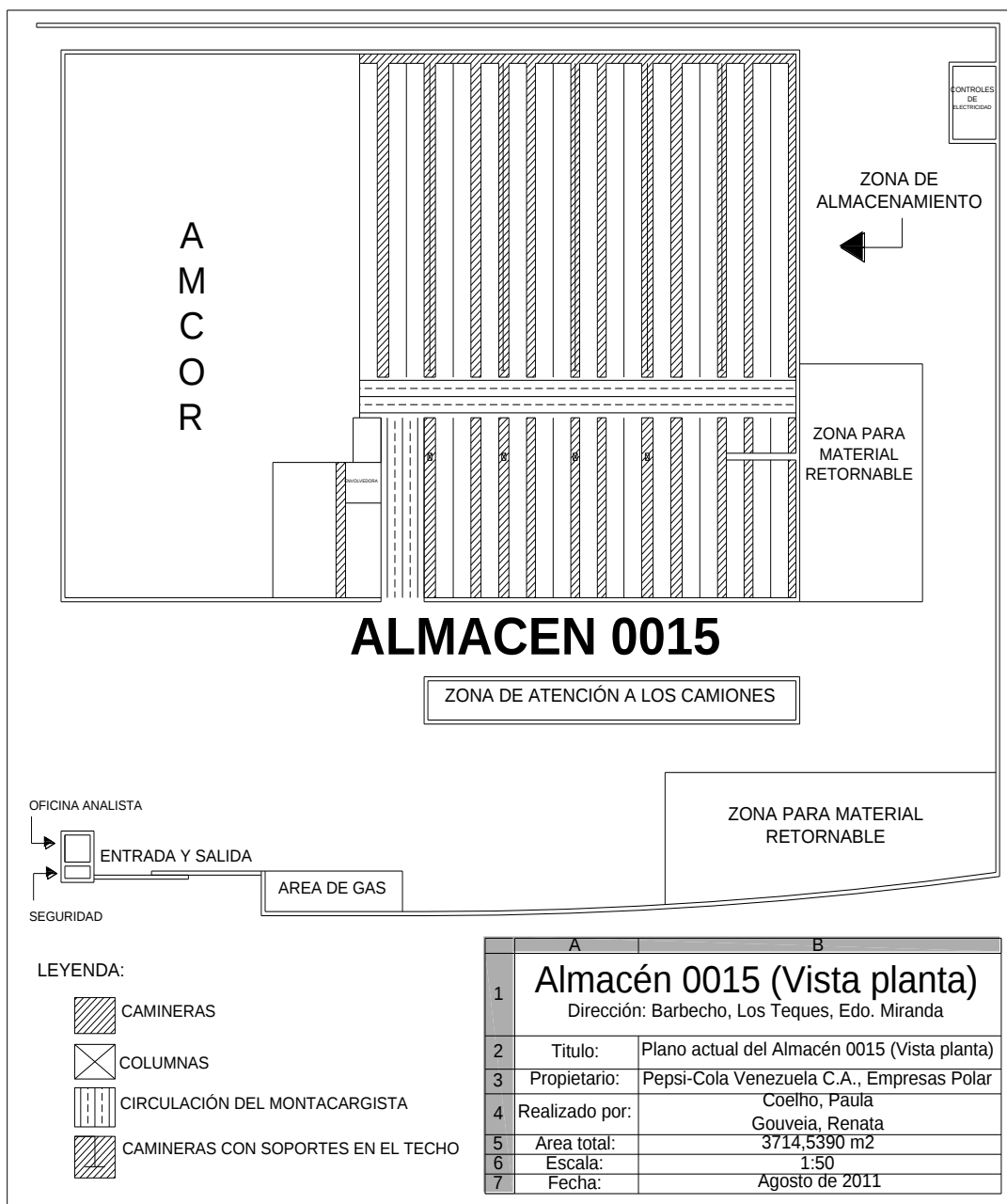


ANEXO IV. 5 Plano del Almacén 0012

Fuente: Elaboración propia



ANEXO IV. 6 Plano del Almacén 0015 (vista planta)



Fuente: Elaboración propia



AMCOR

34.50
27.90
6.00

23.20
40.19
3.00
13.30

7.00
3.00
3.30

5.00
2.80
3.41
41.98
1.40
2.80

ENVOLVEDORA

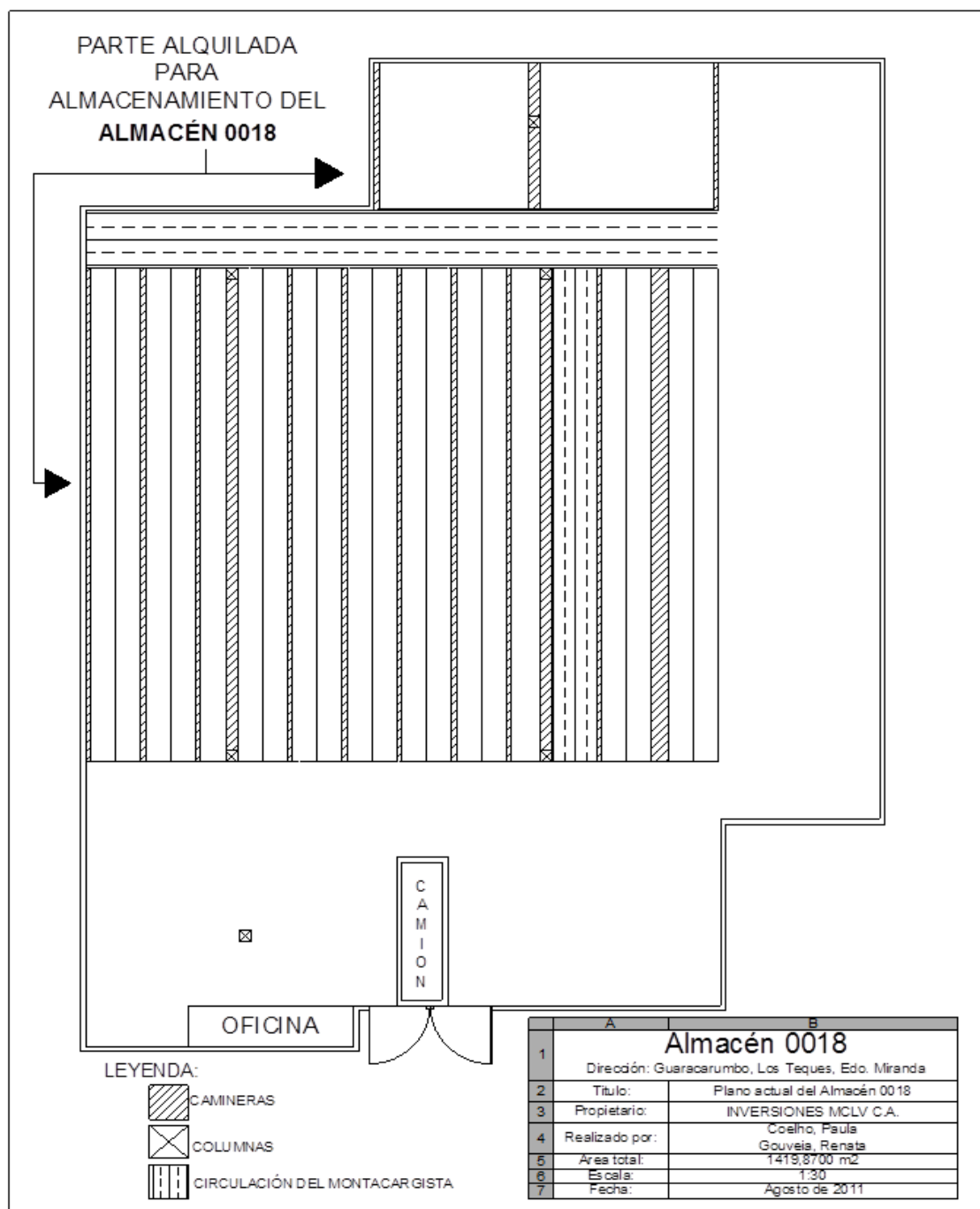
LEYENDA:

- CAMINERAS
- COLUMNAS
- CIRCULACIÓN DEL MONTACARGISTA
- CAMINERAS CON SOPORTES EN EL TECHO

Fuente: Elaboración propia



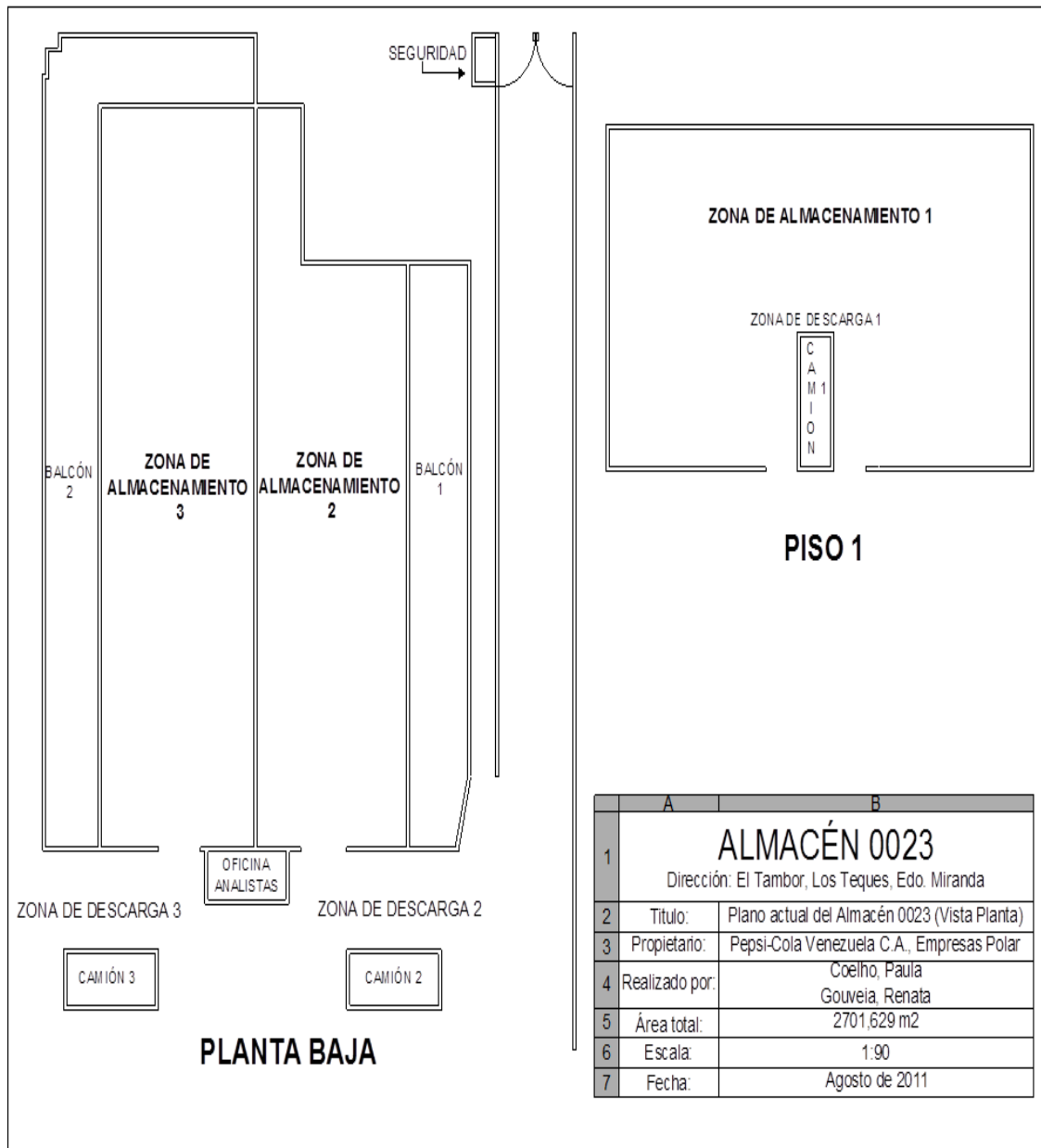
ANEXO IV. 8 Plano del Almacén 0018



Fuente: Elaboración propia



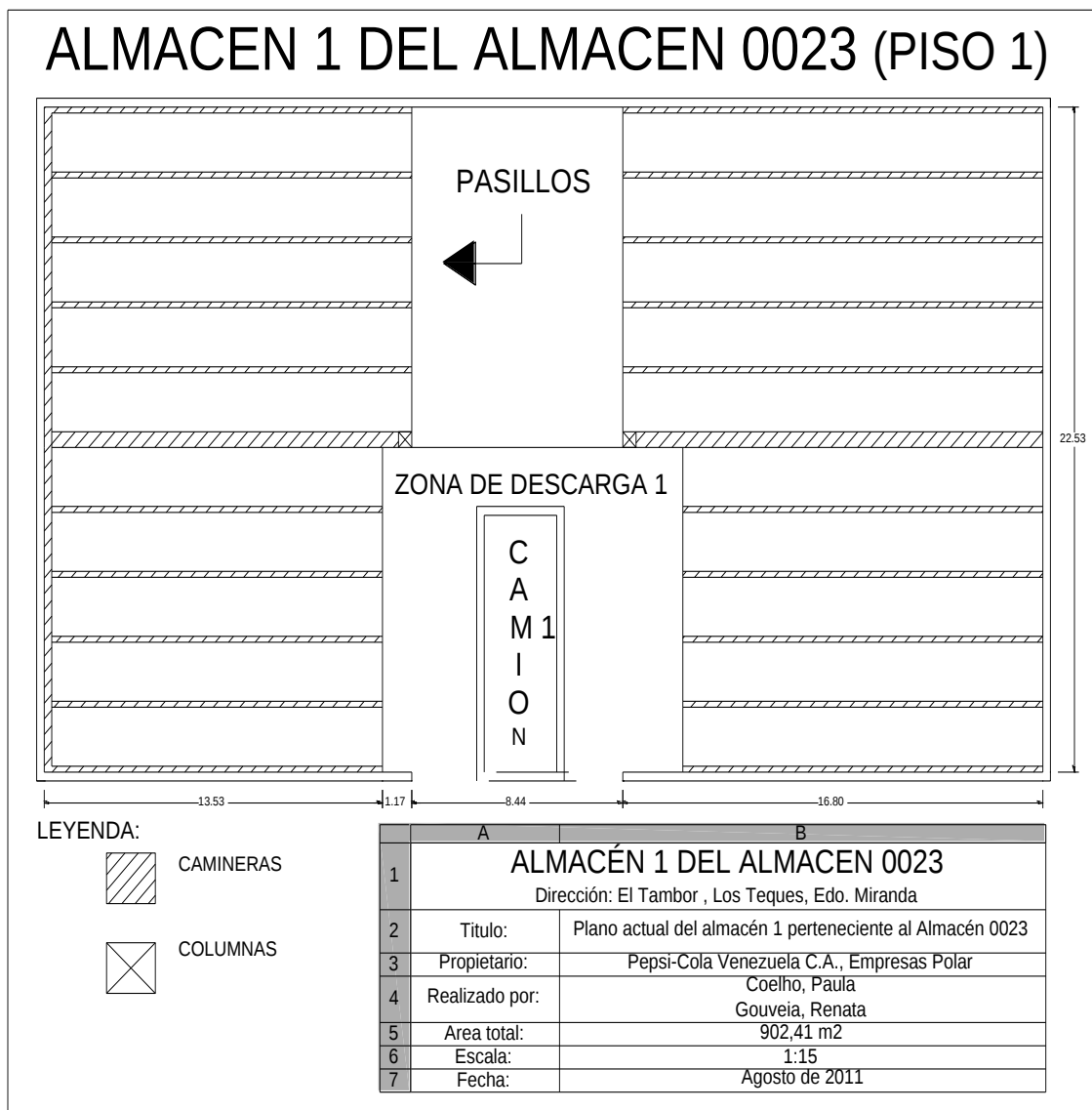
ANEXO IV. 9 Plano del Almacén 0023 (vista planta)



Fuente: Elaboración propia



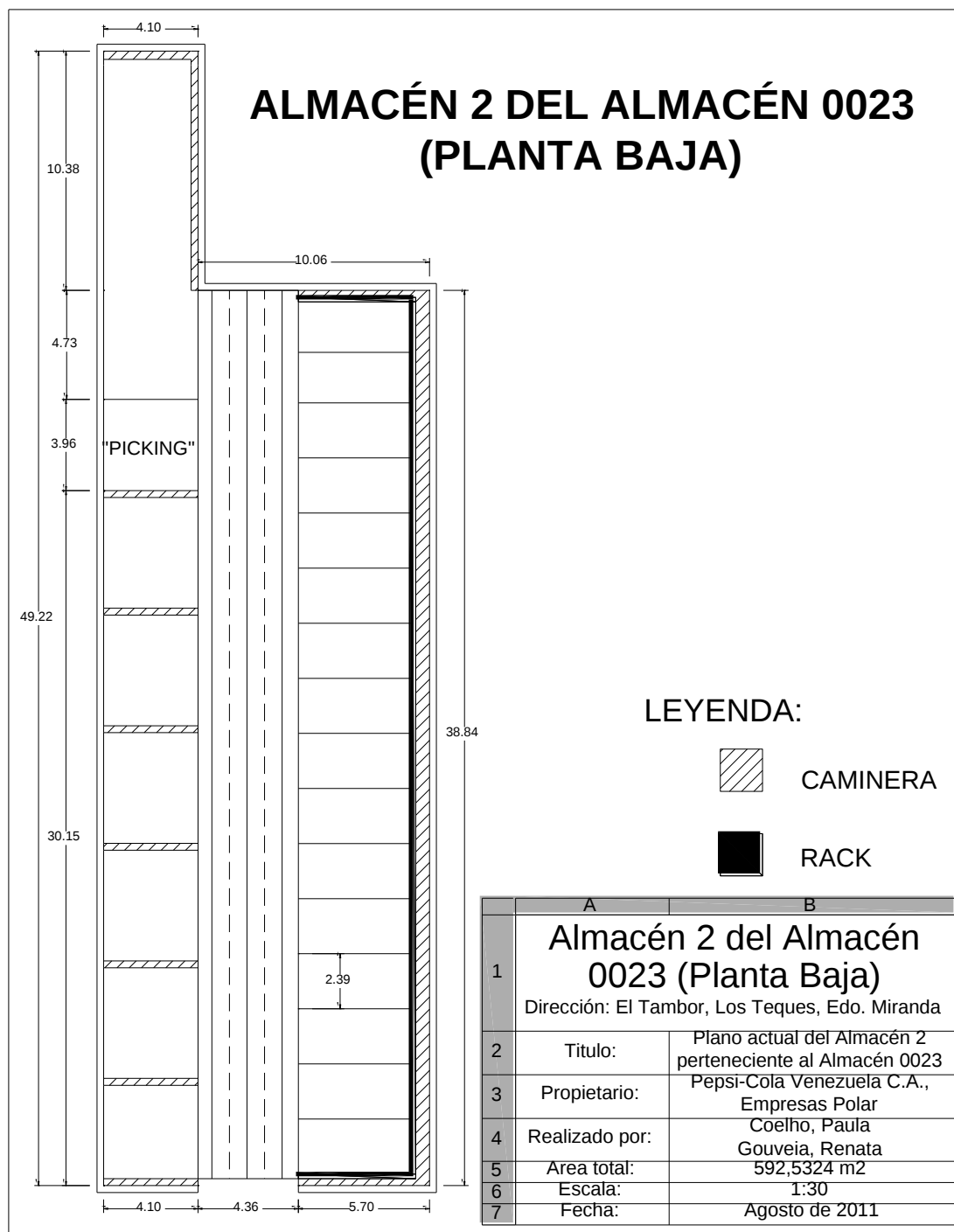
ANEXO IV. 10 Plano del Almacén 1 perteneciente al Almacén 0023



Fuente: Elaboración propia



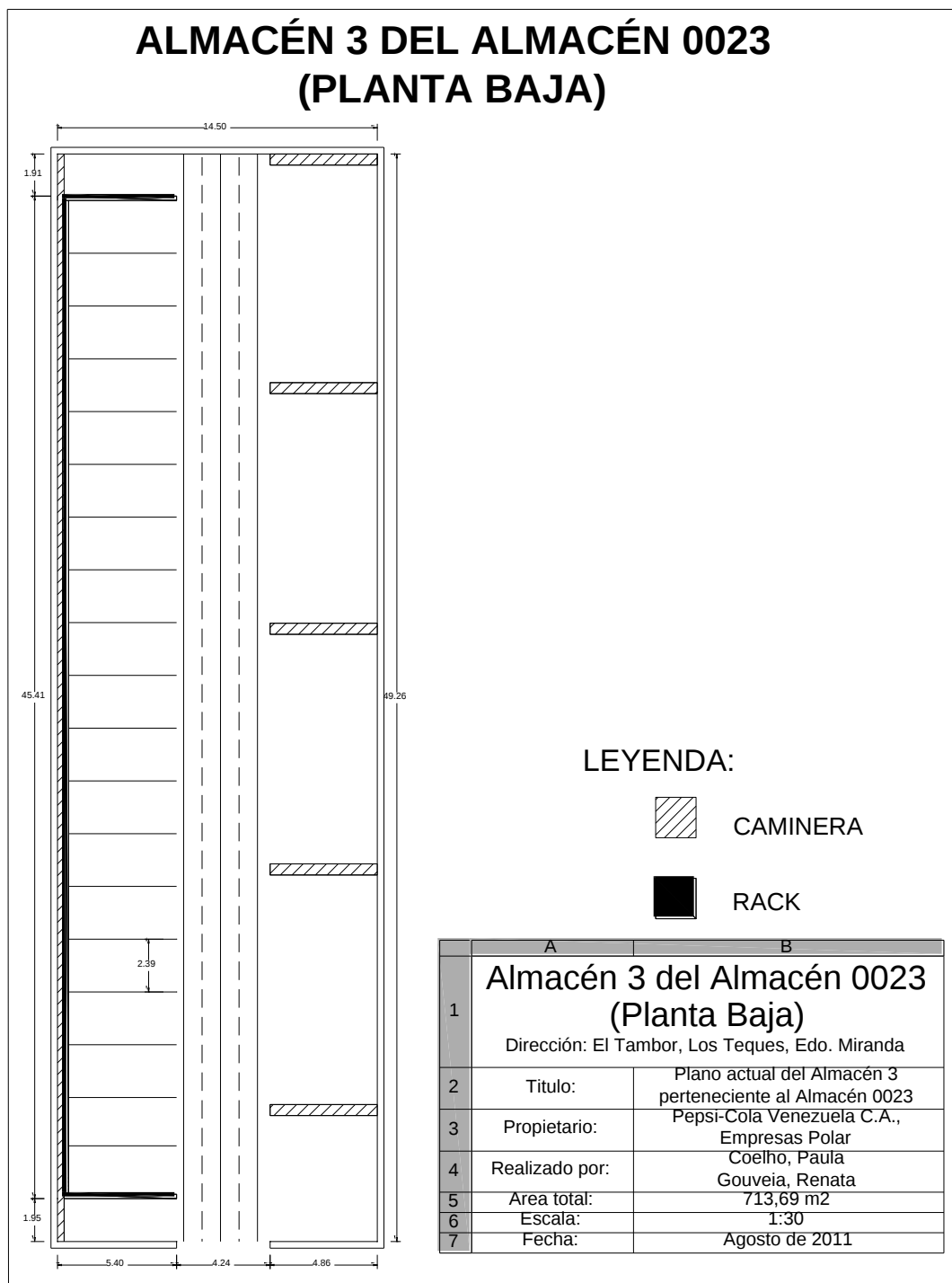
ANEXO IV. 11 Plano del Almacén 2 perteneciente al Almacén 0023



Fuente: Elaboración propia



ANEXO IV. 12 Plano del Almacén 3 perteneciente al Almacén 0023



Fuente: Elaboración propia



PRODUCTO TERMINADO DESEADO										MATERIA PRIMA (M/P)				
LINEAS	PRESENTACION	Noche del Día 1 al Día 2		Día 2		Noche del Día 2 al Día 3		ALMACEN 0005			ALMACEN 00015	ALMACEN 00018		
		En Cojos	En Paletas	En Cojos	En Paletas	En Cojos	En Paletas	M/P que se necesita para la planificación de producción	Inventario existente	M/P faltante (PEDIDO)	SALE DEL 0015	SALE DEL 0018		
Linea 1	330 ml.	5521.9	47	8137.5	69	5521.875	47	330 ml.	77	23	54	28	26	26
Linea 2	330ml	0	0	0	0	0	0	600 ml.	55	16	39	21	18	18
	600ml	0	0	0	0	0	0	1500 ml.	204	61	143	74	69	69
Linea 3	1500 ml.	6640.5	120	9786	177	6640.5	120	5000 ml.	83	24	59	31	28	28
	5000 ml.	5016	79	7392	117	5016	79	Sparkling	0	0	0	0		
Linea 4	Sparkling	0	0	0	0	0	0	Flavor	0	0	0	0		
	Flavor	0	0	0	0	0	0	Tapas Linea 1	5	1	4	4		
	600 ml.	2137.5	32	3150	47	2137.5	32	Tapas Linea 2	4	1	3	3		
								Tapas Linea 3	1	0	1	1		
Paletas de P/T que debe salir del Almacén 0012 para ir al Almacén 0023								Tapas Linea 4	2	0	2	2		
Pet de 330ml, 600ml y 1500ml								Paletas totales de M/P necesaria			295	154	141	141
# de camiones necesarios que lleguen al Almacén 0012								# de camiones necesarios que lleguen al Almacén			37	20	18	18
Mín. disponiblesXdia para el transporte								Mín. disponiblesXdia para el transporte			750	780	480	480
Tiempo maximo teorico de atencion en minutos								Tiempo maximo teorico de atencion en minutos de 6:30am a 5:00pm				17	26	26
								Tiempo maximo teorico de atencion en minutos de 5:00pm a 8:30pm			20	39		

SITUACION ACTUAL(ESCENARIO 1)

SITUACION ACTUAL(ESCENARIO 2)

PROPUESTA 1(ESCENARIO 1)

PROPUESTA 2(ESCENARIO 2)

PROPUESTA 3(ESCENARIO 1)

PROPUESTA 4(ESCENARIO 2)

PROPUESTA 5(ESCENARIO 1)

PROPUESTA 6(ESCENARIO 2)

PROPUESTA 7(ESCENARIO 1)

PROPUESTA 8(ESCENARIO 2)



# de camiones necesarios que lleguen al Almacén 0012		78	# de camiones necesarios que lleguen al		37	20	18	18
Mín. disponibilidad para el transporte		780	Mín. disponibilidad para el transporte		750	780	480	480
Tiempo máximo teórico de atención en minutos		10	Tiempo máximo teórico de atención en minutos de 6:30am a 5:00pm		20	17	26	26
			Tiempo máximo teórico de atención en minutos de 5:00pm a 8:30pm			39	26	

Tiempo de traslado entre almacenes en minutos				Caracterización de la ruta con tiempos de traslado OPTIMISTA				
Origen-Destino	Optimista	Probable	Estimista	Ruta	Tiempo en min. que dura la ruta	# de repeticiones por camión	# de camiones necesarios para la ruta	
0013 - 0005	24	27	35	0012 - 0013 - 0012	54	15	4	
0005 - 0015	15	20	35	0015-0005-0012-0013-0015	108	7	3	
0012 - 0013	15	30	35	0015-0018-0005-0015	142	3	6	
0013 - 0012	19	24	58					
0013 - 0018	25	45	60					
0018 - 0005	20	35	77					
0018 - 0015	24	35	43					
0005 - 0012	5	5	9					
0023 - 0015	5	10	13					

Tiempo de atención total a los camiones en los almacenes en minutos				Caracterización de la ruta con tiempos de traslado PROBABLE				
Ruta	Tiempo en min. que dura la ruta	# de repeticiones por camión	# de camiones necesarios para la ruta	Ruta	Tiempo en min. que dura la ruta	# de repeticiones por camión	# de camiones necesarios para la ruta	
0012 - 0013 - 0012	88	9	7	0012 - 0013 - 0012	74	11	6	
0015-0005-0012-0013-0015	144	5	4	0015-0005-0012-0013-0015	129	6	4	
0015-0018-0005-0015	176	2	9	0015-0018-0005-0015	150	2	9	

Duración de la atención de camiones (min.)				Caracterización de la ruta con tiempos de traslado PESIMISTA				
Almacén	Optimista	Probable	Estimista	Ruta	Tiempo en min. que dura la ruta	# de repeticiones por camión	# de camiones necesarios para la ruta	
0005	5	15	50	0012 - 0013 - 0012	133	6	10	
0012	5	17	71	0015-0005-0012-0013-0015	189	4	5	
0015	10	23	49	0015-0018-0005-0015	235	2	9	
0018	7	10	35					
0023	6	15	48					

ANEXO IV. 14 Fase II del modelo

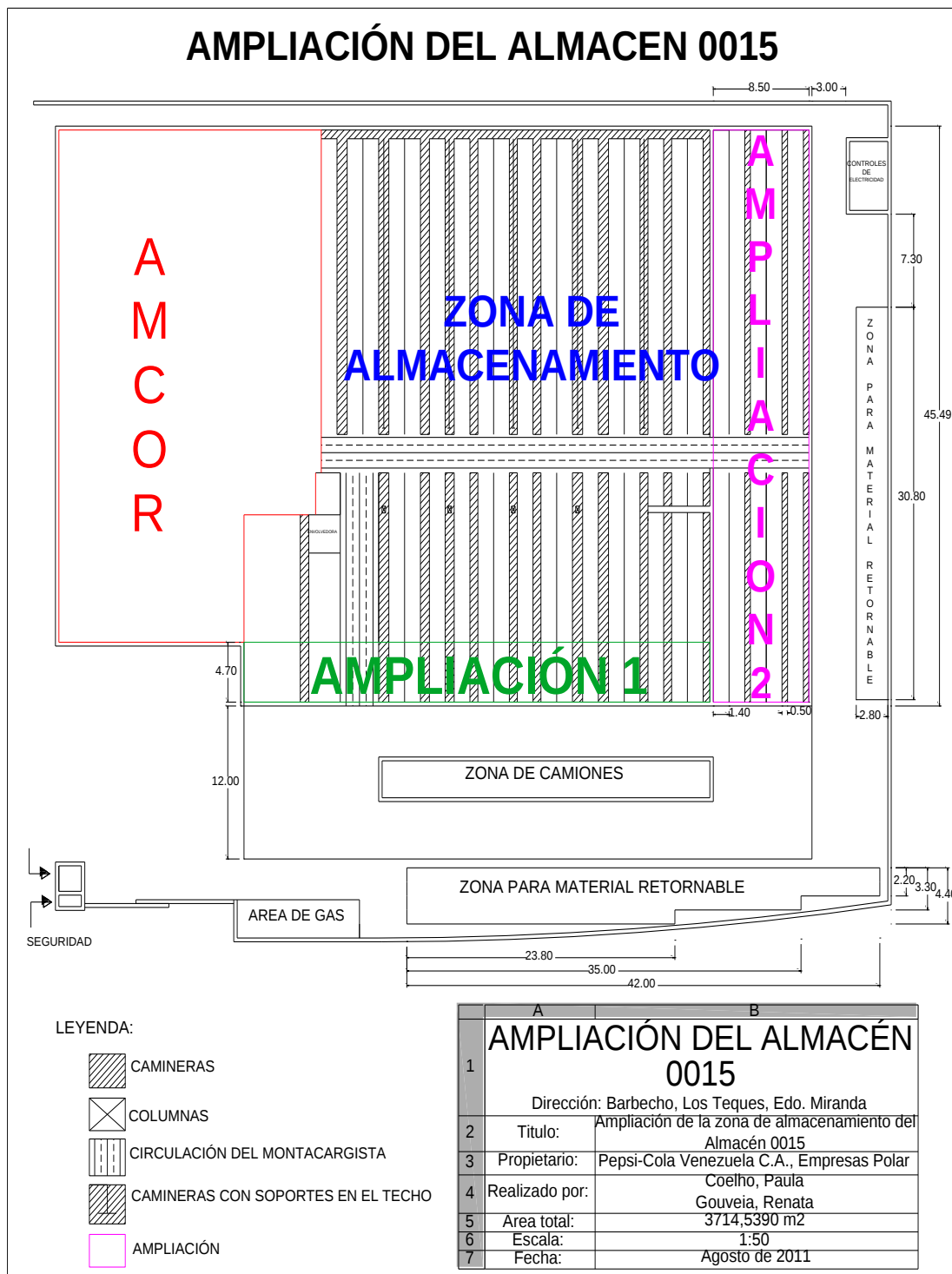
Fuente: Elaboración propia



ANEXOS DEL CAPITULO V



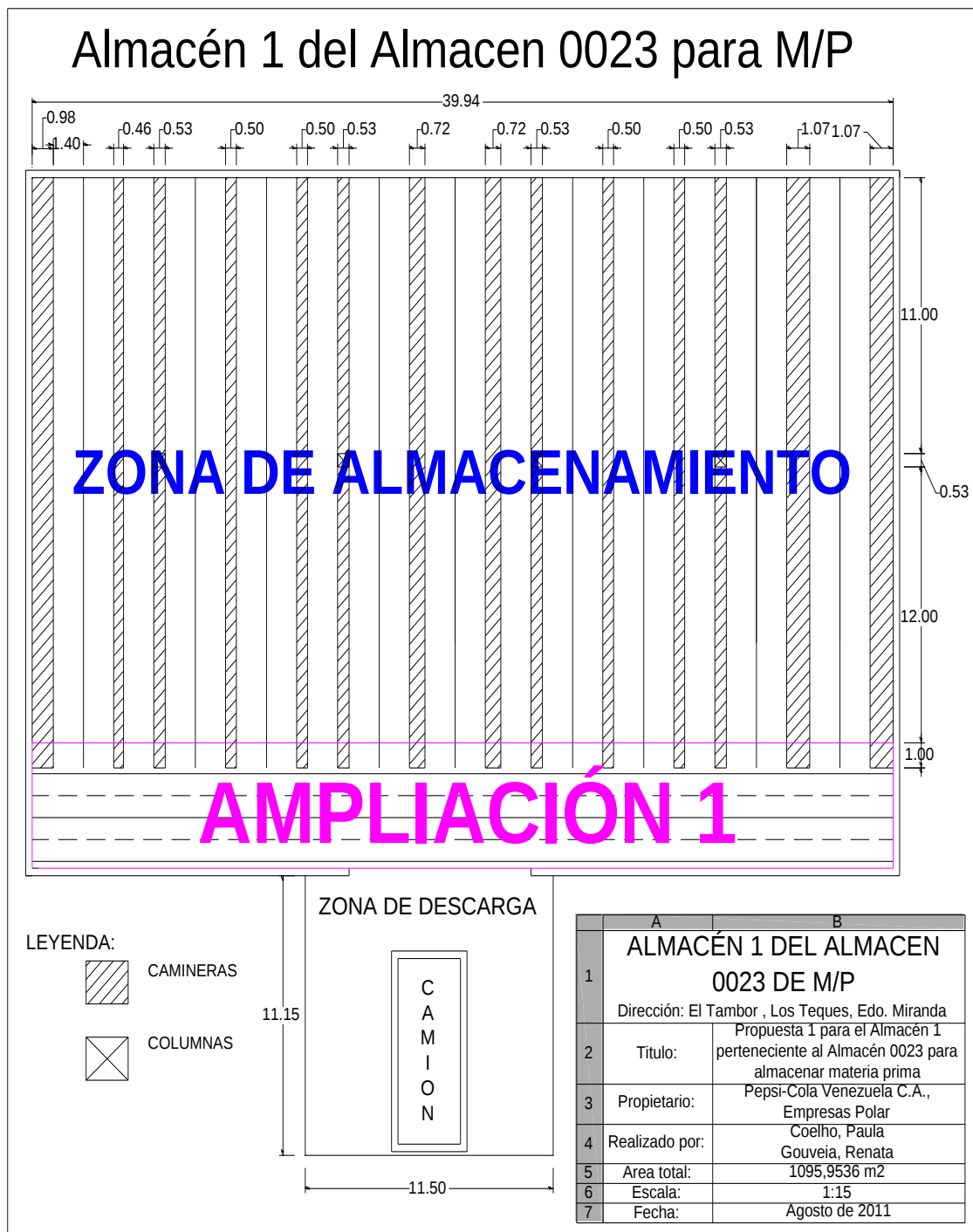
ANEXO V. 1 Plano de Ampliación de la zona de almacenamiento del Almacén 0015



Fuente: Elaboración propia



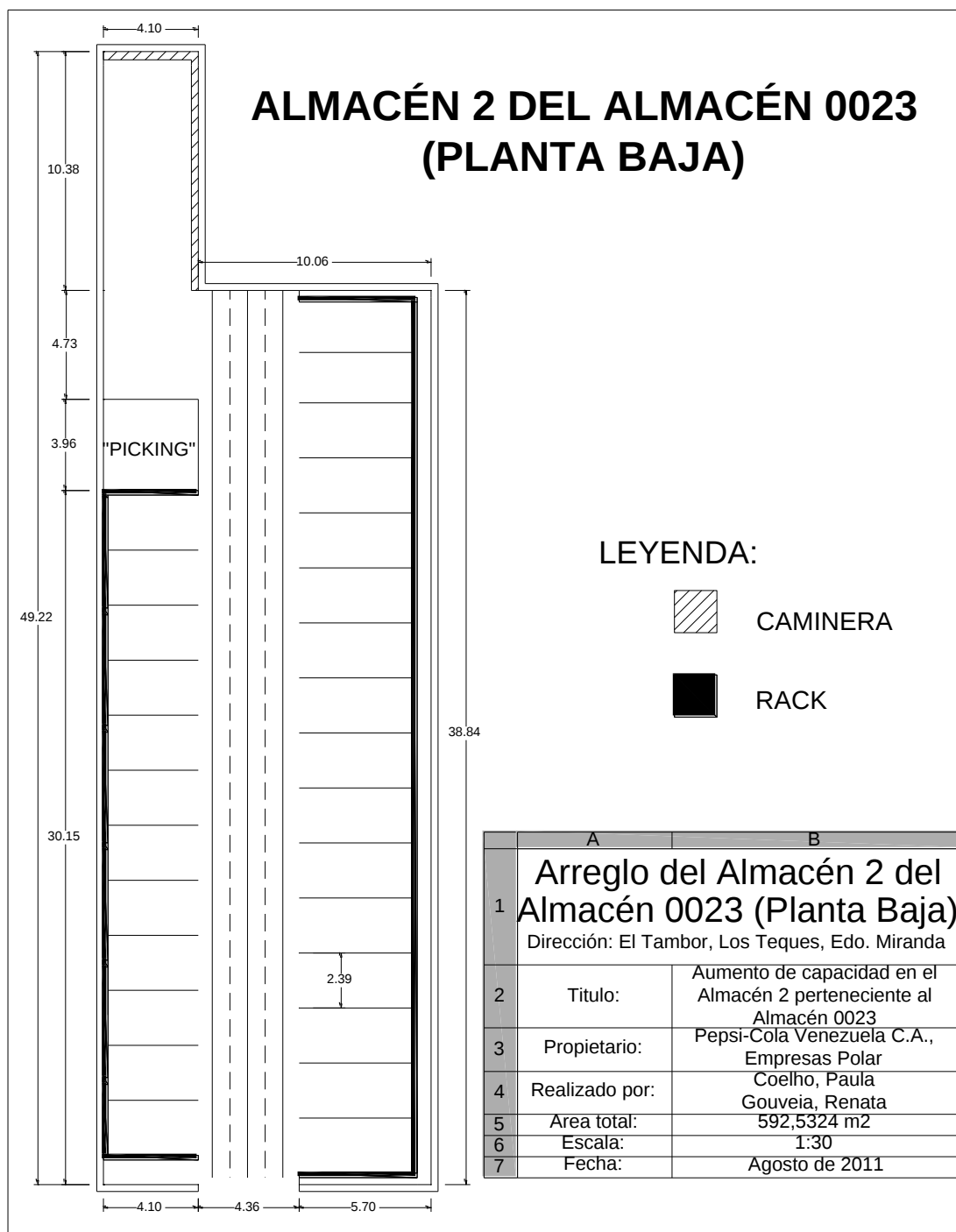
ANEXO V. 2 Plano de Propuesta 1 para el Almacén 1 perteneciente al Almacén 0023 para almacenar materia prima



Fuente: Elaboración propia



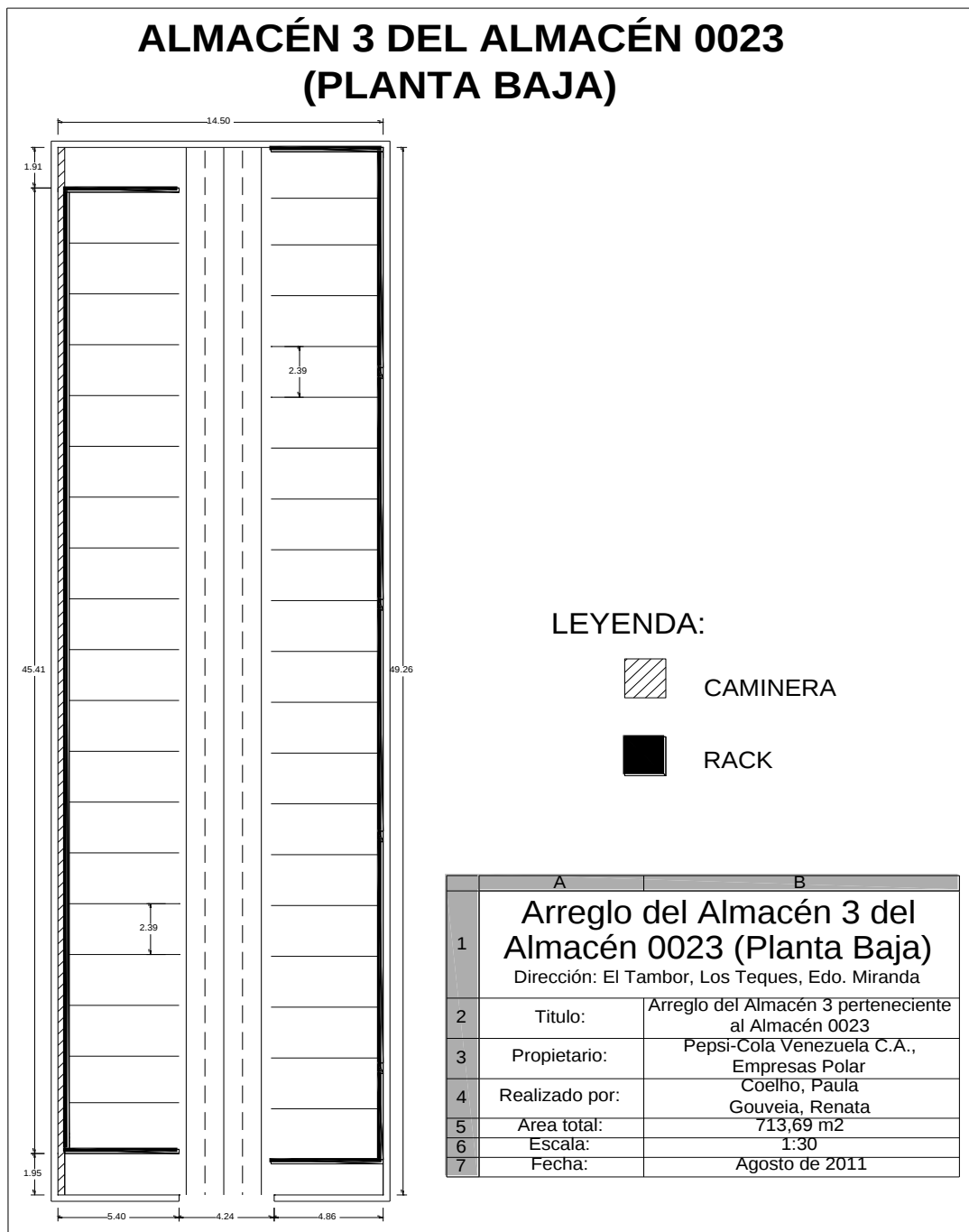
ANEXO V. 3 Plano del aumento de capacidad en el Almacén 2 perteneciente al Almacén 0023



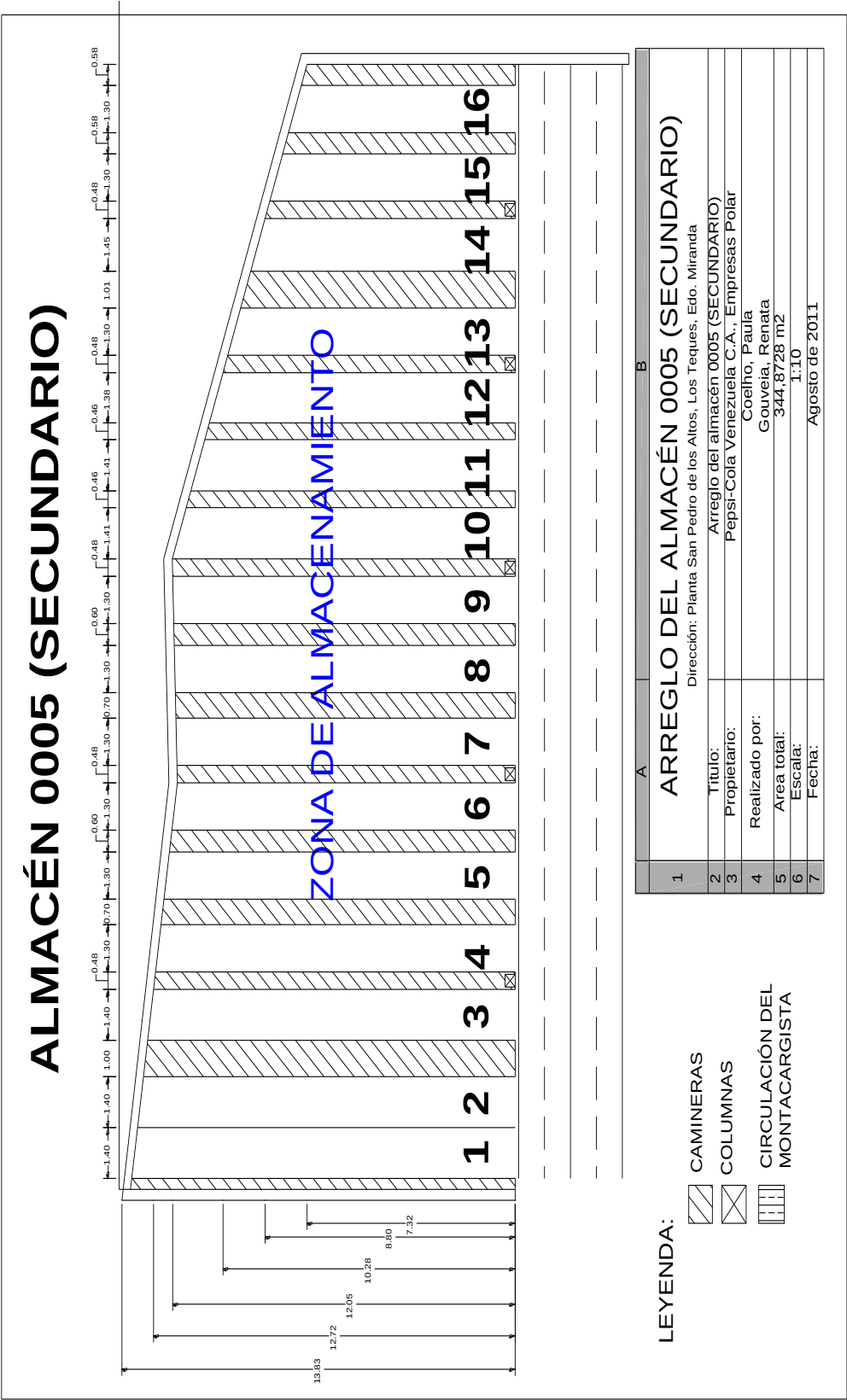
Fuente: Elaboración propia



ANEXO V. 4 Plano del aumento de capacidad en el Almacén 3 perteneciente al Almacén 0023



Fuente: Elaboración propia



ANEXO V. 5 Plano del arreglo del almacén secundario perteneciente al Almacén 0005

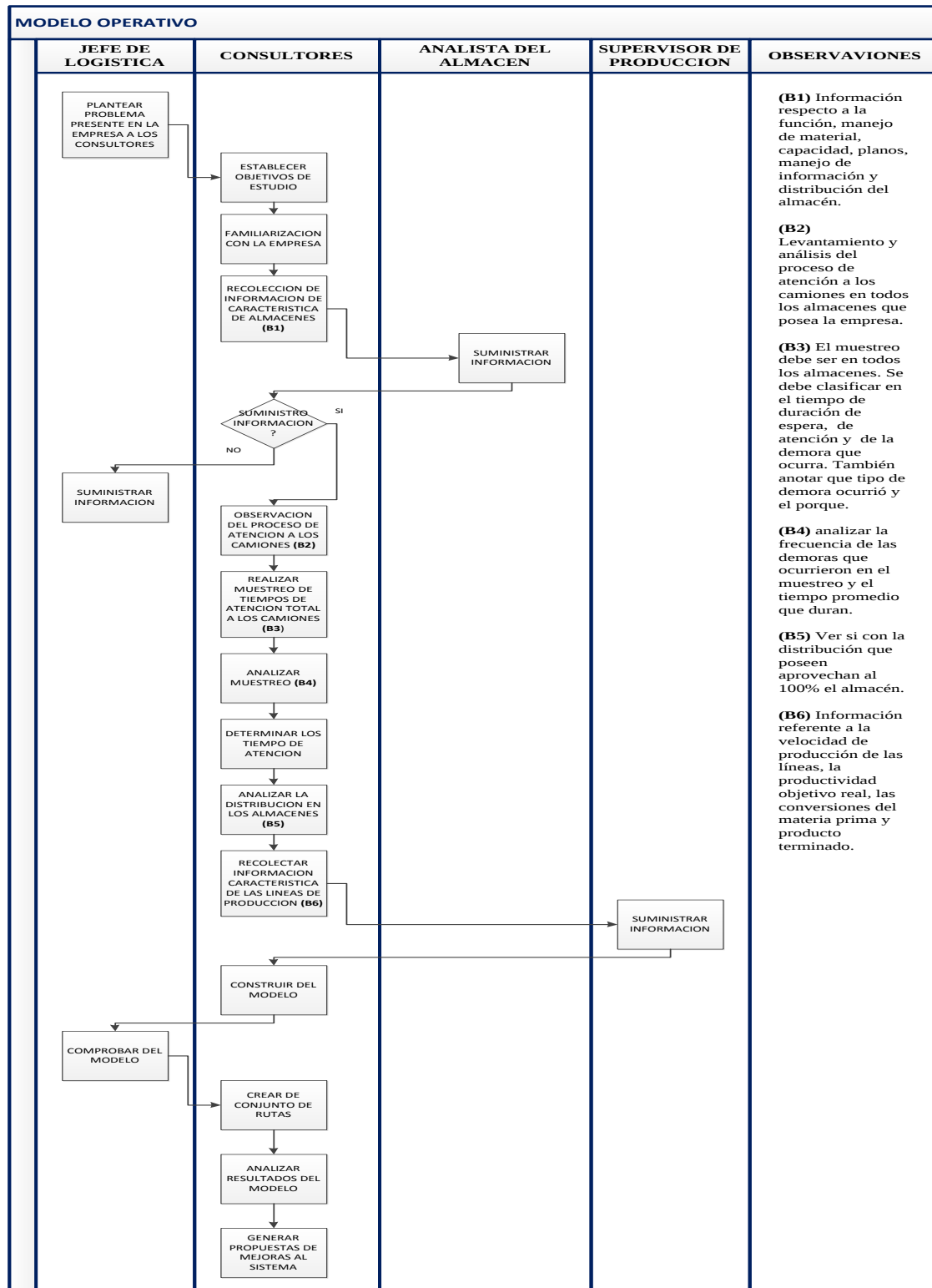
Fuente: Elaboración propia



ANEXOS DEL CAPITULO VI



ANEXO VI. 1 Modelo operativo



Fuente: Elaboración propia