



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

**INDICADORES LOGÍSTICOS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE  
DE AZÚCAR REFINADA EN CONTENEDORES PARA UN INGENIO AZUCARERO**

**Jorge Joel Valle Gómez**

Asesorado por el Ing. Freddy Giovanni Yanes Fajardo

Guatemala, noviembre de 2012



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**INDICADORES LOGÍSTICOS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE  
DE AZÚCAR REFINADA EN CONTENEDORES PARA UN INGENIO AZUCARERO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**JORGE JOEL VALLE GÓMEZ**

ASESORADO POR EL ING. FREDDY GIOVANNI YANES FAJARDO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2012



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Julio César Molina Zaldaña
EXAMINADOR	Ing. Ismael Homero Jerez González
EXAMINADOR	Ing. Carlos Alex Olivares Ortiz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

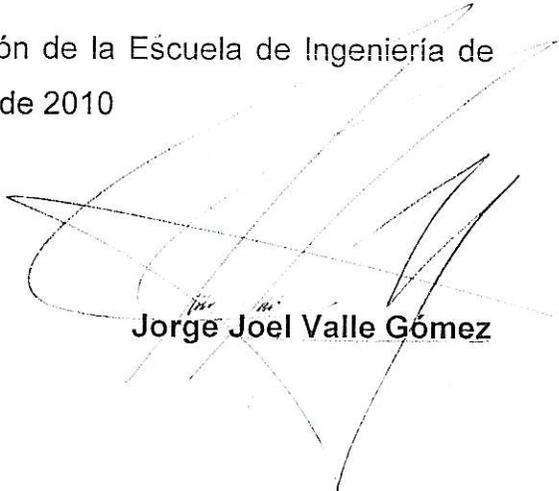


## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**INDICADORES LOGÍSTICOS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE  
DE AZÚCAR REFINADA EN CONTENEDORES PARA UN INGENIO AZUCARERO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería de Mecánica Industrial, con fecha 29 de octubre de 2010



**Jorge Joel Valle Gómez**



La Democracia Escuintla, 13 de Noviembre del 2011

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

Estimado Ingeniero Urquizú Rodas.

Por este medio le informo que procedí a revisar el trabajo de graduación titulado **"INDICADORES LOGÍSTICOS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE DE AZÚCAR REFINADA EN CONTENEDORES PARA UN INGENIO AZUCARERO"** desarrollado por el estudiante de la carrera de ingeniería mecánica industrial **Jorge Joel Valle Gómez** quien se identifica con el documento de identificación DPI 1675243990302, el cual encuentro satisfactorio, por lo que le solicito continuar con el trámite respectivo.

Sin otro particular, aprovecho para saludarlo.

Atentamente,

Freddy Giovanni Yanes Fajardo

Ing. Freddy Giovanni Yanes Fajardo

Asesor

FREDDY GIOVANNI YANES FAJARDO  
INGENIERO MECÁNICA INDUSTRIAL  
001129700 0000







UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA

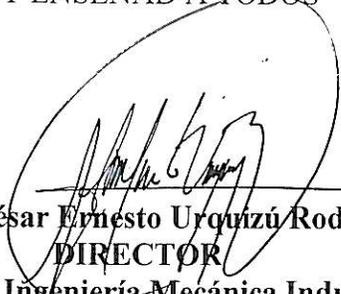


FACULTAD DE INGENIERIA

REF.DIR.EMI.227.012

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **INDICADORES LOGÍSTICOS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE DE AZÚCAR REFINADA EN CONTENEDORES PARA UN INGENIO AZUCARERO**, presentado por el estudiante universitario **Jorge Joel Valle Gómez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2012.

/mgp





Ref. DTG.593.2012

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **INDICADORES LOGÍSTICOS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE DE AZÚCAR REFINADA EN CONTENEDORES PARA UN INGENIO AZUCARERO**, presentado por el estudiante universitario **Jorge Joel Valle Gómez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Alfredo Beber'.

Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno  
Decano en funciones

Guatemala, 16 de noviembre de 2012

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por darme la vida y permitir alcanzar este objetivo, guiándome a todo lo largo de mi existencia.
<b>Mis padres</b>	Por ser los bastiones de todo lo que he alcanzado, Marta Julia Gómez y Leopoldo Valle.
<b>Mis hermanos</b>	Por brindarme siempre todo su apoyo, Jessica, Fabiola y Leopoldo Valle Gómez.
<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por formarme como profesional y brindarme todo conocimiento adquirido.
<b>Mi país</b>	Porque espera lo mejor de mí.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Facultad de Ingeniería**

Por ser la casa de mis estudios superiores.

**Mis amigos**

Por su amistad sincera, su apoyo incondicional, especialmente a Julio Mazariegos y Néstor Patzán.

**Mi asesor**

Freddy Yanes por darme su ayuda y brindarme experiencia desinteresada.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
GLOSARIO .....	XV
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN .....	XXIII
1. ANTECEDENTES GENERALES .....	1
1.1. Maquinaria Agrícola S.A. ....	1
1.1.1. Descripción de la empresa .....	1
1.1.1.1. Historia .....	1
1.1.1.2. Misión .....	2
1.1.1.3. Visión.....	2
1.2. Servicios prestados .....	2
1.3. Estructura organizacional de la empresa.....	3
1.4. Marco teórico de referencia .....	5
1.4.1. Conceptos generales de logística de transporte.....	5
1.4.1.1. Proceso logístico .....	5
1.4.1.2. Principios económicos en logística .....	6
1.4.1.3. Cadena de transporte .....	7
1.4.2. Mantenimiento .....	8
1.4.2.1. Tipos de mantenimiento .....	8
1.4.3. Lubricantes y refrigerantes .....	11
1.4.3.1. Aceites lubricantes.....	12
1.4.3.2. Aceites hidráulicos.....	13
1.4.3.3. Refrigerantes .....	14

1.4.4.	Neumáticos .....	15
1.4.4.1.	Tipos de neumáticos para vehículos de carga pesada.....	15
1.4.5.	Longitudes y cargas máximas de vehículos pesados en Guatemala .....	17
1.4.5.1.	Manual de longitudes y cargas máximas de vehículos en Guatemala ..	17
1.4.6.	Métodos de evaluación y diagramas .....	18
1.4.6.1.	Tipos de análisis de evaluación y diagramas.....	18
1.4.7.	Normas de inocuidad .....	20
1.4.7.1.	Conceptos básicos sobre plan HACCP .....	21
1.4.7.2.	Reglamentación para traslado de alimentos.....	21
2.	EVALUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE TRANSPORTE DE AZÚCAR REFINADA EN CONTENEDORES .....	23
2.1.	Distancias de operación del sistema de transporte .....	23
2.2.	Longitudes y pesos máximos de operación actuales .....	24
2.2.1.	Combinación sencilla .....	24
2.2.2.	Combinación doble.....	26
2.2.3.	Combinación triple.....	27
2.2.4.	Combinación tetra .....	28
2.3.	Distribución de cargas.....	29
2.4.	Determinación actual de tarifas de cobro por transporte.....	33
2.5.	Análisis FODA.....	36

3.	DETERMINACIÓN DE TIEMPOS ACTUALES, RUTA, COLAS, MANTENIMIENTOS Y ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE .....	39
3.1.	Tiempos actuales de ruta .....	39
3.2.	Tiempos actuales de cola y espera en descarga.....	40
3.3.	Tiempos promedio de carga .....	41
3.4.	Tiempos promedio de mantenimientos preventivos .....	42
3.5.	Tiempos promedio de mantenimientos correctivos .....	43
3.6.	Diagramas de operaciones actuales .....	43
3.6.1.	Ciclo carga.....	43
3.6.2.	Ciclo ruta.....	48
3.6.3.	Ciclo descarga.....	50
3.7.	Diagrama de flujo de operaciones actual.....	53
3.7.1.	Ciclo carga.....	53
3.7.2.	Ciclo ruta.....	57
3.7.3.	Ciclo descarga.....	60
4.	ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS PARA EL MONITOREO DEL RENDIMIENTO DE CABEZALES, EQUIPO Y LOS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO ACTUALES .....	63
4.1.	Rendimientos de combustible por tipo de capacidad .....	63
4.1.1.	Cabezales capacidad tetra .....	63
4.1.2.	Cabezales capacidad doble.....	64
4.2.	Rendimiento de neumáticos por tipo de capacidad .....	65
4.2.1.	Cabezales capacidad tetra .....	65
4.2.2.	Cabezales capacidad doble.....	66
4.2.3.	Equipos de arrastre .....	68
4.3.	Equipos de arrastre .....	69

4.3.1.	Rendimiento actual de cargas transportadas .....	69
4.4.	Mantenimiento de cabezales.....	70
4.4.1.	Ruta de mantenimiento mecánico .....	70
4.4.1.1.	Mantenimientos preventivos.....	71
4.4.1.2.	Mantenimientos programados .....	78
4.4.2.	Ruta de mantenimiento eléctrico .....	87
4.4.2.1.	Mantenimientos preventivos.....	87
4.4.2.2.	Mantenimientos programados .....	88
4.4.3.	Ruta de mantenimiento para neumáticos .....	91
4.5.	Mantenimiento de equipo de arrastre.....	92
4.5.1.	Ruta de mantenimiento mecánico .....	93
4.5.1.1.	Mantenimientos preventivos.....	93
4.5.1.2.	Mantenimientos programados .....	95
4.5.2.	Ruta de mantenimiento eléctrico .....	96
4.5.2.1.	Mantenimientos preventivos.....	96
4.5.2.2.	Mantenimientos programados .....	97
4.5.3.	Ruta de mantenimiento para neumáticos .....	98
5.	ROPUESTAS DE INDICADORES PARA LA MEJORA EN EL PROCESO DE TRANSPORTE DE AZÚCAR .....	99
5.1.	Determinación de longitudes y pesos máximos de transporte según combinación .....	99
5.2.	Formas de distribución de cargas en contenedores según combinación de transporte .....	101
5.3.	Tiempos estándar propuestos para ruta de exportación .....	104
5.3.1.	Ruta: Ingenio (Planta) – Puerto Quetzal.....	104
5.3.2.	Ruta: Ingenio (Planta) – Puerto Sto. Tomás de Castilla.....	104

5.4.	Tiempos máximos propuestos de cola y espera en descarga.....	105
5.5.	Tiempos máximos propuestos de carga.....	106
5.5.1.	Tiempo máximo de carga planta.....	107
5.5.2.	Tiempo máximo de carga en bodegas externas ...	107
5.6.	Tiempo máximo propuesto para mantenimiento preventivo ..	108
5.7.	Tiempo máximo propuesto para mantenimiento correctivo ...	109
5.8.	Optimización de operaciones sistema de transporte .....	109
5.8.1.	Diagrama propuesto de operaciones.....	110
5.8.1.1.	Ciclo carga.....	110
5.8.1.2.	Ciclo ruta.....	113
5.8.1.3.	Ciclo descarga .....	116
5.8.2.	Diagrama de flujo de operaciones propuesto .....	120
5.8.2.1.	Ciclo carga.....	120
5.8.2.2.	Ciclo ruta.....	123
5.8.2.3.	Ciclo descarga .....	126
5.9.	Rendimiento de combustible propuesto por tipo de capacidad .....	131
5.9.1.	Cabezales capacidad tetra .....	131
5.9.2.	Cabezales capacidad doble.....	132
5.10.	Rendimiento de neumáticos propuesto por tipo de capacidad .....	133
5.10.1.	Cabezales capacidad tetra .....	133
5.10.2.	Cabezales capacidad doble.....	135
5.10.3.	Equipo de arrastre .....	136
5.11.	Rendimiento propuesto de equipo de arrastre.....	137
5.11.1.	Número de cargas transportadas .....	137
5.12.	Indicador costo unitario transporte .....	138
5.13.	Mantenimiento de equipo de arrastre .....	139

5.13.1.	Ruta mantenimiento mecánico .....	140
5.13.1.1.	Mejoramiento mantenimiento preventivo .....	140
5.13.1.2.	Mejoramiento mantenimiento correctivo .....	141
6.	MEJORA CONTINUA .....	143
6.1.	Análisis de resultados .....	143
6.1.1.	Recolección de datos .....	145
6.1.2.	Diagramas .....	146
6.1.2.1.	Diagrama de flujo .....	146
6.1.2.2.	Diagrama de Pareto .....	148
6.1.2.3.	Diagrama causa – efecto.....	151
6.2.	Mantenimiento.....	154
6.2.1.	Actualización de programas .....	154
6.2.2.	Nuevos métodos y técnicas.....	156
6.2.2.1.	Análisis de videoscopia .....	156
6.2.2.2.	Análisis de aceites.....	157
6.2.2.3.	Análisis fatiga de materiales.....	157
6.3.	Auditorías .....	158
6.3.1.	Auditorías internas .....	158
6.3.1.1.	Planteamiento de objetivos .....	159
6.3.1.2.	Definición de puntos críticos.....	159
6.3.1.3.	Tareas de mantenimiento.....	161
6.3.1.4.	Implantación de acciones correctivas.	161
6.3.1.5.	Control y seguimiento de resultados ..	162
6.3.2.	Auditorías externas .....	163

7.	MEDIO AMBIENTE .....	165
7.1.	Procedimientos para el manejo de desechos .....	165
7.1.1.	Manejo de aceites lubricantes .....	165
7.1.2.	Manejo de refrigerantes .....	168
7.1.3.	Manejo de grasas .....	171
7.2.	Rutas de limpieza para cumplimiento normas inocuidad.....	171
7.2.1.	Ruta de limpieza contenedores <i>Dry Van</i> .....	172
7.2.2.	Ruta de limpieza equipo de arrastre .....	173
7.2.3.	Ruta de limpieza cabezales .....	173
	CONCLUSIONES .....	175
	RECOMENDACIONES .....	177
	BIBLIOGRAFÍA .....	179
	APÉNDICE.....	183



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Organigrama oficial de Magrisa, S.A.....	4
2.	Diagrama estructural de un análisis FODA .....	19
3.	Diagrama de distribución de carga 26.5 TM. Contenedor de 20 pies .....	30
4.	Diagrama de distribución de carga 26 TM. Contenedor de 20 pies .....	31
5.	Diagrama de distribución de carga 25 TM. Contenedor de 20 pies .....	32
6.	Análisis FODA, transporte de azúcar refinada en contenedores.....	37
7.	Diagrama de operaciones actual, ciclo de carga.....	45
8.	Diagrama de operaciones actual, ciclo de ruta .....	49
9.	Diagrama de operaciones actual, ciclo de descarga .....	51
10.	Diagrama de flujo de operaciones actual, ciclo de carga .....	54
11.	Diagrama de flujo de operaciones actual, ciclo de ruta .....	58
12.	Diagrama de flujo de operaciones actual, ciclo de descarga .....	61
13.	Mantenimiento preventivo (división mecánica).....	72
14.	Mantenimiento preventivo (división pintura) .....	76
15.	Mantenimiento preventivo, (división aire acondicionado) .....	77
16.	Mantenimiento preventivo, (división llantera) .....	78
17.	Ruta de servicio tipo (A) para cabezales.....	79
18.	Ruta de servicio tipo (B) para cabezales.....	81
19.	Ruta de servicio tipo (C) para cabezales.....	83
20.	Ruta de servicio tipo (D) para cabezales.....	85

21.	Ruta de mantenimiento preventivo (eléctrico).....	88
22.	Ruta de servicio tipo (A) sistema eléctrico para cabezales.....	89
23.	Ruta de servicio tipo (B) sistema eléctrico para cabezales.....	90
24.	Ruta de servicio tipo (C) sistema eléctrico para cabezales.....	90
25.	Ruta de servicio tipo (D) sistema eléctrico para cabezales.....	91
26.	Ruta de mantenimiento de neumáticos en cabezales.....	92
27.	Ruta de mantenimiento preventivo equipo de arrastre .....	94
28.	Ruta de mantenimiento preventivo eléctrico, equipo de arrastre .....	97
29.	Ruta de mantenimiento neumáticos para cabezales .....	98
30.	Forma correcta de distribución de carga en combinación T3S2 .....	103
31.	Diagrama de operaciones propuesto, ciclo de carga .....	111
32.	Diagrama de operaciones propuesto, ciclo de ruta.....	114
33.	Diagrama de operaciones propuesto, ciclo de descarga .....	117
34.	Diagrama de flujo de operaciones propuesto, ciclo de carga .....	121
35.	Diagrama de flujo de operaciones propuesto, ciclo de ruta .....	124
36.	Diagrama de flujo de operaciones propuesto, ciclo de descarga.....	127
37.	Diagrama de flujo, proceso administrativo transporte de azúcar .....	147
38.	Diagrama de Pareto, demora en salida de camiones tetra a ciclo de ruta .....	150
39.	Diagrama causa – efecto, demora de salida de camiones tetra a ciclo de ruta .....	153
40.	Hoja de registro de cambios .....	155
41.	Hoja de control de entrega de residuos peligrosos (aceites) .....	167
42.	Hoja de control de entrega de residuos peligrosos (refrigerantes) .....	170

## **TABLAS**

I.	Distancias operativas por exportaciones o almacenamiento de azúcar .....	23
----	---	----

II.	Pesos y dimensiones actuales para el transporte de azúcar refinada con portacontenedores, combinación sencilla .....	25
III.	Pesos y dimensiones actuales para el transporte de azúcar refinada con plataformas modificadas, combinación sencilla. ....	25
IV.	Pesos y dimensiones actuales para el transporte de azúcar refinada con portacontenedores, combinación doble. ....	26
V.	Pesos y dimensiones actuales para el transporte de azúcar refinada con plataformas modificadas, combinación doble.....	27
VI.	Pesos y dimensiones actuales para el transporte de azúcar refinada con portacontenedores, combinación triple. ....	28
VII.	Pesos y dimensiones actuales para el transporte de azúcar refianda con plataformas modificadas, combinación triple.....	28
VIII.	Pesos y dimensiones actuales para el transporte de azúcar refinada con portacontenedores, combinación tetra. ....	29
IX.	Pesos y dimensiones actuales para el transporte de azúcar refinada con plataformas modificadas, combinación tetra. ....	29
X.	Tipos de empaques utilizados para el transporte de azúcar.....	30
XI.	Costos unitarios por combinación para el transporte de azúcar refinada (maquinaria propia).....	35
XII.	Costo para el transporte de azúcar refinada en contenedores por destino .....	36
XIII.	Tiempo promedio ciclo de ruta transporte de azúcar.....	39
XIV.	Tiempo promedio ciclo de descarga por destino. ....	41
XV.	Tiempo promedio ciclo de carga planta central. ....	42
XVI.	Tiempo promedio ciclo de carga bodegas externas. ....	42
XVII.	Tiempo promedio mantenimientos preventivos. ....	43
XVIII.	Rendimiento de combustible para vehículos capacidad tetra. ....	64
XIX.	Rendimiento de combustible para vehículos capacidad doble. ...	64

XX.	Rendimiento neumáticos delanteros para vehículos capacidad tetra .....	66
XXI.	Rendimiento neumáticos tracción para vehículos capacidad tetra. ....	66
XXII.	Rendimiento neumáticos delanteros para vehículos capacidad doble .....	67
XXIII.	Rendimiento neumáticos tracción para vehículos capacidad doble.....	67
XXIV.	Rendimiento neumáticos para equipos de arrastre de azúcar. ....	68
XXV.	Rendimientos para equipos de transporte de azúcar. ....	70
XXVI.	Longitudes y pesos máximos permisibles según ley.....	101
XXVII.	Tiempo propuesto ruta de contenedores de exportación Puerto Quetzal. ....	104
XXVIII.	Tiempo propuesto ruta de contenedores de exportación puerto Santo Tomás de Castilla. ....	105
XXIX.	Tiempos máximos de cola y espera para descarga por destino.....	106
XXX.	Tabla de tiempo máximo para ciclo de carga en bodegas externas (equipo doble).....	108
XXXI.	Tiempos máximos para mantenimientos preventivos.....	108
XXXII.	Tiempos máximos para mantenimientos correctivos (fallas comunes). ....	109
XXXIII.	Indicador rendimiento de combustible capacidad tetra. ....	132
XXXIV.	Indicador rendimiento de combustible capacidad doble. ....	132
XXXV.	Indicador de rendimiento de neumáticos cabezales capacidad tetra .....	134
XXXVI.	Indicador de rendimiento de neumáticos cabezales capacidad doble .....	135
XXXVII.	Indicador de rendimiento neumáticos equipos de arrastre.....	136

XXXVIII.	Indicador número de cargas transportadas por equipo. ....	137
XXXIX.	Indicador costo unitario de transporte.....	139
XL.	Indicador porcentaje de fallas por mantenimiento preventivo....	141
XLI.	Indicador porcentaje de fallas recurrentes.....	141
XLII.	Tabla de demoras en salida de camiones tetra a ciclo de ruta..	149
XLIII.	Tabla de porcentajes acumulados de demoras en la salida de camiones tetra a ciclo de ruta.....	149



## GLOSARIO

<b>Azúcar</b>	Se denomina así a la sacarosa, que es un disacárido formado por una molécula de glucosa y una de fructuosa, que se obtiene principalmente, de la caña de azúcar o la remolacha.
<b>Cabezal de 3 ejes</b>	Tracto, camión que cuenta con un eje direccional y dos ejes motrices o de tracción que sirve para el arrastre de cargas.
<b>Contenedor</b>	Recipiente de carga, para el transporte aéreo, marítimo, fluvial, terrestre o multimodal de dimensiones normalizadas para su uso mundial.
<b>Dolie</b>	Elemento motriz con ejes tándem de rodaje que sirve para la unión de dos equipos de arrastre que se anclan mediante la quinta rueda o tornamesa.
<b>Equipo de arrastre</b>	Semiremolques o cualquier equipo que son halados por tracto, camiones enganchados a éste y que poseen ejes de rodaje.

<b>Naviera</b>	Gestores intermediarios entre clientes finales y orígenes de carga o entrega de producto para el transporte marítimo.
<b>Peso bruto</b>	Pesaje de camión y equipos llenos con el producto correspondiente.
<b>Peso neto</b>	Diferencia de peso bruto y peso tara, este confirma la carga exacta que se transporta hacia un determinado destino.
<b>Peso tara</b>	Pesaje de camión y equipos vacíos.
<b>Portacontenedor</b>	Chasis adaptado con elementos de sujeción en cuatro extremos que sirve para el transporte terrestre de contenedor, también llamado araña, además posee ejes tándem de rodaje.
<b>Plataforma modificada</b>	Equipo de arrastre que sirve para el transporte de cargas sobre la cama utilizable, además posee elementos de sujeción en sus cuatro extremos para el transporte terrestre de contenedores, y que además tiene ejes tándem de rodaje.

<b>Predio naviero</b>	Recinto privado perteneciente a proveedor de servicios para una naviera interoceánica donde se entregan contenedores vacíos para su respectivo uso.
<b>Saco de envase</b>	Elemento de protección del producto azúcar que sirven para el almacenaje y transporte del mismo, sellado, construido de polipropileno.
<b><i>Twis lock</i></b>	Sistema de sujeción para contenedores a chasis o plataformas diseñados para el transporte terrestre y de entrega a puertos marítimos o aéreos.



## RESUMEN

Se dan a conocer los aspectos generales del transporte para el producto azúcar refinada, su situación actual y la importancia del mismo para la cadena de producción de este producto y su injerencia en la economía nacional. De igual manera, se especifica la historia de la empresa Magrisa S.A., y se presentan indicadores para el manejo del sistema de transporte teniendo como objetivo principal el aumento de la eficiencia del mismo.

Se realizó un análisis situacional de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. Para identificar las posibles áreas de mejora, así mismo, la descripción de los tiempos para determinadas actividades, y, por ende, se realiza un estudio de tiempos y movimientos.

Se determinó la forma de monitoreo administrativo y operativo que permite dar seguimiento a los índices de consumo para combustibles, neumáticos, cumplimiento de mantenimientos preventivos y correctivos, y se especifican responsables de éstas determinadas áreas.

Propuesta de indicadores para el control del sistema de transporte, basados en el aumento de la eficiencia de los diagramas de operaciones, eliminando cualquier tipo de demora o procedimiento que afecten el resultado final.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Desarrollar indicadores logísticos de transporte que permitan la disminución de costos así como el aumento de la eficiencia operacional para el sistema de transporte de azúcar refinada en un ingenio azucarero.

### **Específicos**

1. Analizar el sistema actual de transporte de azúcar refinada de un ingenio azucarero.
2. Definir procesos críticos para el desarrollo y manejo del sistema de transporte.
3. Estandarizar los tiempos de operación del proceso de transporte de azúcar refinada en contenedores.
4. Considerar mantenimientos preventivos y correctivos actuales para la maquinaria utilizada.
5. Establecer las mejoras a realizarse sobre el sistema existente, con base en los análisis realizados de procedimiento actuales proponiendo los indicadores necesarios.

6. Definir y establecer normas y procedimientos necesarios para el alcance de estas mejoras en el sistema de transporte.
7. Aplicar herramientas dentro del ramo de la ingeniería para la toma de decisiones.
8. Presentar los resultados del estudio a la gerencia para la determinación de guías de desarrollo.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación describe soluciones al sistema de transporte de azúcar refinada en contenedores para un ingenio azucarero, mediante la estandarización de tiempos, análisis de operaciones y programas de mantenimiento, y para lograrlo se basa en la modificación de todas aquellas actividades y procedimientos que generen aumentos de tiempos innecesarios.

La entrega de un producto terminado de manera pronta y eficaz, además de satisfacer la inocuidad por ser un alimento es el principal objetivo de cualquier sistema de transporte para azúcar refino. Para el logro de este objetivo se debe tener una excelente logística de transporte que contenga los factores que generen un valor agregado real entre el cumplimiento de tareas programadas y una verdadera optimización del sistema.

Es necesario contar con métodos y procedimientos definidos, capaces de monitorear, corregir y buscar soluciones concretas para un sistema de transporte de azúcar versátil que logre alcanzar las metas definidas con anterioridad, mediante análisis acoplables a las situaciones cambiantes del entorno.



## **1. ANTECEDENTES GENERALES**

### **1.1. Maquinaria Agrícola S.A.**

La empresa analizada y estudiada para la elaboración del presente trabajo de graduación es Maquinaria Agrícola, S.A., que actualmente se desarrolla en el área para la prestación de servicios a empresas productoras de azúcar.

#### **1.1.1. Descripción de la empresa**

Maquinaria Agrícola, S.A. es una entidad privada dedicada a prestar servicio a las empresas agroindustriales dedicadas a la producción de azúcar en Guatemala en las áreas de talleres agrícolas, talleres de vehículos de transporte pesado, transporte de producto terminado y maquinaria, mecanización de tierras, servicio de corte alce y transporte de caña de azúcar.

##### **1.1.1.1. Historia**

Ingenio Magdalena S.A. es una Corporación Agrícola e Industrial dedicada a la producción de azúcar refinada, azúcar blanca con vitamina A, alcohol industrial, generación de energía eléctrica y biofábrica para la reproducción de plantaciones. Está formada como compañía desde 1983.

Además está conformada por Maquinaria Agrícola S.A., (magrisa) que se fundó en 1984 y es la empresa encargada de prestar servicios a todas las demás divisiones de la corporación.

### **1.1.1.2. Misión**

“Búsqueda permanente de estrategias que permitan asegurar para la organización el menor costo de azúcar mediante la producción y provisión oportuna de caña de azúcar de la mejor calidad para maximizar el rendimiento de la operación, desarrollando todas las áreas en forma sostenible y mejoramiento de su entorno.”

### **1.1.1.3. Visión**

Magrisa es un área de servicio, mantenimiento y transporte, comprometida a generar y buscar alternativas que permitan dar soluciones rápidas, rentables y definitivas a los diferentes clientes que forman la organización Magdalena S.A.

## **1.2. Servicios prestados**

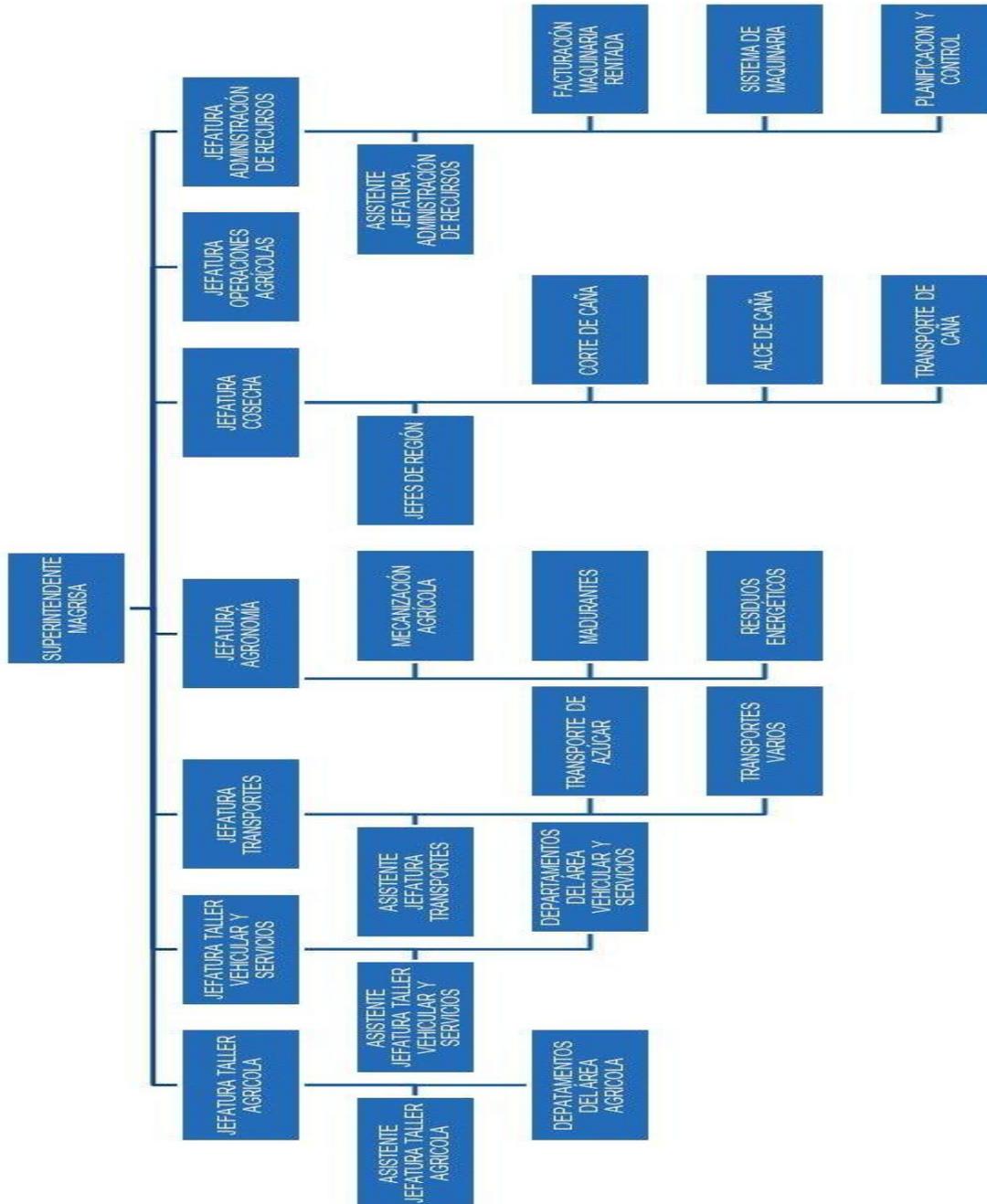
Maquinaria Agrícola, S.A. es la empresa de servicios que apoya a la organización Magdalena, S.A. y cuenta con las siguientes áreas:

- Taller de servicio agrícola
- Taller de servicio automotriz
- Corte, alce y transporte de caña de azúcar (cat)
- Agronomía (mecanización de tierras y proyectos especiales)
- Transporte: de producto terminado y transportes varios

### **1.3. Estructura organizacional de la empresa**

La estructura central de la empresa sigue una tendencia de jerarquía tradicional, todas las áreas son plenamente de prestación de servicios. A continuación se describe el organigrama de la empresa: ver figura 1.

Figura 1. Organigrama oficial de Magrisa, S.A.



Fuente: planificación Magrisa, S.A.

## **1.4. Marco teórico de referencia**

El entendimiento de los conceptos fundamentales de transporte, mantenimiento, reciclaje son necesarios para la comprensión del siguiente trabajo. A continuación se definen.

### **1.4.1. Conceptos generales de logística de transporte**

Se define como logística al proceso de proyectar, implementar y controlar un flujo de materia prima, inventario en proceso, productos terminados e información relacionada desde el punto origen hasta el punto de consumo de una forma eficiente y lo más económica posible, con el propósito de cumplir con los requerimientos del cliente final. Es un conjunto de medios y métodos necesarios para llevar a cabo la organización de una empresa, o de un servicio, especialmente de distribución.

#### **1.4.1.1. Proceso logístico**

Es el seguimiento de control en todo el proceso global hasta la entrega del producto o servicio al consumidor final, y está íntimamente relacionado con:

- Compras
- Recepción
- Almacenes
- Inventarios
- Fabricación
- Servicios de apoyo
- Expedición (mercados posibles)
- Distribución

Generalmente se considera que el proceso logístico sólo se relaciona con la distribución y transporte del producto o servicio, pero éstas sólo son parte de lo que realmente representa.

Las actividades logísticas deben coordinarse entre sí para lograr mayor eficiencia en todo el sistema productivo. Por dicha razón no debe verse como una función aislada, sino como un proceso global de generación de valor para el cliente.

#### **1.4.1.2. Principios económicos en logística**

Hay que poseer herramientas para tomar decisiones y determinar así el buen funcionamiento del sistema logístico, como también índices para seguimiento de determinadas áreas, funciones y tareas relacionadas con ésta, y la mejor manera es que éstos reflejen el comportamiento de variables en las áreas de compra, recepción, almacenaje, distribución, mantenimiento y otros servicios.

Se pueden generar cuatro tipos de índices que abarquen todos estos factores y son:

- Indicadores financieros: estos están relacionados con el costo de los recursos y la rentabilidad.
- Indicadores de mercado: relacionados con la satisfacción del cliente y las demandas del mercado.
- Indicadores de productividad y eficiencia: son los relacionados con las operaciones y utilización de los recursos disponibles.

- Indicadores de crecimiento: relacionados con el aspecto humano y como éste se desarrolla para disminuir riesgos en seguridad industrial y ocupacional.

#### **1.4.1.3. Cadena de transporte**

Es la secuencia de acontecimientos interconectados por la que los productos se trasladan desde el punto de origen (proveedor), al destino (receptor o destinatario). La cadena de transporte es una de las partes del proceso de flujo de productos y hace referencia únicamente a la función logística de transporte. Las cadenas de transporte pueden establecer procesos de un sólo eslabón o como procesos de varios eslabones.

- Cadena de transporte de un solo eslabón: se hace uso de un único medio de transporte entre el proveedor y el destinatario, o también llamado ininterrumpido o directo.
- Cadena de transporte de varios eslabones: entre el punto de abastecimiento y el de recepción tiene lugar un cambio de medio de transporte. Son los llamados interrumpidos o combinados. En éste caso la mercancía no cambia de contenedor durante su traslado.

Esta es una de las áreas donde la logística tiene bastante influencia pues las bases de ésta son plenamente aplicables al transporte. Esta área es la que se encarga del traslado del producto desde el punto de producción hasta el consumidor final o consumidores intermedios. Algunos de los objetivos primordiales del transporte es entregar a tiempo, y producto con calidad e integridad en sus características físicas.

## **1.4.2. Mantenimiento**

Se define como el aseguramiento de que una instalación, un sistema de equipos, una flotilla u otro activo fijo continúen realizando las funciones para las que fueron creados, segura, eficiente, y económicamente viable para prestar el servicio.

Mantenimiento es el cuidado regular que necesitan las máquinas para funcionar bien, teniendo en cuenta que el mantenimiento no es la reparación de la máquina después de la avería, sino es proteger la máquina de modo que no se averíe o desgaste en un tiempo corto menor al de la vida útil de la misma.

### **1.4.2.1. Tipos de mantenimiento**

Existen tres tipos de mantenimiento, los cuales son:

- Preventivo
- Predictivo
- Correctivo
- Mantenimiento preventivo

Se define como una serie de tareas planeadas previamente, que se llevan a cabo para contrarrestar las causas conocidas de fallas potenciales de las funciones para las que fue creado un activo. Puede planearse y programarse con base en el tiempo, el uso o la condición del equipo, generalmente las empresas se basan en las especificaciones técnicas del fabricante, experiencias propias y aportaciones que puedan hacer los técnicos de mantenimiento en cada especialidad.

Debido a que los equipos complejos y sus componentes tendrán varias causas posibles de falla, es necesario desarrollar una serie de acciones de mantenimiento preventivo, algunas basadas en las condiciones y otras en el tiempo para el mismo equipo, y consolidar éstas en un programa de mantenimiento preventivo. El programa tendrá tareas agrupadas por periodicidad diaria, semanal o anualmente, por horas de operación, por ciclos u otro determinado.

#### Ventajas del mantenimiento preventivo

- Mayor vida útil: las instalaciones, sistemas de equipos o maquinaria tendrán mayor vida útil que aquéllos que no la posean y estén sujetos al mantenimiento correctivo.
- Confiabilidad: aumento de confiabilidad de los sistemas o maquinaria para las áreas de producción o servicios.
- Reducción de costos: Se pueden reducir los costos de reparación o reparaciones de mayor tamaño comparándolo con el costo del mantenimiento preventivo.
- Reducción de costos de inventario: Debido a la planificación para el cambio de piezas que han sufrido desgaste las bodegas de repuestos no necesitan tener éstos en inventario y serán adquiridos cuando sean necesarios.

El desarrollo para un programa de mantenimiento preventivo está basado en cuatro actividades fundamentales que son:

- Visitas
- Revisión
- Lubricación
- Limpieza de maquinaria
- Mantenimiento predictivo

Consiste en determinar en cualquier momento la condición técnica real de la maquinaria sin necesidad de parar la producción, ya que la mayoría de las fallas son lentas y progresivas. Se puede hacer uso de un programa sistemático de medición que monitorea la condición de algún parámetro, con base en comparaciones con algunos ya establecidos.

Algunas de las ventajas que ofrece un mantenimiento predictivo son:

- Reduce tiempo de parada de maquinaria.
- Documenta la evolución del efecto del tiempo sobre la maquinaria.
- Conoce con exactitud la vida útil de un determinado componente.
- Permite el análisis de averías.
- Permite el análisis estadístico del sistema.
- Evita gastos innecesarios por cambios de componentes que no han llegado al final de su vida útil.

- **Mantenimiento correctivo**

Es el tipo de mantenimiento necesario para corregir en las instalaciones, equipos o maquinaria, los problemas que hacen dejar de prestar servicio o que impidan realizar una actividad productiva, se requiere que sean corregidos en plazos breves para evitar costos, materiales o humanos altos. El mantenimiento correctivo tiene dos ramificaciones que son:

- El mantenimiento correctivo de emergencia o avería: se origina por fallas de equipos o instalaciones, que requieren ser corregidas en corto tiempo.
- Rutinario: a diferencia del anterior, ya se ha previsto el cambio o reemplazo de componentes por medio de métodos estadísticos o por instrucción del fabricante. Además de prevenir el tiempo en que se ha de hacer, también se planifican los recursos como: herramientas, personal humano e insumos.

### **1.4.3. Lubricantes y refrigerantes**

Aceites lubricantes son compuestos que entre dos piezas móviles, no se degrada, y forma asimismo una película que evita el contacto entre éstas permitiendo su movimiento, incluso a elevadas temperaturas y presiones.

### **1.4.3.1. Aceites lubricantes**

La viscosidad es la propiedad más importante de los aceites lubricantes. Es la medida esencial de la capacidad de mantener una película líquida entre superficies deslizantes y, de esta forma reducir la fricción y el desgaste. La viscosidad es la resistencia que presenta un fluido a fluir. Las dos variables externas que más influyen sobre la viscosidad son la temperatura y el esfuerzo de corte.

Los materiales básicos para la formulación de los lubricantes tienen, por lo general, origen mineral (petróleo) o sintético, aunque en ocasiones se utilizan aceites vegetales para aplicaciones especiales:

- Aceites minerales
  - Parafínicos
  - Nafténicos
  - Mixtos
  
- Aceites sintéticos
  - Oligómeros olefínicos
  - Esteres ácidos dibásicos
  - Esteres de polioles
  - Aromáticos alquilados
  - Glicoles polialquilénicos
  - Esteres fosfatados

Asimismo, los aceites lubricantes se clasifican de acuerdo al nivel de servicio (API) y por su nivel de viscosidad (SAE). La clasificación API posee la siguiente nomenclatura, la letra S para los vehículos a gasolina y C para los vehículos a combustible diesel, seguidas de otras letras como SA y CA que indican el nivel de desempeño del vehículo por características del año de fabricación. La clasificación SAE si divide en aceites monogrado y multigrado, en los que algunas características son el fácil arranque en frío y otras.

#### **1.4.3.2. Aceites hidráulicos**

Los aceites hidráulicos tienen como objetivo minimizar el desgaste a las piezas móviles, pero también puede proveer de un medio para abastecer de potencia a algunos sistemas que así lo requieran. Los aceites hidráulicos se dividen en los siguientes:

- HL: fabricados para incrementar protección contra la corrosión y agentes estabilizadores. Pueden ser utilizados en sistema por demandas térmicas, y que exista alta corrosión por inmersión en agua.
- HLP: alta protección en engranajes, usados generalmente, en sistemas donde exista una fricción alta variable.
- HV: provee características de viscosidad y temperatura, son utilizados donde existan fluctuaciones anchas y bajas temperaturas ambientales.

### 1.4.3.3. Refrigerantes

El proceso de refrigeración consiste en la remoción de calor de un cuerpo, de un lugar a otro, el calor es una forma de energía, no es un sólido, un líquido o gas y no es posible ni medirle o pesarlo, tampoco tiene volumen.

- Refrigerantes para motores de combustión interna

Un refrigerante es un producto químico, líquido o gas fácilmente licuable, que se utiliza para servir de medio transmisor de calor entre otros dos. Los principales refrigerantes para el sistema de enfriamiento de los motores de combustión interna son:

- Agua: es uno de los menos utilizados debido a que actúa como electrolito entre el sitio anódico y el área catódica, causando corrosión
- Refrigerante – Anticongelante – Anticorrosivo (tradicional): son buenos para evitar la corrosión y el congelamiento, así también, aumentar el punto de ebullición. El problema de éste es que tiene una vida muy corta, generalmente se cambia cada año. Este tipo de refrigerante está hecho a base de etilenglicol, y poseen un color verde.
- Refrigerante – Anticongelante – Anticorrosivo: están hechos a base de etilenglicol, con ácido carboxilato y tolitriazol, éstos reaccionan con los metales para protegerlos donde hay acción corrosiva. Tienen generalmente, un color rojo o naranja, sus compuestos duran mucho mas tiempo evitando el costo de reemplazo el riesgo de operar después de acabado la protección.

#### **1.4.4. Neumáticos**

Los neumáticos son los elementos del vehículo de transporte que transfiere la tracción hacia el terreno de desplazamiento, el nivel de frenado del vehículo, como también, junto al sistema de suspensión crear confort para el manejo. Están compuestos de caucho, tejido textil y alambre armado.

##### **1.4.4.1. Tipos de neumáticos para vehículos de carga pesada**

Las partes fundamentales, solamente varían según modelos de los fabricantes, las cuales se describen a continuación.

- Banda de rodamiento: esta parte, generalmente de hule, proporciona la interface entre la estructura de la llanta y el camino. Su objetivo principal es proporcionar tracción y frenado.
- Cinturón (estabilizador): las capas del cinturón, especialmente de acero, proporcionan resistencia al neumático, estabiliza la banda de rodamiento y protege a éstas de picaduras.
- Capa radial: esta capa, junto con los cinturones contiene la presión de aire. Dicha capa transmite las fuerzas originadas por la carga, el frenado, el cambio de dirección entre la rueda y la banda de rodamiento.
- Costado (pared): el hule del costado (pared) está, especialmente, compuesto para resistir la flexión y la intemperie proporcionando, al mismo tiempo, protección a la capa radial.

- Sellante: una o dos capas de hule especial (en neumáticos sin cámara) preparado para resistir la difusión del aire. El sellante en estos neumáticos reemplaza la función de las cámaras.
- Relleno: piezas también de hule seleccionadas, se usan para rellenar el área de la ceja (talón) y la parte inferior del costado (pared), para proporcionar una transición suave del área rígida a la ceja. Al área flexible del costado.
- Refuerzo de la ceja (talón): es otra capa colocada sobre el exterior del amarre de la capa radial, en el área de la ceja, que refuerza y estabiliza la zona de transición de la ceja al costado.
- Ribete: elemento usado como referencia para el asentamiento adecuado del área de la ceja sobre el rin.
- Talón: es un cuerpo de alambres de acero de alta resistencia, utilizado para formar una unidad de gran robustez. El talón es el ancla de cimentación de la carcasa, que mantiene el diámetro requerido de la llanta en el rin.

Existen dos tipos de neumáticos que poseen diferentes características según su estructura:

- Neumáticos convencionales: tienen una construcción diagonal que consiste en colocar las capas de manera tal, que las cuerdas de cada capa queden inclinadas respecto a la línea del centro orientadas de ceja a ceja. Debido a su dureza, no permite ajustarse adecuadamente a la superficie de rodamiento, ocasionando menor agarre, menor estabilidad

en curvas y mayor consumo de combustible. Además s propenso a las altas temperaturas y rápido desgaste en pavimentos.

- Neumáticos radiales: las capas están formadas por cordones de acero o nylon, van de talón, en ángulo recto respecto de la banda de rodamiento. Sus ventajas son que necesitan menos material para soportar la misma carga, ha menos fricción interna, y las capas son más flexibles lateralmente, dan una mayor adherencia. Las desventajas son mayores esfuerzos de dirección.

#### **1.4.5. Longitudes y cargas máximas de vehículos pesados en Guatemala**

Para el traslado de productos sobre vehículos en las carreteras de Guatemala, se deben cumplir con combinaciones de longitud y peso definidas por las leyes del país.

##### **1.4.5.1. Manual de longitudes y cargas máximas de vehículos en Guatemala**

Este es el Reglamento para el Control de Pesos y Dimensiones de Vehículos Automotores y sus Combinaciones, aprobado según Acuerdo Gubernativo 1084-92. Este reglamento es el manual por el cual las empresas de transporte deberán regirse para trasladar cargas de cualquier índole dentro de las rutas nacionales, departamentales, municipales y vecinales. Este reglamento especifica todas aquellas definiciones afectas al transporte, pesos y dimensiones según el tipo de vehículo a utilizar y las sanciones correspondientes en caso de incumplimiento del mismo.

#### **1.4.6. Métodos de evaluación y diagramas**

Los métodos de evaluación son generalmente técnicas con base estadística para evaluar el proceso o sus productos para alcanzar o mantener un estado de control. Adicional dan una medición cualitativa de los aspectos que rodean el proceso o producto respecto al mercado donde se desenvuelve.

##### **1.4.6.1. Tipos de análisis de evaluación y diagramas**

Los métodos de evaluación utilizados, son los mayormente utilizados en los procesos de producción o prestación de servicio y los de mejor entendimiento para todos los integrantes de los equipos que lo operan y dirigen.

- Análisis FODA

El análisis FODA es una herramienta estratégica, que permite examinar la interacción entre las características particulares de un negocio y el entorno en el cual éste compite; tiene múltiples aplicaciones y puede ser usado por todos los niveles de una corporación y en diferentes unidades de análisis, tales como: producto, mercado, líneas de producto, entre otros.

Este análisis consta de dos partes: una interna y otra externa. La parte interna tiene que ver con las fortalezas y debilidades del negocio, aspectos sobre los cuales se tiene algún grado de control.

La parte externa mira las oportunidades que ofrecen el mercado y las amenazas que debe enfrentar el negocio en el mercado seleccionado.

Aquí la empresa debe desarrollar toda su capacidad y habilidad para aprovechar estas oportunidades y para minimizar o anular esas amenazas, circunstancias sobre las cuales se tiene poco o ningún control directo.

Figura 2. **Diagrama estructural de un análisis FODA**



Fuente: [www.deguate.com/infocentros/gerencia/mercadeo](http://www.deguate.com/infocentros/gerencia/mercadeo). Consulta: 12 de junio de 2011.

- **Diagrama de Pareto**

Pareto es una herramienta de análisis de datos ampliamente utilizada y es por lo tanto útil en la determinación de la causa principal durante un esfuerzo de resolución de problemas. Detecta los problemas más y menos importantes (pocos vitales, muchos triviales), ya que por lo general el 80% de los resultados totales se origina en el 20% de los elementos. La gráfica indica cuál factor mejorar primeramente a fin de eliminar defectos y lograr la mayor mejora posible.

La grafica se construye, primero dividiendo los datos en partidas o clases que se utilizarán en la gráfica. Luego se establece el horizonte de tiempo para la gráfica.

Posteriormente se determina la frecuencia de cada partida o clase, clasificarlas de acuerdo a su frecuencia en orden descendente. Por último graficar la partida o clase contra la frecuencia, comenzando con la frecuencia más grande y continuando en orden en orden descendente. En la misma gráfica se puede graficar la frecuencia acumulada contra la partida o clase.

- Diagrama de flujo de operaciones

Es una representación gráfica de un proceso o de una parte de este, que ayuda en la comprensión de la operación de las estructuras de control. Dicho diagrama se construyen utilizando una serie de símbolos de uso especial. Algunas de las ventajas de este diagrama es que permite visualizar de una mejor manera los problemas y oportunidades de mejora en un proceso, identifica cuellos de botella y proporciona un referente claro y conciso del proceso que se está describiendo para cualquier persona ésta dentro del mismo o no.

#### **1.4.7. Normas de inocuidad**

Las creadas para tener un estándar en los procesos de producción o manejo de alimentos que garanticen su inocuidad a lo largo del proceso.

#### **1.4.7.1. Conceptos básicos sobre plan HACCP**

El sistema de análisis de riesgos y puntos críticos de control (HACCP), es una metodología cuya función primordial es identificar peligros y estimar los riesgos que pueden afectar la inocuidad de un alimento a fin de establecer las medidas para controlarlos. Un plan HACCP se basa en siete principios que son:

- Conducir un análisis de riesgos
- Determinación de los puntos críticos de control
- Establecimiento de límites críticos
- Establecimiento de procedimientos de monitoreo
- Establecimiento de acciones correctivas
- Establecimiento de procedimientos de verificación
- Establecimiento de los procedimientos de registro y documentación

Por tratarse de un sistema que hace énfasis en la prevención de los riesgos para la salud de las personas como consecuencia de la falta de inocuidad de los alimentos, el enfoque está dirigido a controlar esos riesgos en las diferentes partes que integran la cadena alimentaria, desde la producción primaria hasta el consumo.

#### **1.4.7.2. Reglamentación para traslado de alimentos**

La norma que se aplica para el traslado de alimentos garantizando su inocuidad, en este caso azúcar refinada, es la establecida por BPM (buenas prácticas de manufactura). Las BPM están desarrolladas para garantizar un producto limpio, seguro para el consumo humano y se centralizan en la higiene y forma de manipulación.

Las BPM esta centralizadas en siete aspectos que deben controlar para asegurar la inocuidad de los productos y son.

- Materias primas
- Establecimientos
- Personal
- Higiene en la elaboración
- Almacenamiento y transporte de materias primas y producto final
- Control de procesos en la producción
- Documentación

Respecto al transporte, las buenas prácticas de manufactura están dirigidas a mantener la inocuidad en el almacenamiento y transporte de materias primas y producto final. Los vehículos de transporte deben estar autorizados por un organismo competente y un tratamiento higiénico similar al del establecimiento. Para esto se deben contar con rutas de chequeo de limpieza e inocuidad de los equipos de arrastre. De igual manera se deberá llevar registro de todo para garantizar el procedimiento, los controles sirven para determinar la presencia de contaminantes físicos y/o microbiológicos, también para revisar que los procedimientos se están siguiendo y definir responsables.

## 2. EVALUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE TRANSPORTE DE AZÚCAR REFINADA EN CONTENEDORES

### 2.1. Distancias de operación del sistema de transporte

El sistema actual de transporte de azúcar refinada en contenedores posee dos variantes de entrega que son: producto azúcar de exportación y producto azúcar para almacenaje en bodegas internas y para la prestación del servicio posee rutas establecidas a conveniencia de la empresa.

Éstas pueden estar constituidas por: rutas internas en terrenos pertenecientes o arrendados a la corporación Magdalena o rutas nacionales en cuales se deben respetar todas las normas gubernamentales. A continuación se detallan las distancias totales y radios de operación para lugares destino de entrega de producto.

Tabla I. **Distancias operativas por exportaciones o almacenamiento de azúcar**

Lugar destino	Radio operación Km.	Distancia total Km.
Puerto Quetzal	44	88
Puerto Sto. Tomas de Castilla	402	804
Cempalin	54	108
Bodegas MPQ Puerto Quetzal	35	70

Fuente: planificación Magrisa, S.A.

## **2.2. Longitudes y pesos máximos de operación actuales**

Actualmente, Magrisa S.A. utiliza una serie de combinaciones vehiculares para el traslado correspondiente del producto a su destino final que cumplen con las especificaciones del Reglamento para el control de pesos y dimensiones de vehículos automotores y sus combinaciones. La utilización de las mismas puede corresponder a factores de rutas, tipo de infraestructura en lugares destino, aumento de productividad y costos.

Las combinaciones actuales utilizadas para el traslado de producto azúcar refinada son:

- T3 – S2: esta combinación especifica un tractor o cabezal con un eje simple (eje direccional) y un eje doble o tándem (eje de tracción), un semirremolque con eje trasero doble (tándem).
- T3 – S2 – R4: esta combinación especifica un tractor o cabezal con un eje simple (eje direccional) y un eje doble o tándem (eje de tracción), un semirremolque con eje trasero doble (tándem) y un remolque con dos ejes de rueda doble o tándem en cada uno de sus extremos.

### **2.2.1. Combinación sencilla**

Este tipo de combinación vehicular es utilizado cuando existen factores de restricción de espacio, pesajes para control de producto terminado y tipos de descarga en lugares destino. Por conveniencia es el menos utilizado para el transporte del producto azúcar refinada en distancias largas debido al aumento del costo por la forma de cobro del servicio.

A continuación se presenta la tabla de comparaciones de longitud y pesos de la combinación sencilla respecto a las especificadas en el Reglamento para el control de pesos y dimensiones de vehículos automotores y sus combinaciones.

**Tabla II. Pesos y dimensiones actuales para el transporte de azúcar refinada con portacontenedores, combinación sencilla**

Tipo de combinación	Especificaciones de Ley		Utilización actual	
	Peso bruto límite	Largo total límite	Peso bruto	Largo total
T3 - S2	37 T = 814 QQ	17,50 m	39,81 T	13 m

Fuente: Reglamento para el Control de Pesos y Dimensiones de Vehículos Automotores y sus Combinaciones, Acuerdo Gubernativo 1084-92.  
Anexo 1, p. 1.

**Tabla III. Pesos y dimensiones actuales para el transporte de azúcar refinada con plataformas modificadas, combinación sencilla**

Tipo de combinación	Especificaciones de ley		Utilización actual	
	Peso bruto límite	Largo total límite	Peso bruto	Largo total
T3 - S2	37 T = 814 QQ	17,50 m	40,1 T	15 m

Fuente: Reglamento para el Control de Pesos y Dimensiones de Vehículos Automotores y sus Combinaciones, Acuerdo Gubernativo 1084-92.  
Anexo 1, p. 1.

### 2.2.2. Combinación doble

La combinación vehicular doble consiste en un cabezal con un eje direccional, un eje tándem de tracción, un semirremolque con eje trasero tándem y un remolque con dos ejes de rueda doble o tándem en cada uno de sus extremos. Esta combinación vehicular es utilizada por el aumento de carga arrastrada por vehículo que proporciona un aumento de productividad, además de ser la combinación más alta permitida por las leyes de tránsito guatemaltecas. Magrisa, S.A. utiliza esta combinación como la mínima de operación en sus actividades cuando éstas no presenten ninguna restricción, teniendo en cuenta que en muchas ocasiones se necesita de una operación adicional de enganche y desenganche en los puntos de carga descarga para los equipos de arrastre, por lo que es necesario definir ésta antes de la prestación del servicio de transporte.

Tabla IV. **Pesos y dimensiones actuales para el transporte de azúcar refinada con portacontenedores, combinación doble**

Tipo de combinación	Especificaciones de ley		Utilización actual	
	Peso bruto límite	Largo total límite	Peso bruto	Largo total
T3 - S2 - R4	57 T = 1254 QQ	23 m	73,86 T	21,6 m

Fuente: Reglamento para el Control de Pesos y Dimensiones de Vehículos Automotores y sus Combinaciones, Acuerdo Gubernativo 1084-92.  
Anexo 1, p. 3.

Tabla V. **Pesos y dimensiones actuales para el transporte de azúcar refinada con plataformas modificadas, combinación doble**

Tipo de combinación	Especificaciones de ley		Utilización actual	
	Peso bruto límite	Largo total límite	Peso bruto	Largo total
T3 - S2 - R4	57 T = 1254 QQ	23 m	74 T	21,05 m

Fuente: Reglamento para el Control de Pesos y Dimensiones de Vehículos Automotores y sus Combinaciones, Acuerdo Gubernativo 1084-92.  
Anexo 1, p. 3.

### **2.2.3. Combinación triple**

La combinación vehicular triple es una variante que Magrisa, S.A. utiliza para aumentar la productividad de los vehículos y equipos de arrastre para la prestación del servicio de transporte de azúcar refinada en contenedores. Es de hacer notar que este tipo de combinación es solo utilizado en rutas internas que poseen su trayectoria sobre fincas y terrenos propios de la corporación Magdalena o en su defecto se poseen los acuerdos de paso sobre rutas nacionales necesarios con el Ministerio de Comunicaciones Infraestructura y Vivienda (MICIVI) autorizadas por la Dirección General de Caminos en su división de planificación y estudios del departamento de Ingeniería de Tránsito.

Esta combinación está compuesta por un semirremolque y dos remolques arrastrados por un vehículo de un eje direccional y un eje tándem de tracción. El vehículo utilizado posee las características necesarias para poder arrastrar estas cargas, y no se tiene ninguna restricción en cuanto a pesos y dimensiones debido a la trayectoria de la ruta utilizada.

Tabla VI. **Pesos y dimensiones actuales para el transporte de azúcar refinada con portacontenedores, combinación triple**

Tipo de combinación	Especificaciones de ley		Utilización actual	
	Peso bruto límite	Largo total límite	Peso bruto	Largo total
No codificada	No especificado	No especificado	107,75 T	31,35 m

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Pesos y dimensiones actuales para el transporte de azúcar refinada con plataformas modificadas, combinación triple**

Tipo de combinación	Especificaciones de ley		Utilización actual	
	Peso bruto límite	Largo total límite	Peso bruto	Largo total
No codificada	No especificado	No especificado	108,15 T	30,42 m

Fuente: elaboración propia.

#### 2.2.4. **Combinación tetra**

La combinación vehicular tetra es otra utilizada para el transporte de azúcar refinada en contenedores con el objetivo de incrementar la productividad de vehículos y equipos de arrastre y ésta consta de un cabezal con eje direccional y un eje tándem de tracción, un semirremolque de eje tándem, y tres remolques con ejes tándem en los extremos.

De igual manera que la anterior combinación, ésta no es afectada por los reglamentos de tránsito en cuanto a sus pesos y dimensiones por las mismas causas.

**Tabla VIII. Pesos y dimensiones actuales para el transporte de azúcar refinada con portacontenedores, combinación tetra**

Tipo de combinación	Especificaciones de ley		Utilización actual	
	Peso bruto límite	Largo total límite	Peso bruto	Largo total
No codificada	No especificado	No especificado	141,99 T	41.25 m

Fuente: elaboración propia.

**Tabla IX. Pesos y dimensiones actuales para el transporte de azúcar refinada con plataformas modificadas, combinación tetra**

Tipo de combinación	Especificaciones de ley		Utilización actual	
	Peso bruto límite	Largo total límite	Peso bruto	Largo total
No codificada	No especificado	No especificado	150,3 T	40,02 m

Fuente: elaboración propia.

### **2.3. Distribución de cargas**

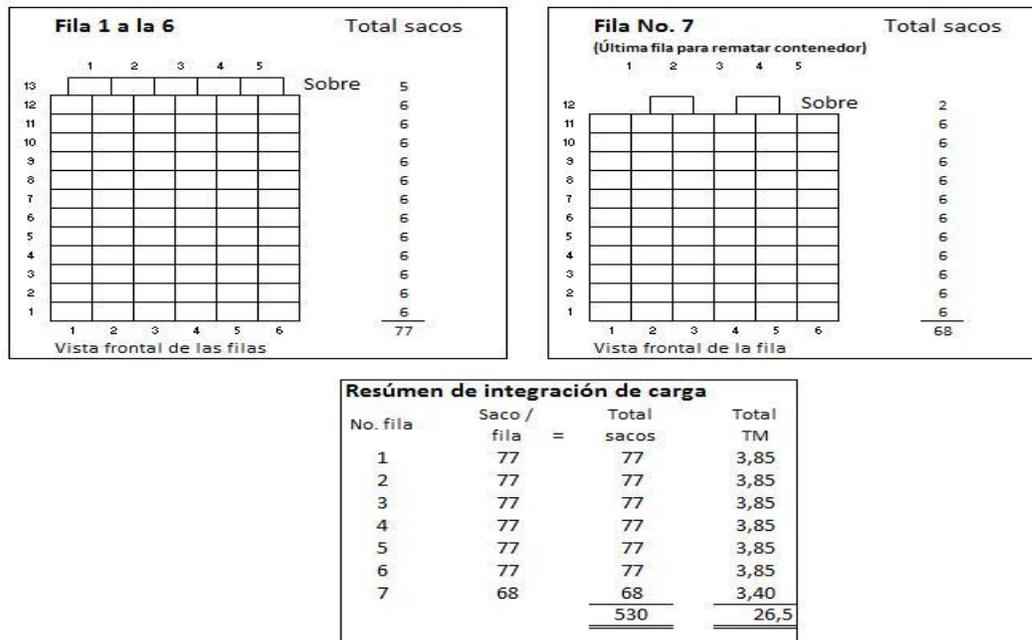
Actualmente las cargas que se transportan con el servicio que presta Magrisa, S.A. son variadas en cuanto a pesos según las especificaciones del cliente, internamente se trata de las áreas de comercialización y producto terminado de la corporación Magdalena. De igual manera existen variaciones en los tipos de empaque y éstas conjugadas modifican las distribuciones de carga dentro de los contenedores utilizados para la exportación y traslado hacia bodegas de almacenaje.

Tabla X. Tipo de empaques utilizados para el transporte de azúcar

Tipo de empaque	Capacidad kg.	Utilización
Saco Verde	50	Almacenaje/exportación
Saco Azul	50	Almacenaje/exportación
Jumbo exportación	1000	Almacenaje/exportación
Jumbo exportación	1150	Almacenaje/exportación
Jumbo exportación	900	Almacenaje/exportación
Jumbo almacenaje	1150	Almacenaje
Jumbo maduración	1150	Almacenaje

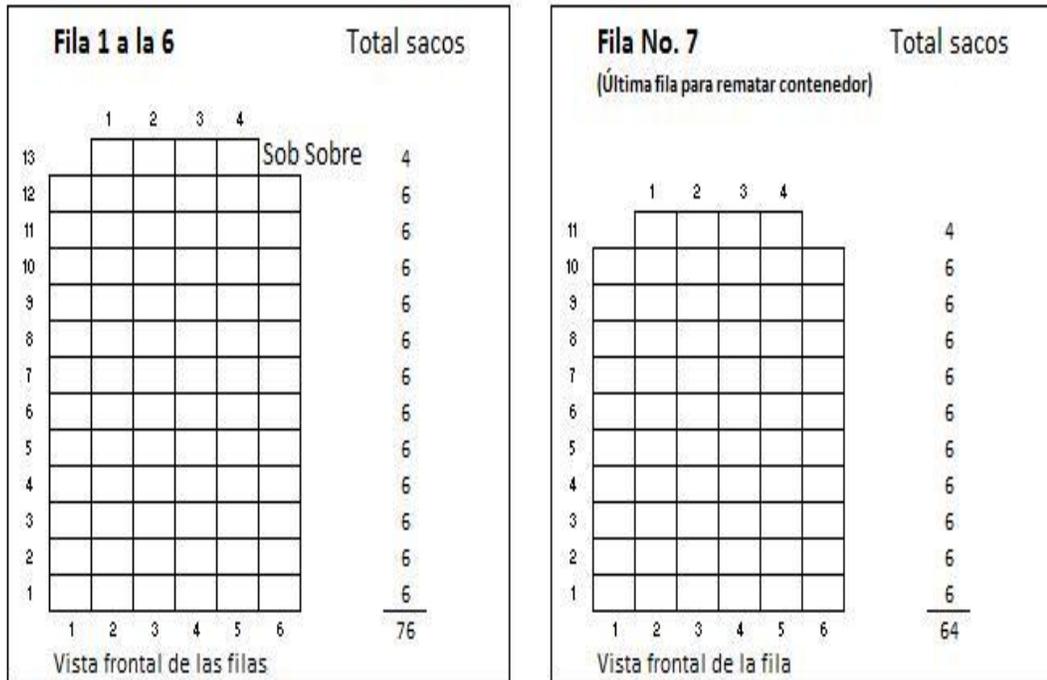
Fuente: logística y atención al cliente, Corporación Magdalena.

Figura 3. Diagrama distribución de carga 26,5 TM, contenedor 20 pies



Fuente: logística y atención al cliente, Corporación Magdalena.

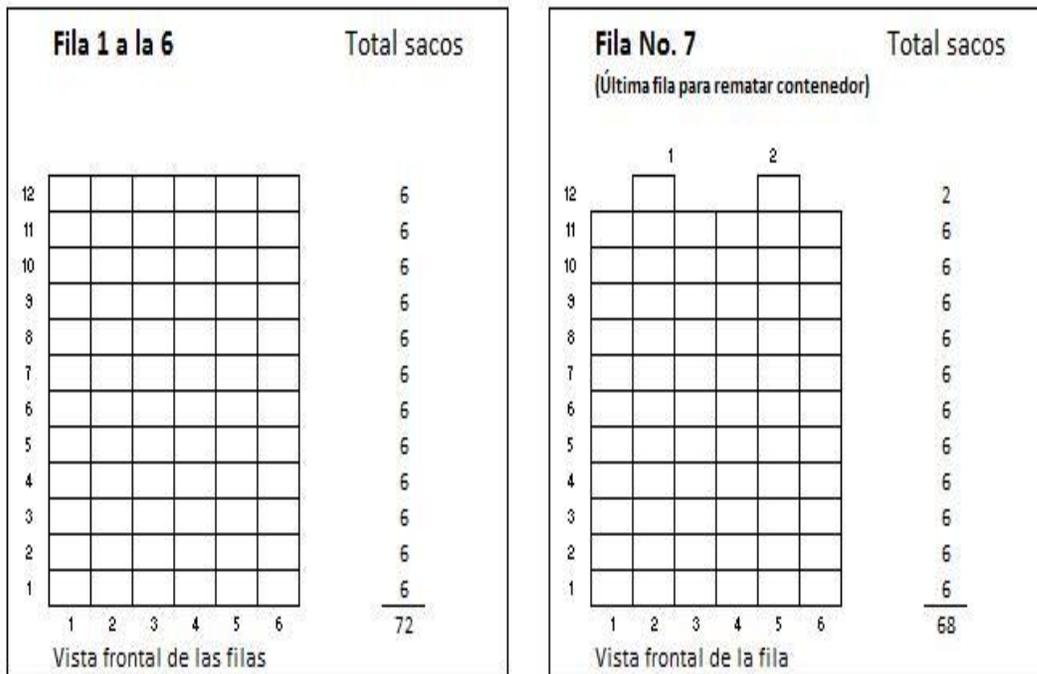
Figura 4. Diagrama distribución de carga 26 TM, contenedor 20 pies



Resumen de integración de carga			
No. Fila	Saco / fila	= Total sacos	Total TM
1	76	76	3,80
2	76	76	3,80
3	76	76	3,80
4	76	76	3,80
5	76	76	3,80
6	76	76	3,80
7	64	64	3,20
		<u>520</u>	<u>26</u>

Fuente: logística y atención al cliente, Corporación Magdalena.

Figura 5. Diagrama distribución de carga 25 TM, contenedor de 20 pies



Resumen de integración de carga			
No. fila	Saco / fila	= Total sacos	Total TM
1	72	72	3,60
2	72	72	3,60
3	72	72	3,60
4	72	72	3,60
5	72	72	3,60
6	72	72	3,60
7	68	68	3,40
		<u>500</u>	<u>25</u>

Fuente: logística y atención al cliente, Corporación Magdalena.

## 2.4. Determinación actual de tarifas de cobro por transporte

El análisis de la determinación de las tarifas de cobro para el transporte de azúcar refinada en contenedores actual, está determinado por un costo unitario de maquinaria utilizada para el transporte de azúcar. Este costo será relacionado con los sacos por combinación y la distancia total recorrida por el vehículo, para esta cantidad de sacos y como denominador la cantidad total de sacos transportados en el período completo. Actualmente el ciclo de transporte está dividido en tres partes, por lo que el costo total de transporte será la adición del costo de los ciclos de carga, ruta y descarga, respectivamente.

Para la determinación del costo por saco transportado, utilizando renta de maquinaria, éste se determina obteniendo un valor por viaje específico al destino, que se producirá de la cantidad de sacos por contenedor contra el valor del saco por destino. El costo del saco por destino utilizando renta de maquinaria, está entonces especificado mediante el total del valor según destino de renta y cantidad de sacos movilizados para ese destino.

- Fórmulas costeo actual transporte de azúcar refinada en contenedores

Total sacos movilizados:                   # viajes hechos X (sacos/viaje)

# Viajes hechos:                               tipo de combinación utilizada

- o Costeo transporte propio

Costo unitario

$$\frac{\text{Material + servicios + costo indirecto}}{\text{Total kilometraje recorrido por categoría combinación}}$$

Costo saco (combinación tetra)

$$\frac{(\text{Sacos X combinación}) \times (\text{costo unitario}) \times (\text{distancia total recorrida})}{\text{Cantidad total de sacos transportados en período contable combinación}}$$

Costo saco (combinación doble)

$$\frac{(\text{Sacos X combinación}) \times (\text{costo unitario}) \times (\text{distancia total recorrida})}{\text{Cantidad total de sacos transportados en período contable por combinación}}$$

Costo saco total

Costo saco (combinación tetra) + Costo saco (combinación doble)

- Costeo transporte rentado

Costo saco renta destino

Total valor renta destino

Cantidad total sacos transportados por renta destino

Total valor renta destino

(Cantidad sacos X contenedor) X (valor sacos destino)

Tabla XI. **Costos unitarios por combinación para el transporte de azúcar refinada (maquinaria propia)**

Categoría de combinación	Costo unitario (Q/km - Hr)
Categoría de 320,000 lbs (tetra) azúcar	12,03
Categoría de 120,000 lbs (dobles) azúcar	72,03

Fuente: planificación Magrisa, S.A.

Tabla XII. **Costos para el transporte de azúcar refinada en contenedores por destinos**

Destino de transporte de azúcar	Costo saco		
	Transporte propio	Transporte renta	Total
Contenedores de imsa a Puerto Quetzal	Q. 0,64	Q. 2,52	Q. 0,66
Barco convencional de imsa a Puerto Quetzal	Q. 0,64	Q. 2,59	Q. 2,57
Contenedores de imsa a Puerto Santo Tomas		Q. 13,92	Q. 13,92
Imsa a bodegas extraingenio y traslado a puerto	Q. 0,81	Q. 2,71	Q. 1,21

Fuente: planificación Magrisa, S.A.

## 2.5. Análisis FODA

Debido al tipo de servicio que se le presta a la corporación Magdalena, se tienen clientes esclavos, esta situación puede representar tanto debilidades como fortalezas, a través del análisis FODA se presenta la situación actual de la empresa.

Figura 6. **Análisis FODA, transporte de azúcar refinada en contenedores**

<p><b>FORTALEZAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Equipo de transporte altamente especializado para el transporte de azúcar refinada</li> <li>Conjunto de rutas internas definidas para aumento de productividad del transporte</li> <li>Establecimiento de acuerdos con autoridades nacionales para aumentar la productividad del transporte</li> <li>Relaciones directas con portuaria y empresas transnacionales de transporte</li> <li>Infraestructura especializada para el mantenimiento de vehículo y maquinaria</li> </ul>	<p><b>OPORTUNIDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Crecimiento de la productividad para el transporte de azúcar refinada</li> <li>Hallazgos de segmentos de mercado con oportunidades para la prestación del servicio de transporte de azúcar refinada fuera de la corporación</li> <li>Migración fácil para el transporte masivo de un producto diferente al azúcar refinada fuera de la corporación</li> </ul>
<p><b>DEBILIDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Clientes esclavos definidos previamente</li> <li>Poca capacitación a personal sobre el transporte específico de azúcar refinada</li> <li>Inversión relativa baja en comparación de los límites de la empresa de transporte</li> <li>Sistemas de operación y mejora continua poco definidos por la gerencia</li> </ul>	<p><b>AMENAZAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fusión con las áreas de comercialización o producto terminado</li> <li>Tercerización total del servicio de transporte de azúcar refinada de parte de la corporación</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.



### 3. DETERMINACIÓN DE TIEMPOS ACTUALES, RUTA, COLAS, MANTENIMIENTOS Y ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE

#### 3.1. Tiempos actuales de ruta

Los ciclos actuales de ruta para el transporte de azúcar refinada en contenedores están definidos desde la salida del equipo tetra de arrastre de la torre de control de azúcar hasta el patio de intercambio en Puerto Quetzal. Este transporte se genera en rutas internas a través de fincas privadas y teniendo pasos provisionales sobre rutas nacionales. Por la disposición de los equipos de arrastre la velocidad promedio es de 40 km/ hr. Estos vehículos son monitoreados mediante la estación de control que verifica los tiempos de ciclo correspondientes.

Tabla XIII. **Tiempo promedio ciclo de ruta transporte azúcar**

Destino	Tiempo promedio minutos
Ciclo ruta	96

Fuente: elaboración propia.

### **3.2. Tiempos actuales de cola y espera en descarga**

La última parte del ciclo completo de transporte se lleva a cabo desde el predio de intercambio en Puerto Quetzal hasta el destino final en la Portuaria Quetzal. Los equipos de arrastre cargados con azúcar refino se transportan hasta el destino final en combinaciones dobles T3S2R4, los ciclos de tiempos correspondientes a esta parte varían de manera considerable, pues existen factores externos que no pueden ser controlados ni minimizados, que en muchos de los casos afectan de manera considerable. Estos factores pueden ser desde un corte de los sistemas digitales de las autoridades correspondientes que permiten el ingreso de mercadería a la portuaria hasta manifestaciones laborales o de otra índole que obstruyen los pasos, y por consiguiente afectan al transporte. A continuación se detallan algunos de estos factores:

- Cortes de sistemas digitales de SAT
- Fallos en sistemas de pesaje interno Portuaria Quetzal
- Largas colas de vehículos de mercadería en horarios pico
- Manifestaciones laborales
- Manifestaciones de índole nacional
- Condiciones climáticas

Tabla XIV. **Tiempos promedio ciclo descarga por destino**

Destino	Tiempo promedio minutos
Expogranel	45
Cobigua	150
Predio Maersk	95

Fuente: elaboración propia.

### **3.3. Tiempos promedio de carga**

El ciclo de carga es mucho más constante que las otras partes del sistema, pues intervienen áreas de la corporación cuyas prioridades se pueden modificar para alcanzar un objetivo. Este segmento del transporte está cuantificado de manera muy precisa pues internamente se tienen puntos específicos donde se recoge la información en sistemas de control. Estos sistemas pertenecen a producto terminado, y los puntos de ingreso de información están distribuidos en:

- Cabina de producto terminado
- Báscula de pesajes para producto terminado
- Isla de carga producto terminado

**Tabla XV. Tiempo promedio ciclo de carga en planta central**

Destino	Tiempo promedio minutos
Ciclo carga	538

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XVI. Tiempo promedio ciclo de carga bodegas externas**

Destino	Tiempo promedio minutos
Ciclo carga	450

Fuente: elaboración propia.

### **3.4. Tiempos promedio de mantenimientos preventivos**

Los mantenimientos preventivos para los vehículos y equipos de transporte de azúcar refinada están previamente definidos por las rutas de mantenimiento creadas para esta actividad. Estas rutas están basadas en aspectos técnicos y experiencias que el área de talleres ha acumulado. Los tiempos promedio difieren de las rutas pues se adicionan los tiempos de generación de orden de trabajo.

Tabla XVII. **Tiempos promedio mantenimientos preventivos**

Actividad	Tiempo promedio minutos
Mantenimiento vehículos	78
Mantenimiento equipo arrastre	50

Fuente: elaboración propia.

### **3.5. Tiempos promedio de mantenimientos correctivos**

Los mantenimientos correctivos son aquellos que ocurren cuando una falla ha sucedido, para los vehículos y equipos de arrastre utilizados para el transporte de azúcar refinada éstos serán las reparaciones de cualquier índole que sean necesarios. Por esta razón se revisarán las correcciones generales o fallas más comunes que se presentan. De igual manera, estas correcciones se hacen abriendo una orden de trabajo en las áreas correspondientes.

### **3.6. Diagramas de operaciones actuales**

El diagrama de operación es el que muestra todas las actividades de las cuales se compone un proceso o procedimiento pero sin medir las distancias las cuales deben ser cubiertas para realizarlas.

#### **3.6.1. Ciclo carga**

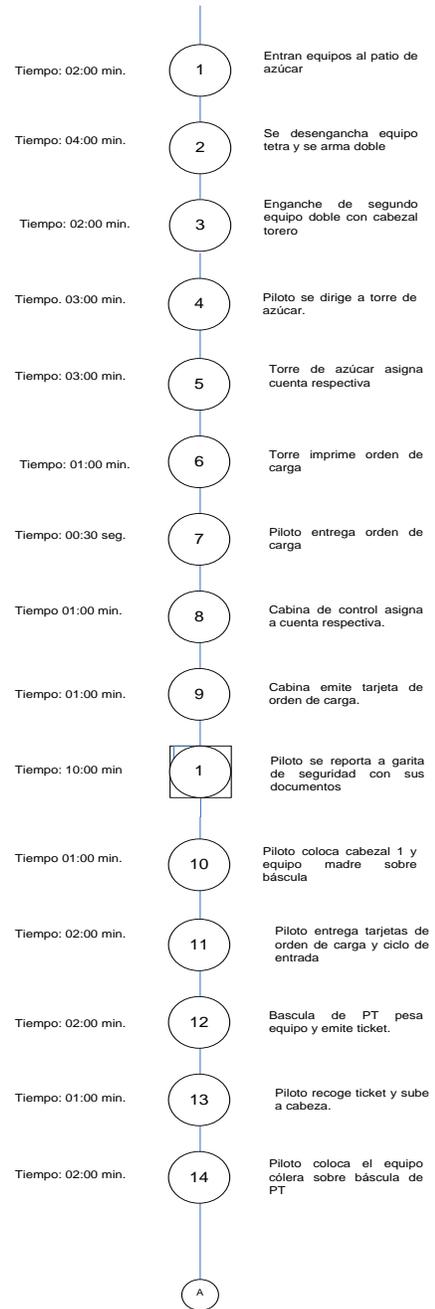
Debido a la complejidad del sistema de transporte de azúcar refinada en contenedores se ha dividido en tres partes. La primera es el ciclo de carga que se refiere a la carga propiamente del producto tanto en bodegas ingenio como las de almacenamiento externo. Ver figura 7.

En bodegas ingenio se cuenta con el sistema de básculas de pesaje, por lo que además del conteo físico en el proceso de carga se da fidelidad del producto enviado mediante los pesajes correspondientes. Para este ciclo se utiliza la combinación doble para el transporte del azúcar refinado. Ver figura 7.

En caso de las bodegas externas, estas cuentan con líneas de carga que tienen incluidos cuenta unidades digitales, accionados por medio de sensores que cuentan los sacos cuando estos se transportan en la fajas hasta los contenedores. También se realiza un conteo físico para obtener una mayor seguridad.

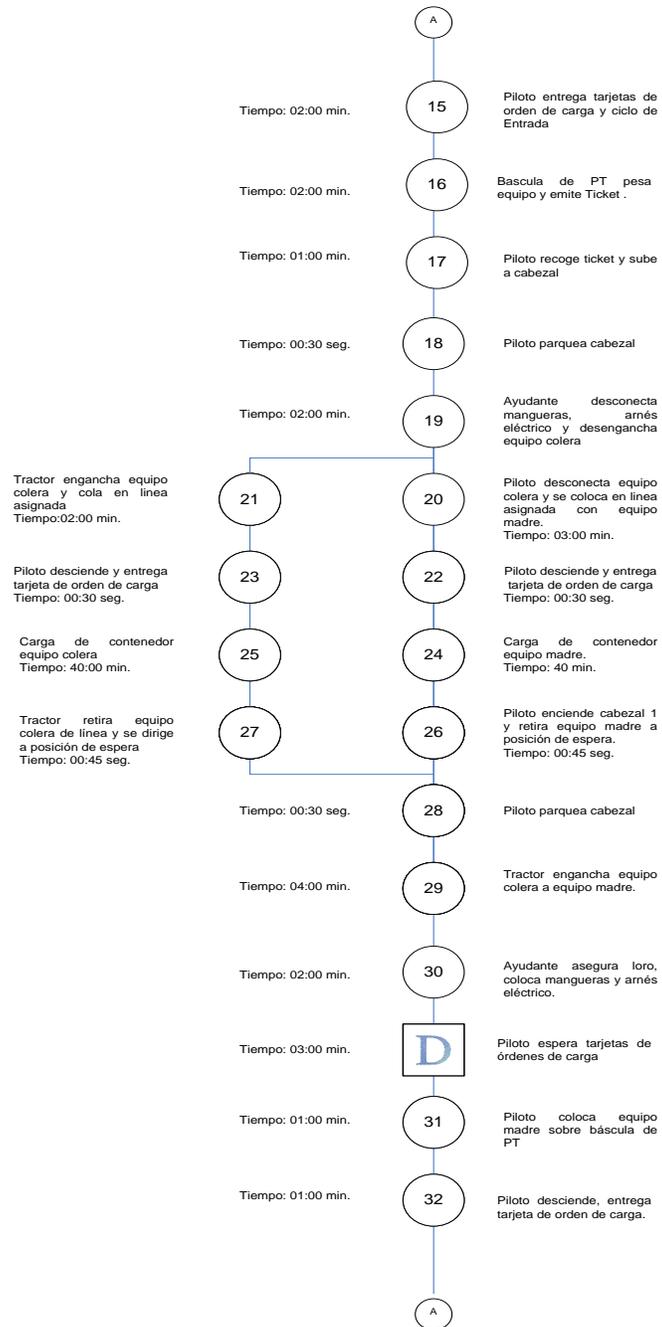
Figura 7. Diagrama de operaciones actual, ciclo de carga

DIAGRAMA DE OPERACIONES PROCESO: CARGA DE CONTENEDORES EXPORTACIÓN MÉTODO: ACTUAL ELABORADOR: JORGE JOEL VALLE GÓMEZ	DEPARTAMENTO: TRANSPORTE HOJA: 1 DE 3 FECHA: MAYO 2011
---	--



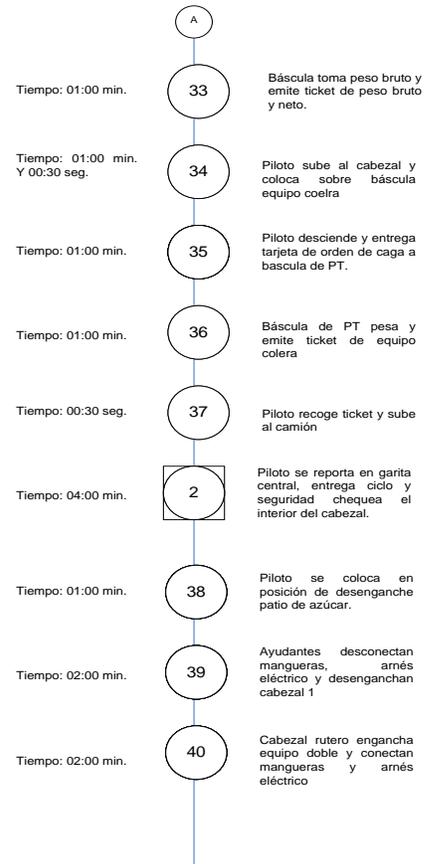
Continuación de la figura 7.

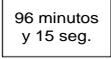
DIAGRAMA DE OPERACIONES PROCESO: CARGA DE CONTENEDORES EXPORTACIÓN MÉTODO: ACTUAL ELABORADOR: JORGE JOEL VALLE GÓMEZ	DEPARTAMENTO: TRANSPORTE HOJA: 2 DE 3 FECHA: MAYO 2011
---	--



Continuación de la figura 7.

DIAGRAMA DE OPERACIONES PROCESO: CARGA DE CONTENEDORES EXPORTACIÓN MÉTODO: ACTUAL ELABORADOR: JORGE JOEL VALLE GÓMEZ	DEPARTAMENTO: TRANSPORTE HOJA: 3 DE 3 FECHA: MAYO 2011
---	--



RESUMEN			
	ACTIVIDAD		
	DEMORA		
	REVISIÓN OPERACIÓN	Y 	

Fuente: elaboración propia.

### **3.6.2. Ciclo ruta**

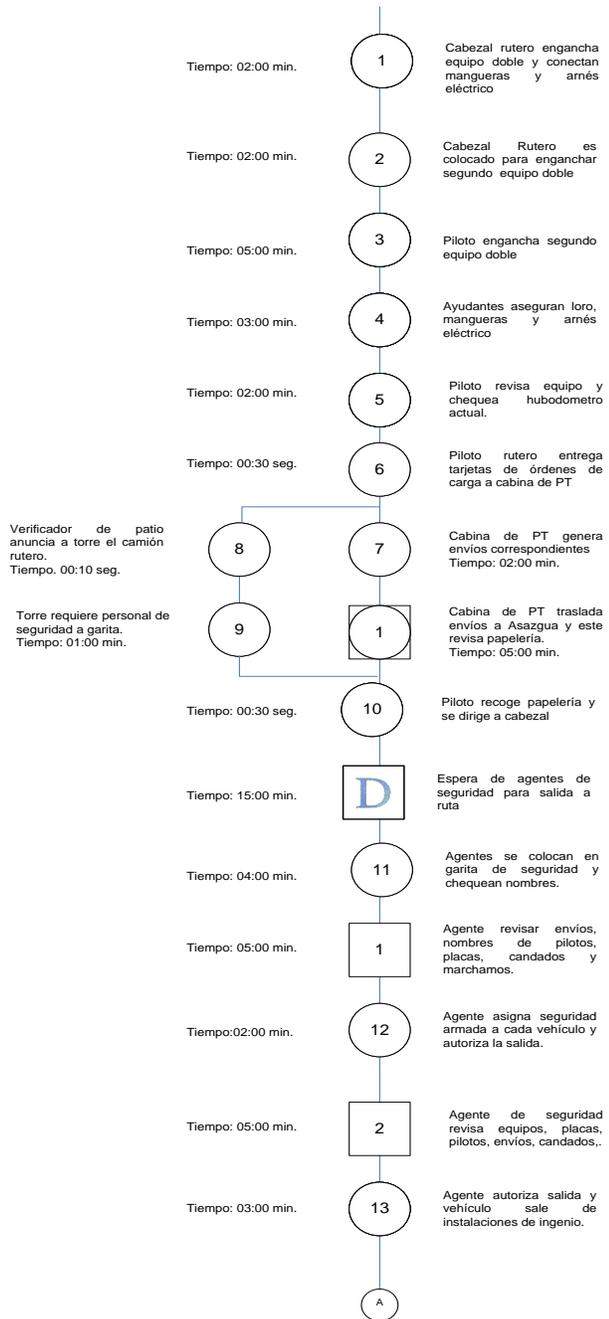
Está comprendido desde la salida de los vehículos de la planta ingenio, o bodegas de almacenamiento interno después de la respectiva carga de producto azúcar, hasta su punto destino o final. Ver figura 8.

Dependiendo del destino, estas variaran en rutas internas, para cargas con destino hacia Puerto Quetzal o bodegas de almacenamiento interno y rutas nacionales e interamericanas en el caso de Puerto Sto. Tomás de Castilla.

Tomando en cuenta el tipo de ruta a utilizarse, variará también las combinaciones de transporte. Rutas nacionales e interamericanas con una combinación no mayor a T3S2R4, cumpliendo con las longitudes y pesos establecidos y para rutas internas solamente definidos por la capacidad de los vehículos y rutas utilizadas.

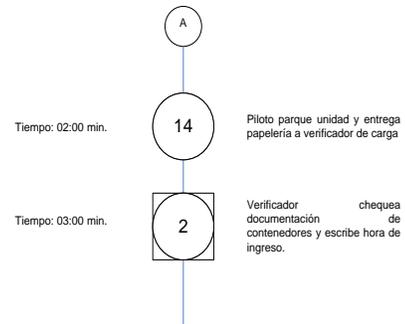
Figura 8. Diagrama de operaciones actual, ciclo de ruta

DIAGRAMA DE OPERACIONES PROCESO: CICLO RUTA CONTENEDORES EXPORTACIÓN MÉTODO: ACTUAL ELABORADOR: JORGE JOEL VALLE GÓMEZ	DEPARTAMENTO: TRANSPORTE HOJA: 1 DE 2 FECHA: MAYO 2011
---	--



Continuación de la figura 8.

DIAGRAMA DE OPERACIONES PROCESO: CICLO RUTA CONTENEDORES EXPORTACIÓN MÉTODO: ACTUAL ELABORADOR: JORGE JOEL VALLE GÓMEZ	DEPARTAMENTO: TRANSPORTE HOJA: 2 DE 2 FECHA: MAYO 2011
---	--



RESUMEN			
	ACTIVIDAD	14	29 minutos y 10 segundos
	DEMORA	1	15 minutos
	REVISIÓN OPERACIÓN	2	8 minutos
	REVISIÓN	2	10 minutos

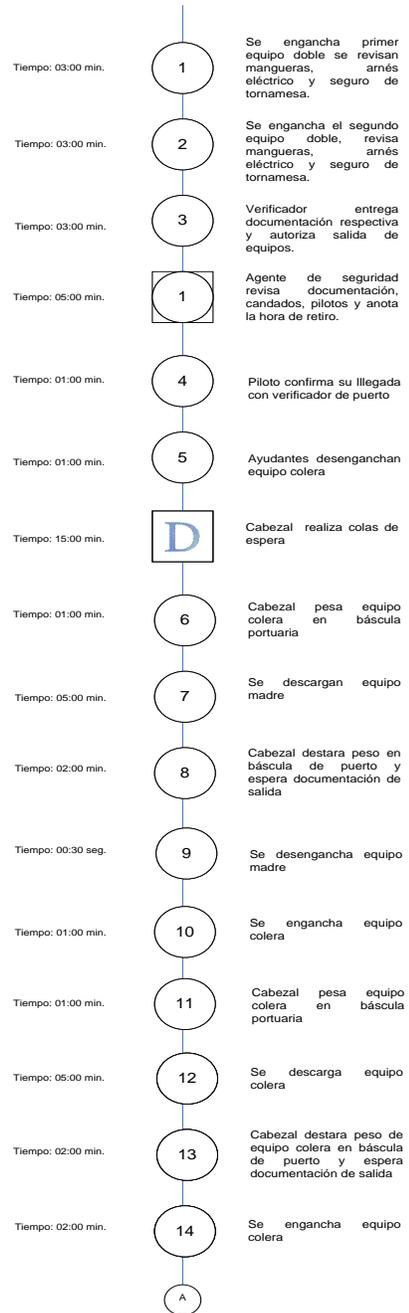
Fuente: elaboración propia.

### 3.6.3. Ciclo descarga

Comprende las actividades realizadas en cada punto destino o final y que se realizan para la entrega del producto azúcar en contenedores. Ver figura 9.

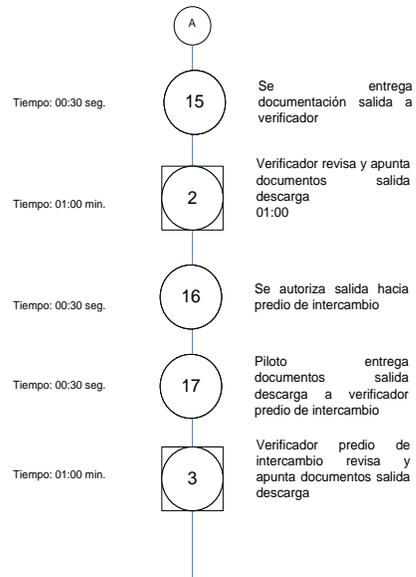
Figura 9. Diagrama de operaciones actual, ciclo de descarga

DIAGRAMA DE OPERACIONES PROCESO: CICLO DESCARGA CONTENEDORES DE EXPORTACIÓN MÉTODO: ACTUAL ELABORADOR: JORGE JOEL VALLE GÓMEZ	DEPARTAMENTO: TRANSPORTE HOJA: 1 DE 2 FECHA: MAYO 2011
--	--



Continuación de la figura 9.

DIAGRAMA DE OPERACIONES PROCESO: CICLO DESCARGA CONTENEDORES DE EXPORTACIÓN MÉTODO: ACTUAL ELABORADOR: JORGE JOEL VALLE GÓMEZ	DEPARTAMENTO: TRANSPORTE HOJA: 2 DE 2 FECHA: MAYO 2011
--	--



RESUMEN			
	ACTIVIDAD	17	32 minutos
	DEMORA	1	15 minutos
	REVISIÓN OPERACIÓN	3	7 minutos
	REVISIÓN	0	0 minutos

Fuente: elaboración propia.

### **3.7. Diagrama de flujo de operaciones actual**

Los diagramas de flujo actuales muestran las actividades que se realizan para el proceso de transporte de azúcar, y a diferencia de los de operaciones éstos incluyen los movimientos de distancia valoradas en metros que son necesarios para la continuidad del proceso.

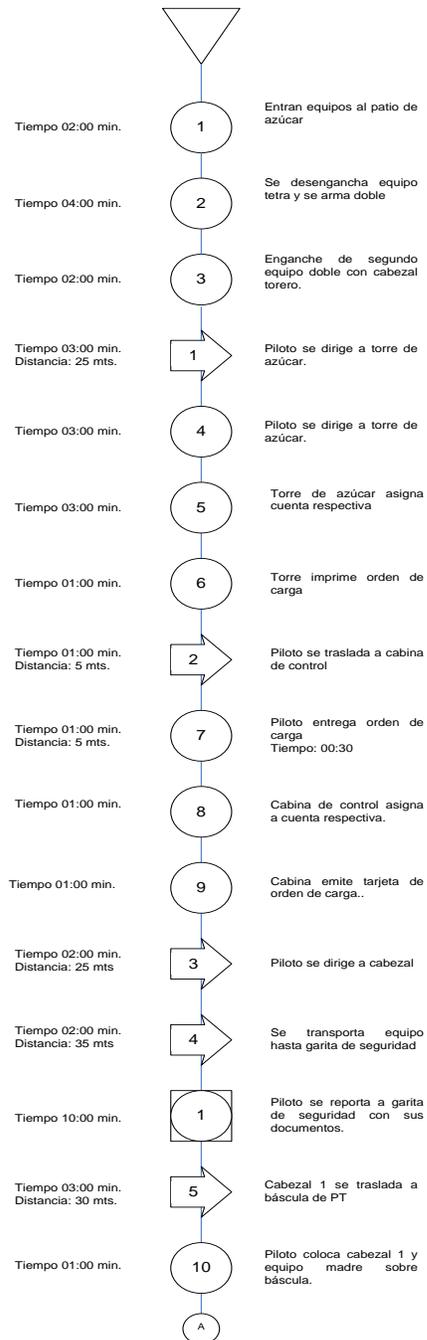
#### **3.7.1. Ciclo carga**

Son las actividades realizadas durante el proceso de ingreso, carga y posterior egreso de las unidades de transporte de la planta ingenio hacia los destinos especificados de exportaciones.

Este segmento del ciclo de transporte involucra el pesaje de los vehículos, e impresión de los documentos de exportación o almacenamiento respectivos. Estas actividades las realizan vehículos y pilotos designados para dicho proceso y evitar pérdidas de tiempo por utilización de personal no capacitado, o que realizan otras actividades de transporte. Ver figura 10.

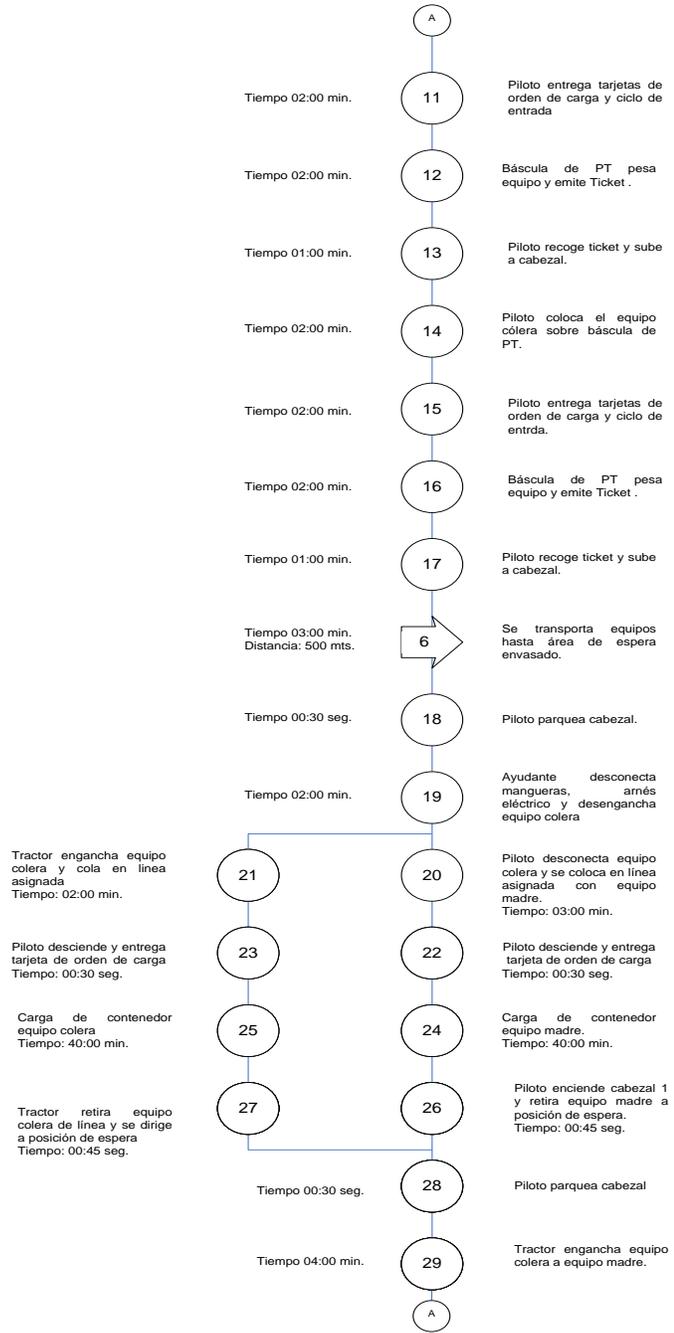
Figura 10. Diagrama de flujo de operaciones actual, ciclo de carga

DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES PROCESO: CARGA DE CONTENEDORES DE EXPORTACIÓN METODO: ACTUAL ELABORADOR: JORGE JOEL VALLE GOMEZ	DEPARTAMENTO: TRANSPORTE HOJA: 1 DE 3 FECHA: JUNIO 2012
---	---



Continuación de figura 10.

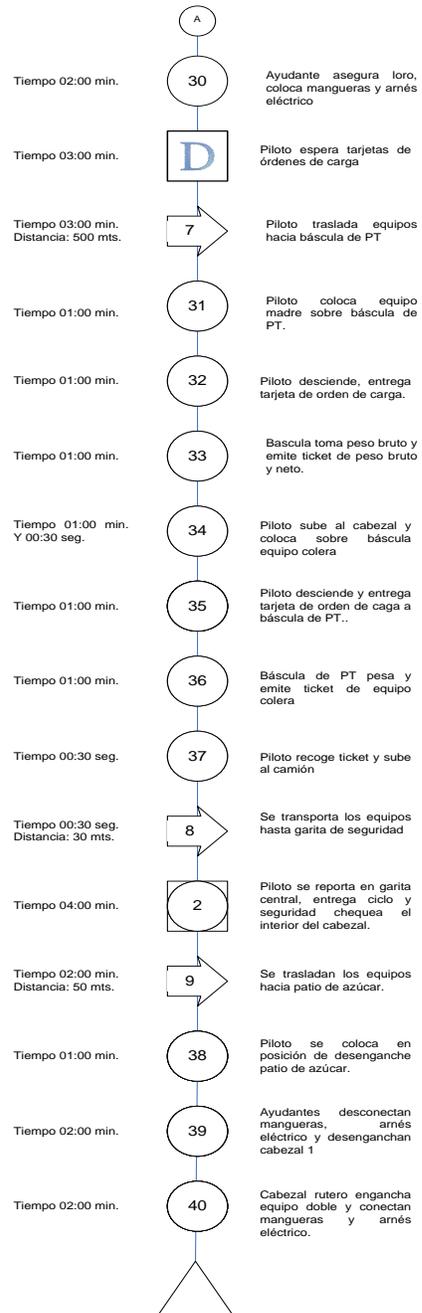
DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES PROCESO: CARGA DE CONTENEDORES DE EXPORTACIÓN METODO: ACTUAL ELABORADOR: JORGE JOEL VALLE GOMEZ	DEPARTAMENTO: TRANSPORTE HOJA: 2 DE 3 FECHA: MAYO 2011
---	--



Continuación de figura 10.

DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES  
 PROCESO: CARGA DE CONTENEDORES DE EXPORTACIÓN  
 METODO: ACTUAL  
 ELABORADOR: JORGE JOEL VALLE GOMEZ

DEPARTAMENTO: TRANSPORTE  
 HOJA: 3 DE 3  
 FECHA: MAYO 2011



RESUMEN			
	ACTIVIDAD	40	96 minutos y 15 segundos
	DEMORA	1	3 minutos
	REVISION Y OPERACIÓN	2	14 minutos
	TRANSPORTE	9	19 minutos y 30 segundos
			1200 metros

Fuente: elaboración propia.

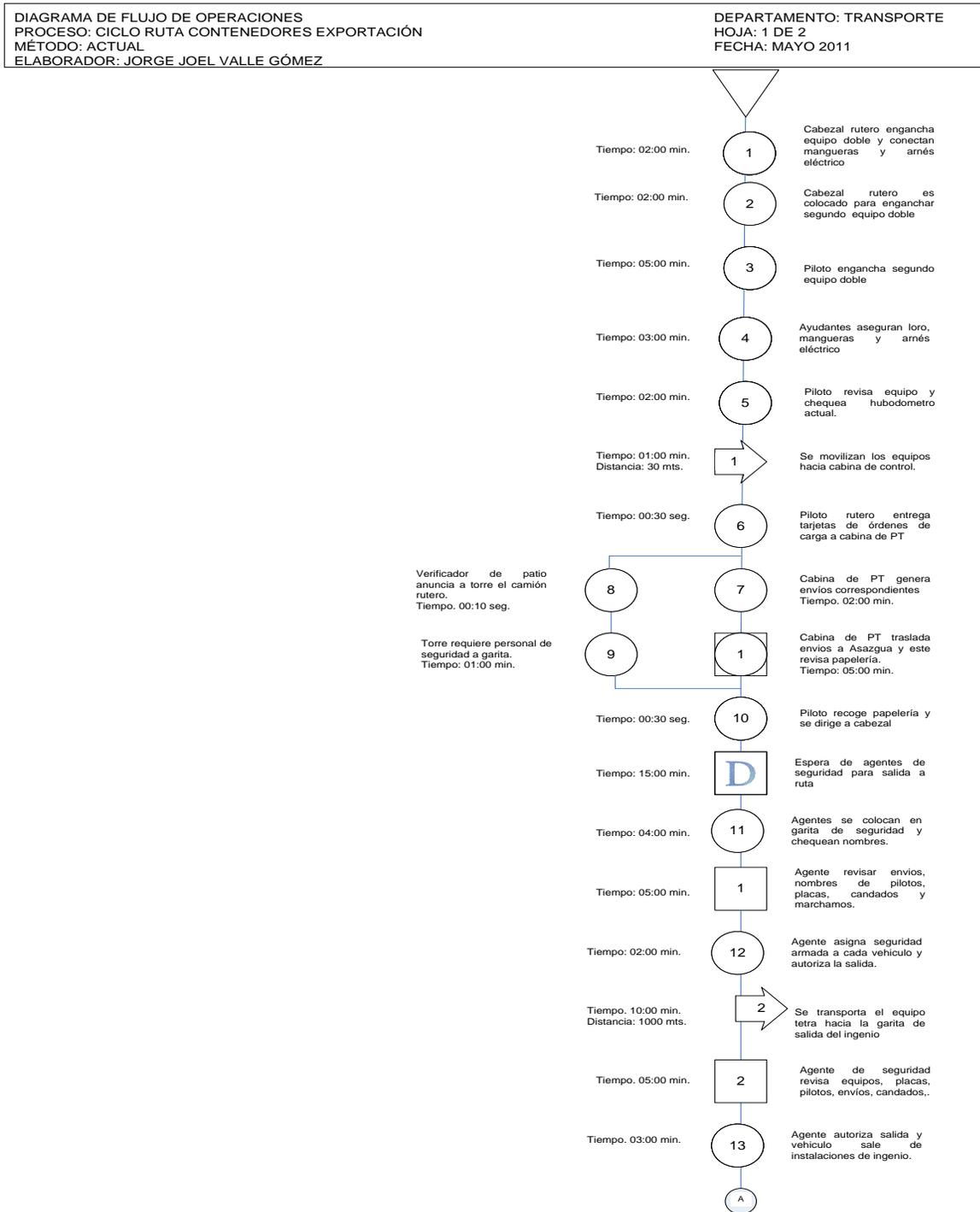
### **3.7.2. Ciclo ruta**

Describe las actividades realizadas desde la salida de los vehículos de la planta ingenio hasta su destino final, incluyendo los movimientos de distancia necesarios para seguir el proceso de transporte.

Dependiendo del destino, estas variaran en rutas internas, para cargas con destino hacia Puerto Quetzal o bodegas de almacenamiento interno y rutas nacionales e interamericanas en el caso de Puerto Sto. Tomás de Castilla.

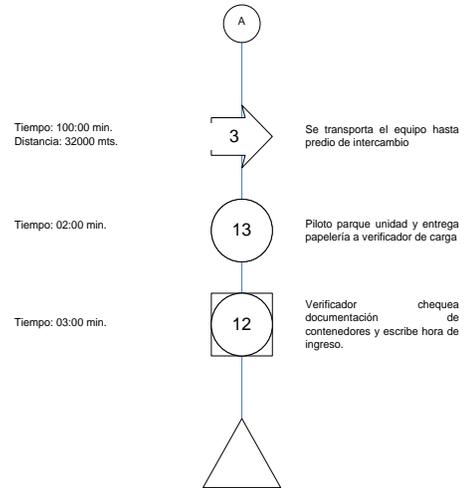
Tomando en cuenta el tipo de ruta a utilizarse, variará también las combinaciones de transporte. Rutas nacionales e interamericanas con una combinación no mayor a T3S2R4, cumpliendo con las longitudes y pesos establecidos y para rutas internas solamente definidos por la capacidad de los vehículos y rutas utilizadas. Ver figura 11.

Figura 11. Diagrama de flujo de operaciones actual, ciclo de ruta



Continuación de la figura 11.

DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES PROCESO: CICLO RUTA CONTENEDORES EXPORTACIÓN MÉTODO: ACTUAL ELABORADOR: JORGE JOEL VALLE GÓMEZ	DEPARTAMENTO: TRANSPORTE HOJA: 2 DE 2 FECHA: MAYO 2011
--	--



RESUMEN				
○	ACTIVIDAD		14	29 minutos y 10 segundos
D	DEMORA		1	15 minutos
○	REVISIÓN OPERACIÓN	Y	2	8 minutos
□	REVISIÓN		2	10 minutos
➡	TRANSPORTE		3	111 minutos
				32130 metros

Fuente: elaboración propia.

### **3.7.3. Ciclo descarga**

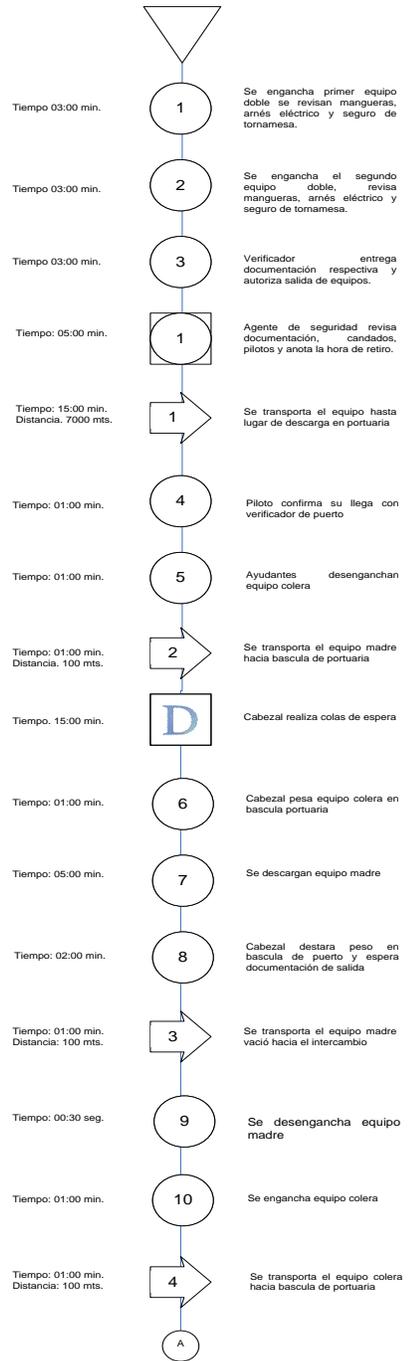
Comprende las actividades realizadas en los destinos finales del producto azúcar en contenedores hasta que se obtienen los documentos de entrega de los mismos.

Estas actividades variaran en algunos pasos según los procedimientos de cada lugar destino. Los Puertos Quetzal y Sto. Tomás de Castilla, no son uniformes en cuanto a sus procesos de descarga de contenedores, por lo que es necesario que un gestor portuario intervenga para la agilización de la documentación de descarga.

Las bodegas internas de almacenamiento variaran levemente, según el predio industrial donde se encuentren así como también cualquier otro requisito adicional que cada una de éstas posea. Ver figura 12.

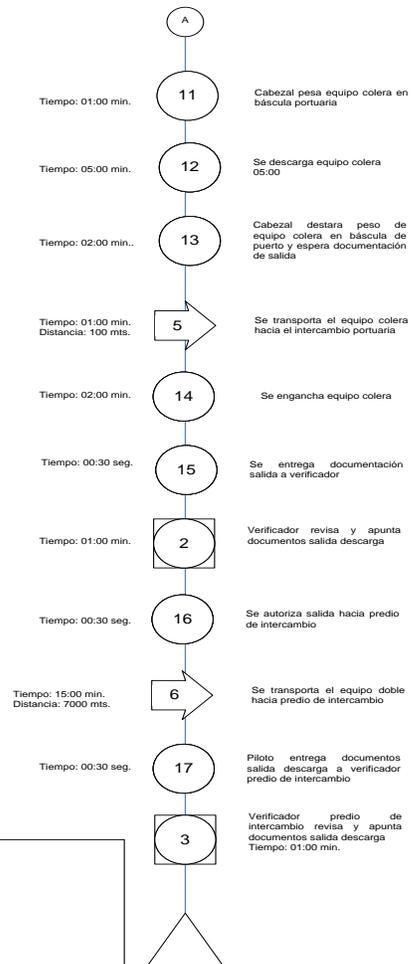
Figura 12. Diagrama de flujo de operaciones actual, ciclo de descarga

DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES PROCESO: CICLO DESCARGA CONTENEDORES DE EXPORTACIÓN MÉTODO: ACTUAL ELABORADOR: JORGE JOEL VALLE GÓMEZ	DEPARTAMENTO: TRANSPORTE HOJA: 1 DE 2 FECHA: MAYO 2011
---	--



Continuación de la figura 12.

DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES PROCESO: CICLO DESCARGA CONTENEDORES DE EXPORTACIÓN MÉTODO: ACTUAL ELABORADOR: JORGE JOEL VALLE GÓMEZ	DEPARTAMENTO: TRANSPORTE HOJA: 2 DE 2 FECHA: MAYO 2011
---	--



RESUMEN				
○ ACTIVIDAD	17	32 minutos		
D DEMORA	1	15 minutos		
◻ REVISIÓN Y OPERACIÓN	3	7 minutos		
□ REVISIÓN	0	0 minutos		
➡ TRANSPORTE	6	34 minutos	14400 metros	

Fuente: elaboración propia.

## **4. ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS PARA EL MONITOREO DEL RENDIMIENTO DE CABEZALES, EQUIPO Y LOS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO ACTUALES**

### **4.1. Rendimientos de combustible por tipo de capacidad**

El rendimiento de combustible para los vehículos utilizados dentro del sistema de transporte es monitoreado por el tipo de combinación que estos halan, de igual manera por el tipo de medición del trabajo que puede ser kilometraje u horometraje.

#### **4.1.1. Cabezales capacidad tetra**

El departamento de transporte de azúcar cuenta con vehículos cabezales de capacidad tetra utilizados para el arrastre de equipos cargados de azúcar en combinaciones mayores a las especificadas por el reglamento para el control de pesos y dimensiones de vehículos automotores y sus combinaciones. El consumo de combustible es determinante para mantener el control de estos vehículos y determinar fallas futuras por alto consumo, así como la seguridad de este recurso por problemas de robo.

Tabla XVIII. **Rendimiento de combustible para vehículos capacidad tetra**

Combinación	Rendimiento Gl/ Hr	Rendimiento km/Gl	Total Km recorridos
Tetra		3,676306306	93 659

Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.2. **Cabezales capacidad doble**

Los vehículos de capacidad doble son los utilizados para los ciclos internos y externos, son los ciclos de carga y descarga, respectivamente, más los tiempos en colas necesarios. Estos vehículos tienen como referencia verificar su recorrido en horas labor, pues debido a las esperas no recorren mucho kilometraje, aunque el motor se mantiene encendido consumiendo así combustible, por lo que la medición se hace indispensable mediante este método.

Tabla XIX. **Rendimiento de combustible para vehículos capacidad doble**

Combinación	Rendimiento Gl/ hr	Rendimiento km/Gl	Total hr. utilizadas
Doble	1,535606061		16 853,9

Fuente: elaboración propia.

## **4.2. Rendimiento de neumáticos por tipo de capacidad**

Los neumáticos es otro de los factores que deben controlarse para el buen funcionamiento del sistema de transportes. Es uno de los gastos mas altos en cuanto a materiales e insumos se refiere, y por consiguiente se deberán obtener los mejores resultados para su aprovechamiento.

### **4.2.1. Cabezales capacidad tetra**

El rendimiento de neumáticos es medido según características previamente especificadas, así como las posiciones en las cuales se encuentran, pues éste es un factor que influye de manera muy grande en el rendimiento de los mismos. Las características de medición son:

- Marca
- Aplicación
- Estado
- Posición

El análisis de los datos está enfocado al rendimiento de neumáticos por treinta-dosavos de pulgada en desgaste versus kilometraje recorrido por los vehículos de capacidad tetra hasta una nueva medición de profundidad para cada casco.

Es de hacer notar que, para la aplicación vehículos de capacidad tetra los rendimiento de los neumáticos delanteros son mucho mejores que para los neumáticos de tracción, pues este tipo de vehículos atienden el ciclo de ruta (transporte de distancias largas), por lo que es de esperarse estos últimos sufren de un gran desgaste.

Tabla XX. **Rendimiento neumáticos delanteros para vehículos capacidad tetra**

Tipo de recorrido	Vehículo/capacidad	Estado neumático	Rendimiento ( Km u horas)/32 de desgaste
HR	Tetra	Nueva	99,75
KM	Tetra	Nueva	2 401,12

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Rendimiento neumáticos de tracción para vehículos capacidad tetra**

Tipo de recorrido	Vehículo/capacidad	Estado neumático	Rendimiento (Km u horas)/32 de desgaste
HR	Tetra	Nueva	82,42
KM	Tetra	Nueva	1 411,12
KM	Tetra	Vitalizada	1 854,12

Fuente: elaboración propia.

#### 4.2.2. **Cabezales capacidad doble**

La diferencia que existe para el análisis del rendimiento de los neumáticos para los vehículos de capacidad doble es la forma en que se contabilizan las distancias recorridas entre mediciones de profundidad para los cascos de los neumáticos. De nuevo este está enfocado al desgaste por treinta – dosavos de pulgada en desgaste por la cantidad de horas trabajadas del vehículo.

**Tabla XXII. Rendimiento neumáticos delanteros para vehículos capacidad doble**

Tipo de recorrido	Vehículo/ capacidad	Estado neumático	Rendimiento hora/32 de desgaste
HR	Intercambio	Nueva	45,42

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XXIII. Rendimiento neumáticos de tracción para vehículos capacidad doble**

Tipo de Recorrido	Vehículo/ capacidad	Estado neumático	Rendimiento hora/32 de desgaste
HR	Intercambio	Nueva	90,83

Fuente: elaboración propia.

Debido a que este tipo de vehículos es utilizado en los ciclos de carga y descarga se ven muy grandemente diferenciados los rendimientos de los neumáticos delanteros, pues éstos sufren de mayor desgaste para esta aplicación por el trabajo de enganche – desenganche de equipos de arrastre, cargados y vacíos lo que provoca un mayor desgaste.

En cambio, y debido a que estos vehículos dentro del ciclo se mantienen constantemente en colas de espera, los neumáticos traseros poseen un mayor rendimiento por treinta – dosavos de pulgada respecto a su desgaste.

### 4.2.3. Equipos de arrastre

Para el equipo de arrastre, el análisis de rendimiento está basado en las mismas características definidas antes en los vehículos cabezales. En la actualidad, los equipos de arrastre varían en portacontenedores y plataformas modificadas para transportar contenedores de veinte y cuarenta pies, por lo que existen variaciones por este motivo y además por las cargas definidas.

Los principales problemas que pueden afectar los neumáticos de los equipos de arrastre son golpes laterales, que debilitan las paredes de los mismos y provocan dilataciones en la estructura de construcción de las mimas y pueden observarse por los (chinchones) comúnmente llamados. Otro es, las pérdidas totales por estallido debido a pinchazos no atendidos sobre ruta. Este resultado es consecuencia de las combinaciones, pues muchas de las veces los pilotos no detectan estos problemas y siguen rodando los neumáticos hasta que éstos quedan totalmente deteriorados.

Tabla XXIV. **Rendimiento neumáticos para equipos de arrastre transporte de azúcar**

Tipo de recorrido	Equipo arrastre	Estado neumático	Rendimiento Km/32 de desgaste
KM	Portacontenedor	Nueva	8 300
KM	Portacontenedor	Vitalizada	8 950
KM	Plataforma modificada	Nueva	8 500
KM	Plataforma modificada	Vitalizada	9 000

Fuente: elaboración propia.

Los resultados del análisis muestran un rendimiento alto en los neumáticos utilizados para el equipo de arrastre. De igual manera, una diferencia entre los vitalizados y los cascos nuevos, esta diferencia se da debido a la aplicación del vitalizado, comúnmente combinada. Los factores principales que aumentan el rendimiento son: no tienen trabajo de tracción y no tienen trabajo direccional.

### **4.3. Equipos de arrastre**

Se considera equipo de arrastre todo aquel que sea utilizado como un medio de transporte de azúcar refinada, para el caso del sistema de transporte se tratara de portacontenedores que van halados por un vehículo cabezal de tres ejes.

#### **4.3.1. Rendimiento actual de cargas transportadas**

Las condiciones actuales del sistema de transporte de azúcar refinada en contenedores, hace que éste tenga un bajo rendimiento en su eficiencia. El principal de éstos son las pérdidas constantes de tiempo a lo largo de ciclo total que afecta en el no cumplimiento de los ciclos propuestos, de la misma manera esto aumenta la cantidad de equipos necesarios dentro del sistema y hace sobrecargar a éste creando actividades extras de control y excediendo el presupuesto mensual y total para el área de transporte. La medición del rendimiento de actual de cargas para los equipos de arrastre se da por cada veinticuatro horas de labor transcurridas, y miden cuántas toneladas éste movilizará. Así pues, el indicador será toneladas arrastradas por día.

Tabla XXV. **Rendimientos para equipos de transporte de azúcar**

Tipo de equipo	Ton/día	Viajes/día
Equipo de arrastre	39,75	1,5

Fuente: elaboración propia.

#### **4.4. Mantenimiento de cabezales**

Como se ha especificado el mantenimiento es uno de los más importantes procesos para el aprovechamiento de la vida útil de los vehículos y equipos de arrastre, para el sistema de transporte de azúcar en contenedores, se establecen los mantenimientos de vehículos cabezales por medio de los kilómetros recorridos en un tiempo determinado. Así pues según la cantidad de éstos se tendrán rutinas establecidas que se deberán cumplir para asegurar el objetivo.

##### **4.4.1. Ruta de mantenimiento mecánico**

Las rutas de mantenimiento de cabezales están enfocadas a prevenir futuros daños por fallas de partes o al corregimiento oportuno de las que ya están ocurriendo en su etapa inicial. Talleres de servicio, que es el área encargada de proveer los mantenimientos mecánicos a los vehículos cabezales enfoca éste en mantenimientos preventivos y programados para los cuales posee rutas específicas. Las rutas entre vehículos para el transporte de azúcar y transporte de caña difieren en unas pocas revisiones extras debido a la aplicación de ruta que los vehículos de transporte de caña poseen.

#### **4.4.1.1. Mantenimientos preventivos**

La ruta de mantenimiento preventivo para vehículos cabezales está fundamentada en una serie de revisiones previamente seleccionadas por bases técnicas del fabricante y experiencias según aplicaciones de los vehículos. Las rutas de mantenimiento actuales son programadas por cantidad de tiempo entre éstas. El calendario de mantenimiento se da cada semana y los vehículos están programados un día específico de ésta; los operadores pueden verificarlo por un color colocado en el búmer de los vehículos. La ruta del mantenimiento preventivo está subdividido en varias partes que son: revisión mecánica, engrase, pintura y aire acondicionado. Ver figura 12.

Figura 13. **Mantenimiento preventivo (división mecánica)**

<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO:</b>			
<b>TALLER DE SERVICIOS "FAST-TRACK"</b>			
<b>RUTA DE MANTENIMIENTO DE CABEZALES.</b>			
<b>REVISADOR Y ENGRASADOR "A"</b>			
<b>"MOTOR"</b>			
RUTA	ETAPA	ACTIVIDAD	
1	1.1	Revisar nivel de aceite del motor (caso necesario) nivelar.	15 seg.
	1.2	Revisar nivel de aceite hidráulico (caso necesario) nivelar.	15 seg.
	1.3	Revisar fugas y estado de mangueras del hidráulico.	30 seg.
	1.4	Revisar estado de fajas y polea de ventilador.	30 seg.
	1.5	Revisar fugas de aceite en <motor>	30 seg.
<b>"SISTEMA DE ADMISIÓN"</b>			
RUTA	ETAPA	ACTIVIDAD.	
2	2.1	Revisar restrictor (cuanto marca)	15 seg.
	2.2	Reapriete de abrasaderas y revisar-estado de mangueras.	1 minuto
	2.3	Revisar tubería y Intercooler.	30 seg.
<b>"SISTEMA DE ENFRIAMIENTO"</b>			
RUTA	ETAPA	ACTIVIDAD.	
3	3.1	Revisar fuga refrigerante en radiador.	30 seg.
	3.2	Revisar visor de refrigerante (caso necesario) nivelar.	1 minuto
	3.3	Revisar fuga en bomba de agua.	30 seg.
	3.4	Revisar estado de mangueras.	30 seg.
	3.5	Revisar cargador y tensor del mismo.	30 seg.
<b>"TREN DELANTERO"</b>			
RUTA	ETAPA	ACTIVIDAD.	
4	4.1	Levantar para revisar juego de kingpines, juego en bufas y cojinetes.	2 minutos
	4.2	Revisar estado de resortes bushines y pasadores.	30 seg.

Continuación figura 13.

<b>"DIRECCIÓN"</b>			
RUTA	ETAPA	ACTIVIDAD.	
5	5.1	Revisar estado de barilla larga y terminales	1 minuto
	5.2	Revisar brazos auxiliares y terminales.	30 seg.
	5.3	Revisar brazo pitman.	15 seg.
	5.4	Revisar fuga en caja timon, y revisar caña timon.	30 seg.

<b>"SISTEMA DE TRANSMISIÓN.</b>			
RUTA	ETAPA	ACTIVIDAD.	
6	6.1	Revisar caja y reapriete de tornillos de concha.	1 minuto
	6.2	Revisar fugas nivel de aceite.	30 seg.
	6.3	Revisar cargadores de motor.	1 minuto
	6.4	Rev. estado de barillas y terminales sist-embraque (caso necesario) graduar clutch	1 minuto
	6.5	Ajustar tornillos de dados.	2 minutos
	6.6	Revisar sellos yugos, cruces, graseras y cargadores.	1 minuto

<b>"REVISAR EJES TRASEROS"</b>			
RUTA	ETAPA	ACTIVIDAD.	
7	7.1	Levantar y revisar juego axial cojinetes y bufas. (revisar respiraderos)	4 minutos
	7.2	Revisar tornillos de centro y lañas flojas.	30 seg.
	7.3	Revisar niveles catarinas eje 2 y 3 y nivelar si fuese necesario	1 minuto y 30 seg.
	7.4	Revisar estado de tensores y bushines.	30 seg.
	7.5	Revisar bolsas suspensiones-neumáticas.	30 seg.
	7.6	Revisar fugas termofrenos y estado de mangueras.	2 minutos

<b>"CHASIS"</b>			
RUTA	ETAPA	ACTIVIDAD.	
8	8.1	Rajaduras cargadores de resortajes.	1 minuto
	8.2	Revisar puentes de cabina y puentes de tornamesa.	1 minuto
	8.3	Revisar puentes de radiador.	30 seg.
	8.4	Revisar bases y cargadores de tanques diesel.	30 seg.
	8.5	Revisar caja de baterías.	30 seg.

Continuación figura 13.

<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO:</b>			
<b>TALLER DE SERVICIOS "FAST-TRACK"</b>			
<b>RUTA DE MANTENIMIENTO "ENGRASADOR "B"</b>			
<b>"MOTOR"</b>			
RUTA	ETAPA	ACTIVIDAD.	
1	1.1	Engrase de poleas y ventilador	30 seg.
	1.2	Engrase de bomba de agua	30 seg.
<b>"TREN DELANTERO"</b>			
RUTA	ETAPA	ACTIVIDAD.	
2	2.1	Engrase de king pines	1 minuto
	2.2	Engrase de fundas y ratch	1 minuto
	2.3	Engrase de pasadores de bushines de resortes delanteros	1 minuto
<b>"DIRECCION"</b>			
RUTA	ETAPA	ACTIVIDAD.	
3	3.1	Engrase de terminales de barilla y brazo auxiliar	1 minuto
	3.2	Engrase de cruces de caña timon	1 minuto
	3.3	Engrase de caja timon	30 seg.
<b>"CAJA"</b>			
RUTA	ETAPA	ACTIVIDAD	
4	4.1	Engrase de collarin	1 minuto
	4.2	Engrase de terminales varillas del clutch	30 seg.
	4.3	Engrase de cruces de transmisión	2 minutos

Continuación figura 13.

<b>"EJES TRASEROS"</b>			
RUTA	ETAPA	ACTIVIDAD.	
5	5.1	Engrase de fundas de "S"	1 minuto y 30 seg.
	5.2	Engrase de ratch's	1 minuto
	5.3	Engrase de bushines de resortes traseros	1 minuto
	5.4	Engrase de brazos tándem	30 seg.

<b>"TORNAMEZA"</b>			
RUTA	ETAPA	ACTIVIDAD.	
6	6.1	Revisar desajuste de tornamesa.	3 minutos
	6.2	Engrase de tornamesa y bases internas.	2 minutos

<b>Total tiempo ruta mantenimiento preventivo mecánico</b>	30 minutos 30 segundos
--	---------------------------

Fuente: taller de servicios Magrisa, S.A.

Figura 14. **Mantenimiento preventivo (división pintura)**

<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO:</b>			
<b>TALLER DE SERVICIOS "FAST-TRACK"</b>			
<b>RUTA DE MANTENIMIENTO "PINTURA"</b>			
<b>"CABINA"</b>			
<b>RUTA</b>	<b>ETAPA</b>	<b>ACTIVIDAD.</b>	<b>PROMEDIO.</b>
<b>1</b>	<b>1.1</b>	Rev.-engrase de chapas visagras,empaques,vidrios,pintura de portezuelas	4 minutos
	<b>1.2</b>	Revisar cargadores de capo	30 seg.
	<b>1.3</b>	Revisar cabuz y empaques	30 seg.
	<b>1.4</b>	Revisar tablero ajustarlo	2 minutos
	<b>1.5</b>	Revisar estado de tapiceria interna	30 seg.
	<b>1.6</b>	Revisar funcionamiento de plumillas	30 seg.
	<b>1.7</b>	Revisar marcos y retrovisores	30 seg.
	<b>1.8</b>	Revisar loderas pasamanos y aletones	30 seg.
<b>"CHASIS"</b>			
<b>RUTA</b>	<b>ETAPA</b>	<b>ACTIVIDAD.</b>	<b>PROMEDIO.</b>
<b>2</b>	<b>2.1</b>	Revisar tensores tapaderas de baterias (caso necesario) cambiarlo	1 minuto
	<b>2.2</b>	Revisar y reparar estribos de tanques combustibles	1 minuto
<b>"CAPO"</b>			
<b>RUTA</b>	<b>ETAPA</b>	<b>ACTIVIDAD.</b>	<b>PROMEDIO.</b>
<b>3</b>	<b>3.1</b>	Revisar y ajustar persiana	1 minuto
	<b>3.2</b>	Revisar bushines y visagras de capo	1 minuto
	<b>3.3</b>	Revisar cables y bases del Capo	1 minuto
	<b>3.4</b>	Codificar numeros de I.D. de búmer y portezuelas	30 seg.
	<b>3.5</b>	Ajustar búmer	30 seg.
<b>Total tiempo ruta mantenimiento preventivo, pintura</b>			<b>15 minutos</b>

Fuente: taller de servicios Magrisa, S.A.

Figura 15. **Mantenimiento preventivo (división aire acondicionado)**

No.	Descripción	Observaciones	Tiempo/parcial	Tiempo total
1	Sopleteo en cabina	Desmontaje tapaderas	1 minuto	
		Sopleteo evaporador	30 seg.	
		Sopleteo drenaje	15 seg.	
		Sopleteo sist. Eléctrico . (sujetación de arneses)	15 seg.	
		Sopleteo motor ventilador	15 seg.	
		Sopleteo a cabina	15 seg.	
		Montaje tapaderas	1 minuto	
		<b>Subtotal</b>		<b>03:30</b>
2	Sopleto condensador	Sopleteo condensador	3 minutos	
		Aletas condensador (enderezar)	5 minutos	
		Revisar malla (capo)	30 seg.	
		<b>Subtotal</b>	<b>08:30</b>	<b>8 minutos y 30 seg.</b>
3	Base compresor	Revisar tornillos base compresor	15 seg.	
		Revisar faja	15 seg.	
		Revisar cojinete polea	15 seg.	
		Revisar sello compresor	15 seg.	
		Revisar polea	15 seg.	
		Revisar alineación compresor faja	15 seg.	
		<b>Subtotal</b>	<b>01:30</b>	<b>1 minuto y 30 seg.</b>
4	Revisar acoples	Revisar acoples	15 seg.	
		Revisar mangueras	15 seg.	
		Revisar cables (presostatos,compresor)	15 seg.	
		<b>Subtotal</b>	<b>00:45</b>	<b>45 segundos.</b>
5	Verificar temperaturas en cabina	Verificar temperaturas en cabina	2 minutos	
		Revisar presiones (si es necesario)	3 minutos	
		<b>Subtotal</b>	<b>05:00</b>	<b>5 minutos</b>
			<b>Total</b>	<b>19 minutos y 30 seg.</b>

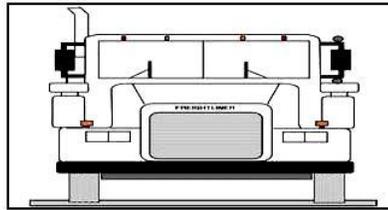
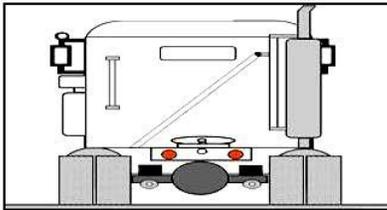
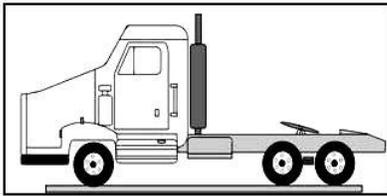
Total tiempo ruta mantenimiento preventivo, pintura	19 minutos y 30 seg.
---	----------------------

Fuente: taller de servicios Magrisa, S.A.

Figura 16. **Mantenimiento preventivo (división llantera)**

RUTA	ETAPA	ACTIVIDAD	TIEMPO
1	1.1	Revisar estado físico del aro	4 minutos
	1.2	Revisar estado físico de la válvula	3 minutos
	1.3	Limpiar válvula de llanta	2 minutos
	1.4	Revisar presión de llanta	3 minutos
	1.5	Revisar centros y topes de válvulas	2 minutos
	1.6	Revisar gemelado de llantas	3 minutos
	1.7	Revisar profundidad de llantas	3 minutos
	1.8	Identificar marcado y posición de llanta por ID.	3 minutos
	1.9	Reapriete de chuchos y revisión de esparragos	2 minutos

Total tiempo ruta mantenimiento preventivo, llantera 25 minutos



Fuente: taller de servicios Magrisa, S.A.

#### 4.4.1.2. **Mantenimientos programados**

Los mantenimientos programados se utilizan para el cambio de aceites y arreglos mayores que necesiten los vehículos y están basados en especificaciones técnicas y aplicaciones de los vehículos. Este tipo de servicio se realiza y calendariza por el kilometraje o horas recorridas durante un periodo de tiempo promedio y son categorizadas en tipo A, B, C y D respectivamente. Estas categorías especifican la profundidad de la revisión, cambio de partes o accesorios, siendo el servicio tipo D el mayor de éstos.

Todos los tipos de servicios programados se realizan luego de 5 000 km de recorrido entre el anterior y posterior.

Figura 17. Ruta de servicio tipo (A) para cabezales

NOTA: Servicio de cabezales a 5000 km

		Tipo A (15:25 hr)	
A		A	Minutos
<b>A. Lubricación</b>			
Inspeccionar fugas de aceite	x		5
Cambio de filtros de aceite de motor	x		10
Cambio de aceite de motor	x		30
<b>B. Motor</b>			
Revisar y tensar fajas	x		10
Cambiar fajas en general			
<b>C. Admisión</b>			
Revisar el restrictor de aire	x		5
Revisar juego axial y radial turbo			
Inspeccion de mangueras y juntas sistema de admision silicona	x		5
Limpieza de filtro de admisión	x		10
Cambio de filtro de admisión			
<b>D. Alimentación</b>			
Inspeccionar separador agua de combustible			
Drenar tanque de combustible	x		10
Limpieza de tanque de combustible	x		360
Limpieza filtro de combustible	x		5
Cambio de filtro de combustible			
Calibrar válvulas e inyectores			
Inspeccionar fugas de comsbustible	x		5
<b>E. Enfriamiento</b>			
Revisar nivel de refrigerante	x		5
Registro de bomba de agua	x		5
Revisar el tapón de radiador o cambiar	x		5
Inspeccionar fugas de refrigerante	x		5
Revisar filtro de agua	x		5
Cambio de filtro de agua			
Engrasar poleas de ventilador			
Revisar y ajustar cargadores de radiador	x		60

Continuación de la figura 17.

<b>F. Dirección</b>	
Revisar nivel de aceite hidráulico de dirección	x 5
Revisar sistema de dirección	x 10
Revisar cojinetes y engrasar bufas delanteras	
Revisar esparragos de bufas	x 5
<b>G. Frenos</b>	
Drenaje de chimbos o depositos de aire	x 5
Revisar y graduar frenos	x 10
Cambiar zapatas de freno	
<b>H. Transmisión</b>	
Revisar nivel de caja de velocidades	x 5
Cambiar aceite de caja de velocidades	
Revisar y graduar embrague	x 15
Cambiar terminales de mecanismo de embrague	x 10
Revisar niveles de catarinas	x 5
Cambiar aceites de catarinas	
Revisar y ajustar cruces de transmisión	x 10
<b>I. Suspensión</b>	
Revisar y ajustar lañas de suspensión trasera	x 60
Revisar y ajustar lañas de suspensión delantera	x 30
<b>J. Chasis</b>	
Revisar y ajustar cargadores de motor	x 120
Revisar y ajustar cargadores de caja	x 5
Revisión de soporte de tanques combustible	x 10
Medir altura de tornamesa	x 5
Revisar desajuste de tornamesa y engrase	x 60
<b>K. Eléctrico</b>	
Análisis corte de cilindro	
Bajar y limpiar ECM	
Inspección y sopleteo de alternador	
Inspección de motor de arranque	
Cuenta potenciómetro pedal de frenos	
Inspeccionar y limpiar baterías	

Fuente: taller de servicios Magrisa, S.A.

Figura 18. Ruta de servicio tipo (B) para cabezales

NOTA: Servicio de cabezales a 5000 km

		Tipo B (15:10 hr)	
		B	Minutos
<b>A. Lubricación</b>			
Inspeccionar fugas de aceite	x		5
Cambio de filtros de aceite de motor	x		10
Cambio de aceite de motor	x		30
<b>B. Motor</b>			
Revisar y tensar fajas	x		10
Cambiar fajas en general			
<b>C. Admisión</b>			
Revisar el restrictor de aire	x		5
Revisar juego axial y radial turbo			
Inspeccion de mangueras y juntas sistema de admision silicona	x		5
Limpieza de filtro de admisión			
Cambio de filtro de admisión	x		10
<b>D. Alimentación</b>			
Inspeccionar separador agua de combustible	x		5
Drenar tanque de combustible	x		10
Limpieza de tanque de combustible			
Limpieza filtro de combustible			
Cambio de filtro de combustible	x		5
Calibrar válvulas e inyectores	x		180
Inspeccionar fugas de comsbustible	x		5
<b>E. Enfriamiento</b>			
Revisar nivel de refrigerante	x		5
Registro de bomba de agua	x		5
Revisar el tapón de radiador o cambiar	x		5
Inspeccionar fugas de refrigerante	x		5
Revisar filtro de agua			
Cambio de filtro de agua	x		5
Engrasar poleas de ventilador			
Revisar y ajustar cargadores de radiador	x		60

Continuación de la figura 18.

<b>F. Dirección</b>		
Revisar nivel de aceite hidráulico de dirección	x	5
Revisar sistema de dirección	x	10
Revisar cojinetes y engrasar bufas delanteras		
Revisar esparragos de bufas	x	5
<b>G. Frenos</b>		
Drenaje de chimbos o depositos de aire	x	5
Revisar y graduar frenos	x	10
Cambiar zapatas de freno		
<b>H. Transmisión</b>		
Revisar nivel de caja de velocidades	x	5
Cambiar aceite de caja de velocidades		
Revisar y graduar embrague	x	15
Cambiar terminales de mecanismo de embrague	x	10
Revisar niveles de catarinas	x	5
Cambiar aceites de catarinas		
Revisar y ajustar cruces de transmisión	x	10
<b>I. Suspensión</b>		
Revisar y ajustar lañas de suspensión trasera	x	60
Revisar y ajustar lañas de suspensión delantera	x	30
<b>J. Chasis</b>		
Revisar y ajsutar cargadores de motor	x	120
Revisar y ajustar cargadores de caja	x	5
Revisión de soporte de tanques combustible	x	10
Medir altura de tornamesa		
Revisar desajuste de tornamesa y engrase	x	60
<b>K. Eléctrico</b>		
Análisis corte de cilindro		
Bajar y limpiar ECM	x	25
Inspección y sopleteo de alternador	x	10
Inspección de motor de arranque	x	10
Cuenta potenciómetro pedal de frenos		
Inspeccionar y limpiar baterías	x	10

Fuente: taller de servicios Magrisa, S.A.

Figura 19. Ruta de servicio tipo (C) para cabezales

NOTA: Servicio de cabezales a 5000 km

		Tipo C (13:05 hr)	
	B	Minutos	
<b>A. Lubricación</b>			
Inspeccionar fugas de aceite	x		5
Cambio de filtros de aceite de motor	x		10
Cambio de aceite de motor	x		30
<b>B. Motor</b>			
Revisar y tensar fajas			
Cambiar fajas en general	x		30
<b>C. Admisión</b>			
Revisar el restrictor de aire	x		5
Revisar juego axial y radial turbo			
Inspección de mangueras y juntas sistema de admision silicona	x		5
Limpieza de filtro de admisión	x		10
Cambio de filtro de admisión			
<b>D. Alimentación</b>			
Inspeccionar separador agua de combustible			
Drenar tanque de combustible	x		10
Limpieza de tanque de combustible			
Limpieza filtro de combustible	x		5
Cambio de filtro de combustible			
Calibrar válvulas e inyectores			
Inspeccionar fugas de comsbustible	x		5
<b>E. Enfriamiento</b>			
Revisar nivel de refrigerante	x		5
Registro de bomba de agua	x		5
Revisar el tapón de radiador o cambiar	x		5
Inspeccionar fugas de refrigerante	x		5
Revisar filtro de agua	x		5
Cambio de filtro de agua			
Engrasar poleas de ventilador	x		120
Revisar y ajustar cargadores de radiador	x		60

Continuación de la figura 19.

<b>F. Dirección</b>		
Revisar nivel de aceite hidráulico de dirección	x	5
Revisar sistema de dirección	x	10
Revisar cojinetes y engrasar bufas delanteras	x	240
Revisar esparragos de bufas	x	5
<b>G. Frenos</b>		
Drenaje de chimbos o depositos de aire	x	5
Revisar y graduar frenos	x	10
Cambiar zapatas de freno		
<b>H. Transmisión</b>		
Revisar nivel de caja de velocidades	x	5
Cambiar aceite de caja de velocidades		
Revisar y graduar embrague	x	15
Cambiar terminales de mecanismo de embrague	x	10
Revisar niveles de catarinas	x	5
Cambiar aceites de catarinas		
Revisar y ajustar cruces de transmisión	x	10
<b>I. Suspensión</b>		
Revisar y ajustar lañas de suspensión trasera	x	60
Revisar y ajustar lañas de suspensión delantera	x	30
<b>J. Chasis</b>		
Revisar y ajsutar cargadores de motor	x	120
Revisar y ajustar cargadores de caja	x	5
Revisión de soporte de tanques combustible	x	10
Medir altura de tornamesa		
Revisar desajuste de tornamesa y engrase	x	60
<b>K. Eléctrico</b>		
Análisis corte de cilindro		
Bajar y limpiar ECM		
Inspección y sopleteo de alternador		
Inspección de motor de arranque		
Cuenta potenciómetro pedal de frenos		
Inspeccionar y limpiar baterías		

Fuente: taller de servicios Magrisa, S.A.

Figura 20. Ruta de servicio tipo (D) para cabezales

NOTA: Servicio de cabezales a 5000 km

		Tipo D (11:05 hr)	
	B	Minutos	
<b>A. Lubricación</b>			
Inspeccionar fugas de aceite	x		5
Cambio de filtros de aceite de motor	x		10
Cambio de aceite de motor	x		30
<b>B. Motor</b>			
Revisar y tensar fajas	x		10
Cambiar fajas en general			
<b>C. Admisión</b>			
Revisar el restrictor de aire	x		5
Revisar juego axial y radial turbo	x		5
Inspección de mangueras y juntas sistema de admision silicona	x		5
Limpieza de filtro de admisión			
Cambio de filtro de admisión	x		10
<b>D. Alimentación</b>			
Inspeccionar separador agua de combustible	x		5
Drenar tanque de combustible			
Limpieza de tanque de combustible			
Limpieza filtro de combustible			
Cambio de filtro de combustible	x		5
Calibrar válvulas e inyectores			
Inspeccionar fugas de comsbustible	x		5
<b>E. Enfriamiento</b>			
Revisar nivel de refrigerante	x		5
Registro de bomba de agua	x		5
Revisar el tapón de radiador o cambiar	x		5
Inspeccionar fugas de refrigerante	x		5
Revisar filtro de agua			
Cambio de filtro de agua	x		5
Engrasar poleas de ventilador			
Revisar y ajustar cargadores de radiador	x		60

Continuación de la figura 20.

<b>F. Dirección</b>		
Revisar nivel de aceite hidráulico de dirección	x	5
Revisar sistema de dirección	x	10
Revisar cojinetes y engrasar bufas delanteras		
Revisar esparragos de bufas	x	5
<b>G. Frenos</b>		
Drenaje de chimbos o depositos de aire	x	5
Revisar y graduar frenos	x	10
Cambiar zapatas de freno	x	30
<b>H. Transmisión</b>		
Revisar nivel de caja de velocidades		
Cambiar aceite de caja de velocidades	x	10
Revisar y graduar embrague	x	15
Cambiar terminales de mecanismo de embrague	x	10
Revisar niveles de catarinas		
Cambiar aceites de catarinas	x	20
Revisar y ajustar cruces de transmisión	x	10
<b>I. Suspensión</b>		
Revisar y ajustar lañas de suspensión trasera	x	60
Revisar y ajustar lañas de suspensión delantera	x	30
<b>J. Chasis</b>		
Revisar y ajsutar cargadores de motor	x	120
Revisar y ajustar cargadores de caja	x	5
Revisión de soporte de tanques combustible	x	10
Medir altura de tornamesa		
Revisar desajuste de tornamesa y engrase	x	60
<b>K. Eléctrico</b>		
Análisis corte de cilindro	x	15
Bajar y limpiar ECM	x	25
Inspección y sopleteo de alternador	x	10
Inspección de motor de arranque	x	10
Cuenta potenciómetro pedal de frenos		
Inspeccionar y limpiar baterías	x	10

Fuente: taller de servicios Magrisa, S.A.

#### **4.4.2. Ruta de mantenimiento eléctrico**

Son los específicos realizados de forma rutinaria y programada al sistema eléctrico de los vehículos cabezales que son utilizados por el sistema de transporte de azúcar en contenedores.

##### **4.4.2.1. Mantenimientos preventivos**

Las rutas de mantenimiento preventivas eléctricas están inmersas dentro de las rutas de mantenimiento mecánicas, esto en consecuencia genera un vacío en una de las áreas de mejoramiento para los mantenimientos preventivos. Esencialmente se revisan que no estén quemadas las luces, cruzados pide vías, luces medias etc. Taller para la revisión del sistema eléctrico se basa en las observaciones que el operador realiza al abrir la orden de trabajo respectiva por cada unidad.

Figura 21. **Ruta mantenimiento preventivo (eléctrico)**

<b>"Sistema Eléctrico"</b>		
<b>ETAPA</b>	<b>ACTIVIDAD.</b>	<b>PROMEDIO.</b>
1	Revisar luces de posición (luz media)	1 minuto
2	Revisar luces de tablero principal	1 minuto
3	Revisar pide vías derecho	30 segundos
4	Revisar pide vías izquierdo	15 segundos
5	Revisar luces de emergencia	15 segundos
6	Revisar luces delanteras, luz media	1 minuto
7	Revisar luces delanteras, luz alta	30 segundos
8	Revisar luces de freno	1 minuto
9	Revisar estado de baterías	1 minuto
<b>Total tiempo ruta mantenimiento preventivo, eléctrico</b>		<b>6 minutos y 30 seg.</b>

Fuente: taller de servicios Magrisa, S.A.

#### **4.4.2.2. Mantenimientos programados**

El mantenimiento programado para el sistema eléctrico, de igual manera que el preventivo se encuentra inmerso dentro de las rutas mecánicas. El taller se apoya en las observaciones del operador del vehículo para establecer los requerimientos de verificación del sistema eléctrico, que quedan expuestas en la orden de trabajo.

Los mantenimientos programados se realizan en talleres centrales y tienen por objetivo revisar y cambiar accesorios si estos ameritan la reparación respectiva para poder prevenir problemas en operación. Para este servicio se utiliza el chequeo de la revisión para la ruta de mantenimiento preventivo y adicional a éste se agregan las revisiones y reparaciones de ser necesario para el sistema de arranque y módulo de control (computadora).

Figura 22. **Ruta de servicio tipo (A) sistema eléctrico para cabezales**

NOTA: Servicio de cabezales a 5000 km	
<b>K. Eléctrico</b>	
	Tipo                  Minutos
Análisis corte de cilindro	
Bajar y limpiar ECM	
Inspección y sopleteo de alternador	
Inspección de motor de arranque	
Cuenta potenciómetro pedal de frenos	
Inspeccionar y limpiar baterías	

Fuente: taller de servicios Magrisa, S.A.

Figura 23. **Ruta de servicio tipo (B) sistema eléctrico para cabezales**

NOTA: Servicio de cabezales a 5000 km

<b>K. Eléctrico</b>	Tipo	Minutos
Análisis corte de cilindro		
Bajar y limpiar ECM	x	25
Inspección y sopleteo de alternador	x	10
Inspección de motor de arranque	x	10
Cuenta potenciómetro pedal de frenos		
Inspeccionar y limpiar baterías	x	10

Fuente: taller de servicios Magrisa, S.A.

Figura 24. **Ruta de servicio tipo (C) sistema eléctrico para cabezales**

NOTA: Servicio de cabezales a 5000 km

<b>K. Eléctrico</b>	Tipo	Minutos
Análisis corte de cilindro		
Bajar y limpiar ECM		
Inspección y sopleteo de alternador		
Inspección de motor de arranque		
Cuenta potenciómetro pedal de frenos		
Inspeccionar y limpiar baterías		

Fuente: taller de servicios Magrisa, S.A.

Figura 25. **Ruta de servicio tipo (D) sistema eléctrico para cabezales**

NOTA: Servicio de cabezales a 5000 km		
K. Eléctrico	Tipo	Minutos
Análisis corte de cilindro	x	15
Bajar y limpiar ECM	x	25
Inspección y sopleteo de alternador	x	10
Inspección de motor de arranque	x	10
Cuenta potenciómetro pedal de frenos		
Inspeccionar y limpiar baterías	x	10

Fuente: taller de servicios Magrisa, S.A.

#### 4.4.3. Ruta de mantenimiento para neumáticos

Más que un mantenimiento preventivo o correctivo para los neumáticos de cabezal, se hacen revisiones periódicas aprovechando la calendarización respectiva para los mantenimientos preventivos y correctivos mecánicos. Estas revisiones están enfocadas en detectar problemas como: golpes, lesiones en cascos, cortes en banda o laterales, pinchaduras, y por supuesto, medir las profundidades de la banda de rodadura para determinar el rendimiento.

El departamento encargado de los neumáticos para los vehículos cabezales es Llantera que se encuentra bajo la responsabilidad de talleres de servicios. Los mantenimientos preventivos se realizan en las pistas de *fast track* y se posee un equipo especializado para esto. Los mantenimientos programados se realizan en las pistas especializadas del departamento donde se realizan cambios por desgaste u algún otro daño requiera un mayor trabajo.

Estos cambios por desgaste se dan cuando se tiene un archivo detallado por los mantenimientos preventivos y se ha determinado que los neumáticos han llegado al límite definido para el cambio.

Figura 26. **Ruta de mantenimiento de neumáticos en cabezales**

RUTA	ETAPA	ACTIVIDAD	SEMANAL
	1	Revisar estado físico del aro	x
	2	Revisar estado físico de válvula	x
	3	Limpiar válvula de llanta	x
	4	Revisar presión llantas	x
	5	Revisar tapones y centros válvulas	x
	6	Revisar gemelado de llantas	x
	7	Revisar profundidad de llanta	x
	8	Identificar marcado y posición de llanta por ID	x
	9	Reapriete de chuchos y revisión de espárragos	x
	10	Desmontaje de llantas	
	11	Montaje de llantas	

Fuente: taller de servicios Magrisa, S.A.

#### 4.5. **Mantenimiento de equipo de arrastre**

El equipo de arrastre también deberá cumplir con los mantenimientos preventivos y programados para tener dentro de los rangos establecidos de tiempo la vida útil de los equipos de arrastre, a diferencia de los vehículos cabezales éstos mantenimientos se hacen rutinariamente y reparaciones anuales según revisiones del área de taller de servicios.

#### **4.5.1. Ruta de mantenimiento mecánico**

Las rutas de mantenimiento preventivo y programado para los equipos de arrastre están basadas en especificaciones técnicas y experiencia adquirida por el área de Taller de servicios por las aplicaciones de los mismos para el transporte especializado de caña y transporte de azúcar. Por la magnitud de los procesos, los mantenimientos preventivos para los equipos de arrastre se realizan semanalmente según una calendarización previamente establecida, mientras que los servicios programados se convierten en reparaciones mayores según especificación de los operadores.

##### **4.5.1.1. Mantenimientos preventivos**

Los mantenimientos preventivos para equipos de arrastre están calendarizados semanalmente, estos mantenimientos están a cargo del departamento de jaulas y carretones en Talleres de servicio. Pero adicionalmente, los equipos de arrastre son evaluados en cada viaje de transporte asignado mediante una revisión rápida que tiene como objetivo detectar a tiempo los problemas que podrían provocar fallas en ruta, por lo que estas revisiones se transformarán en acciones correctivas sin esperar el día asignado para sus mantenimiento preventivo. Esta actividad se lleva a cabo en las pistas *fast track* establecidas para el mismo. Ver figura 27.

Figura 27. Ruta mantenimiento preventivo equipo de arrastre

RUTA	ETAPA	ACTIVIDAD	SEMANAL
1	1.1	Revisión de bushing de cargador	x
	1.2	Revisión de resortaje	x
	1.3	Revisión y reapriete de lañas	x
	1.4	Desmontaje de lañas y cambio si es necesario	
	1.5	Revisión de tornillo de centro	
	1.6	Revisión de almohadilla de resortaje	x
	1.7	Revisión y graduación de fricciones	x
	1.8	Desmontaje de fricciones y cambio si es necesario	
	1.9	Revisión de cojinetes, juego axial en bufas	x
	1.10	Desmontaje de bufas y cambio si es necesario	
	1.11	Desmontaje de cojinetes y cambio si es necesario	
	1.12	Revisión de tambor	x
	1.13	Desmontaje de tambor y cambio si es necesario	
	1.14	Revisión de sellos de bufa	x
	1.15	Desmontaje de sellos de bufa y cambio si es necesario	
	1.16	Revisión de espárragos de bufa	x
	1.17	Revisión de tapadera de bufa	x
	1.18	Desmontaje de tapaderas de bufa y cambio si es necesario	
	1.19	Revisión de "S"	x
	1.20	Desmontaje de ese y cambio si es necesario	
	1.21	Revisión de cremalleras de eje	x
	1.22	Desmontaje de cremalleras y cambio si es necesario	
	1.23	Revisión de bushing de "S"	x
	1.24	Desmontaje de bushing de "S" y cambio si es necesario	
	1.25	Revisión de ratch	x
	1.26	Desmontaje de ratch y cambio si es necesario	
	1.27	Revisión de termofreno	x
	1.28	Revisión de ejes	x
	1.29	Desmontaje de ejes y cambio si es necesario	
	1.30	Desmontaje de termofreno y cambio si es necesario	
	1.31	Revisión de manguera termofreno-válvula	x
	1.32	Revisión de la base tensor	x
	1.33	Revisión de bushing de tensor	x
	1.34	Desmontaje de bushing de tensor y cambio si es necesario	
	1.35	Revisión de tensor fijo y móvil	x
	1.36	Desmontaje de tensores fijos y móviles y cambio si es necesario	
	1.37	Revisión de balancín	x
	1.38	Desmontaje de balancín y cambio si es necesario	
	1.39	Revisión de cargadores de suspensión	x
	1.40	Revisión del bushing de hule del balancín	x
	1.41	Revisión de válvula distribuidora de aire	x
	1.42	Desmontaje de válvula distribuidora de aire cambio si es necesario	
	1.43	Revisión del depósito de aire	x
	1.44	Revisión cargadores de deposito de aire	x
	1.45	Revisión de fugas de aire en manguera hacia el chimbo	x
	1.46	Revisión de fugas de aire en mangueras de freno hacia el chimbo	x
	1.47	Revisión de acoples rápidos	x
	1.48	Revisión de mangueras de paso de aire	x
	1.49	Engrase general de rodaje	x
<b>MECÁNICO</b>			

Continuación de la figura 27.

RUTA	ETAPA	ACTIVIDAD	SEMANAL
2	2.1	Revisión de pin master	x
	2.2	Revisión de espejo pin master y de loro	x
	2.3	Revisión de estructura de pin master	x
	2.4	Revisión de travesaños delanteros	x
	2.5	Revisión de cajuelas de patas	x
	2.6	Revisión de estructura de patas	x
	2.7	Revisión de protector de mangueras de paso de aire	x
	2.8	Revisión de cadenas de patas y su soporte	x
	2.9	Revisión de pasadores de patas	x
	2.10	Revisión de paño delantero y trasero	x
	2.11	Revisión de párales laterales	x
	2.12	Revisión de piso del primer tramo	x
	2.13	Revisión de cadenas	x
	2.14	Alineación de cadenas	x
	2.15	Revisión de base de lámparas laterales y traseras	x
	2.16	Revisión de loro calzado del mismo si es necesario	x
	2.17	Revisión de búmer trasero	x
	2.18	Revisión de cargadores de maniful segundo tramo	x
	2.19	Revisar cargadores de suspensión terminales	x
	2.20	Revisión de chasis delantero y trasero	x
	2.21	Revisión de maniful segundo tramo	x
SOLDADOR			

Fuente: taller de servicios Magrisa, S.A.

#### 4.5.1.2. Mantenimientos programados

Los mantenimientos programados de los equipos se convierten en reparaciones generales y éstas se dan en el período de reparación. Durante el período de zafra los mantenimientos programados de los equipos de arrastre son aquellas reparaciones mínimas o mayores que se deben realizar por desperfectos previamente determinados en las pistas de *fast track* o algún otro motivo determinado por el área de talleres. Para determinar las reparaciones necesarias se basan en gran medida por las observaciones de los operadores o mecánicos al realizar la ruta de mantenimiento preventivo.

#### **4.5.2. Ruta de mantenimiento eléctrico**

Son las específicas para mantener los sistemas eléctricos tanto para vehículos cabezales como equipos de arrastre, utilizados en el sistema de transporte de azúcar en contenedores.

##### **4.5.2.1. Mantenimientos preventivos**

Las rutas de mantenimiento preventivas para los sistemas eléctricos de los equipos de arrastre se utilizan para determinar los problemas futuros que se presentaran en éstos. La ruta se aplica mediante una revisión rápida y reparaciones menores en las pistas de *fast track* ubicadas para este objetivo. Estas revisiones se realizan con cada actividad de transporte que asignada a los equipos. Pero adicionalmente éstos están calendarizados semanalmente para sufrir su mantenimiento preventivo y para lo cual los equipos son expuestos a la ruta previamente definida e incluida dentro de la ruta de mantenimiento mecánica. Ver figura 28.

Figura 28. **Ruta mantenimiento preventivo eléctrico, equipo de arrastre**

RUTA	ETAPA	ACTIVIDAD	SEMANTAL
1	1.1	Acondicionar arnés eléctrico	x
	1.2	Revisar remaches de fijación de lámparas	x
	1.3	Revisar funcionamiento de lámparas 1/2 luz	x
	1.4	Lavar talcos de lámparas	x
	1.5	Engrasar socket de lámparas	x
	1.6	Revisar pida vías, equipo por equipo	x
	1.7	Revisar luz de freno	x
	1.8	Revisar conector trasero y limpieza del mismo	x
	1.9	Revisar arnés eléctrico y reapriete de sus componentes	x
	1.10	Revisar el castigador del conector que no este flojo	x
	1.11	Aislar cables que tengan dañado el forro protector.	x
	1.12	Revisar el equipo completo que funcione correctamente todo el sistema eléctrico	x
<b>ELECTROMECAÁNICO</b>			

Fuente: taller de servicios Magrisa, S.A.

#### 4.5.2.2. **Mantenimientos programados**

Los mantenimientos programados para el sistema eléctrico de los equipos de arrastre están calendarizados para el período de reparación, el cual es aquel en el que no se tiene una actividad tan intensiva como cuando se cosecha la caña de azúcar. Esta reparación está basada en una revisión exhaustiva de los componentes eléctricos que componen el equipo.

Durante el período de zafra estos mantenimientos programados se vuelven las reparaciones necesarias para que los equipos sigan operando y se determinan según las revisiones preventivas del *fast track* o la ruta de mantenimiento preventivo semanal. Los sistemas eléctricos de los equipos de arrastre están bajo la responsabilidad del departamento eléctrico de talleres.

### 4.5.3. Ruta de mantenimiento para neumáticos

Las rutas de mantenimiento tanto preventivas como programadas para neumáticos de equipos de arrastre están basadas en especificaciones técnicas definidas por taller, y se determinan mediante las revisiones en las pistas de *fast track*, pues en este lugar se hacen las observaciones visuales por golpes laterales, pinchones, desprendimiento de bandas de rodamiento, daños a bandas de rodamiento etc., así como la toma de profundidades por desgaste. Entonces las rutas preventivas y programadas se convierten en cambios de neumáticos según observaciones o cambio de aros según se determine.

Los neumáticos son revisados cada vez que los equipos de arrastre entran por revisión a las pistas del *fast track*. Los cambios programados de éstos son previamente calendarizados con los entes operadores, tomando como referencia aquellas mediciones realizadas en las pistas y revisiones durante los mantenimientos preventivos de los equipos de arrastre. Ver figura 29.

Figura 29. Ruta mantenimiento neumáticos para cabezales

RUTA	ETAPA	ACTIVIDAD	SEMANAL
1	1.1	Revisar estado físico del aro	x
	1.2	Revisar estado físico de válvula	x
	1.3	Limpiar válvula de llanta	x
	1.4	Revisar presión llantas	x
	1.5	Revisar tapones y centros válvulas	x
	1.6	Revisar gemelado de llantas	x
	1.7	Revisar profundidad de llanta	x
	1.8	Identificar marcado y posición de llanta por ID	x
	1.9	Reapriete de chuchos y revisión de espárragos	x
	1.10	Desmontaje de llantas	
	1.11	Montaje de llantas	
LLANTERO			

Fuente: taller de servicios Magrisa, S.A.

## **5. PROPUESTAS DE INDICADORES PARA LA MEJORA EN EL PROCESO DE TRANSPORTE DE AZÚCAR**

### **5.1. Determinación de longitudes y pesos máximos de transporte según combinación**

Los resultados para la determinación de las longitudes y pesos máximos a utilizar dentro del sistema de transporte de azúcar refinada en contenedores, serán limitados por las leyes guatemaltecas vigentes, para el caso que se encuentran en el reglamento para el control de pesos y dimensiones de vehículos automotores y sus combinaciones.

Los sistemas de exportaciones nacionales utilizan la red vial del país y es por esta condición que no importando las mejoras que se pudiesen realizar en los equipos de arrastre para el traslado de azúcar refinada, se necesitará cumplir con la reglamentación cuando se realizan las entregas del producto en los puertos marítimos del país. Una solución para el aumento de peso neto por equipo será la construcción de equipo especializado tomando en cuenta materiales más livianos pero con factores de resistencia altos.

Esta solución será un esfuerzo combinado de logística de transporte, pues se deberá mudar a la utilización de los equipos actuales para el transporte del producto en las rutas internas y hacer el intercambio de contenedores llenos en el patio de intercambio dispuesto para esto ya con los equipos que reúnan las características reglamentarias de la ley.

Esto supondrá combinaciones de longitudes y pesos fuera de los límites, pero utilizables para el aumento de eficiencia del sistema en los traslados de distancia más largos y disminuirla en la última parte del ciclo total de transporte.

Las combinaciones de equipos para el traslado de azúcar refinada en contenedores dentro de rutas internas podrán ser cualquiera mayor a la T3S2R4 especificada por la ley y dependerán de factores totalmente de factores internos especificados que serán:

- Condiciones físicas de rutas internas
- Cargas máximas de arrastre para los vehículos cabezales
- Cargas máximas permisibles para los equipos de arrastre
- Seguridad vial

En cuanto a los pesos, éstos deberán ser calculados para que en peso bruto no excedan junto al equipo de arrastre de intercambio para la entrega final los límites establecidos por las autoridades correspondientes. La estandarización de cargas deberá ser establecida por el departamento de ventas en la corporación Magdalena.

Tabla XXVI. **Longitudes y pesos máximos permisibles según ley**

Tipo de combinación	Peso bruto límite	Largo total límite	Eje 1	Tándem tracción	Tándem semi remolque	Tándem 1 remolque	Tándem 2 remolque
T3-S2	37 T = 814 QQ	17,50 m	5 T	16 T	16 T		
T3-S3	41 T = 902 QQ	17,50 m	5 T	16 T	20 T		
T3-S2-R4	57 T = 1254 QQ	23 m	5 T	16 T	16 T	10 T	10 T

Fuente: Reglamento para el Control de Pesos y Dimensiones de Vehículos Automotores y sus Combinaciones, Acuerdo Gubernativo 1084-92. Anexo 1, p. 3.

## 5.2. Formas de distribución de cargas en contenedores según combinación de transporte

Las distribuciones de carga para el sistema de transporte de azúcar refinada en contenedores son muy importantes, pues aunque los pesos brutos en las combinaciones de equipos utilizados sean los correctos, la distribución de carga por ejes puede estar fuera de los límites o en desequilibrio. Este factor es medido como de cumplimiento por la Dirección General de Caminos en su extensión para el control de pesos y combinaciones vehiculares y para realizarlo se utilizan pesajes en básculas dirigidas por ésta.

Las ventas realizadas por la corporación Magdalena de la azúcar refinada es entregada en su mayoría a los clientes finales en contenedores *dry van* de 20 pies de longitud, es por esta razón que se hace aún más importante la distribución de carga, pues por esta longitud de contenedor los pesos por eje de equipo y cabezal poseen un menor rango de holgura para la variación.

Una de las estrategias a utilizar para el equilibrio de pesos por eje será, la disminución de peso tara de los equipos portac contenedor o plataformas modificadas. Modificación de los espejos de anclaje de los equipos y nivelación del equipo total readecuando la suspensión utilizada para que sea utilizado todo el chasis del equipo y distribuir de mejor manera la carga.

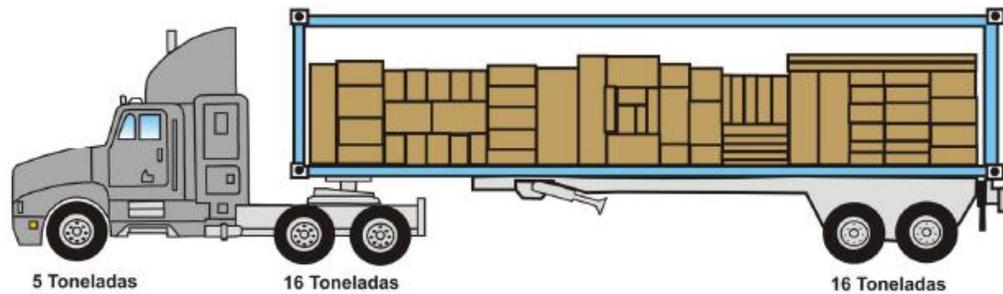
Esta modificación de suspensión será realizada en conjunto con el área de mantenimiento para obtener mediante información del fabricante y experiencia de operación la mejor alternativa. Esta nivelación de chasis consiste en levantar la cola del equipo y hará que el peso de carga utilice de mejor manera la quinta rueda y por ende el tándem de tracción del vehículo cabezal lo que aliviará las cargas al tándem del equipo de arrastre.

La forma de distribución óptima de carga para los equipos de transporte de azúcar refinada en contenedores es realizar una carga uniforme utilizando el largo total del equipo cuidando no recargar bajo ninguna circunstancia parte de éste.

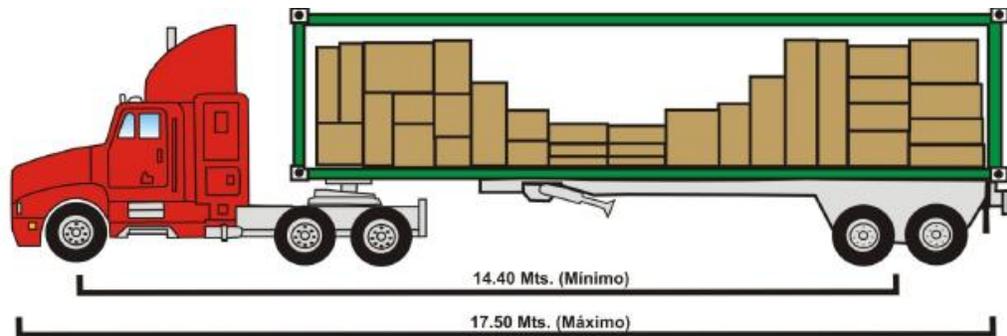
Por lo tanto, la carga deberá poseer una forma de cubo igual al equipo de transporte, que permitirá junto a las modificaciones de alturas en los equipos de arrastre lograr equilibrar los pesos por eje y cumplir con las especificaciones técnicas aplicables por la ley. Esta distribución de cargas deberá repetirse no importando la combinación utilizada para el transporte del producto.

Figura 30. **Forma correcta de distribución de carga en combinación T3-S2**

Distribución correcta



Distribución incorrecta



Fuente: GARCÍA PUENTE, Nelson. [www.pesosydimensiones.pdf.civ.gob.gt](http://www.pesosydimensiones.pdf.civ.gob.gt). Consulta: 10 de septiembre 2011.

### 5.3. Tiempos estándar propuestos para ruta de exportación

Para los tiempos estándar propuestos de la ruta de exportación se tomó como base la distancia fija que existe entre planta ingenio y lugar destino final, la velocidad promedio a la cual se moviliza un vehículo cabezal en una combinación determinada, y el tipo de ruta por la cual se desplaza.

#### 5.3.1. Ruta: Ingenio (Planta) – Puerto Quetzal

Es la ruta descrita desde la ubicación de la planta de Corporación Magdalena, hasta Puerto Quetzal, ubicado en el km 120 de la autopista Escuintla – Puerto Quetzal. Posee una distancia lineal total de 44 km.

Tabla XXVII. **Tiempo propuesto ruta de contenedores de exportación puerto Quetzal**

Actividad	Tiempo (minutos)
Tiempo traslado en ruta	80
Ciclo Ruta (tiempo total)	114

Fuente: elaboración propia.

#### 5.3.2. Ruta: Ingenio (Planta) – Puerto Sto. Tomás de Castilla

Es la ruta descrita desde la ubicación de la planta de Corporación Magdalena, hasta Puerto Sto. Tomás de Castilla, ubicado en el km 292 Puerto Barrios, Izabal. Posee una distancia lineal de 402 km.

Tabla XXVIII. **Tiempo propuesto ruta de contenedores de exportación puerto Santo Tomás de Castilla**

Actividad	Tiempo (minutos)
Tiempo traslado en ruta	720
Ciclo Ruta (tiempo total)	870

Fuente: elaboración propia.

#### **5.4. Tiempos máximos propuestos de cola y espera en descarga**

Los tiempos propuestos para las colas de espera en descarga dependen totalmente de factores externos al sistema de transporte, por lo que se proponen los tiempos teóricos según las actividades que cada una de las agencias portuarias realizan para embarques de producto azúcar refinada.

Por tanto, la mejor solución para mejorar estos tiempos es que la gerencia de transporte, ventas y logística de almacenaje puedan entablar las relaciones correspondientes para determinar e incluir los procedimientos específicos que permitirán reducir o eliminar cualquier demora o atraso que pueda generar aumento de tiempo al ciclo.

Tabla XXIX. **Tiempos máximos de cola y espera para descarga por destino**

Destino	Tiempo descarga teórico (minutos)	Tiempo máximo espera (minutos)	Tiempo total (minutos)
Expogranel	60	5	65
Cobigua	40	15	55
Maersk	40	15	55

Fuente: elaboración propia.

### 5.5. **Tiempos máximos propuestos de carga**

Determinar los tiempos máximos en el ciclo de carga está plenamente bajo control, estos tiempos son determinados por la sumatoria de las actividades realizadas en los puntos de control y también por las operaciones específicas de los procesos utilizados en el sistema de transporte de azúcar refinada en contenedores.

Las actividades de éstos procesos deben estar plenamente identificadas igual que sus responsables en cada etapa y cuando estos sufran modificaciones o adiciones, los tiempos deberán actualizarse realizando los análisis necesarios y revisar que estos sigan un proceso lógico. Además de las áreas de carga dentro de las instalaciones principales, también existen los ciclos de carga en las bodegas externas. Aunque difieren los procedimientos las características que se deben analizar para la determinación de los tiempos son las mismas se deben tener como objetivo el cumplimiento en su totalidad.

### **5.5.1. Tiempo máximo de carga planta**

El ciclo de carga en la planta principal está sustancialmente bien controlado por los puntos que se tienen para su verificación. Estos puntos de control cuentan con sistema digitales semiautomáticos, donde registran los tiempos reales de cumplimiento del ciclo, por tanto la trazabilidad es alta. De igual manera, para el cálculo de los tiempos que compondrán el ciclo total de carga se deben analizar las actividades que lo componen.

### **5.5.2. Tiempo máximo de carga en bodegas externas**

Las bodegas externas utilizadas por la corporación Magdalena no cuentan con sistemas de control actuales, por lo que los procedimientos son determinantes para el cálculo del tiempo en el ciclo de carga de bodegas externas.

El análisis debe comenzar con la determinación exacta del procedimiento, para luego enfocarse cuánto tiempo deberá tardarse cada una de sus actividades. El tiempo para el ciclo propuesto será el indicador a cumplir dentro del sistema de control para la carga en bodegas externas. Este sistema de control es manejado por la torre de control para el transporte de azúcar. Ver tabla XXX.

Tabla XXX. **Tabla de tiempo máximo para ciclo de carga en bodegas externas (equipo doble)**

Centro de carga	Tiempo máximo (minutos)
Planta central	63
Bodegas externas	50

Fuente: elaboración propia.

### 5.6. **Tiempo máximo propuesto para mantenimiento preventivo**

Establecer un tiempo máximo para mantenimientos preventivos, implica la revisión de la ruta de mantenimiento actual para establecer las mejoras posibles que pueden ser disminución de aspectos o ampliación de otros según sea el análisis y posterior resultado. Estos tiempos máximos son establecidos para los vehículos cabezales y también para los equipos de arrastre utilizados.

Tabla XXXI. **Tiempos máximos para mantenimientos preventivos**

Actividad	Tipo de Proceso	Tiempo (minutos)
Ruta mantenimiento mecánico	Ruta principal	30
Ruta mantenimiento pintura	En secuencia	15
Ruta mantenimiento A/C	En paralelo	15
Ruta mantenimiento llantera	En paralelo	25
Ruta mantenimiento eléctrico	En paralelo	6,5
<b>Total tiempo mantenimiento preventivo</b>		<b>45</b>

Fuente: elaboración propia.

### 5.7. Tiempo máximo propuesto para mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo o acciones correctivas realizadas a vehículos cabezales y equipos de arrastre está determinada por las fallas más comunes, es decir, se establecen los tiempos máximos utilizados para el arreglo de estas fallas. Este tipo de establecimiento se debe a que existen muchas partes móviles que pueden fallar, y por lo tanto no será representativo presentarlas todas, pero en cambio sí existe una lista de éstas que comúnmente pueden fallar y no ser detectados en las rutas de mantenimiento preventivo.

Tabla XXXII. **Tiempos máximos para mantenimientos correctivos (fallas comunes)**

Tipo de falla	Tiempo (minutos)
Sistema eléctrico	25
Fajas de motor	20
Aire acondicionado	60
Sistema suspensión	30

Fuente: elaboración propia.

### 5.8. Optimización de operaciones sistema de transporte

La optimización de las operaciones del sistema de transporte estará basada en los resultados de los análisis realizados en las actuales y que se han establecido como áreas de mejora prioritarias que darán como resultado grandes cambios.

Principalmente, estos cambios se refieren a la disminución de demoras innecesarias evitando reprocesos. Agilización de otros procedimiento que tendrán el mismo resultado de atrasos, definir responsabilidades de las áreas involucradas etc.

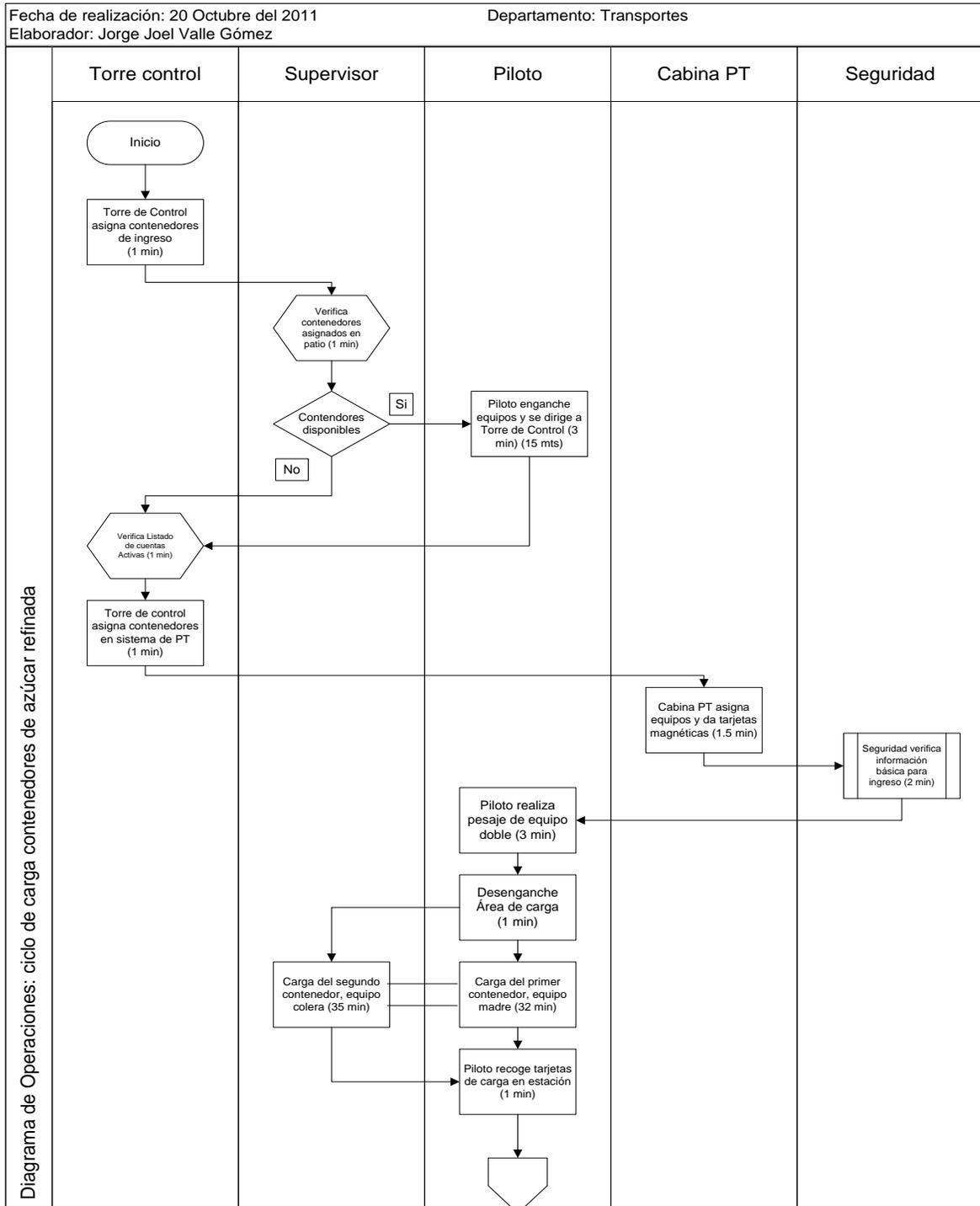
### **5.8.1. Diagrama propuesto de operaciones**

Después de analizar los diagramas actuales y de enfocarse a posibles mejoras, a continuación se muestran los diagramas de operaciones propuestos.

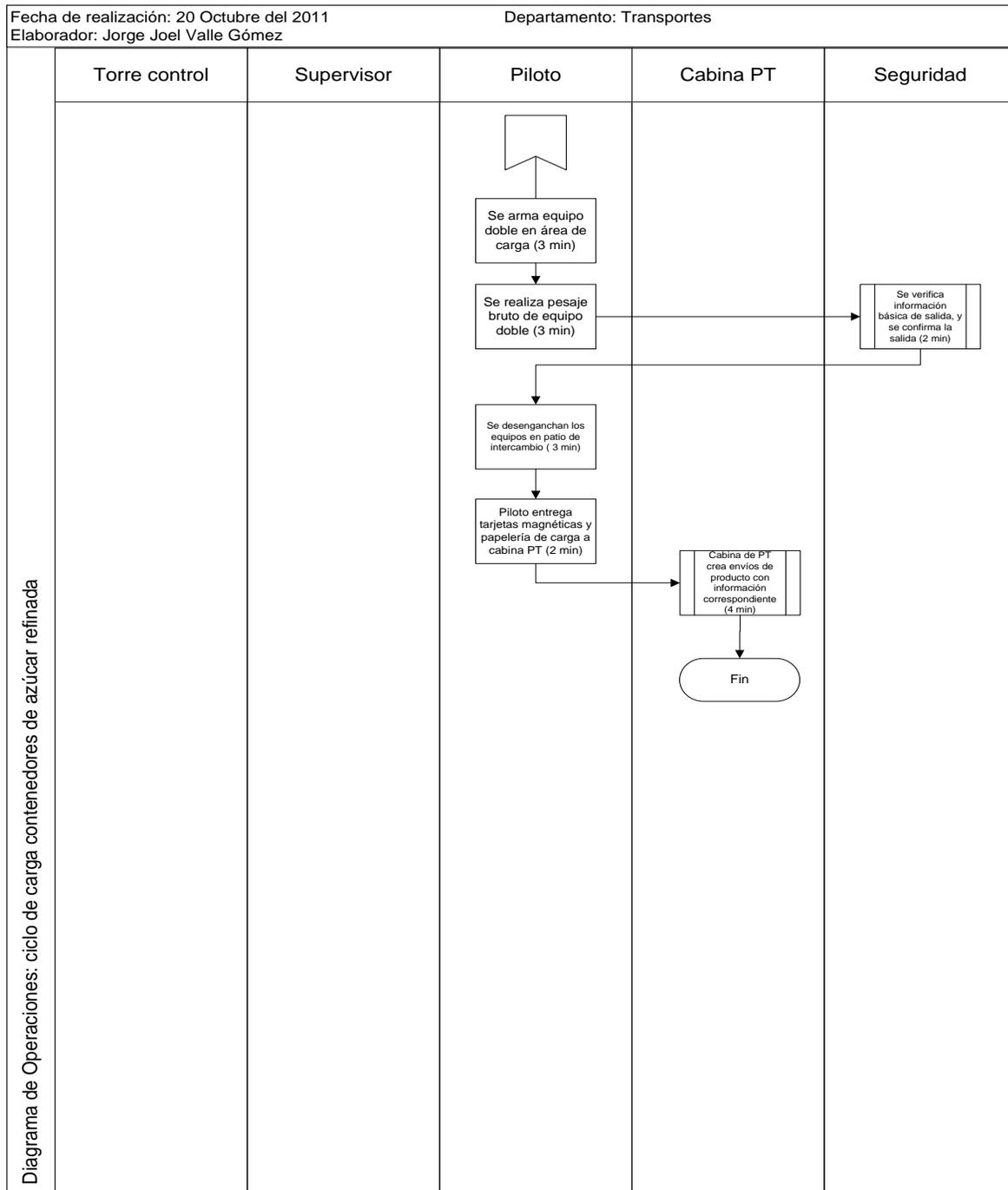
#### **5.8.1.1. Ciclo carga**

Son todas las actividades necesarias para cargar los contenedores de azúcar refino, y comprenden desde la entrada de las unidades hasta su posterior entrega de documentación respectiva de exportación. Ver figura 31.

Figura 31. Diagrama de operaciones propuesto, ciclo de carga



Continuación de la figura 31.



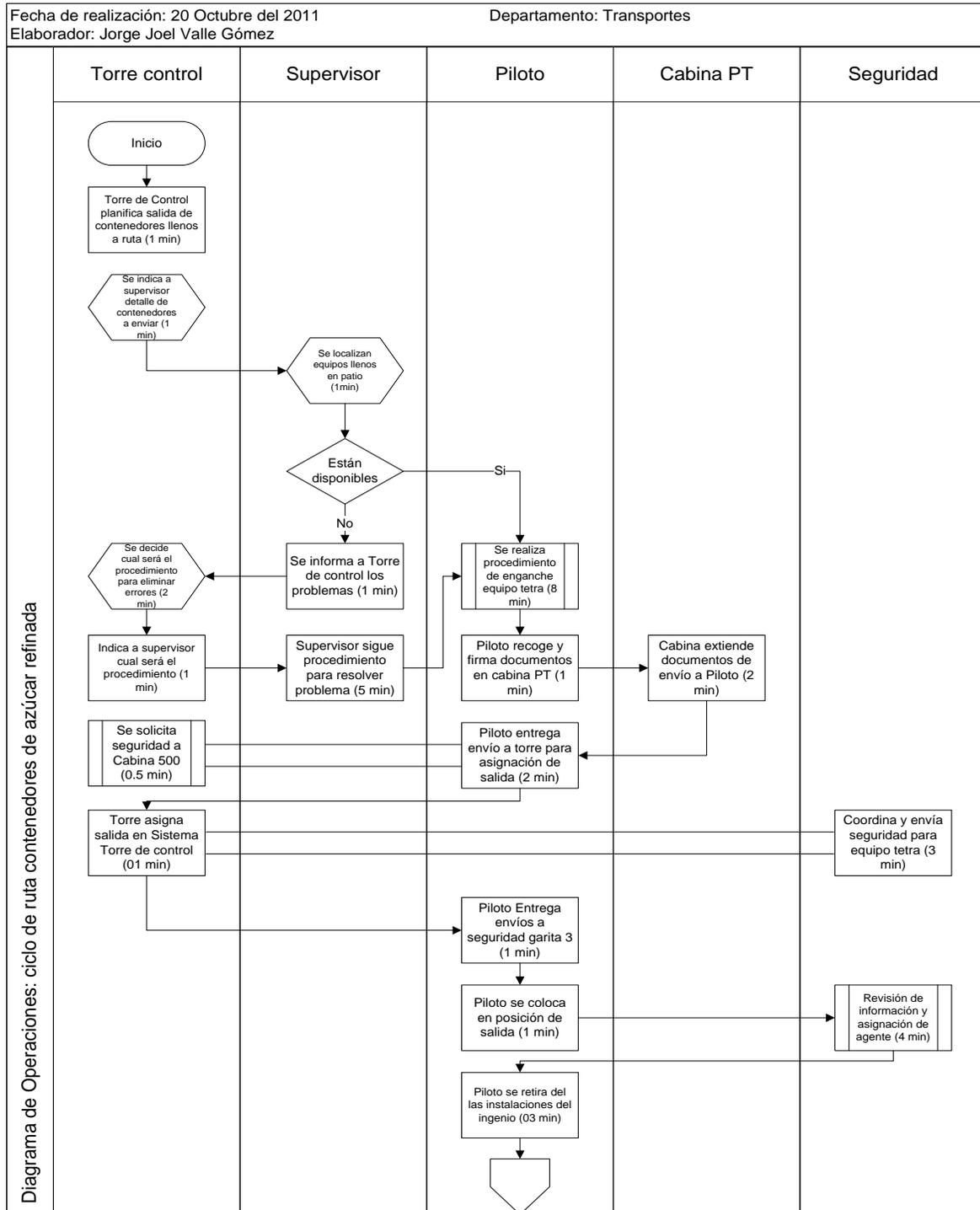
Fuente: elaboración propia.

### **5.8.1.2. Ciclo ruta**

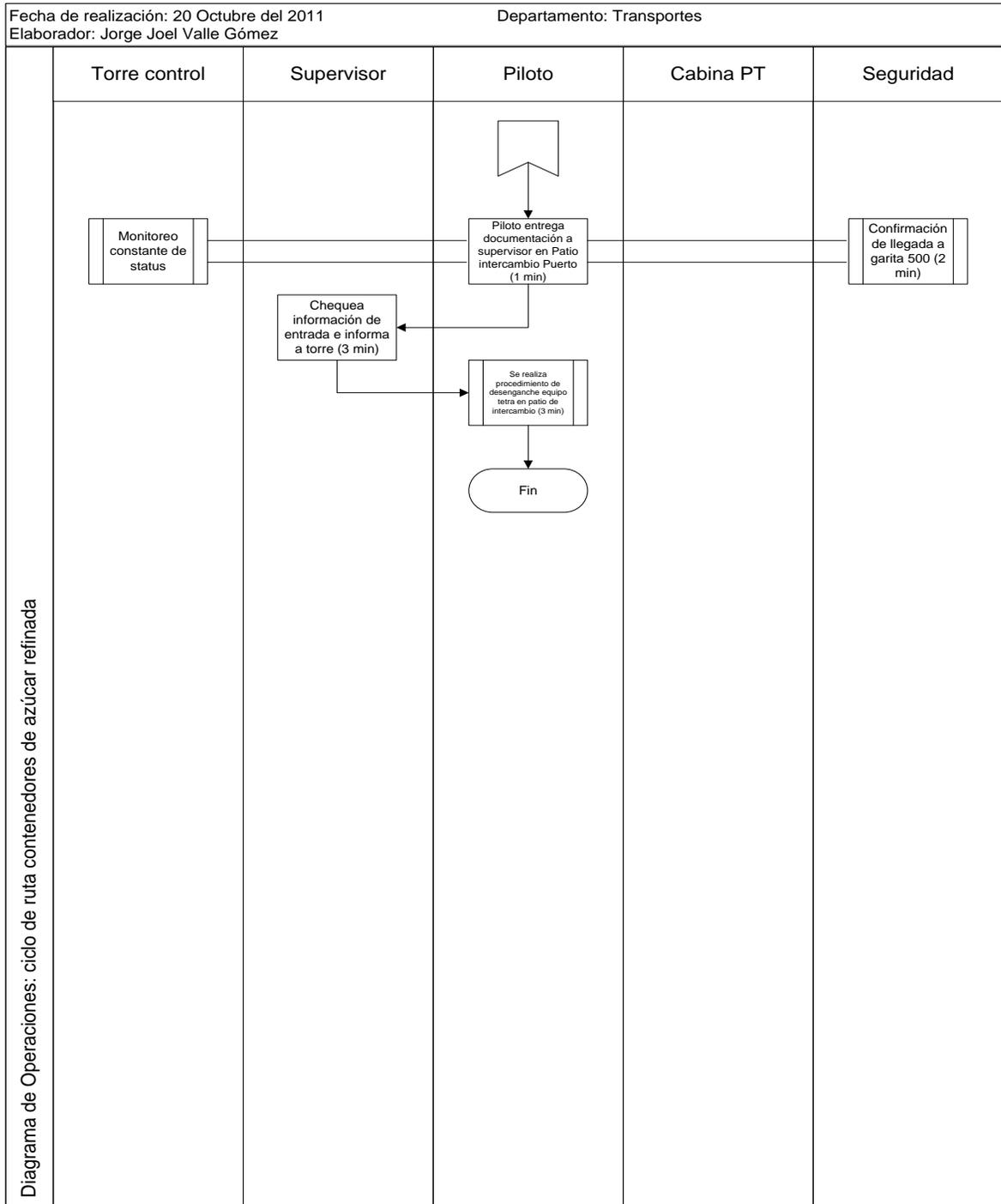
Son todas las actividades comprendidas desde la salida de planta de los vehículos, hasta el predio de intercambio en puerto San José u Santo Tomas de Castilla. Idealmente durante el período de zafra se deberán halar combinaciones tetras según la ruta para poder mantener la optimización del sistema de transporte.

El predio de intercambio, se utiliza para realizar las actividades de desenganche o enganche y transportar sobre las carreteras nacionales en las combinaciones máximas configuradas en las leyes guatemaltecas, el último segmento para llegar al destino Puerto Quetzal. Ver figura 32.

Figura 32. Diagrama de operaciones propuesto, ciclo de ruta



Continuación de la figura 32.



Fuente: elaboración propia.

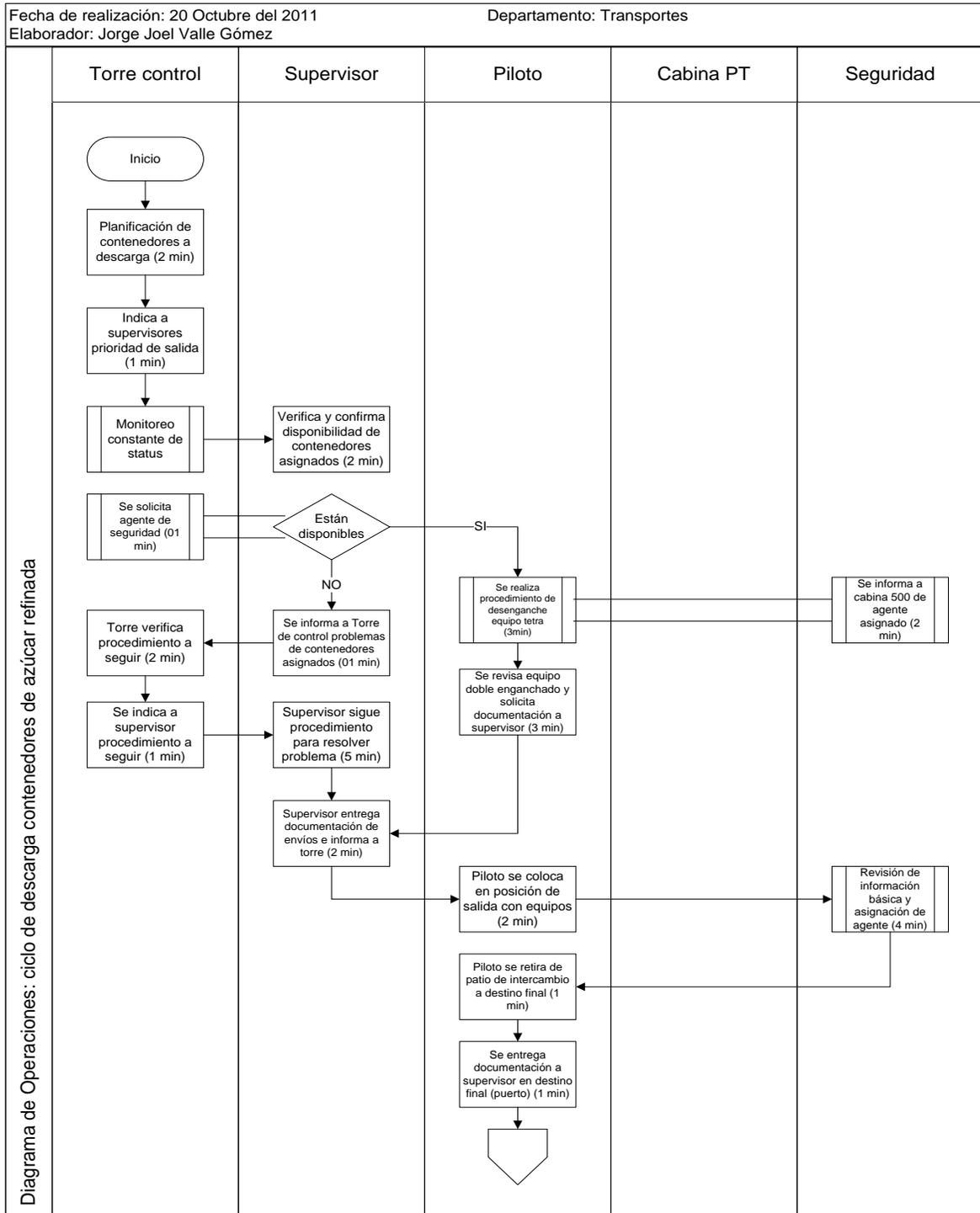
### **5.8.1.3. Ciclo descarga**

Se describen las actividades que se llevan a cabo para descargar los contenedores de exportación. Este diagrama representa de forma general el procedimiento para la descarga, los tiempos específicos para cada destino son representados por aparte en este documento.

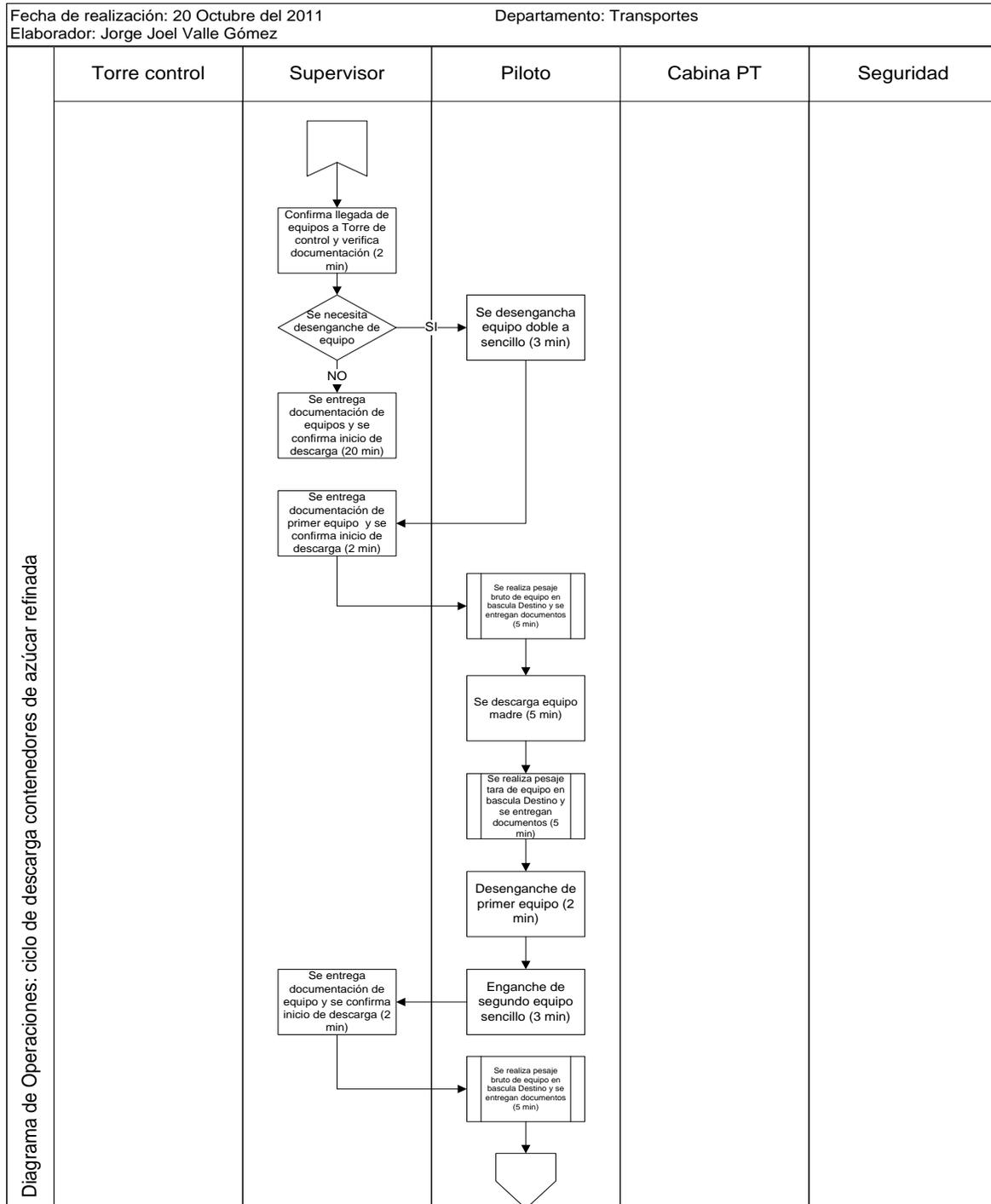
Estas actividades variaran en algunos pasos según los procedimientos de cada lugar destino. Los Puertos Quetzal y Sto. Tomás de Castilla, no son uniformes en cuanto a sus procesos de descarga de contenedores, por lo que es necesario que un gestor portuario intervenga para la agilización de la documentación de descarga.

Las bodegas internas de almacenamiento variaran levemente, según el predio industrial donde se encuentren así como también cualquier otro requisito adicional que cada una de éstas posea. Ver figura 33.

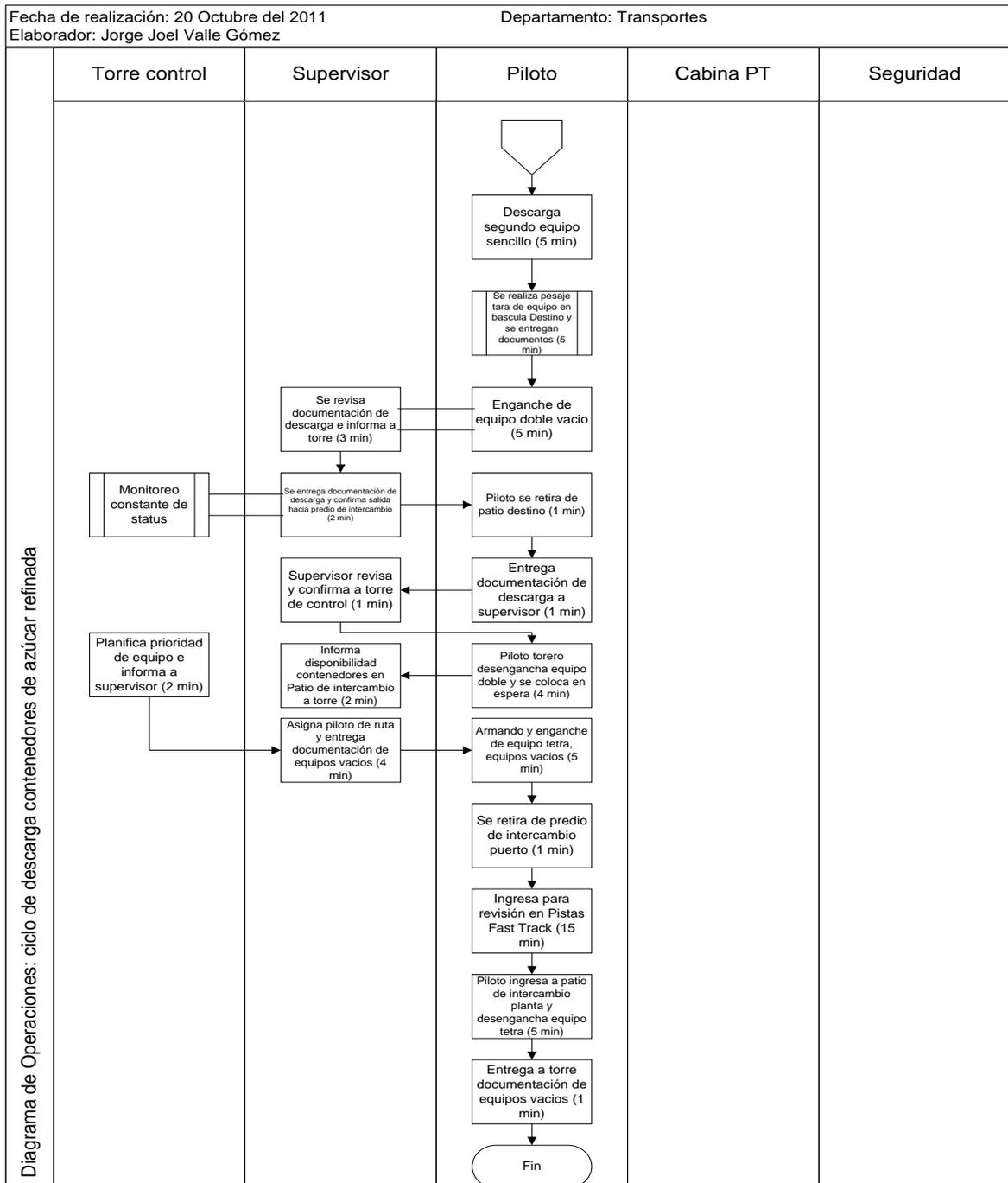
Figura 33. Diagrama de operaciones propuesto, ciclo de descarga



Continuación de la figura 33.



Continuación de la figura 33.



Fuente: elaboración propia.

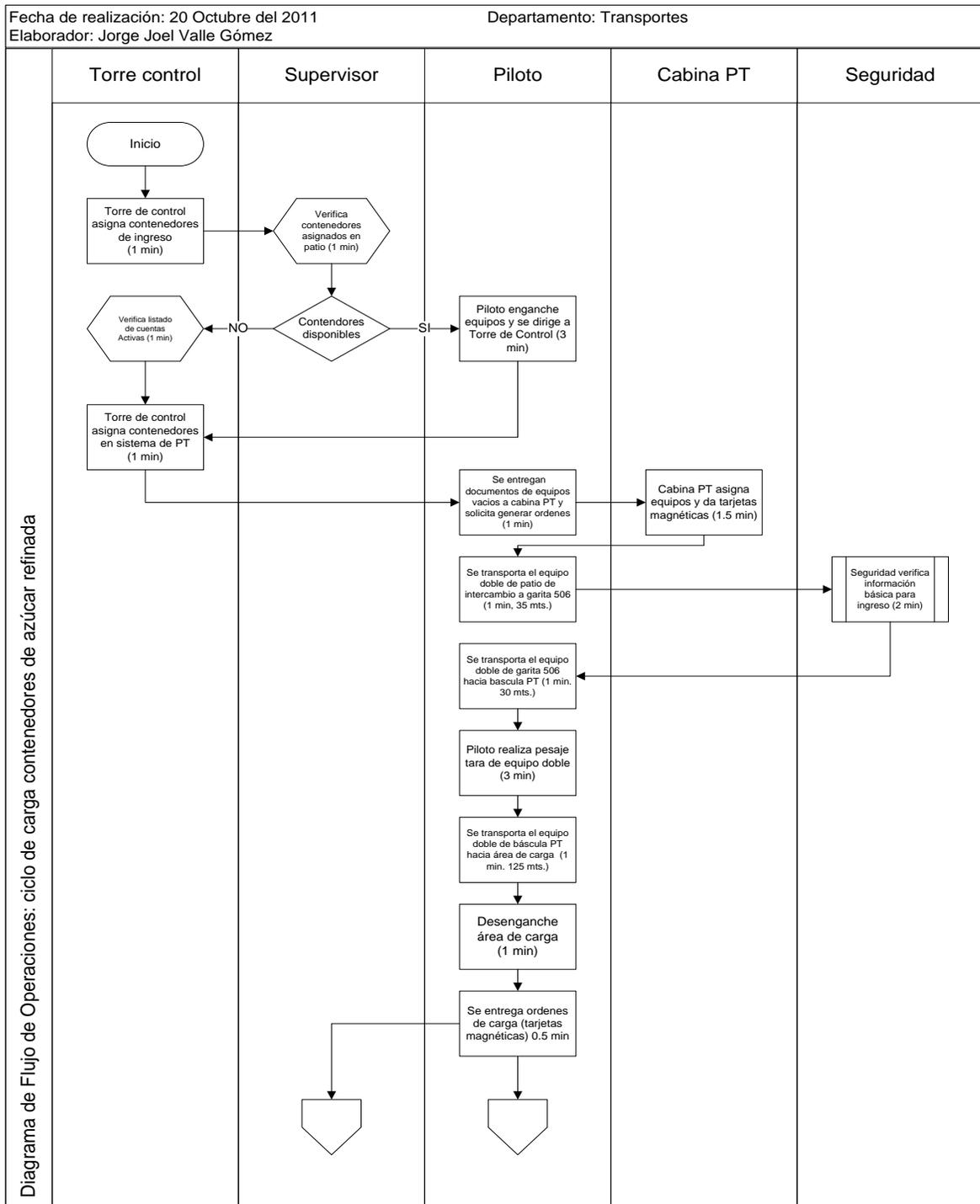
## **5.8.2. Diagrama de flujo de operaciones propuesto**

El diagrama de flujo representa gráficamente todas las actividades necesarias para realizar el transporte de azúcar refinada en contenedores, a diferencia del diagrama de operaciones, éste adiciona todos aquellos movimientos de distancia necesarios para conseguirlo.

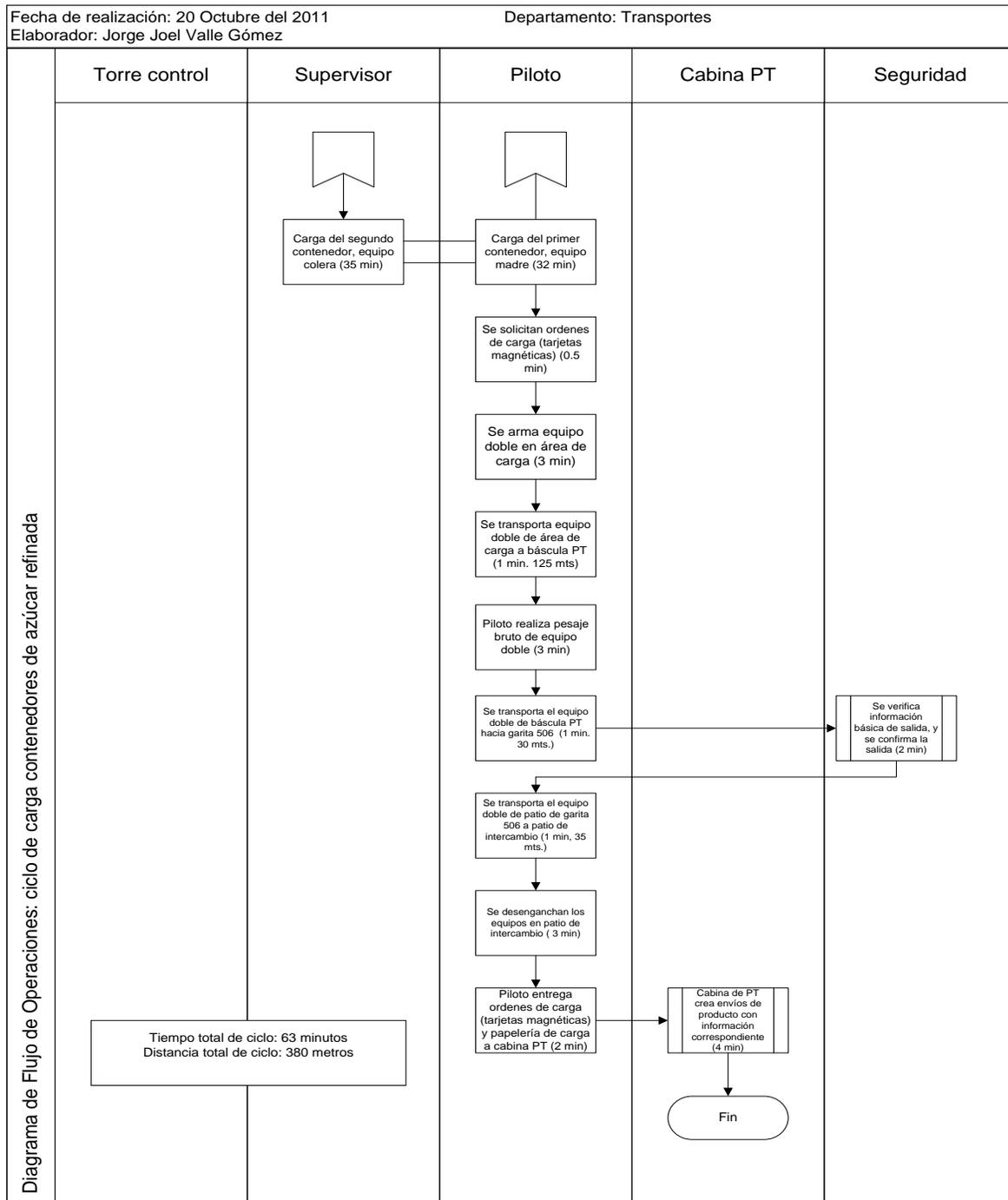
### **5.8.2.1. Ciclo carga**

Son todas las actividades necesarias para cargar los contenedores de azúcar refino, y comprenden desde la entrada de las unidades hasta su posterior entrega de documentación respectiva de exportación, define las distancias a moverse para completar el ciclo respectivo. Ver figura 34.

Figura 34. Diagrama de flujo de operaciones propuesto, ciclo de carga



Continuación de la figura 34.



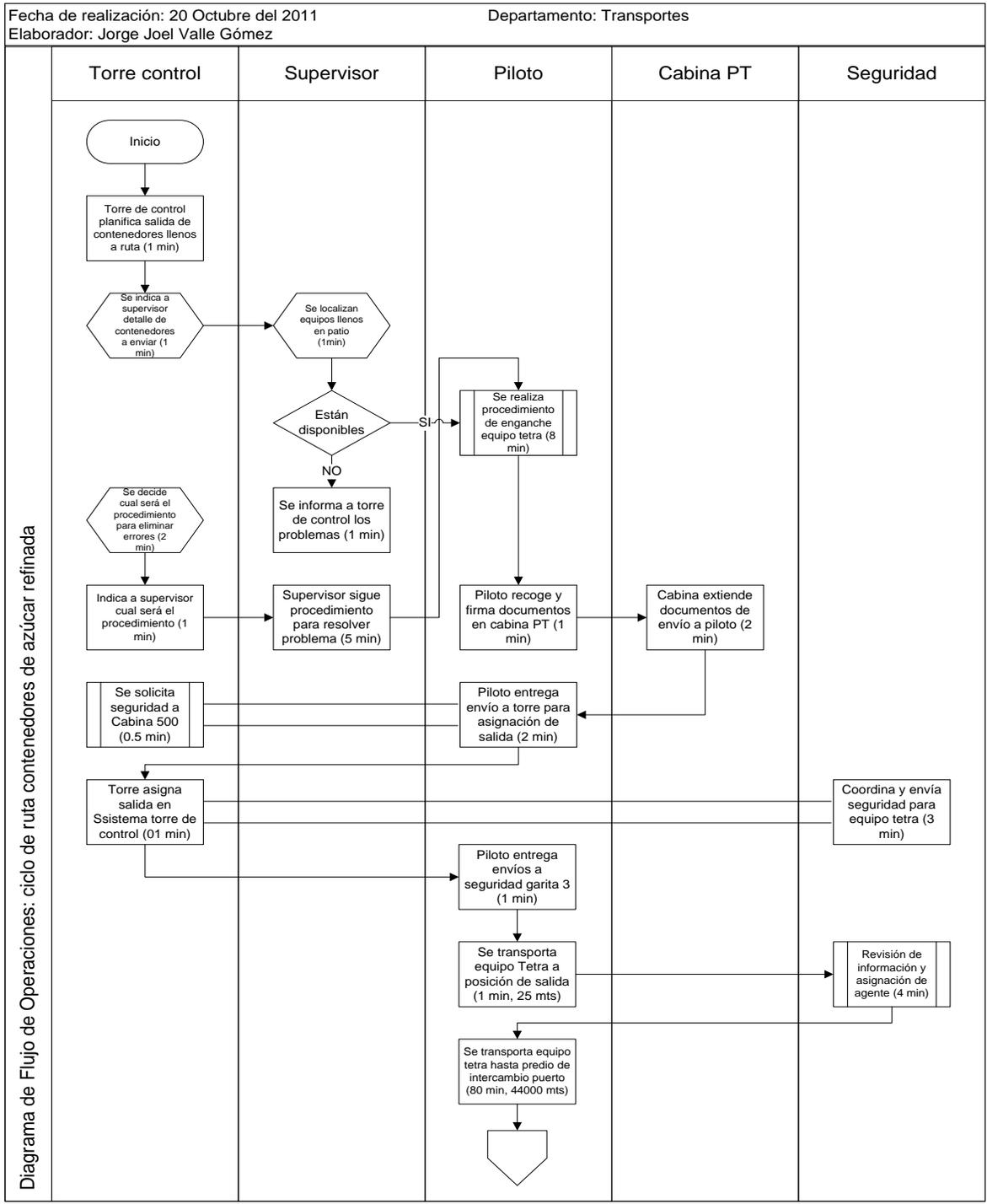
Fuente: elaboración propia.

### **5.8.2.2. Ciclo ruta**

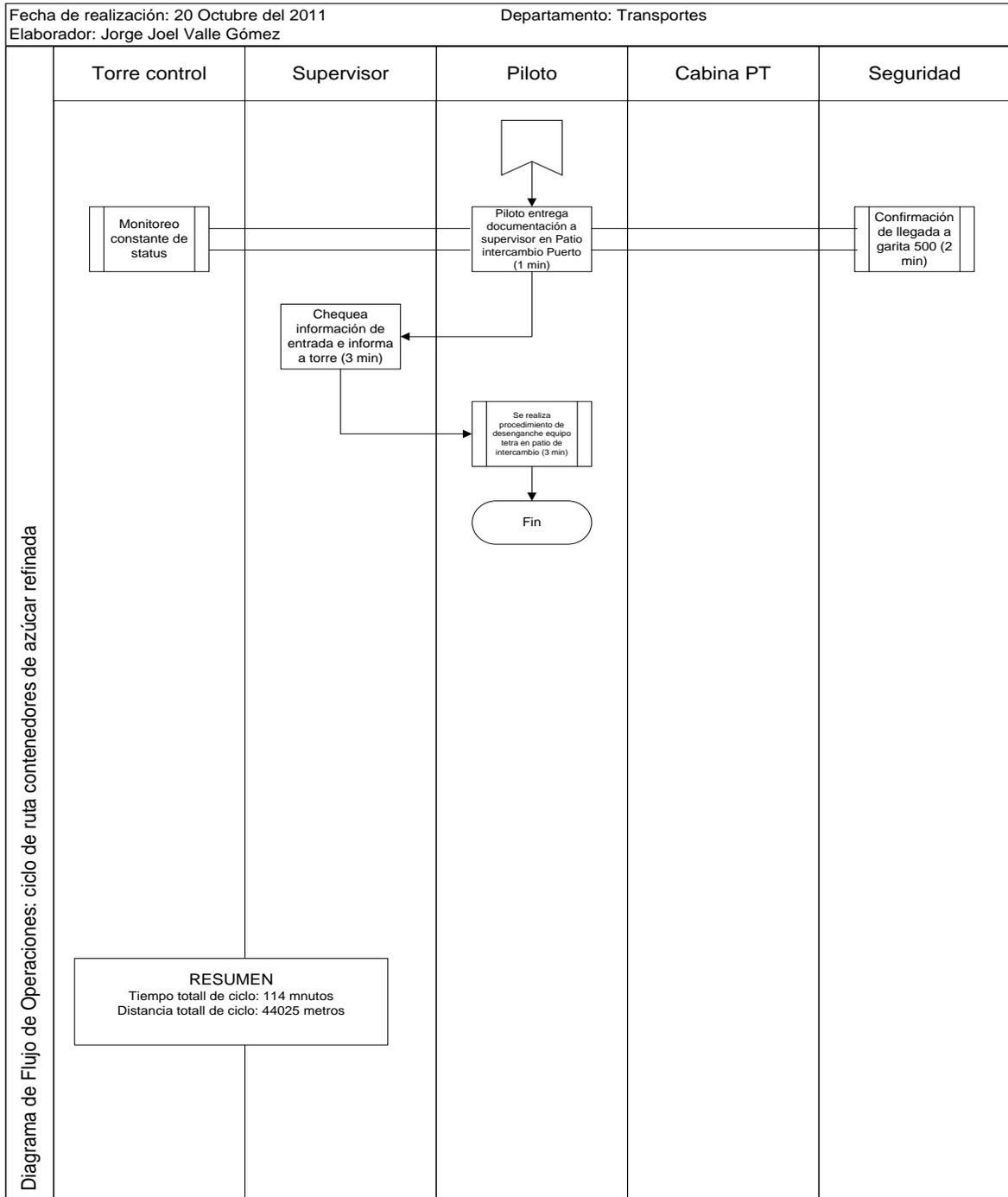
Son todas las actividades comprendidas desde la salida de planta de los vehículos, hasta el predio de intercambio en puerto San José u Santo Tomas de Castilla. Idealmente durante el período de zafra se deberán halar combinaciones tetras según la ruta para poder mantener la optimización del sistema de transporte.

El ciclo de ruta es monitoreado en la torre de control por medio de un conteo teórico de tiempo transcurrido, desde la salida del vehículo. Este tiempo está definido por medio de la distancia y velocidad promedio a la cual el vehículo debe desplazarse sobre una ruta asignada. Ver figura 35.

Figura 35. Diagrama de flujo de operaciones propuesto, ciclo de ruta



Continuación de la figura 35.



Fuente: elaboración propia.

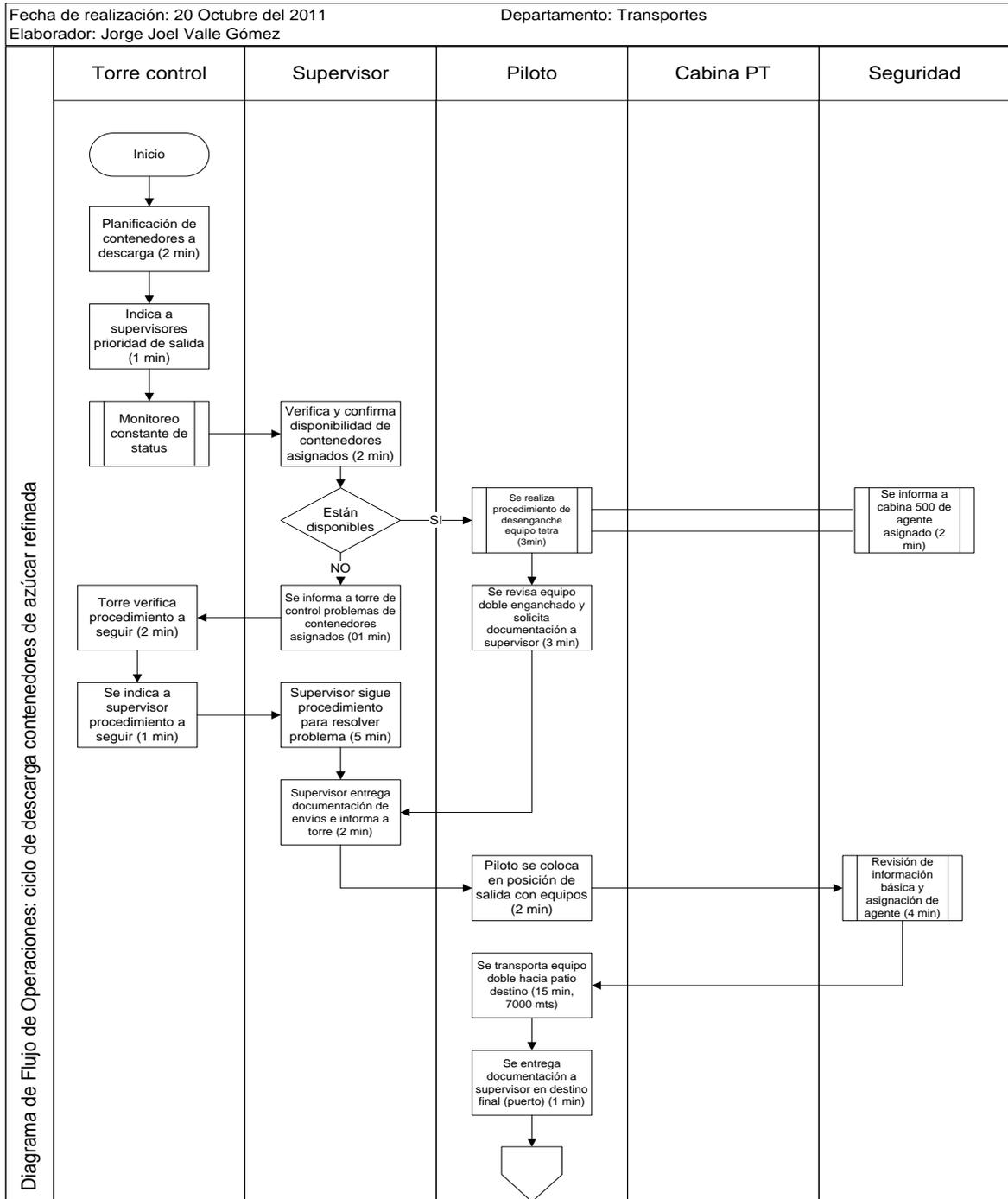
### **5.8.2.3. Ciclo descarga**

Se describen las actividades y distancias que se llevan a cabo y recorren respectivamente para descargar los contenedores de exportación. Este diagrama representa de forma general el procedimiento para la descarga, los tiempos específicos para cada destino son representados por aparte en este documento.

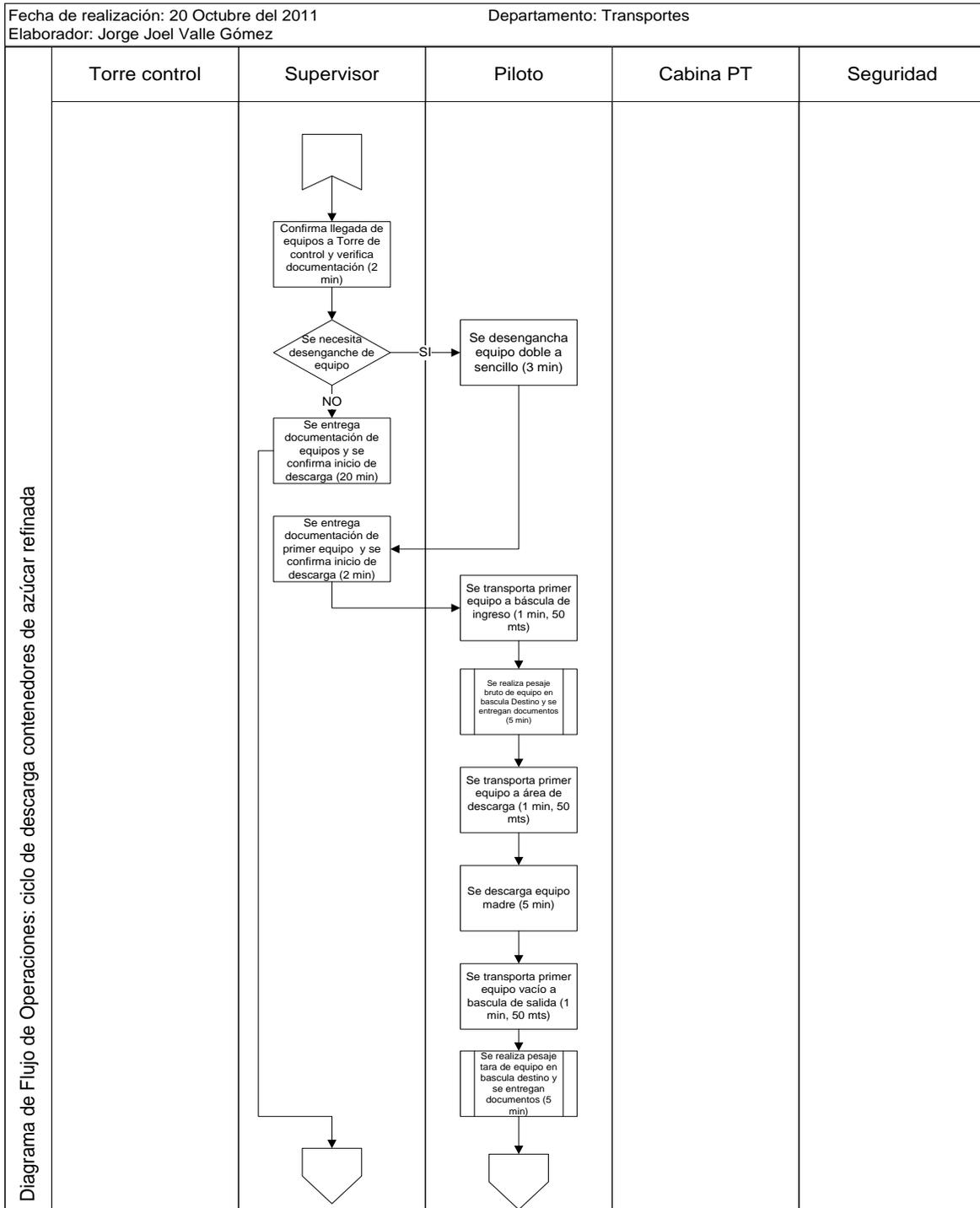
Este ciclo es monitoreado en torre de control por medio de un tiempo teórico transcurrido. Este valor es determinado por medio de un historial de tiempos verificado durante un período establecido como de operaciones normales para cada destino específico.

El período normal de operaciones abarca, procedimientos internos que sean requeridos para la descarga de contenedores de exportación y todos aquellos procedimientos legales necesarios. Ver figura 36.

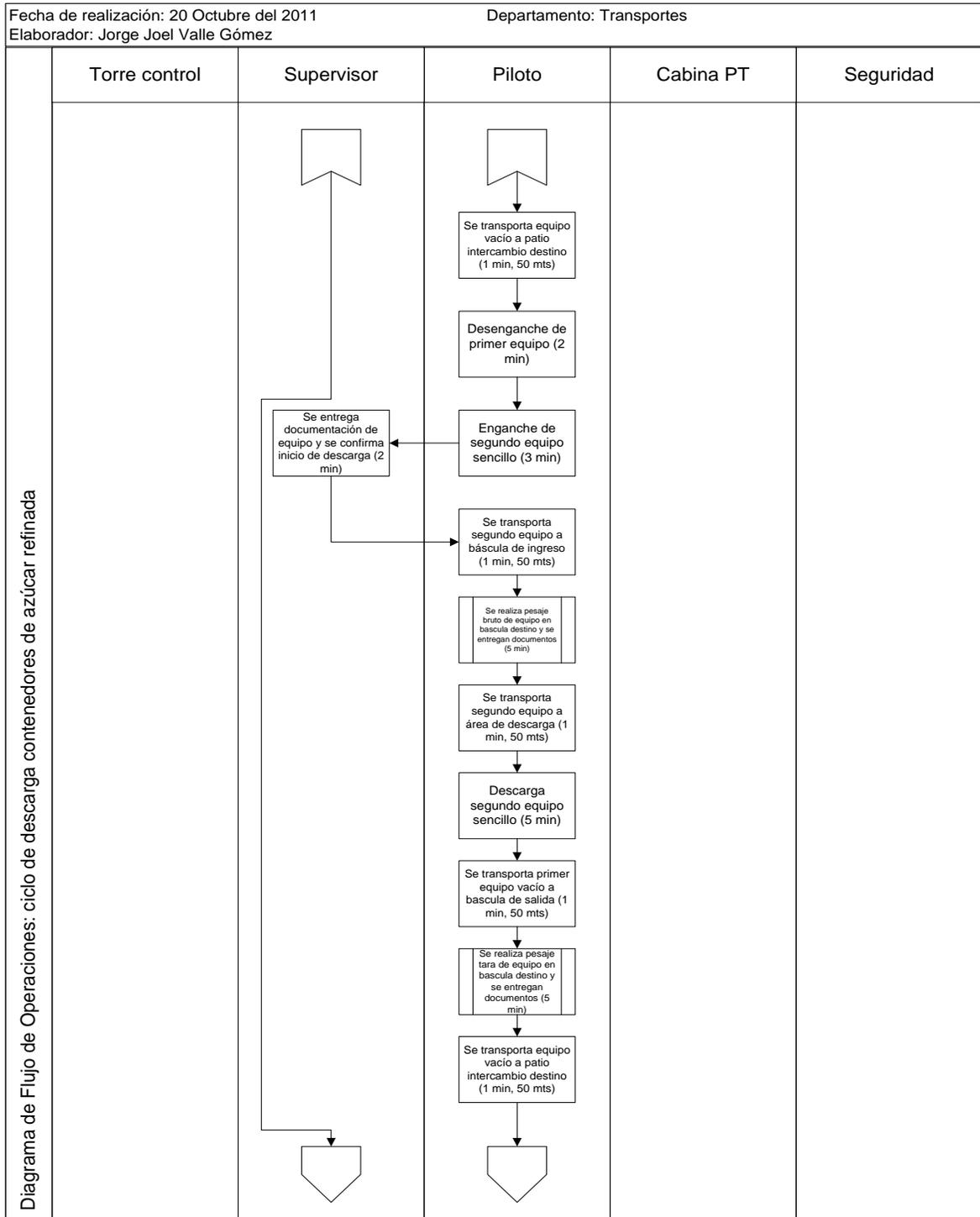
Figura 36. Diagrama de flujo de operaciones propuesto, ciclo de descarga



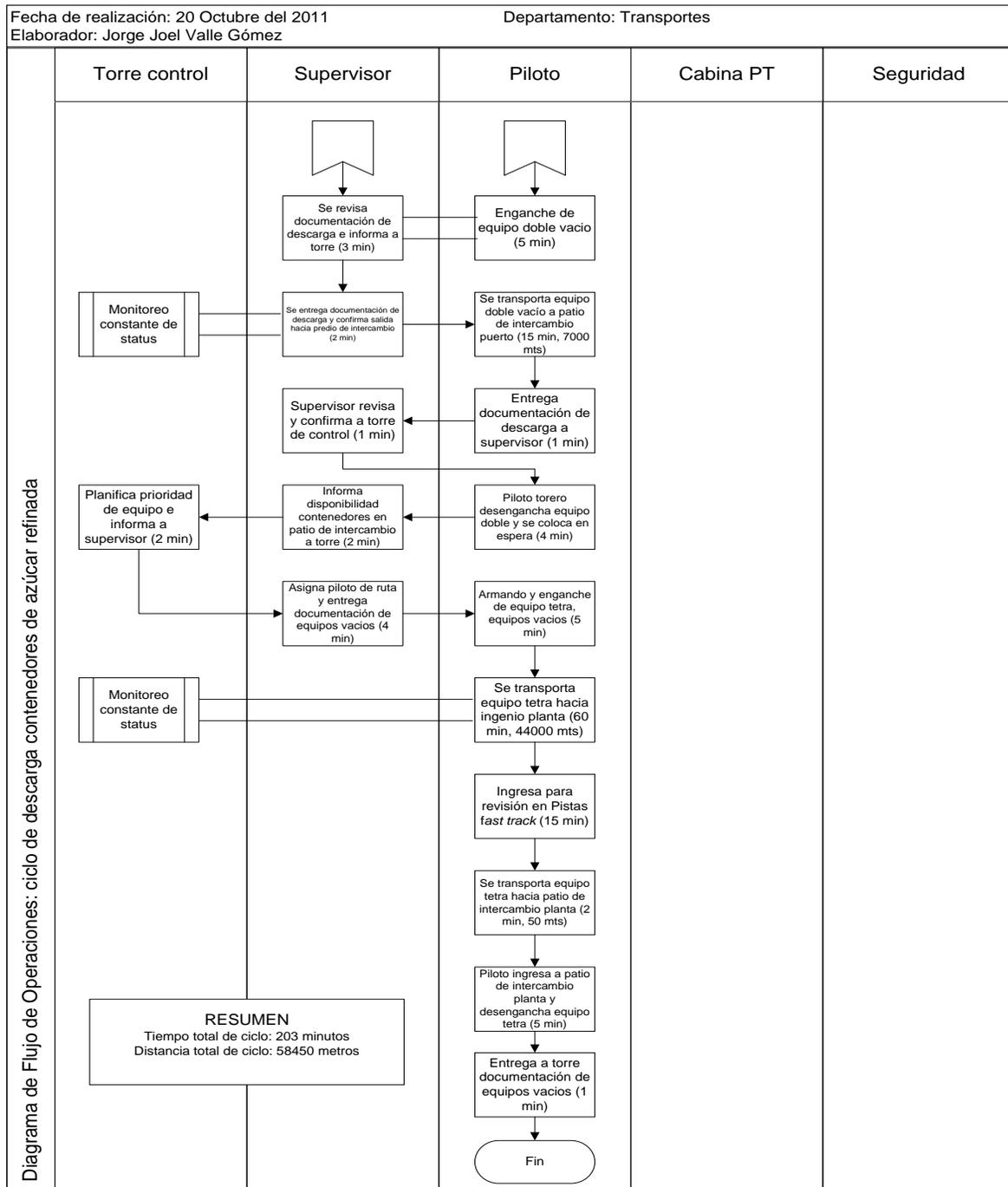
Continuación de la figura 36.



Continuación de la figura 36.



Continuación de la figura 36.



Fuente: elaboración propia.

## **5.9. Rendimiento de combustible propuesto por tipo de capacidad**

El establecimiento de los rendimientos de combustible por tipo de capacidad, se realizará por medio del análisis de los datos históricos recolectados durante un año completo de operación. De estos históricos se eliminan los movimientos no establecidos como estándar por el tipo de capacidad en las categorías de los vehículos.

El área de talleres, responsable de la disponibilidad de maquinaria, recoge especificaciones técnicas de fabricantes y establece según la capacidad y demanda que se exija la maquinaria óptima que proporcione un rendimiento de combustible acorde a las necesidades del área de transporte.

### **5.9.1. Cabezales capacidad tetra**

Los factores para la determinación del tipo de maquinaria cabezal necesario para establecer la combinación tetra o más serán entre otros:

- Tipo de sistema de suspensión
- Capacidad del sistema de suspensión
- Relación caja de velocidades – diferencial
- Relación del diferencial

Se detalla el indicador de combustible para los cabezales de capacidad tetra. Ver tabla XXXIII.

Tabla XXXIII. **Indicador de rendimiento combustible capacidad tetra**

Combinación	Indicador	Dimensionales	Magnitud indicador propuesto
Tetra	Km/gl	Kilómetros X galón	3,8 km/gl

Fuente: elaboración propia.

### 5.9.2. **Cabezales capacidad doble**

El rendimiento de combustible propuesto para esta categoría de vehículo cabezal, además de los factores técnicos, se ve afectado por características plenas del proceso que son determinantes, éstas afectan en gran medida el rendimiento y por lo tanto se deben analizar para proponer el índice de medición.

- Colas de espera (trabajo en ralentí)
- Enganche/desenganche de equipos de arrastre

Tabla XXXIV. **Indicador de rendimiento combustible capacidad doble**

Combinación	Indicador	Dimensionales	Magnitud indicador propuesto
Doble	Gl/hr	Galones X hora labor	1 Gl/hr

Fuente: elaboración propia.

## **5.10. Rendimiento de neumáticos propuesto por tipo de capacidad**

Los rendimientos de neumáticos utilizados para los vehículos y equipos dentro del sistema de transporte de azúcar refinada serán calculados con base en los históricos de información que se recopilan durante el periodo igual a un año de operación. Adicional, se toman en cuenta otros factores que podrán influir en el rendimiento del casco.

### **5.10.1. Cabezales capacidad tetra**

El factor determinante para esta categoría de vehículos en relación al rendimiento de sus vehículos será la distribución de carga por cada equipo de arrastre. Debido a que en especificaciones técnicas los neumáticos utilizados están capacitados para las cargas impuestas actualmente, el rendimiento deberá medirse según este factor.

En la tabla XXXV se detalla el indicador propuesto para los neumáticos en un cabezal capacidad tetra.

Tabla XXXV. **Indicador de rendimiento neumáticos cabezales  
capacidad tetra**

Tipo de Recorrido	Posición neumático	Estado neumático	Indicador	Dimensionales	Magnitud de indicador
Hr	Delantera	Nueva	Hr/32 avo de profundidad	Hora labor X 32 avo. de profundidad de desgaste	109,73 hr/32 avo.
Km	Delantera	Nueva	Hr/32 avo de profundidad	Kilometro X 32 avo. de profundidad de desgaste	2641,24 km/32 avo.
Hr	Tracción	Nueva	Hr/32 avo de profundidad	Hora labor X 32 avo. de profundidad de desgaste	90,66 hr/32 avo.
Km	Tracción	Nueva	Hr/32 avo de profundidad	Kilometro X 32 avo. de profundidad de desgaste	1552,23 km/32 avo.
Km	Tracción	Vitalizada	Hr/32 avo de profundidad	Kilometro X 32 avo. de profundidad de desgaste	2039,53 km/32 avo.

Fuente: elaboración propia.

### 5.10.2. Cabezales capacidad doble

A diferencia de los vehículos capacidad tetra, la categoría capacidad doble se verá afectada por otros factores en cuanto al rendimiento de sus neumáticos, y adicionalmente la forma de medición de utilización es totalmente diferente a la anterior. Los factores a tomar en cuenta para este indicador serán:

- Enganche/desenganche equipos de arrastre
- Tipo de terreno de utilización

Tabla XXXVI. **Indicador de rendimiento neumáticos cabezales capacidad doble**

Tipo de Recorrido	Posición neumático	Estado neumático	Indicador	Dimensionales	Magnitud de indicador
Hr	Delantera	Nueva	Hr/32 avo de profundidad	Hora labor X 32 avo. de profundidad de desgaste	49,96 hr/32 avo.
Hr	Tracción	Nueva	Hr/32 avo de profundidad	Hora labor X 32 avo. de profundidad de desgaste	99,92 hr/32 avo.
Km	Tracción	Vitalizada	Hr/32 avo de profundidad	Hora labor X 32 avo. de profundidad de desgaste	105,5 hr/32 avo.

Fuente: elaboración propia.

### 5.10.3. Equipo de arrastre

Los equipos de arrastre utilizados en el sistema de transporte de azúcar deberán proveer información acerca de su comportamiento, y uno de las formas es la medición del rendimiento de los neumáticos utilizados en cada uno de éstos. Estos neumáticos no estarán expuestos a tracción, pues no tienen un eje motriz que los alimente para proporcionarla. Por lo tanto, éstos tendrán mucha más vida útil.

Tabla XXXVII. **Indicador de rendimiento neumáticos equipo de arrastre**

Tipo de Recorrido	Vehículo / capacidad	Estado neumático	Indicador	Dimensionales	Magnitud de indicador
Km	Chasis	Nueva	Hr/32 avo de profundidad	Hora labor X 32 avo. de profundidad de desgaste	8175 hr/32 avo.
Km	Chasis	Vitalizada	Hr/32 avo de profundidad	Hora labor X 32 avo. de profundidad de desgaste	9398 hr/32 avo.
Km	Plataforma modificada	Nueva	Hr/32 avo de profundidad	Hora labor X 32 avo. de profundidad de desgaste	8925 hr/32 avo.
Km	Plataforma modificada	Vitalizada	Hr/32 avo de profundidad	Hora labor X 32 avo. de profundidad de desgaste	9450 hr/32 avo.

Fuente: elaboración propia.

## 5.11. Rendimiento propuesto de equipo de arrastre

El sistema de transporte de azúcar refinada en contenedores debe ser capaz de presentar resultados de eficiencia respecto a períodos anteriores, por lo tanto se debe poseer indicadores capaces de mostrar cuánto se han utilizado los equipos para la tarea propuesta. El indicador rendimiento para equipo de arrastre se medirá por las veces que cada equipo de arrastre fue utilizado para transportar azúcar en contenedores, éste debe estar cotejado contra un rendimiento propuesto teórico según el análisis del proceso total.

### 5.11.1. Número de cargas transportadas

El indicador propuesto para esta medición se llamará número de cargas transportadas y será revisado en un período de tiempo específico igual a 24 horas. La comparación se realizará contra el indicador teórico determinado, éste se basará en la cantidad de tiempo en ciclo como máximo que se utilizará para la entrega de un contenedor lleno en su destino final por la jornada productiva de utilización del equipo.

Tabla XXXVIII. **Indicador número de cargas transportadas por equipo**

Tipo de equipo	Ton/día	Viajes/día
Equipo de arrastre	79,5	3

Fuente: elaboración propia.

## **5.12. Indicador costo unitario transporte**

La eficiencia del sistema es el principal objetivo que se debe cumplir, por lo que se hace totalmente necesario medir cuánto cuesta realizar la actividad de transportar azúcar con determinadas características. Para el cumplimiento de este objetivo debemos presentar un indicador que pueda relacionar con base en costos todo aquello que cuesta mantener la infraestructura y costos administrativos diluyéndolo en las distancias recorridas por la maquinaria o por todo el producto que se logra transportar dentro de un período determinado.

Lo más importante es el cumplimiento de dicho indicador, pues será la meta mínima que se deberá alcanzar. Las variaciones de éste sean buenas o malas dependerán de la modificaciones, mejoras, o no tomar acciones correctivas dentro del proceso.

La mejor manera de alcanzar este indicador será transportar todo el producto azúcar refinada en la combinación tetra o mayores. Este indicador propuesto será de mantención respecto al período anterior e indicado según información del área de planificación de Magrisa, S.A.

Tabla XXXIX. **Indicador costo unitario transporte**

Destino	Indicador	Dimensionales	Magnitud indicador propuesto
Contenedor de exportación a puerto Quetzal	Q. /sacos	Quetzal X saco transportado	Q. 0,66
Contenedor de almacenaje a puerto Quetzal	Q. /sacos	Quetzal X saco transportado	Q. 1,21
Contenedor de exportación a puerto Sto. Tomas	Q. /sacos	Quetzal X saco transportado	Q. 13,92
Plataformas a puerto Quetzal	Q. /sacos	Quetzal X saco transportado	Q. 2,57

Fuente: elaboración propia.

### 5.13. **Mantenimiento de equipo de arrastre**

El indicador que medirá el mantenimiento al equipo de arrastre será llamado porcentaje de fallas por incumplimiento de mantenimientos, éste se utilizará para determinar en un período de tiempo, el porcentaje de fallas atribuidas por el no cumplimiento de los programas de mantenimiento preventivos establecidos, y por el cual se tendrá una responsabilidad directa.

La forma de recolección de información estará basada en las observaciones del área de talleres que analizarán las fallas y sus causas.

### **5.13.1. Ruta mantenimiento mecánico**

Para representar que tanto influye la ruta de mantenimiento mecánico, será mediante el indicador porcentaje de fallas por mantenimiento preventivo. El área de talleres realizará el análisis necesario y determinará la causa de la falla. Si los programas de mantenimiento han sido cumplidos al 100% y no se dio como resultado de malas operaciones, se determinará cuál será el segmento de las rutas de mantenimiento por la cual debieron verificarse dichas partes. Si este segmento debió prevenir este problema futuro se atribuirá la falla por mantenimiento preventivo.

#### **5.13.1.1. Mejoramiento mantenimiento preventivo**

Este indicador será determinante para el mejoramiento del mantenimiento preventivo, pues logrará establecer las causas reales de las fallas atribuidas a las rutas de mantenimiento preventivo lo cual resultará en una eficacia del 100% de estos programas establecidos y permitirá la implementación de las mejoras concretas.

Tabla XL. **Indicador porcentaje de fallas por mantenimiento preventivo**

Indicador	Dimensionales	Magnitud indicador propuesto
% de falla	Porcentaje de fallas atribuidas a mantenimiento	5 % de fallas

Fuente: elaboración propia.

### 5.13.1.2. **Mejoramiento mantenimiento correctivo**

Las mejoras al mantenimiento correctivo serán medidas mediante el indicador porcentaje de fallas recurrentes. Este indicador verificará el porcentaje de fallas de las mismas partes o sistemas de cabezales y equipos de arrastre de un período a otro analizados.

Tabla XLI. **Indicador porcentaje de fallas recurrentes**

Sistema o parte	Indicador	Dimensionales	Magnitud indicador propuesto
	% Falla recurrente	Porcentaje (%) de fallas de un mismo sistema o parte	< 5% del total de fallas recurrentes

Fuente: elaboración propia.



## **6. MEJORA CONTINUA**

### **6.1. Análisis de resultados**

El sistema de transporte debe medirse para garantizar una mejora continua, esto con el objetivo de analizar los datos actuales con los anteriores a realizar mejoras y así poder comparar los resultados correspondientes.

La mejora continua, más que una estrategia, es una cultura que las organizaciones deberán poseer para garantizar el avance en el tiempo siempre con el objetivo de ser mejores. Asimismo, para alcanzarla se deben crear planes y acciones que sean dirigidos y basados en ésta.

Pero el inicio de esta cultura es saber identificar las necesidades que el sistema de transporte posee y que son áreas de mejora, éstos pueden ser procedimientos mal planificados, equipos no aptos para el transporte de cargas específicas. Mejorar los estándares, como reducción de costos, cumplir con los indicadores sabiendo con anticipación que éstos son llaves para alcanzar objetivos de mediano plazo, aumentar la eficiencia del sistema, disminuir o eliminar demoras actuales serán las principales ventajas aunque no las únicas del alcance de esta cultura. Posteriormente, al alcanzar las mejoras se deberá procurar que éstas se hagan sentir dentro del sistema y tomar esto como un punto de partida para la fijación de nuevas metas y objetivos alcanzables en tiempos estipulados. Todos los recursos deberán estar enfocados y trabajando para el aumento de estándares.

Para el sistema de transporte de azúcar refinada la mejora continua dependerá de varios factores para lograrla.

- Involucramiento total de todos los colaboradores, para que la cultura de la mejora continua se arraigue en todos ellos. Asimismo, hacerlos participar a través de mejoramientos basados en sus observaciones y experiencias.
- La resolución de los problemas enfocados a eliminar sus causas - raíces y no sus efectos. Esto conllevará a tomar acciones preventivas y no reaccionar ante emergencias o problemas que se pudieron prevenir.
- El servicio de transporte deberá estar enfocado siempre en las necesidades de los clientes, para crear así calidad en el servicio y tener ventajas competitivas.
- Generar redes de trabajo para realizar avances en los procesos y procedimientos.
- Tener un pensamiento sistémico, lo que quiere decir, enfocado a los procesos, pues éstos son los que proporcionan resultados.
- Mantener un régimen de auditorías periódicas con base en criterios de excelencia, para identificar áreas de mejora.
- Resolver los problemas mediante las soluciones más fáciles que se obtengan del análisis del mismo, pues no siempre la solución más cara garantiza la eliminación de éste.

El ciclo de la mejora continua está dividido en cuatro partes importantes que son:

- Planificar
- Hacer
- Verificar
- Actuar

#### **6.1.1. Recolección de datos**

La recolección de datos empezará donde se distingan áreas de mejora en el presente proceso, y como éste se divide en tres grandes áreas se deberá analizar por separado cada una de éstas. Ahora bien, lo que se debe identificar son todos aquellos factores que afecten la productividad y eficiencia del proceso, tales como:

- Tiempos actuales reales de las actividades
- Flujo del proceso
- Equipos utilizados
- Tiempos de espera y tiempos muertos o improductivos
- La capacidad del sistema de transporte respecto a la carga impuesta

Este análisis se deberá realizar, por lo menos una vez cada año o cuando el proceso actual sufra cambios de gran magnitud para poder determinar de nuevo todos estos factores.

## **6.1.2. Diagramas**

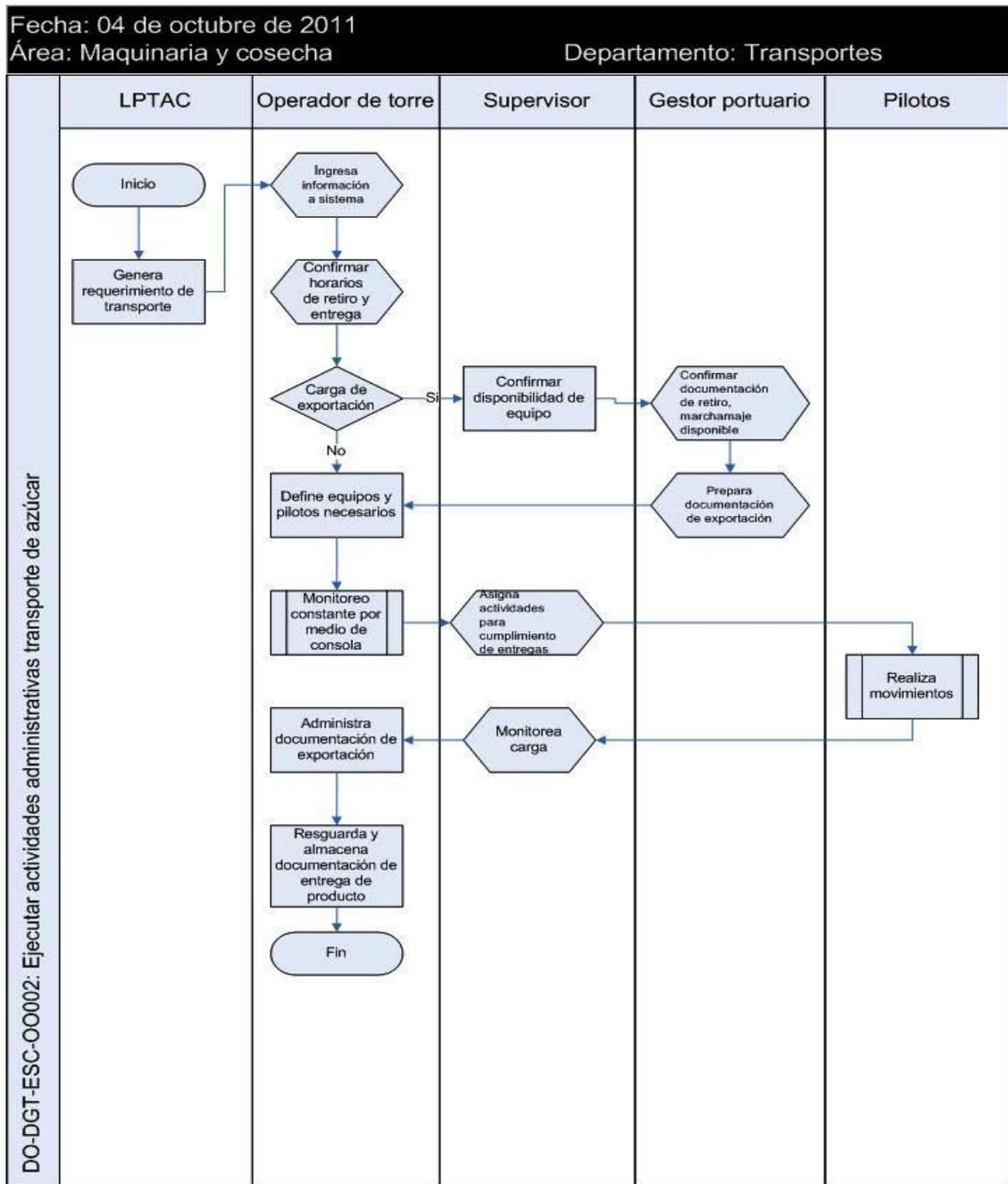
Los diagramas son de suma importancia, pues son representaciones gráficas de todo el proceso que permite conocerlo de forma certera si éstos están bien fundamentados y poder analizarlo de forma objetiva. Se poseen diagramas por cada una de las partes en que fue dividido el proceso de transporte, pues debido a las muchas actividades que éste posee, es más fácil poder identificar las áreas de mejora del mismo.

### **6.1.2.1. Diagrama de flujo**

Un diagrama de flujo es la representación gráfica de la secuencia rutinaria de un proceso. Se basan en símbolos que presentan actividades específicas interconectadas con flechas para realizar la representación del proceso. Para el proceso de transporte de azúcar refinada en contenedores, estos diagramas son utilizados tanto para definir responsabilidades como para mantener el control de las secuencias y los tiempos estimados para su realización. Esta actividad es realizada para la torre de control para el transporte de azúcar refinada en contenedores.

Estos diagramas deberán ser modificados por la readecuación de actividades que se hagan dentro del proceso, también por aquellas anulaciones o incremento de las mismas. Se podrán aplicar a los procedimientos administrativos para el manejo del sistema de transporte de azúcar y así poder ampliar la descripción gráfica. Existe una gama de formas de representar el diagrama de flujo, pero todas están fundamentas en las mismas características. Ver figura 37.

Figura 37. Diagrama de flujo, proceso administrativo transporte de azúcar



Fuente: planificación Magrisa S.A.

### **6.1.2.2. Diagrama de Pareto**

Los diagramas de Pareto son los utilizados para la distinción de los problemas importantes de los no importantes que puedan existir dentro de un proceso. Estos diagramas son una forma especial del gráfico de barras verticales y que establece una prioridad para los problemas estudiados. El principio de Pareto asegura que el 80% de los problemas provienen del 20% de las causas.

Estos diagramas pueden ser utilizados dentro del sistema de transporte de azúcar refinada para determinar qué problema se debe eliminar, primero que ayude para mejorar en mayor cantidad el sistema. Los problemas se deberían de identificar con los diagramas de flujo, para luego indagar más profundamente sobre éstos y obtener frecuencias de ocurrencia para analizarlos posteriormente.

A continuación se presenta un ejemplo del proceso de transporte, utilizando el diagrama de Pareto para la identificación del problema más importante en la salida de los equipos llenos al ciclo de ruta. Ver tabla XXX.

**Tabla XLII. Tabla de demoras en salida de camiones tetra a ciclo de ruta**

Demoras en la salida de camiones tetra a ciclo de ruta	
causas	Tiempo/mes (horas)
Preparación documentos	5
Falta de autorizaciones exportaciones	15
Falta de personal de transporte (pilotos)	2
Fallas mecánicas	6
Falta de sistema informáticos	4
Falta de personal de seguridad	25
Total tiempo	57

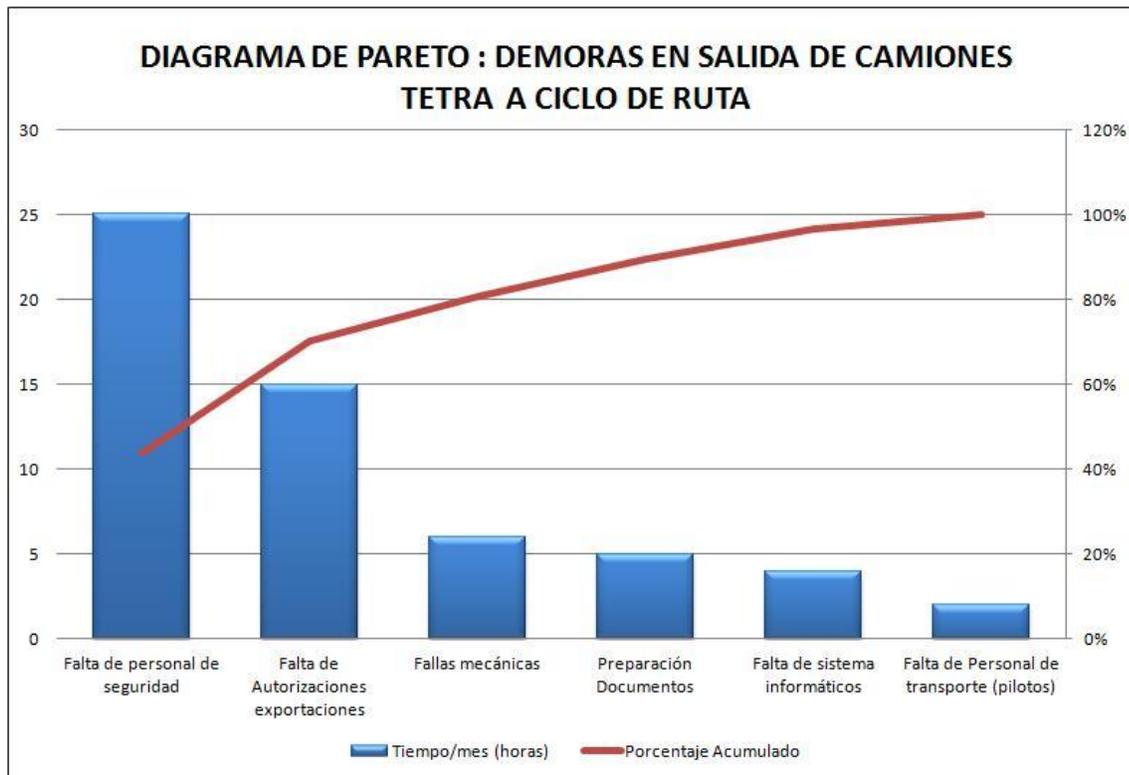
Fuente: elaboración propia.

**Tabla XLIII. Tabla de porcentajes acumulados de demoras en la salida de camiones tetra a ciclo de ruta**

Demoras en la salida de camiones tetra a ciclo de ruta			
causas	Tiempo/mes (horas)	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Preparación documentos	5	9%	9%
Falta de autorizaciones exportaciones	15	26%	35%
Falta de personal de transporte (pilotos)	2	4%	39%
Fallas mecánicas	6	11%	49%
Falta de sistema informáticos	4	7%	56%
Falta de personal de seguridad	25	44%	100%
Total tiempo	57	100%	

Fuente: elaboración propia.

Figura 38. **Diagrama de Pareto, demoras en salida de camiones tetra a ciclo de ruta**



Fuente: elaboración propia.

La conclusión con este ejemplo, para el diagrama de Pareto es que el problema al que se debe prestarle más atención para solucionarlo es la falta de personal de seguridad. Este inconveniente deberá ser solucionado realizando una planificación con el departamento de seguridad, para verificar la demanda que se tendrá contra la oferta que se posea. La segunda causa de los problemas con mayor frecuencia es la autorización de exportaciones, estos documentos deberán ser solucionados con el departamento de exportaciones, previniendo o anticipando la falta de confirmaciones o autorizaciones de parte de las autoridades correspondientes.

Las fallas mecánicas se minimizarán cumpliendo a un 100% los programas de mantenimiento preventivo para los cabezales y equipos, si este problema no se elimina o disminuye de manera sensible se deberán revisar estos programas y calcular su efectividad. Así sucesivamente, se deben eliminar las causas de los problemas especificados. Luego de concluir este análisis se deben realizar nuevamente estos tipos de gráficos para seguir avanzando en la mejora del proceso.

### **6.1.2.3. Diagrama causa – efecto**

El diagrama causa – efecto, llamado también espina de pescado o diagrama de Ishikawa es una herramienta importante que con la se puede visualizar las posibles causas origen que pueden estar originando una determinada cantidad de efectos negativos dentro del proceso que se está analizando.

Dentro del sistema de transporte para azúcar refinada, esta herramienta servirá principalmente para:

- Identificación de las causas principales y secundarias que provoquen retrasos, demoras injustificadas o pérdidas de control del proceso.
- Prever problemas futuros y corregirlos o minimizarlos para que el sistema no se vea plenamente afectado, así como mantener el control sobre éstos.
- Búsqueda de las áreas de mejora dentro del sistema.

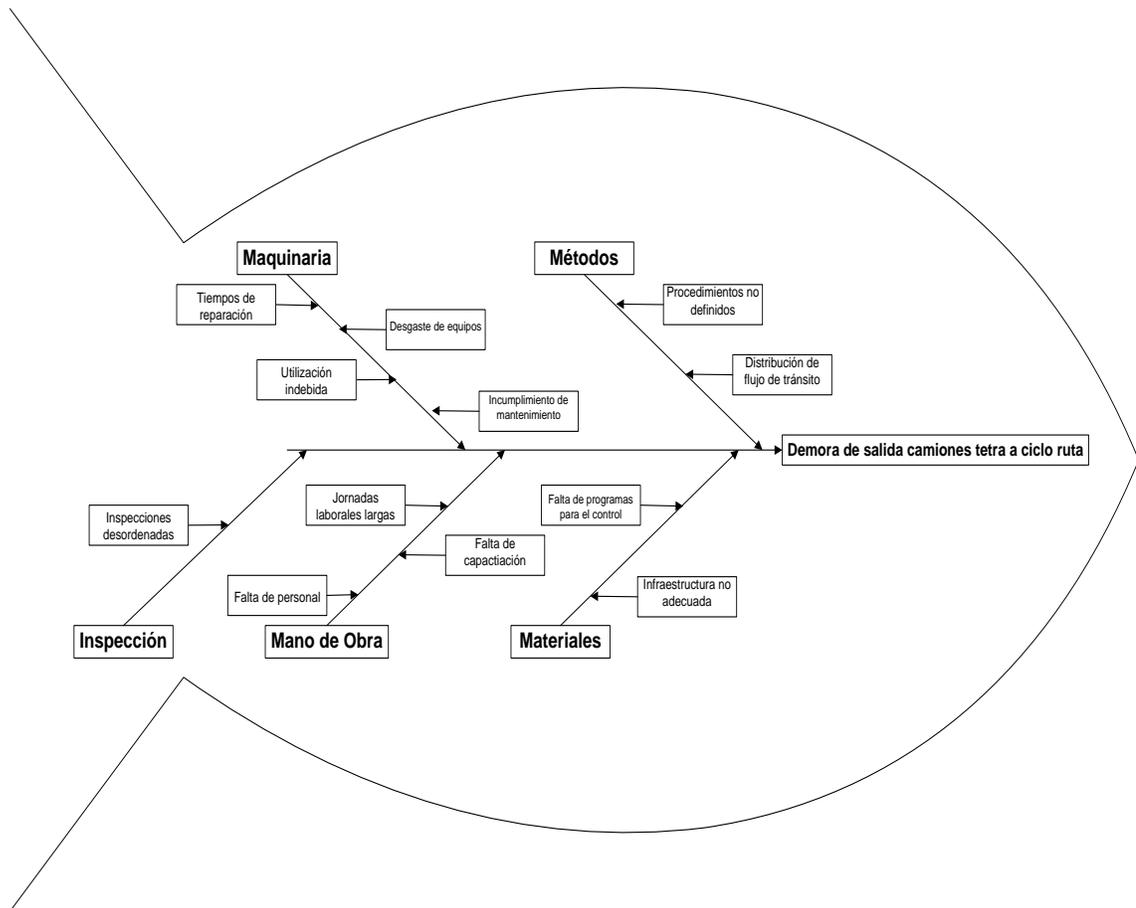
Para realizar un análisis utilizando este tipo de diagrama hay que establecer claramente cuál es el problema objetivo. Seguidamente se debe dibujar una flecha larga de izquierda a derecha, en la punta derecha se colocara el nombre del problema que se analiza. Seguidamente y sobre el cuerpo de la flecha dibujada se colocaran las posibles causas que den como resultado el problema. Estas causas están agrupadas en cuatro categorías conocidas como las 4M.

Después de esto se debe colocar, paralelamente a la flecha principal, las posibles causas generales que causen el problema y unida por medio de flechas inclinadas. Analizar más profundamente sobre estas causas generales y determinaremos la causas específicas, éstas irán de igual manera paralelas a la flecha principal y unidas a la cusas generales por medio de flechas que se unan a las inclinadas. Todas éstas serán una secuencia lógica de observaciones dentro del problema analizado. Las categorías de las 4M son:

- Materiales
- Maquinaria
- Métodos
- Mano de obra

Para el sistema de transporte de azúcar refinada en contenedores se presenta el ejemplo analizando el problema demoras en la salida de camiones tetra a ciclo de ruta. Este problema está identificado dentro de las áreas de mejora y pertenece a la agilización de salidas de producto. Dentro del sistema se encuentra en la interface del ciclo interno y ciclo de ruta.

Figura 39. **Diagrama causa – efecto, demora de salida camiones tetra a ciclo ruta**



Fuente: elaboración propia.

**Conclusión:**

Como se puede observar en el diagrama causa – efecto del problema: demora de salida camiones tetra a ciclo ruta, se debe enfocar en las causas secundarias definidas para atacar directamente y poder eliminarlo o minimizarlo.

Las causas secundarias son aspectos de mejora plenamente modificables y de fácil accionamiento para corregirlas.

## **6.2. Mantenimiento**

Para el cumplimiento en la cultura de la mejora continua se debe seguir avanzando, buscando nuevos métodos y adaptándonos a los cambios que puedan sufrir los procesos. El mantenimiento no escapa a esto y se debe ser capaz de identificar el tiempo oportuno en el que hay que hacer mejoras para mantener en óptimo servicio en los cabezales, equipos de arrastre y maquinaria en general.

### **6.2.1. Actualización de programas**

Los procesos pueden sufrir cambios drásticos o sutiles y dependen principalmente de los cambios en las áreas de las empresas o modificaciones de los productos o servicios prestados. Por tanto, se debe estar concentrados en la identificación de los tiempos adecuados para realizar los cambios en los programas de mantenimiento. Para poder identificar cuándo hay que hacer los cambios, se puede basar en los siguientes factores específicos para el transporte de azúcar refinada:

- Cambio a los procesos de la prestación del servicio de transporte
- Cambio o inclusión de maquinaria especializada no presente
- Cambios a maquinaria actual
- Cambio de utilización de la maquinaria para el servicio de transporte
- Cambios en el tiempo de uso de la maquinaria
- Cambios en las condiciones de uso de la maquinaria

Para lograr este objetivo se debe llevar un control de todos estos factores de cambio para luego ajustar los programas de mantenimiento. Se podrán llevar hojas de control de cambios que a continuación se detalla.

Figura 40. Hoja registro de cambios

**MAQUINARIA AGRICOLA S.A.**  
HOJA REGISTRO DE CAMBIOS

Área: Departamento transporte de azúcar

Cambio a los procesos o equipos							
No.	Fecha	Nombre proceso/equipo	Si	No	Descripción del cambio	Responsable de área	Autoriza
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

Fuente: elaboración propia.

## **6.2.2. Nuevos métodos y técnicas**

La tecnología avanza a pasos agigantados y nos sirve como recurso para seguir cumpliendo con nuestra cultura de mejora continua. Para ello los nuevos métodos y técnicas son aplicables para los programas de mantenimiento que se pueden modificar para obtener una mejor eficiencia en sus resultados.

### **6.2.2.1. Análisis de videoscopia**

Esta es una técnica que se utiliza para la revisión de elementos que no se pueden visualizar a simple vista, y en cuyos elementos se presenta un riesgo de realizar malos trabajos de mantenimiento preventivo o correctivo por malos juicios.

Es un equipo largo, flexible y delgado en forma de varilla. En el interior de la varilla se encuentra un elemento de sistema telescópico con lentes y una potente luz que permiten tener una imagen con mucha resolución. La imagen es transmitida a un monitor, además es posible grabar en formato de video. La manipulación de dicho aparato es posible por mandos electrónicos posicionados junto a la pantalla de visualización.

Generalmente utilizados en cultas de motores para vehículos cabezales, revisión de cabezas de pistón, camisas de pistón, revisión de anillos de pistón, desgaste de válvulas etc. Por medio de esta visualización es posible observar las fallas que podrán ocurrir u ocurrieron y tomar medidas para prevenirlas o eliminarlas.

#### **6.2.2.2. Análisis de aceites**

El análisis de aceite lubricante es una técnica utilizada para la determinación del estado interno de equipos que poseen elementos rotativos y que sufren desgaste por la utilización del mismo, y además, también el estado del lubricante mismo.

El estado de desgaste del equipo analizado se confirma mediante el grado de contaminación del aceite lubricante, por la cantidad de partículas o sustancias ajenas a éste en suspensión. El estado del lubricante se determina cuantificando la degradación que ha sufrido en un tiempo determinado, es decir, la pérdida de capacidad para lubricar por la variación de sus propiedades físicas, químicas y también las de sus aditivos.

La forma de utilización es la toma de muestras programadas de los motores, diferenciales, cajas de velocidad, de los cabezales, para luego ser enviadas a los laboratorios correspondientes donde determinaran los factores antes descritos y, por lectura de determinados elementos químicos y físicos se determinarán los pasos a seguir para solucionar problemas encontrados.

#### **6.2.2.3. Análisis fatiga de materiales**

Este análisis se realiza en laboratorios específicos con máquinas de pruebas especiales que pueden reproducir las fatigas a las que son sometidas materiales que se utilizan en la construcción o reconstrucción de equipos de arrastre y más específicamente en plataformas modificadas para el transporte de contenedores de azúcar refinada.

Estas pruebas son monitoreadas constantemente y darán como resultado los límites de dichos materiales, y por medio de éstos, la toma de decisiones que asegurarán los equipos funcionales para el trabajo específico de transporte de azúcar.

### **6.3. Auditorías**

Una auditoría es la revisión de procedimientos y estándares aplicables a un proceso, es decir, es una verificación de cómo se realizan los procedimientos indicados. En cuanto al mantenimiento, las auditorías ofrecerán todos aquellos puntos de posibles fallas dentro del procedimiento de los mismos derivados de sus parámetros de ejecución, tiempos definidos, procesos, etc.

Una auditoría de mantenimiento permitirá obtener:

- Verificación del estado de mantenimiento de maquinaria para el transporte de azúcar refinada.
- Retroalimentación al responsable del área en cuanto a los defectos o fallas que puedan existir.
- Determinar planes de acción para prevenir o corregir aquellas fallas determinadas.

#### **6.3.1. Auditorías internas**

Una auditoría interna es la realizada por personal ajeno al departamento de transporte de azúcar, pero que pertenezcan a otro departamento de la empresa.

Estos auditores serán previamente determinados y se tendrá un auditor líder que dirigirá al equipo y será el responsable directo de la auditoría en su totalidad. Para su realización hay que planear la auditoría al mantenimiento y apoyarse en los siguientes puntos:

- Planteamiento de objetivos
- Definición de parámetros críticos
- Tareas de mantenimiento
- Implantación de acciones correctivas
- Seguimiento y control

#### **6.3.1.1. Planteamiento de objetivos**

En esta primera etapa se definen objetivos que se pretenden alcanzar al realizar la auditoría para el mantenimiento y su alcance dentro del mismo. Se elabora el cronograma de su realización y se establece claramente responsabilidades del plan. Para esto se convocará a una reunión previa donde el equipo auditor discutirá sobre estos aspectos y presentará al responsable del área, el plan de estudio que se pretenderá realizar.

#### **6.3.1.2. Definición de puntos críticos**

Al realizar esta parte de la planificación hay que identificar cuáles son los puntos críticos dentro del sistema a evaluar que den como resultado caídas de eficiencia del mantenimiento. La determinación de un punto como crítico supone el componente o sistema de la maquinaria que se evalúa y tiene una tarea eficiente de mantenimiento preventivo que permitirá disminuir sus posibles causas de falla.

La criticidad de esos puntos del sistema se basa en la criticidad del fallo del equipo o sistema que evalúa y para éste deben considerarse dos aspectos: la probabilidad de aparición y su severidad. El primero mide la frecuencia estimada de ocurrencia del fallo, el segundo aspecto mide qué tan grave es el impacto que este fallo puede provocar sobre el sistema o equipo al que pertenece y por ende afecte al programa de mantenimiento. Un ejemplo de punto crítico para el mantenimiento preventivo será la verificación en el restrictor del filtro de admisión de aire, pues la omisión de éste puede provocar el calentamiento del motor y en condición extrema, el colapso total del mismo.

Actualmente no se dispone de la base de datos confiable para el cálculo de las probabilidades de falla para los componentes de la maquinaria, por lo que se puede considerar como criterio único de aceptación para la criticidad de componentes el impacto sobre la función o funciones definidas de la maquinaria y su impacto sobre los programas de mantenimiento. Denotando la cultura de la mejora continua, se deben crear estas bases de datos para establecer, a través de métodos estadísticos, la criticidad correspondiente, convirtiéndose en un área de mejora.

Para la obtención de mejores resultados se puede dividir los sistemas de mantenimiento en áreas mucho más pequeñas y específicas para su estudio. Por ejemplo: dividir al programa de mantenimiento preventivo en sus distintas rutas y establecer los puntos críticos para ellas, basándose en la criticidad de los componentes que verifican. Todo esto dependerá del alcance que se haya definido al principio de la auditoría.

### **6.3.1.3. Tareas de mantenimiento**

En parte de la auditoría interna, toma como base el resultado del análisis de puntos críticos, se tabulan y se realiza una tabla de puntos críticos y no críticos del sistema de mantenimiento. A estos puntos se les identifican las tareas que los programas de mantenimiento proveen, es decir, se establece la relación de los puntos críticos identificados con lo que actualmente se realiza para la verificación de ellos. El objetivo de la presente tarea es efectuar dicha asignación de actividades de mantenimiento.

El siguiente paso es la identificación de las causas más probables asociadas a las distintas fallas de los componentes estudiados y que afecten las tareas de rutas de mantenimiento. Estas causas de fallas más recurrentes se pueden identificar por medio de los registros históricos de mantenimiento que se posean.

La conclusión en la identificación de estas causas de fallas será la determinación del nivel adecuado de mantenimiento actual, eso permitirá incluir mejoras en las rutas de mantenimiento, lo que provocará un aumento de resultados en los programas. Estas alternativas de cambios deberán ser planteadas y estudiadas para su viabilidad respecto al costo – beneficio que puedan presentar.

### **6.3.1.4. Implantación de acciones correctivas**

Una vez determinadas las mejores alternativas de cambios para la mejora, se realizarán los procesos para implantarlas dentro del sistema de mantenimiento. Esto se realizará por medio de las recomendaciones que el equipo auditor haga ante el responsable del área.

Se discutirán los cambios a realizar dentro del proceso actual para luego aprobarlos. De igual manera, el responsable del área determinará los recursos necesarios según las recomendaciones aceptadas.

Redactar las nuevas rutas de mantenimiento preventivo y correctivo y comunicarlas a las áreas correspondientes. Las acciones correctivas son propiamente respuestas a fallas que suceden paralelamente a las auditorías internas. Pero también, se pueden determinar acciones preventivas y nacerán también del mismo análisis, la única diferencia es que éstas tendrán como objetivos posibles fallas que aún no suceden y que los programas de mantenimiento son capaces de resolver antes que se conviertan en causas de fallas.

#### **6.3.1.5. Control y seguimiento de resultados**

Posteriormente a la implantación de las acciones correctivas, los auditores deberán controlar y dar seguimiento a las mismas, para poder comprobar el impacto que tuvieron sobre los puntos críticos que se definieron y así poder establecer el grado de mejora alcanzado.

Para el control y seguimiento se deben definir los aspectos con los que se podrá analizar la mejora. Se tendrán que proponer índices de seguimiento, procesos de recolección para la información básica predeterminada, asignación de recursos necesarios, entre otros.

En cuanto a los índices de seguimiento, se basarán en los históricos de datos respecto a los actuales y los pronósticos correspondientes en un período de tiempo definido.

Para la recolección de información básica se realizarán tablas de seguimiento y para la asignación de recursos necesarios se requerirán los estados de inversión realizados.

### **6.3.2. Auditorías externas**

Las auditorías internas son aquellas realizadas por auditores totalmente ajenos a la empresa, esencialmente de consultorías contratadas para la realización del análisis. De igual manera que una auditoría interna, se deben definir los objetivos generales así como el alcance dentro del sistema de mantenimiento actual, estos objetivos serán definidos por la gerencia del área de transporte de azúcar con el equipo de auditores contratados. De allí en adelante este equipo se encargará de la metodología de la auditoría y definirá todos los siguientes pasos. Al final se entregarán los resultados de nuevo a la gerencia del área que procurará involucrar al responsable directo del área de mantenimiento, para la revisión de las recomendaciones así como su factibilidad de implantación.



## **7. MEDIO AMBIENTE**

La protección del medio ambiente es un factor importante en cualquier sistema de producción o prestación de servicios, pues del cuidado de éste dependerá la visión que la comunidad tenga hacia el sistema. Más aún, cuando los excedentes directos o indirectos pueden causar grandes daños.

### **7.1. Procedimientos para el manejo de desechos**

Los procedimientos para el manejo de desechos actuales están constituidos en la recolección de éstos, para luego ser trasladados a plantas específicas para su respectivo reciclaje.

#### **7.1.1. Manejo de aceites lubricantes**

Los aceites lubricantes representan un grave problema para el medio ambiente si no se tratan de manera especial en su recolección luego de ser utilizados en los vehículos cabezales, motores estacionarios y cualquier otra maquinaria que los utilice. Es importante determinar el procedimiento adecuado de manejo y determinar como responsabilidad social, cuál será el destino final de los residuos peligrosos. Los procedimientos de recolección para el sistema de transporte deberán de cumplir con los siguientes aspectos fundamentales:

- No derramar en tierra, drenajes de aguas pluviales o aguas servidas.
- No filtraciones en los recipientes que los contengan como centros de acopio.
- No exposiciones a elementos contaminantes como agua u otro.

De igual manera se deben contar con los procedimientos de control y seguimiento de las entregas de éstos residuos a plantas de reciclaje para lo cual se deberá implementar hoja de control de residuos peligrosos con la información adecuada que nos sirva para dejar una trazabilidad en el tiempo.

Figura 41. **Hoja control de entrega residuos peligrosos (aceites)**

**MAQUINARIA AGRICOLA S.A.**  
**HOJA CONTROL DE ENTREGA RESIDUOS PELIGROSOS**

Residuo: Aceites lubricantes 15W40

No.	Fecha de entrega	Nombre empresa recicladora	Información interna			Responsable empresa recicladora	Proceso destino
			Cantidad GL	No. acopio	Autorización salida		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

Fuente: elaboración propia.

El reciclaje del producto, aceite lubricante es un nombre genérico, pues abarca tres grandes procesos que se pueden aplicar al residuo.

- Reprocesado
- Recuperado
- Regenerado

El primero consiste en la remoción de contaminantes insolubles y productos de la oxidación y obtiene como resultado, luego de procedimientos físico químicos, un producto similar o equivalente al original. El segundo separa los sólidos y el agua que pueda poseer el residuo y con los procesos físicos aplicados se obtendrá un producto de menor calidad al original, pues no elimina metales pesados, inhibidores de corrosión. El tercer procedimiento remoza metales pesados, productos de la oxidación y aditivos, se aplican procedimientos físico químicos específicos y se obtiene productos con características de alta calidad que generalmente son utilizados como bases para otros nuevos lubricantes.

### **7.1.2. Manejo de refrigerantes**

Los refrigerantes utilizados dentro del sistema de enfriamiento de motores de combustión interna son productos que han evolucionado con el paso de la tecnología. Sin embargo, debido a los componentes utilizados para su fabricación pueden ser de gran o menor toxicidad, generalmente la base principal son glicoles, pero al ser utilizados en los sistemas de refrigeración se contaminan con metales pesados como el plomo y cadmio, por lo tanto, es contaminante para el medio ambiente.

Cuando se realicen cambios de este producto, los residuos deberán ser manejados de manera adecuada, pues se establecerán como residuos peligrosos. La realización de los procedimientos de manejo de este residuo deberá tener como objetivos principales las siguientes precauciones:

- No derramar sobre terreno descubierto, drenajes de aguas servidas o pluviales.
- No filtraciones en recipientes que los contengan como centros de acopio.
- No exposición a elementos contaminantes como agua u otros.

Aunque existen procedimientos para el reciclaje interno, la manera más adecuada será la vinculación de una empresa recicladora que posea los equipos y los procedimientos necesarios para el manejo del residuo. Estos procedimientos de reciclaje tienen como resultado la obtención de anticongelantes (refrigerantes) reutilizables para la flota de vehículos cabezales.

Como cultura de responsabilidad social, se debe de tener los datos históricos del reciclaje de estos residuos, y esto se logrará implementado documentos de control que permitan recoger la información importante para lograrlo. Estos documentos deberán ser archivados y resguardados de manera oportuna.

Figura 42. Hoja control de entrega residuos peligros (refrigerantes)

**MAQUINARIA AGRICOLA S.A.**  
**HOJA CONTROL DE ENTREGA RESIDUOS PELIGROSOS**

Residuo:      Refrigerantes (anticongelantes)

No.	Fecha de entrega	Nombre empresa recicladora	Información interna			Responsable empresa recicladora	Proceso destino
			Cantidad GL.	No. acopio	Autorización salida		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

Fuente: elaboración propia.

### **7.1.3. Manejo de grasas**

Las grasas son otro elemento contaminante que se obtiene como residuo peligroso por el uso en la maquinaria que necesita mantener una lubricación para disminuir los desgastes innecesarios por la operación. Las grasas automotrices son una mezcla de aceite mineral o sintético y un espesante. La mayoría de las grasas utilizan como espesante un jabón metálico.

Por tal razón, las grasas deberán tener un manejo idéntico al de los aceites lubricantes, porque también se le considera un residuo peligroso. Se deberán implementar centros de acopio distintos como tipos de grasas que se utilicen para obtener así una mejor rastreabilidad cuando se entreguen estos residuos a recicladoras encargadas de recolectarlas y reprocesarlas.

Por su consistencia, cuando se retiran las grasas de los elementos que la utilizan son más fáciles de manejar por lo que es menos probable la contaminación con este residuo al medio ambiente, sin embargo, se deberán crear los procedimientos necesarios para mantener bajo este riesgo de contaminación.

## **7.2. Rutas de limpieza para cumplimiento normas inocuidad**

El análisis de puntos críticos realizado por la implementación de las normas HACCP dentro de las instalaciones del envasado de azúcar refino representa un área de mejora para el sistema de transporte de azúcar refinada en contenedores pues exige mantener un nivel de limpieza en equipos de arrastre, cabezales e implementos utilizados para el transporte del producto, teniendo como objetivo el aseguramiento de la inocuidad del éste en la cadena logística.

El método propuesto para el cumplimiento de la limpieza es la definición de áreas de lavado con agua, en las cuales se realizarán las rutas específicas definidas previamente. Estas áreas tendrán la maquinaria de lavado a presión con hidro - lavadoras accionadas por energía eléctrica y área de recolección de lodos.

### **7.2.1. Ruta de limpieza contenedores *Dry Van***

Los contenedores *Dry Van* son los cubos de metal, de especificaciones estándar utilizados actualmente para el traslado de productos alimenticios y otros, vía terrestre y marítima. Éstos poseen características de diseño y construcción aprobadas a nivel mundial, para tal objetivo que aseguran entre otros el mantenimiento de las características del producto, limpieza etc.

Estos contenedores se convierten en implementos para el transporte de la azúcar refinada, pues son constantemente intercambiados según el proveedor y utilizados para la carga y transporte hasta la entrega en puerto donde se trasladarán a su destino final.

Por las condiciones de operación, éstos sufren de contaminaciones, principalmente externas que obligan a ser sometidos a una ruta de limpieza mediante lavado.

### **7.2.2. Ruta de limpieza equipo de arrastre**

Los equipos de arrastre constituidos por portacontenedores, plataformas modificadas y dolies sufren de contaminación por las condiciones de utilización y tránsito, por lo que se hace necesario someterlos a rutas de limpieza para asegurar la no contaminación de las instalaciones de carga, minimización de probabilidad de contaminación del producto en el tránsito, así como en las áreas se descarga.

La mayor parte de contaminantes adheridos a los equipos son lodos y polvo recolectados durante el tránsito en rutas internas y, en menor proporción, en las demás áreas de trabajo. Los niveles de limpieza serán revisados contra especificaciones visuales establecidas por los gestores de calidad.

### **7.2.3. Ruta de limpieza cabezales**

Los vehículos cabezales utilizados como fuerza motriz para el transporte de azúcar refinada en contenedores sufren de constantes contaminaciones debido a sus áreas móviles, tales como: poleas, ventiladores, neumáticos, etc, que en conjunto podrán afectar a la inocuidad del producto directa indirectamente son expuestos a éstos factores. Por lo tanto el sistema de transporte deberá poseer las herramientas necesarias para el aseguramiento de la limpieza de los mismos.

Este aseguramiento se da mediante la aplicación de rutas de limpieza establecidas y programadas según calendarización. La verificación de los niveles de limpieza se hará mediante cotejos visuales de estados actuales contra parámetros establecidos por los gestores de calidad.



## CONCLUSIONES

1. No se cuenta con los indicadores específicos para establecer el control y monitoreo de las metas de eficiencia del sistema de transporte, éstos deberán ser establecidos a corto plazo.
2. Los procesos críticos para el desarrollo del sistema, principalmente recaen en procedimientos mal definidos y modificaciones erróneas, que generan más actividades o demoras a los ya existentes.
3. La estandarización de tiempos de operación del proceso se deben realizar de inmediato, esto para poder establecer el control del sistema y luego buscar mejoras al mismo, por medio del estudio de tiempos y movimientos.
4. Los sistemas de mantenimiento se deberán acoplar a los regímenes específicos del sistema de transporte de azúcar definiendo índices de utilización tanto de camiones como de equipos de arrastre.
5. Los indicadores en que deberán basarse las posibles mejoras del sistema serán, costo unitario de transporte, número de cargas transportadas, tiempos estándar para los ciclos de transporte.

6. El punto de partida para la mejora continua deberá realizarse por medio del análisis de los diagramas causa efecto para solucionar problemas de cualquier índole, revisión de diagramas de flujo de operaciones para detectar nuevos subprocesos o disminución de actividades, lluvias de ideas, así como la inclusión de tecnología por monitoreo de GPS, métodos de reciclaje.
7. La herramienta utilizada para la toma de decisiones sobre el sistema es el cuadro de mando integral que recoge los indicadores y los compara con las metas propuestas de éstos al inicio del período a evaluar.
8. El indicador central para la optimización del sistema de transporte es el costo unitario (Q/saco transportado) que como resultado ideal para el ejercicio es Q. 0,66 por saco en la combinación tetra y mejorará proponiendo mayores combinaciones o modificaciones en el aumento de la cantidad de sacos transportada por viaje. El siguiente indicador en importancia es el número de cargas transportadas por equipo de arrastre que se incrementará manteniendo por debajo de la magnitud propuesta los ciclos de tiempo de operación para los diferentes destinos.

## RECOMENDACIONES

1. Para el incremento del índice de utilización de maquinaria es necesario capacitar, de manera específica, al personal de cada departamento técnico de operación y mantenimiento.
2. Crear un nuevo programa de mantenimiento de equipos de arrastre basándose en el indicador, número de cargas transportadas y también, por medio del estudio del tipo de rutas de transporte.
3. Establecer parámetros de contratación para proveedores de transporte con el objetivo de controlar todo el sistema por medio de los indicadores establecidos.
4. Implementar un programa de seguridad e higiene industrial dentro del departamento que permita crear las bases para el establecimiento de las normas de inocuidad.
5. Identificar y clasificar la maquinaria crítica del sistema para establecer puntos de control, así como planes de emergencia que permitan seguir operando.

6. Establecer programas de renovación de maquinaria para el aseguramiento de disponibilidad de ésta y mantener la eficiencia total del sistema de transporte.
7. Crear un programa de capacitaciones según puestos para la temporada de reparación, para contar con un avance real de todo el sistema de transporte que reflejará mejores eficiencias.
8. Implementación de nuevas tecnologías para el monitoreo y control de las actividades operativas del sistema de transporte de azúcar refinada en contenedores.

## BIBLIOGRAFÍA

1. CASTILLO CALDERÓN, Juan Luis. *Diseño y construcción de equipos para el transporte de caña utilizados en el Ingenio El Pilar S.A.* Trabajo de Graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2001. 147 p.
2. Directorio electrónico de Guatemala, sección gestión empresarial. [en línea]  
[www.deguate.com/infocentros/gerencia/mercadeo/mk.17htm](http://www.deguate.com/infocentros/gerencia/mercadeo/mk.17htm).  
[Consulta: 12 de junio 2011].
3. EBERT, Ronald. *Administración de la producción y las operaciones*. 4a ed. México: Prentice-Hall, 1991. 624 p.
4. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo*. 2da ed. México: Mc Graw-Hill, 1998. 459 p.
5. GARCÍA PUENTE, Nelson. Pesos y dimensiones. [en línea]  
[www.pesosydimensiones.pdf.civ.gob.gt](http://www.pesosydimensiones.pdf.civ.gob.gt). [Consulta: 10 de septiembre de 2011].

6. GARZARO VÁSQUEZ, Cristian Morel. *Implementación de un programa de mantenimiento preventivo de la maquinaria automotriz, maquinaria agrícola y maquinaria pesada de construcción y programa de seguridad e higiene industrial dentro de la Empresa de Transportes y servicios de Suchitepéquez S.A., del Ingenio Palo Gordo S.A.* Trabajo de graduación de Ing. Mecánica. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 2009. 364 p.
7. Instituto Guatemalteco de Seguridad Social. *Reglamento general sobre higiene y seguridad en el trabajo.* Guatemala: IGSS, 1994. 28 p.
8. International. *Seminario de administración de flotas internacional.* Guatemala: International, 2011. 120 p.
9. Instituto Técnico de Capacitación y Productividad. *Diplomado: sistema de gestión de calidad ISO 9001:2008.* 2a ed. Guatemala: Instituto Técnico de Capacitación y Productividad, 2009. 60 p.
10. MAYNARD, Harold B. *Mantenimiento preventivo. Manual del ingeniero industrial.* 4a ed. México: Mcgraw-Hill, 1996. 398 p.

11. MAYORGA FLORES, Byron Aníbal. *Implementación de programa para el mantenimiento predictivo, tomando como base el análisis de aceite en motores de combustión interna en la flotilla de cabezales cañeros del Ingenio Pantaleón S.A.* Trabajo de graduación de Ing. Mecánica. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 2000. 141 p.
12. MEYERS, Fred E. *Estudio de tiempos y movimientos, manufactura ágil.* 2a ed. México: Prentice-Hall, 1990. 348 p.
13. Mitsubishi Motors. *Administración para la operación de vehículos.* Tokyo, Japón: Overseas Service Division Headquarters of Truck & Bus Business Mitsubishi Motor Corporation, 1998. 57 p.
14. NIEBEL, Benjamín W.; FREIVALDS, Andris. *Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo.* 11a ed. México: Alfaomega, 2004. 745 p.
15. NIEBEL, Benjamín W. *Ingeniería industrial: métodos, tiempos y movimientos.* 2a ed. México: Alfaomega, 1980. 330 p.
16. PACHECO DIÉGUEZ, Juan Carlos. *Revisión e implementación del sistema de mantenimiento del ingenio trinidad.* Trabajo de graduación de Ing. Mecánica. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 1993. 86 p.



## APÉNDICE

### Apéndice 1. Rutina de lavado equipos de arrastre transporte de azúcar

<b>MAQUINARIA AGRICOLA S.A.</b>			
<b>Rutina lavado equipos de arrastre transporte de azúcar</b>			
Derecha		Izquierda	
Actividad	Tiempo (min)	Actividad	Tiempo (min)
Parte frontal de portaconteneor	0,3	Parte frontal de portaconteneor	0,3
Tornamesa	0,5	Tornamesa	0,5
<i>Twis lock</i> delanteros	0,3	<i>Twis lock</i> delanteros	0,3
Chásis delantero y patas	1,3	Chásis delantero y patas	1,3
Chásis intermedio	1	Chásis intermedio	1
Suespensión	2	Suespensión	2
Tándem de ejes	1	Tándem de ejes	1
<i>Twis lock</i> traseros	0,3	<i>Twis lock</i> traseros	0,3
Parte trasera de portacontenedor	0,5	Parte trasera de portacontenedor	0,5
Loro de enganche	0,3	Loro de enganche	0,3
Luces de posición y frenado	0,5	Luces de posición y frenado	0,5
Tiempo total lavado equipo		8 minutos	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Rutina de lavado de cabezales transporte de azúcar

## MAQUINARIA AGRICOLA S.A.

### Rutina de lavado de cabezales transporte de azúcar

Derecha		Izquierda	
Actividad	Tiempo (min)	Actividad	Tiempo (min)
Capó y búmer delantero	1	Capó y búmer delantero	1
Motor y suspensión delantera	2,5	Motor y suspensión delantera	2,5
Eje direccional	1	Eje direccional	1
Cabina, escape y tanques	1,5	Cabina, escape y tanques	1,5
Chásis intermedio y baterias	1	Chásis intermedio y baterias	1
Chásis intermedio interno y eje cardan	1	Chásis intermedio interno y eje cardan	1
Suspensión trasera	1,5	Suspensión trasera	1,5
Diferenciales y ejes cardan	1	Diferenciales y ejes cardan	1
Ejes tándem de tracción	1	Ejes tándem de tracción	1
Búmer trasero	1	Búmer trasero	1
Luces de posición y frenado	0,5	Luces de posición y frenado	0,5

Tiempo total lavado equipo                      13 minutos

Fuente: elaboración propia.