

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

**Propuesta de mejora para la administración y optimización de las
operaciones de la Bodega Granados actual de Automotores y Anexos S.A.
mediante la metodología DMAIC**

Gabriela Narváez y Diana Yerovi

Tesis de grado presentada como requisito
para la obtención del título de Ingeniero Industrial

Quito

Mayo de 2011

© Derechos de autor
Gabriela Narváez, Diana Yerovi
2011

Agradecimientos

Quisiéramos agradecer a nuestras familias por el apoyo que nos han brindado durante estos cinco años de estudio y a lo largo del proceso de desarrollo de este proyecto. Asimismo, expresamos nuestro agradecimiento a todo el personal de *Automotores y Anexos S.A.* por depositar su confianza en nosotras así como por la apertura que nos dieron para acceder a la información.

También quisiéramos agradecer a nuestros profesores por todo el conocimiento que nos han transmitido y los valores que nos han inculcado; específicamente a nuestra directora de tesis, Verónica León, por haber sido una guía para la realización de este estudio.

De igual manera, para nosotras ha sido muy importante el apoyo y el ánimo que nos han dado nuestros amigos. Gracias a todos ellos por ser una parte importante de nuestras vidas.

Resumen

El presente trabajo trata sobre el análisis de la situación actual de la administración operativa de la Bodega Granados de la empresa Automotores y Anexos S.A. para una posterior generación de propuestas de mejora. El estudio inicia con la definición de los problemas críticos relacionados a los procesos que se realizan en dicha instalación. En base a esta identificación se establecen el tipo de datos que se medirán e información que se recolectará para su respectiva exploración. Como paso siguiente, se presentan las propuestas de las cuales sólo una será la más recomendable implementar; esta selección se logrará a través de una comparación basada en un análisis financiero. Adicionalmente, se propone un plan de implementación que serviría para monitorear el cumplimiento de las actividades a ejecutarse en caso de que la propuesta elegida sea viable y la empresa decida adoptarla.

Abstract

The purpose of this study is to analyze the current status of operational management of the Granados Warehouse of Automotores y Anexos Motor Company for a later generation of proposals for improvement. The study begins with the definition of critical issues related to the processes taking place at the facility. Based on this identification, the type of data and information that will be collected for their respective examination is established. As a next step, proposals are presented as well as their comparison through a financial analysis on which the selection of the most advisable is based. Additionally, an implementation plan is suggested as a useful tool for monitoring the compliance of the activities that should be executed in case the selected proposal is viable and the company decides to adopt.

Índice de Contenido

CAPÍTULO 1	2
INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....	2
1.1. INTRODUCCIÓN	2
1.2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	3
1.3. ANTECEDENTES.....	4
1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	5
1.5. OBJETIVO GENERAL	6
1.6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
CAPÍTULO 2	7
MARCO TEÓRICO	7
2.1. METODOLOGÍA DMAIC.....	7
2.2. MARCO TEÓRICO PARA LA FASE DEFINIR	8
2.2.1. Diagramas de flujo	8
2.2.2. Diagramas de Causa – Efecto.....	10
2.2.3. Enfoque 4W y 1H.....	11
2.2.4. Políticas de almacenamiento de productos	11
2.2.5. Sistemas de manejo de materiales	12
2.2.6. Sistemas de consolidación de órdenes.....	13
2.2.7. Métodos de recolección de pedidos.....	14
2.2.8. Seguridad laboral.....	16
2.2.8.1. <i>Normas y señalización</i>	16
2.2.8.2. <i>Equipos de protección individual y colectiva</i>	17
2.3. MARCO TEÓRICO PARA LA FASE MEDIR	18
2.3.1. Determinación del tamaño de muestra.....	18
2.3.2. Estudio y medición de tiempos	19
2.3.3. Tabla de números aleatorios.....	21
2.3.4. Diagramas de Pareto.....	21
2.3.5. Método de clasificación de inventario aplicado por Automotores y Anexos S.A.	22
2.3.6. Reporte PLR.....	23
2.3.7. Costos de mantener inventario	23

2.4.	MARCO TEÓRICO PARA LA FASE MEJORAR.....	24
2.4.1.	Dimensionamiento de una instalación para almacenamiento.....	24
2.4.1.1.	<i>Determinación del número de plataformas (puertas) de la instalación para almacenamiento.....</i>	25
2.4.2.	Modelo matemático para asignación de ubicaciones.....	26
2.4.3.	Conceptos de Ingeniería Económica	27
2.4.3.1.	<i>Fórmula para cálculo de valor anual.....</i>	28
2.4.3.2.	<i>Fórmula para el cálculo del valor presente.....</i>	28
2.4.3.3.	<i>Fórmulas para cálculo de anualidad con gradiente aritmético.....</i>	28
2.4.3.4.	<i>Comparación de alternativas mutuamente excluyentes de vidas diferentes</i>	29
2.4.3.5.	<i>Análisis Beneficio/Costo</i>	30
2.4.4.	Modelo de un sistema serial de dos escalones para administrar una cadena de proveedores	31
2.4.5.	Fracción de equipo	34
2.4.6.	Los 5 principios “S”	35
2.5.	MARCO TEÓRICO PARA LA FASE CONTROLAR	36
2.5.1.	Sistema <i>Kanban</i>	36
	CAPÍTULO 3	38
	FASE 1: DEFINIR.....	38
3.1.	APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC EN EL PRESENTE ESTUDIO.....	38
3.2.	DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA BODEGA GRANADOS	38
3.2.1.	Descripción de la distribución física de la Bodega Granados.....	38
3.2.1.1.	<i>Estándares para el almacenamiento de repuestos</i>	39
3.2.2.	Descripción de las operaciones	40
3.2.2.1.	<i>Diagramas de flujo</i>	43
3.2.2.2.	<i>Descripción del sistema de órdenes para consolidación de repuestos y recolección de pedidos</i>	44
3.2.3.	Descripción del sistema de manejo de materiales actual	45
3.3.	IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN LA OPERACIÓN DE LA BODEGA GRANADOS	47
3.3.1.	Identificación de problemas y sus respectivas causas.....	47
3.3.1.1.	<i>Descripción del Problema 1.....</i>	47
3.3.1.2.	<i>Descripción del Problema 2.....</i>	48
3.3.1.3.	<i>Descripción del Problema 3.....</i>	49

3.3.1.4.	<i>Descripción del Problema 4</i>	50
3.3.2.	Descripción de la seguridad laboral.....	51
3.3.3.	Contestación a las 4W y 1H.....	52
3.3.4.	Mezcla de inventario de la Bodega Granados	53
CAPÍTULO 4		55
FASE 2: MEDIR		55
4.1.	MEDICIÓN DE TIEMPOS	55
4.1.1.	Tamaño de muestra.....	55
4.1.2.	Formato empleado para la medición de tiempos.....	58
4.1.3.	Recopilación de tiempos.....	60
4.2.	DETERMINACIÓN DE LA MEZCLA DE INVENTARIO DE LAS SUCURSALES.....	61
4.2.1.	Categorización de los repuestos despachados a Sucursales	63
4.3.	MEDICIÓN DEL ESPACIO ÚTIL DE LA BODEGA.....	66
4.4.	MEDICIÓN DEL TAMAÑO DE LOS REPUESTOS.....	68
4.5.	COSTOS DE SUCURSALES Y DE LA BODEGA GRANADOS.....	68
CAPÍTULO 5		70
FASE 3: ANALIZAR		70
5.1.	ANÁLISIS DE LOS TIEMPOS DE LAS OPERACIONES	70
5.2.	ANÁLISIS DE LA MEZCLA DE INVENTARIO ACTUAL	76
5.3.	ANÁLISIS DE LOS COSTOS MEDIDOS PARA CADA SUCURSAL	78
CAPÍTULO 6		80
FASE 4: MEJORAR.....		80
6.1.	PROPUESTAS GENERADAS PARA MEJORAR LAS OPERACIONES DE LA BODEGA GRANADOS ACTUAL	80
6.2.	IMPLICACIONES DE LAS PROPUESTAS GENERADAS.....	80
6.2.1.	Requerimientos para mejorar las operaciones de la Bodega Granados actual: Bodega NSC y Bodega de concesionario juntas	80
6.2.1.1.	<i>Fracción de equipo para la Opción 1</i>	80
6.2.1.2.	<i>Manejo de materiales y seguridad laboral para la Opción 1</i>	81
6.2.1.3.	<i>Costos e inversión asociados a la Opción 1</i>	88
6.2.2.	Requerimientos para la Opción 2	91
6.2.2.1.	<i>Diseño de la Bodega Concesionario Granados (Opción 2 - Sección 2.1)</i>	92
6.2.2.1.1.	<i>Determinación del tamaño de la bodega</i>	92

6.2.2.1.2.	<i>Determinación del número de perchas</i>	96
6.2.2.1.3.	<i>Fracción de equipo de la Opción 2 - Sección 2.1</i>	96
6.2.2.1.4.	<i>Manejo de materiales y seguridad laboral para la Opción 2 - Sección 2.1</i>	98
6.2.2.1.5.	<i>Costos e inversión asociados a la Opción 2 - Sección 2.1</i>	99
6.2.2.2.	Diseño de la Bodega NSC	101
6.2.2.2.1.	<i>Determinación del tamaño de la Bodega NSC</i>	101
6.2.2.2.2.	<i>Número de perchas</i>	104
6.2.2.2.3.	<i>Fracción de equipo para la Opción 2 - Sección 2.2</i>	105
6.2.2.2.4.	<i>Manejo de materiales y seguridad laboral para la Opción 2 - Sección 2.2</i>	106
6.2.2.2.5.	<i>Costos e inversión asociados a la Opción 2 – Sección 2.2</i>	109
6.3.	ANÁLISIS FINANCIERO PARA ELEGIR LA MEJOR ALTERNATIVA	112
6.3.1.	Evaluación económica de la Opción 1 y Opción 2	112
6.3.2.	Evaluación Beneficio/Costo modificada	122
6.4.	PROPUESTA PARA OPERACIÓN DE LA BODEGA CONCESIONARIO GRANADOS	123
6.4.1.	Asignación de repuestos a ubicaciones	123
6.4.1.1.	<i>Rutas para consolidación de pedidos</i>	129
6.4.2.	Aplicación de los 5 Principios “S”	132
6.5.	PROPUESTA DE OPERACIÓN DE NSC PARA EL CONTROL DEL INVENTARIO DE SUCURSALES	134
6.5.1.1.	<i>Obtención de la información</i>	134
6.5.1.2.	<i>Realización de los cálculos</i>	136
CAPÍTULO 7	.....	139
FASE 5: CONTROLAR	.....	139
7.1.	PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE LA OPCION 2 – SECCION 2.1	139
7.2.	BASES PARA CONTROLAR EL MOVIMIENTO DE LOS REPUESTOS	140
CAPÍTULO 8	.....	142
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	.....	142
8.1.	CONCLUSIONES	142
8.2.	RECOMENDACIONES	143
CAPÍTULO 9	.....	145
BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE REFERENCIA	.....	145
ANEXOS	.....	150
Anexo 1. Plano de la Bodega Granados actual	.....	150

Anexo 2. Diagramas de flujo de las operaciones actuales.....	151
Anexo 3. Tiempos medidos.....	158
Anexo 4. Ejemplos de diagramas de Pareto de despachos a Sucursales.....	164
Anexo 5. Porcentajes de utilización de espacio por zona.....	174
Anexo 6. Costos de la Bodega Granados y Sucursales.....	176
Anexo 7. Registro de mediciones del tamaño de repuestos.....	182
Anexo 8. Detalle de las operaciones de la Bodega Granados actual.....	185
Anexo 9. Imágenes de la Bodega Concesionario Granados.....	187
Anexo 10. Costos asociados a cada alternativa.....	190
Anexo 11. Datos y resultados del Modelo de sistema serial de dos escalones.....	193
Anexo 12. Calendario de actividades del plan de implementación.....	194
Anexo 13. Modelo de sistema Kanban propuesto.....	196
Anexo 14. Distancias entre puertas y ubicaciones	
Anexo 15. Clasificación de repuestos según su movimiento	
Anexo 16. Modelos de asignación	
Anexo 17. Solución de los modelos de asignación	

Índice de Tablas

Tabla 1. Tabla de números aleatorios.....	21
Tabla 2. Lista de operaciones incluidas en los procesos diagramados.....	44
Tabla 3. Lista de equipos para manejo de materiales.....	46
Tabla 4. Tiempos promedio resultantes de la medición.....	60
Tabla 5. Costos más relevantes por ciudad.....	69
Tabla 6. Situación actual con respecto a la disponibilidad en horas – hombre.....	71
Tabla 7. Tiempos estándar de las operaciones de la Bodega Granados.....	72
Tabla 8. Tabla de calificación de habilidades de Westinghouse.....	73
Tabla 9. Número de operarios para la Bodega Granados.....	75
Tabla 10. Comparación de la mezcla de inventario de Sucursales.....	77
Tabla 11. Costos de mantener inventario y de arriendo.....	79
Tabla 12. Fracción de equipo para operación adicional para la Bodega Granados.....	81
Tabla 13. Comparación de costos de la Bodega Granados actual y Bodega Granados opción 1.....	88
Tabla 14. Costos asociados a la Opción 1.....	89

Tabla 15. Inversión requerida para la Opción 1	91
Tabla 16. Determinación del número de repuestos que caben por alveolo	93
Tabla 17. Cálculo del tamaño de la Bodega Concesionario Granados	95
Tabla 18. Cálculo del número de perchas para la Bodega Concesionario Granados.....	96
Tabla 19. Fracción de equipo para la Bodega Concesionario Granados.....	97
Tabla 20. Costos asociados a la Opción 2 – Sección 2.1	100
Tabla 21. Inversión requerida para la Opción 2 – Sección 2.1	101
Tabla 22. Cálculo del tamaño de la bodega NSC	103
Tabla 23. Cálculo del número de perchas para la bodega NSC.....	105
Tabla 24. Fracción de equipo para la Bodega NSC	106
Tabla 25. Costos asociados a la Opción 2 – Sección 2.2	109
Tabla 26. Inversión requerida para la Opción 2 – Sección 2.2.....	111
Tabla 27. Costos asociados a la Opción 2 – Sección 2.3	111
Tabla 28. Inversión requerida para la Opción 2 – Sección 2.3.....	112
Tabla 29. Valor anual de los costos anuales de operación de la Opción 1	113
Tabla 30. Evaluación económica de la Opción 1.....	116
Tabla 31. Valor anual de los costos anuales de operación para la Opción 2 – Sección 2.1	118
Tabla 32. Evaluación económica para la Opción 2 – Sección 2.1	118
Tabla 33. Valor anual de los costos anuales de operación para la Opción 2 – Sección 2.2	119
Tabla 34. Evaluación económica de la Opción 2 – Sección 2.2.....	119
Tabla 35. Valor anual de los costos anuales de operación para la Opción 2 – Sección 2.3	120
Tabla 36. Evaluación económica de la Opción 2 – Sección 2.3	120
Tabla 37. Compilación de valores anuales para la Opción 1 y 2.....	121
Tabla 38. Comparación de valores anuales.....	121
Tabla 39. Beneficios, CAO e inversión para cada opción.....	122
Tabla 40. Relación Beneficio/Costo para cada opción	122
Tabla 41. Datos para el cálculo del costo mensual de preparación de órdenes por sucursal.....	135
Tabla 42. Datos para cálculo de costo mensual de preparación de órdenes para NSC	136
Tabla 43. Registro de tiempos de Surtido a Mostrador.....	159
Tabla 44. Registro de tiempos de Surtido a Taller.....	160
Tabla 45. Registro de tiempos de descarga y emperchado de contenedor	163

Tabla 46. Porcentaje de utilización de las zonas 100 y 200	174
Tabla 47. Porcentaje de utilización de las zonas 300 y 400	175
Tabla 48. Costos de la Bodega Granados actual.....	176
Tabla 49. Costos de la bodega Guayaquil	177
Tabla 50. Costos de la bodega Manta	178
Tabla 51. Costos de la bodega Cuenca.....	179
Tabla 52. Costos de la bodega Ambato.....	180
Tabla 53. Costos de la bodega Azucenas	181
Tabla 54. Medidas de repuestos pequeños	182
Tabla 55. Medidas de repuestos medianos.....	183
Tabla 56. Medidas de repuestos grandes.....	184
Tabla 57. Horas – hombre por operación de la Bodega Granados	185
Tabla 58. Horas – hombre para el surtido a ventanilla del Taller mecánico	186
Tabla 59. Costos asociados a la Opción 1	190
Tabla 60. Costos asociados a la Opción 2 – Sección 2.1 (Bodega Concesionario Granados).....	191
Tabla 61. Costos asociados a la Opción 2 – Sección 2.2 (NSC)	192
Tabla 62. Detalle del Modelo de sistema serial de dos escalones	193

Índice de Figuras

Figura 1. Diagrama de Causa – Efecto para determinar las causas para el Problema 1.....	48
Figura 2. Diagrama de Causa – Efecto para determinar las causas para el Problema 2.....	49
Figura 3. Diagrama de Causa – Efecto para determinar las causas para el Problema 3.....	50
Figura 4. Diagrama de Causa – Efecto para determinar las causas para el Problema 4.....	51
Figura 5. Formato para medición de tiempos de Surtido a Mostrador.....	59
Figura 6. Formato para medición de tiempos de Surtido a Taller.....	59
Figura 7. Formato para medición de tiempos de descarga y emperchado de repuestos de las cajas de contenedor	59
Figura 8. Mezcla de inventario por Sucursal (% de ítems)	62
Figura 9. Mezcla de inventario por Sucursal (% de costos).....	62
Figura 10. Mezcla de inventario Guayaquil	64
Figura 11. Mezcla de inventario Manta	65

Figura 12. Mezcla de inventario Ambato.....	65
Figura 13. Mezcla de inventario Cuenca.....	65
Figura 14. Mezcla de inventario Azucenas	66
Figura 15. Identificación de áreas de la Bodega Granados actual	150
Figura 16. Diagrama de flujo del Proceso de despacho de repuestos a Sucursales	151
Figura 17. Diagrama de flujo del Proceso de consolidación de pedidos de Mostrador	152
Figura 18. Diagrama de flujo del Proceso de consolidación de pedidos de Taller Mecánico	153
Figura 19. Diagrama de flujo del Proceso de control de inventario rotativo.....	154
Figura 20. Diagrama de flujo del Proceso de Recepción de repuestos	155
Figura 21. Diagrama de flujo del Proceso de Recepción y almacenamiento de pedidos marítimos y aéreos	157
Figura 22. Diagrama de Pareto de los despachos Nissan a Guayaquil de la segunda quincena de diciembre de 2010.....	164
Figura 23. Diagrama de Pareto de los despachos Renault a Guayaquil de la segunda quincena de septiembre de 2010	165
Figura 24. Diagrama de Pareto de los despachos Nissan a Cuenca de la segunda quincena de octubre de 2010	166
Figura 25. Diagrama de Pareto de los despachos Renault a Cuenca de la primera quincena de julio de 2010	167
Figura 26. Diagrama de Pareto de los despachos Nissan a Ambato de la primera quincena de diciembre de 2010.....	168
Figura 27. Diagrama de Pareto de los despachos Renault a Ambato de la primera quincena de julio de 2010	169
Figura 28. Diagrama de Pareto de los despachos Nissan a Manta de la segunda quincena de agosto de 2010	170
Figura 29. Diagrama de Pareto de los despachos Renault a Manta de la segunda quincena de agosto de 2010	171
Figura 30. Diagrama de Pareto de los despachos Nissan a Azucenas de la primera quincena de agosto de 2010.....	172
Figura 31. Diagrama de Pareto de los despachos Renault a Azucenas de la segunda quincena de diciembre de 2010.....	173

Índice de Imágenes

Imagen 1. Heurística de cuatro bandas (puerta Mostrador).....	130
Imagen 2. Heurística de cuatro bandas (puerta Taller)	130
Imagen 3. Ruta estándar para consolidación de pedidos.....	132
Imagen 4. Diseño de la Bodega Concesionario Granados – Vista hacia la puerta de salida a Mostrador (ángulo 1)	187
Imagen 5. Diseño de la Bodega Concesionario Granados – Vista hacia la puerta de salida a Mostrador (ángulo 2)	187
Imagen 6. Diseño de la Bodega Concesionario Granados – Vista hacia la puerta del Taller (ángulo 1)	188
Imagen 7. Diseño de la Bodega Concesionario Granados – Vista hacia la puerta del Taller (ángulo 2)	188
Imagen 8. Diseño de la Bodega Concesionario Granados – Vista superior	189
Imagen 9. Zonificación de la Bodega Concesionario Granados.....	189
Imagen 10. Calendario de actividades (Primera parte)	194
Imagen 11. Calendario de actividades (Segunda parte)	195
Imagen 12. Ejemplo del funcionamiento del sistema Kanban implementado en las perchas	196

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1. INTRODUCCIÓN

Mantener una tasa de servicio alta y costos de operación lo más bajos posible es una prioridad para toda empresa en la actualidad. La búsqueda de alternativas que ayuden a alcanzar esta meta se ha vuelto más frecuente debido a que los aspectos mencionados forman parte de las bases para medir la competitividad de una organización y asegurar su supervivencia en el mercado.

El propósito del presente estudio es la generación de propuestas para mejorar y optimizar la administración operativa de la Bodega Granados de Automotores y Anexos S.A. debido a que en esta instalación se han venido presentando inconvenientes relacionados a demoras, operación ineficiente y mala utilización del espacio. Todos estos problemas representan costos injustificados en los que la empresa incurre mensualmente.

Para poder estudiar el escenario actual, fue necesaria la recolección de una serie de datos que van desde tiempos de ejecución de las operaciones hasta determinación de la composición de la mezcla de inventario de la bodega. Con el fin de estructurar el presente trabajo, se seguirá la secuencia marcada por las etapas de la Metodología DMAIC lo que permite la identificación de problemas y sus respectivas causas de manera más precisa mediante la aplicación de herramientas que faciliten esta tarea.

En la fase *Definir* se expondrá tanto la descripción del estado actual de la administración operativa como la descripción de cada problema identificado. En la fase *Medir* se especificarán todos los datos que fueron necesarios recolectar y la forma en la que se llevó a cabo la reunión y filtro de los mismos. En la fase *Analizar* se procesará toda la información obtenida en la fase anterior para generar las respectivas propuestas de mejora mutuamente excluyentes que se analizarán a detalle en la fase *Mejorar*.

Es importante mencionar que a pesar de que se seguirá la estructura de la metodología mencionada, el alcance del presente estudio no profundizará en la fase *Controlar* debido a que el resultado final serán propuestas que deben ser analizadas por la empresa a fin de decidir sobre la implementación de la más conveniente. Sin embargo, sí se incluirán ciertos puntos que servirían de soporte en caso de que se opte por ejecutarla. Finalmente, se enumerarán las conclusiones y recomendaciones respectivas sobre los hallazgos del escenario actual y los propuestos.

1.2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Automotores y Anexos S. A. se dedica a la comercialización de vehículos y repuestos en el Ecuador. Actualmente distribuye cuatro marcas de reconocido prestigio internacional como son: Nissan, Renault, Cyclo y Pirelli, las dos últimas corresponden a productos lubricantes y de limpieza, y a llantas, respectivamente. La empresa está conformada por la alianza Nissan – Renault constituida en 1999; el objetivo primordial de esta alianza fue lograr un incremento en el volumen de producción anual manteniendo siempre la cultura corporativa e identidad de cada marca.

En la actualidad, cuenta con 20 concesionarios a nivel nacional. La matriz se localiza en la ciudad de Quito y sus sucursales – red de distribución propia - en las ciudades de Guayaquil, Manta, Cuenca y Ambato (Nissan Ecuador - Posventa). En adición, trabaja conjuntamente con una red de distribuidores autorizados como Autodelta, Automotores del Sur, y Vallemotors S. A. ubicados en Quito y Guayaquil además de aquellos que se encuentran en Santo Domingo, Ibarra, Riobamba, Machala y Loja (Nissan Ecuador - Posventa).

Automotores y Anexos S.A. también se caracteriza por su servicio Post-venta constituido por los Centros de Servicio Técnico especializado, Repuestos originales y Boutique (Nissan Ecuador - Posventa). El objetivo de este servicio es mantener la satisfacción del cliente al asegurar la vida útil de su vehículo gracias a la calidad del mantenimiento y de los repuestos utilizados para el mismo. El componente que contribuye al cumplimiento de dicho objetivo del servicio Post-venta es la disponibilidad tanto de repuestos originales y

garantizados, que suman aproximadamente 27000 y provienen de Japón, México, Francia, Rumania y Colombia, como de accesorios para personalizar los vehículos de acuerdo a las preferencias de los clientes (Nissan Ecuador - Posventa).

1.3. ANTECEDENTES

Actualmente, Automotores y Anexos S.A. dispone de la Bodega Granados ubicada en la ciudad de Quito que constituye su centro de distribución y también bodega de concesionario en la que se manejan alrededor de 75 órdenes diarias. De dichas órdenes, entre 21 y 23 se despachan por transporte terrestre a Guayaquil, Manta, Cuenca y Ambato; 35 de ellas corresponden a órdenes recibidas de las ventas de mostrador, y el resto están asociadas al mantenimiento de autos realizado en el taller mecánico adyacente a la bodega. El tiempo de entrega de cada una de estas órdenes depende de la eficiencia de las operaciones de dicha instalación de almacenamiento. Por esta razón, es importante que las mismas se lleven a cabo de manera correcta y en el menor tiempo posible.

Sin embargo, la administración vigente de la Bodega Granados no está ajustándose completamente a los estándares establecidos por Fábrica para la correcta operación de este tipo de instalación. Por ejemplo, existe un estándar que determina que el almacenamiento de repuestos debería realizarse en máximo 24 horas. El incumplimiento de este estándar impide que los repuestos estén disponibles prontamente para los clientes que los requieren.

Además, la empresa enfrenta problemas en cuanto al control del inventario. Suele ocurrir que, por falta de espacio en las ubicaciones asignadas a cada repuesto, se colocan a los repuestos en lugares provisionales. La falta de control y seguimiento puede obstaculizar una fácil localización de éstos ítems. Esto puede afectar eventualmente a la tasa de servicio brindada a los clientes. Adicionalmente, existe evidencia de falta de seguridad laboral en las operaciones de almacenamiento y recuperación de artículos. Estas deficiencias operativas conducen a la necesidad de definir las causas raíz de los problemas existentes en la Bodega Granados.

1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Automotores y Anexos se encuentra realizando proyectos de mejora continua. La propuesta de mejora obtenida a través del estudio de la presente tesis será implementada para la obtención de la Certificación *After Sales Dealer Operation Standard (AS-DOS)*. Se trata de una certificación de la marca Nissan para calidad y procesos que se aplica a nivel mundial y tiene su origen en Japón.

En la actualidad, las operaciones que se llevan a cabo en la Bodega Granados de la empresa no se rigen a un método estandarizado y por ende, dichas operaciones implican movimientos y actividades innecesarias y redundantes, así como una falta de control del flujo de material. Además, el espacio que se utiliza para el almacenamiento de los repuestos fue destinado inicialmente para ser una fábrica, por lo cual la empresa tuvo que adaptar este espacio para cumplir con las necesidades y requerimientos que la bodega exige. Sin embargo, esta adaptación aún presenta ciertas dificultades e inconvenientes en cuanto a la ubicación de los productos en los estantes.

La optimización del espacio y de las operaciones es fundamental pues el almacenamiento de productos involucra costos de oportunidad, costos de manejo de material, costos de mano de obra, costos por faltantes y costos por obsolescencia, los cuales deben minimizarse o deben significar un ahorro para la empresa dado que ésta incurre en un costo elevado de arriendo del m² debido a su ubicación en la ciudad. Este costo mensual se debe considerar pues constituye un componente del costo total del manejo de la bodega.

Las operaciones manejadas en esta instalación de almacenamiento influyen directamente en los procedimientos llevados a cabo diariamente en el taller mecánico de Automotores y Anexos S.A. y por ende, los clientes finales se ven afectados en el caso de que se atrasen las entregas de las órdenes de repuestos con el fin de cumplir con las fechas de entrega de los autos reparados. Asimismo, los clientes mayoristas y bodegas en Guayaquil, Cuenca, Manta y Ambato retrasan sus operaciones como consecuencia de la ineficiencia de aquellas que se realizan en la ciudad de Quito.

Finalmente, la Bodega Granados cumple con funciones de dos tipos de bodega. La primera orientada a un centro de distribución que se encarga de la entrega de repuestos a las sucursales y la segunda de bodega de concesionario responsable del abastecimiento a taller mecánico y de las ventas directas a clientes que compran por mostrador.

Por las razones antes mencionadas y los costos implicados en la administración de la bodega, el presente proyecto se enfocará en la mejora de las operaciones que se manejan en esta instalación. Esto se logrará a través de un estudio a profundidad de la situación actual de la bodega el cual proporcionará una entrada para la generación de una propuesta de optimización.

1.5. OBJETIVO GENERAL

Proponer mejoras para el manejo, almacenamiento y control de los repuestos de la Bodega Granados de Automotores y Anexos S.A.

1.6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.6.1. Realizar levantamiento de los procesos según la situación actual de las operaciones del área de almacenamiento de repuestos.
- 1.6.2. Analizar la situación actual de las operaciones que se manejan en la Bodega Granados a través de un estudio de tiempos y movimientos.
- 1.6.3. Determinar los problemas críticos que se presentan en las operaciones del manejo de la instalación y los costos asociados a los mismos.
- 1.6.4. Determinar mejoras operativas en el proceso de administración de la bodega de repuestos a través de la optimización de recursos físicos, humanos, financieros.
- 1.6.5. Establecer la mejor ubicación para aquellos productos (aditivos y aceites) que representan un riesgo de accidente tanto para los operarios como para la instalación aplicando conceptos de Seguridad Industrial.
- 1.6.6. Establecer un análisis financiero de las propuestas mutuamente excluyentes generadas.
- 1.6.7. Determinar la mejor propuesta para una operación óptima de la bodega.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1. METODOLOGÍA DMAIC

La metodología DMAIC fue desarrollada por Motorola durante los años 90. Fue el Ingeniero Mikel Harry quien estudió la reducción de la variación de los procesos para mejorarlos. Esta metodología constituye una herramienta basada fuertemente en estadística para la reducción de errores y su principal objetivo es la mejora de los procesos; implica trabajar en equipo y la inclusión de la alta dirección (Yépez). La clave de DMAIC se centra en la medición del problema, enfoque en el cliente, verificación de la causa raíz, eliminación de malos hábitos, gestión de riesgos, medición de resultados, y la perdurabilidad del cambio (Yépez). A través de las siguientes fases, se logra cumplir con todos los aspectos mencionados:

D = Definir

M = Medir

A = Analizar

I = Mejorar (Improve)

C = Controlar

La primera fase es Definir. Ésta responde a la pregunta ¿qué es lo importante?, es decir es en este paso en el que se establecen los objetivos de un proyecto, los requerimientos críticos para el cliente, se documentan los procesos, y define el problema (Metodología DMAIC).

La segunda fase, Medir, responde a la pregunta ¿cómo lo estamos haciendo ahora? En este paso se realiza la medición del desempeño actual de un proceso y desarrolla y valida el sistema de medición (Metodología DMAIC). Una vez que se ha concluido con las mediciones correspondientes, el siguiente paso a seguir es Analizar. En esta fase se responde a la pregunta ¿qué está mal? y lo hace mediante el análisis y determinación de la causa raíz del problema, asimismo ayuda a comprender la razón para la variación y a identificar las posibles causas de la misma. Por otro lado, ayuda a descubrir las oportunidades de mejora y es el medio para

desarrollar y probar las hipótesis que el investigador plantea acerca de la causa raíz del problema (Metodología DMAIC).

En la fase Mejorar se responde a la pregunta ¿qué se debe hacer?. En este paso se cuantifica las posibles soluciones al problema, se plantean opciones para el mejoramiento del proceso, se evalúan dichas opciones y se escoge la más apropiada, y se verifica su eficacia (Metodología DMAIC).

Finalmente, la fase Controlar responde a la pregunta ¿cómo garantizo el desempeño? y es en este paso en el que se implementa la solución establecida en la fase Mejorar. Esta implementación va acompañada de la estandarización de los métodos a fin de que la mejora se mantenga así como también se debe documentar el desempeño siempre que sea posible (Metodología DMAIC).

2.2. MARCO TEÓRICO PARA LA FASE DEFINIR

2.2.1. Diagramas de flujo

Los diagramas de flujo son herramientas gráficas usadas como técnicas de registro y análisis; son útiles para describir la secuencia de actividades de los procesos así como para “registrar costos ocultos no productivos como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales” (B. W. Niebel 34). Estos diagramas muestran todos los movimientos y almacenamientos de un artículo en su paso por una instalación (B. W. Niebel 34) así como los materiales o servicios que entran y salen del proceso, las decisiones que deben ser tomadas y las personas involucradas (El Flujograma). Niebel y Freivalds establecen que una vez que los periodos no productivos se han detectado, se puede tomar medidas para minimizarlos y, por ende, los costos asociados a los mismos (34).

Existen dos tipos de flujos de proceso de uso común:

1. Flujos de proceso de producto o material: detallan eventos que ocurren sobre productos o materiales (B. W. Niebel 34).
2. Flujos de proceso operativo o de persona: muestran detalles de la manera en la que una persona realiza una secuencia de operaciones (B. W. Niebel 34).

Ambos tipos de flujos de proceso se aplican para: “entender un proceso e identificar las oportunidades de mejora; diseñar un nuevo proceso incorporando las mejoras deseadas; facilitar la comunicación entre las personas involucradas en el mismo proceso; y divulgar de forma clara y concisa la información sobre procesos” (El Flujoograma).

Para los procesos que se representarán en el presente estudio se emplearán los flujoogramas de proceso operativo para los cuales se usará la siguiente simbología:

Límites: Usados para identificar el inicio y el fin de un proceso. Para cada caso se emplean los siguientes símbolos:



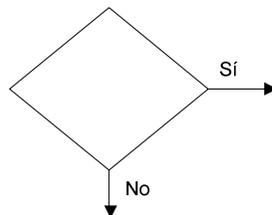
Operación: Empleado para representar una actividad o etapa del proceso. Su simbología es un rectángulo en cuyo interior se describe la actividad:



Documento: Representa al documento que se genera en cierta operación. En el interior del siguiente símbolo se coloca el número de documento:



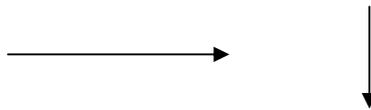
Decisión: Se la usa para representar al punto del proceso donde se debe decidir entre dos alternativas: sí o no. La pregunta correspondiente se coloca dentro del siguiente símbolo:



Proceso predefinido: Representa a un procedimiento que guarda relación directa con aquel que se está diagramando y que tiene su propia secuencia de actividades. Su símbolo es:



Sentido del flujo: Se usan flechas para mostrar la secuencia de pasos o actividades que sigue el proceso:



Referencias en páginas: Sirven para identificar la continuación y secuencia de actividades de una página a otra. Deben ser numerados para facilitar la comprensión del proceso. Los símbolos son:



Referencia en otra página



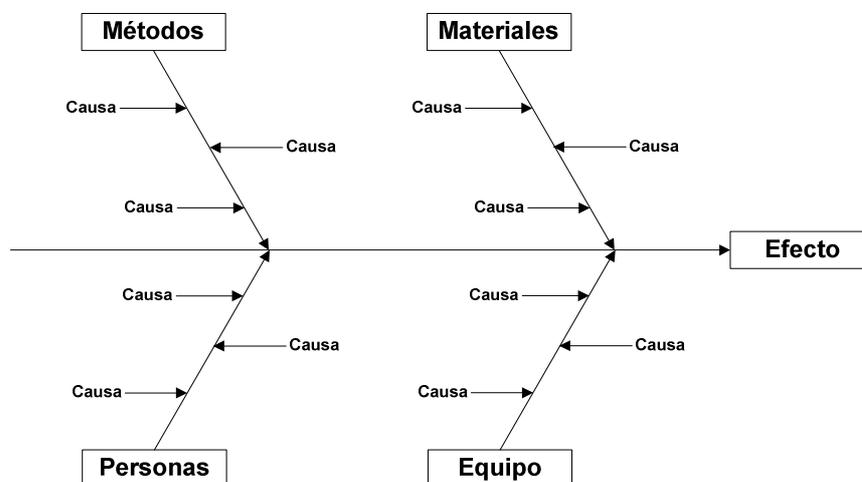
Referencia en página

Fuente: Ayuda de Microsoft Visio

2.2.2. Diagramas de Causa – Efecto

Estos diagramas ofrecen un enfoque estructurado a la búsqueda de posibles causas para un problema. Es conocido también como diagrama Ishikawa o de espina de pescado debido a su forma. Constituye una herramienta útil que permite que un equipo identifique y exhiba gráficamente todas las posibles causas, analizadas por categoría, relacionadas con un problema o condición a fin de descubrir sus raíces (Action Group). Estas categorías son métodos, materiales, personas y equipos; sin embargo, dependiendo de la naturaleza de los errores, éstas pueden variar (Stevenson 429).

En un diagrama de este tipo se ubican a las posibles causas y al problema o efecto como se observa a continuación:



Para su construcción, el equipo plantea el efecto incluyendo toda la información pertinente. Posteriormente, se escriben las categorías apropiadas y se colocan las causas analizadas o basadas en datos respectivas a cada categoría. Idealmente cada causa debe encajar en una sola clase, pero puede ocurrir lo contrario (Action Group). Por último, se examina cada causa en busca de las principales. Esta herramienta puede complementarse con el enfoque de las 4W y 1H el cual permite obtener información más detallada (Stevenson 429).

2.2.3. Enfoque 4W y 1H

Este método sirve para cuestionar el desempeño de un proceso y determinar por qué el mismo no está funcionando adecuadamente (Stevenson 436). Es una herramienta orientada a la Calidad la cual sirve de apoyo en la etapa de definir de la metodología DMAIC. Su nombre deriva de las preguntas qué (what), dónde (where), cuándo (when), quién (who), y cómo (how) cuyas respuestas ayudarán a tener una visión clara del problema (Stevenson 436).

2.2.4. Políticas de almacenamiento de productos

Según Ghiani, el tamaño del área de almacenamiento depende de la política que se emplee para este fin. La política de almacenamiento dedicado indica que se asigna cada producto a un conjunto de posiciones preestablecidas. Este enfoque es fácil de implementar, sin embargo trae como consecuencia una subutilización del espacio (Ghiani 167). En tanto que

la política de almacenamiento aleatorio establece que la decisión de la asignación de un ítem es dinámica en base a la ocupación actual de la bodega y a futuros arribos y pedidos de los productos, por lo tanto las posiciones asignadas a cada uno varían en el tiempo (Ghiani 167). Finalmente, la política de almacenamiento basada en categorías de productos determina que los artículos deben dividirse en un número de categorías de acuerdo a su demanda y cada categoría está asociada a un conjunto de zonas donde éstos están almacenados de manera aleatoria. Si el número de categorías es igual al número de ítems, esta política se convierte en la primera descrita al inicio, o en la segunda política si existe una sola categoría (Ghiani 167).

2.2.5. Sistemas de manejo de materiales

El manejo de materiales es parte fundamental del sistema comercial y económico de una empresa, pues afecta a la relación física existente entre los materiales con el producto, proceso, instalación, la geografía y el cliente. Un sistema de manejo de materiales es el conjunto de elementos de equipo o dispositivos diseñados con el fin de trasladar, almacenar y controlar a los materiales en un proceso logístico; sin embargo, no agrega valor ni modifica la naturaleza de los mismos (Sims, Sistemas de manejo de materiales 383). Los materiales almacenados representan el capital inmovilizado en el negocio, por lo cual el impacto económico del flujo varía de acuerdo al valor unitario del material. En base a esto, se puede afirmar que aquellas mercancías de alto valor impactan financieramente a la empresa; mientras que, las de mayor tamaño y volumen impactan en las necesidades de espacio y manejo (Sims, Manejo de materiales 13.77).

El traslado, embalaje y almacenamiento de ítems en cualquiera de sus formas determina a un sistema de manejo de materiales cuyos parámetros se definen “por la uniformidad o la diversidad de las características del manejo de la línea de productos, por la tasa de transacción, el volumen de movimiento y el perfil del inventario en cada paso de la operación” (Sims, Manejo de materiales 13.77).

Los productos que se encuentran en flujo y en almacén generan costos los cuales se asocian al interés que representan en dinero, al espacio, al equipo, a la mano de obra para su

manejo, a seguros, e incluso a pérdidas por daños u obsolescencia. Estos factores de gasto están directamente relacionados con el tiempo (Sims, Manejo de materiales 13.78).

El equipo para el manejo de materiales se clasifica en dos principales grupos:

1. Manejo de paquetes o unidades
2. Manejo de materiales a granel.

La selección del equipo adecuado depende de los objetivos que se deseen alcanzar entre los cuales figuran: reducción de costos de manejo, reducción de las necesidades de inventario, aceleración de embarques y entregas, mejora de la utilización de espacio, simplificación del flujo y aumento de la eficiencia de operación, reducción de daños y aumento de seguridad (Sims, Sistemas de manejo de materiales 385). Las aplicaciones y costos del equipo se deben comparar en términos de las “horas-hombre necesarias para trasladar materiales, del rendimiento de la inversión, de los gastos directos de operación, de los efectos indirectos del método propuesto o de todos ellos” (Sims, Sistemas de manejo de materiales 385).

2.2.6. Sistemas de consolidación de órdenes

La consolidación de órdenes se refiere al procesamiento y recuperación de pedidos. Ballou afirma que “la recuperación de existencias es la operación más intensa en mano de obra, y normalmente la parte más costosa de las operaciones del almacén” (149). Por esta razón, es importante definir un sistema de consolidación de órdenes que facilite y agilite la operación de recuperación. Se conocen los siguientes cuatro tipos de sistemas (Murray):

- Operador a artículo
- Artículo a operador
- Sistema de clasificación de inventarios
- Recuperación en cajas

En un sistema artículo a operador, el área de recuperación está compuesta de una serie de bahías de recolección. Los artículos se transportan desde la zona de almacenamiento hacia

dichas bahías que pueden recibir productos para una o más órdenes (Murray). Por el contrario, el sistema de clasificación de inventarios requiere automatización del manejo de materiales. “Los artículos se colocan en una banda transportadora en el área de almacenamiento y se clasifican de acuerdo a las especificaciones de cada orden. El operador del área de recuperación recoge los artículos clasificados para la orden del cliente y la procesa” (Murray).

En cambio, en el método de recuperación en cajas, la zona de recuperación se organiza de tal forma que un cierto número de zonas de recolección se comuniquen mediante bandas transportadoras (Murray). El operador llena una caja con los artículos requeridos en una orden y ésta se mueve hacia una de las zonas de recuperación hasta que la orden está completa y lista para su envío al cliente (Murray), es decir la operación de recolección se realiza por etapas en distintas zonas de manera secuencial.

El sistema operador a artículo es el que actualmente se aplica en la bodega. Es el método más común y se compone de un área de almacenamiento, un área de recuperación y un sistema de manejo de materiales que es usado para reabastecer a la segunda área desde la primera (Murray). Murray describe a este sistema de consolidación de la siguiente manera:

“El área de almacenamiento contiene artículos requeridos para satisfacer el pedido de los clientes. El operador encargado de la recolección selecciona los artículos para cada orden de aquellos que se encuentran almacenados en el área de recuperación. Dado que los artículos se colocan en una zona más pequeña que la bodega en sí, el operador puede consolidar las órdenes más eficientemente comparado con la recuperación de la zona de almacenamiento general – bodega”.

2.2.7. Métodos de recolección de pedidos

En la literatura se han encontrado siete métodos para recolectar artículos dentro de una bodega de almacenamiento, estos son (Tompkins 451):

- Recolección discreta de pedidos
- Recolección por lotes
- Recolección por zonas
- Recolección por olas

- Recolección por zonas – lotes
- Recolección por zonas – olas
- Recolección por zonas – lotes – olas

La recolección discreta es aquella en la que una persona recoge un pedido, una línea a la vez. Los pedidos no programados pueden recolectarse en cualquier momento durante la jornada de trabajo. Este método es el más común por su simplicidad y su fácil control de documentos impresos de recolección; como resultado, “el riesgo de omitir la mercancía de un pedido disminuye” (Tompkins 451). Sin embargo, presenta la desventaja de que se debe terminar el pedido completo lo que resulta en tiempos de viaje excesivos, en otras palabras, no es posible recolectar artículos para varios pedidos a la vez (Tompkins 451).

En cuanto a la recolección por lotes, el recolector recoge un grupo de pedidos (lotes) al mismo tiempo, una línea a la vez. Esto significa que si un producto aparece en más de un pedido, se recolecta la cantidad total requerida para todos los pedidos. Después se separa por pedido. Este método opera a través de una sola ventana de programación de pedidos por turno y se recomienda para aquellos pedidos con pocas líneas y espacio cúbico reducido (Tompkins 451).

Para la recolección por zonas, el área de recolección total se organiza en secciones separadas, es decir, por zonas y se asigna una persona a cada una de éstas. “El recolector destinado a cada zona recoge todas las líneas, para cada pedido, ubicadas dentro de esa zona” (Tompkins 452). Las líneas recuperadas se llevan a un área de consolidación donde se combinan en un pedido completo antes del embarque. Cada persona se ocupa en un pedido a la vez y sólo hay un periodo de programación por turno (Tompkins 452).

El método de recolección por olas es similar a la recolección discreta con la diferencia que “un grupo seleccionado de pedidos se programa para recogerse durante un periodo de planificación específico” (Tompkins 452). Dado que este tipo de recuperación opera con más de un periodo de programación durante cada turno, los pedidos se disponen para recogerse en

horarios específicos del día con el fin de coordinar las funciones de recolección y embarque (Tompkins 452).

La recolección que combina zonas y lotes “asigna un recolector a una zona quien recoge una parte de uno o más pedidos, dependiendo de qué líneas se almacenan en las zonas fijadas” (Tompkins 453). En cambio, la recolección por zonas-olas “asigna un recolector a una zona y recoge todas las líneas para todos los pedidos almacenados en la zona determinada, un pedido a la vez, con varios periodos de programación por turnos” (Tompkins 453). Por último, la recolección por zonas-lotes-olas es similar a la anterior, pero ésta atiende más de un pedido a la vez (Tompkins 453).

2.2.8. Seguridad laboral

2.2.8.1. Normas y señalización

“La norma de seguridad, no debe sustituir a otras medidas preventivas prioritarias para eliminar riesgos en las instalaciones debiendo tener en tal sentido un carácter complementario (Universidad de Navarra)”. Se clasifican en normas generales y específicas. Las generales se orientan a todo el centro de trabajo, o a amplias zonas del mismo, determinando directrices de forma genérica; mientras que las específicas, se enfocan a actuaciones concretas señalando la manera segura de realizar operaciones determinadas.

“La señalización de seguridad es una técnica de seguridad complementaria que no elimina el riesgo por sí mismo y que su puesta en práctica no dispensa, en ningún caso, de la adopción de las medidas de prevención y control que correspondan (Universidad de Navarra)”. La señalización es el conjunto de estímulos que condicionan la actuación de aquel que los recibe, suministra una indicación asociada a la seguridad de personas y/o bienes.

Existen cinco clases de señales que son las siguientes: prohibición, obligación, advertencia, salvamento o socorro, e indicativa. La de prohibición impide un comportamiento que puede sobrellevar un peligro; la de obligación exige un comportamiento determinado; la de advertencia señala la existencia de un riesgo o peligro; la de salvamento es una indicación

relativa a salidas de socorro o primeros auxilios; la indicativa proporciona informaciones distintas a las anteriormente mencionadas (Universidad de Navarra).

2.2.8.2. Equipos de protección individual y colectiva

Los equipos de protección personal o también conocidos como EPI o EPP, se deben utilizar ante la presencia de un riesgo que no se puede evitar o limitar por medios técnicos adecuados. Dichos equipos constituyen una medida excepcional, pues solo se debe recurrir a estos cuando se hayan agotado todas las vías alternativas. Los EPI eliminan las consecuencias de la situación de riesgo o disminuyen la gravedad de las mismas (Protección colectiva e individual).

A diferencia de los EPI, un equipo de protección colectiva o EPC es un dispositivo de seguridad que protege a uno o a varios trabajadores, y no se aplica sobre el cuerpo. Ambos tipos de equipos tienen por objeto resguardar al trabajador frente a agresiones externas de tipo físico, químico o biológico las cuales existen o se generan durante el desempeño de una actividad laboral (Protección colectiva e individual).

Los EPC deben priorizarse frente a los EPI, pues como se mencionó anteriormente, la protección colectiva actúa sobre uno o varios trabajadores simultáneamente (Protección colectiva e individual). Los tipos de EPIs que se usan comúnmente en bodegas son:

- *Protección del aparato visual:* incluye a lentes o gafas que son cristales que no permiten el paso de objetos o partículas punzo penetrantes. Los principales tipos de gafas usadas en bodegas son: gafas con cubiertas laterales, gafas para polvo, con rejillas de alambre, y lentes (Pérez Ramírez 30).
- *Protección del aparato respiratorio:* se trata de dispositivos (máscaras o mascarillas) que bloquean la entrada de polvos, humos, neblinas, vapores o gases al aparato respiratorio (Pérez Ramírez 32).
- *Protección de extremidades superiores:* es importante dada la vulnerabilidad de los dedos, manos y brazos. Para protegerlos se usan guantes, mitones o manoplas en operaciones que involucre manejo de material con filos, puntas, raspaduras o

magulladuras. Entre los principales materiales para la elaboración de guantes se encuentran: cuero, malla metálica, tiras de metal, hule, lana, fieltro, algodón, plástico, y telas metálicas (Pérez Ramírez 33 - 34).

- *Protección de extremidades inferiores:* se relaciona directamente con el daño a los pies debido a la caída de objetos pesados por lo que debe usarse calzado con punta de acero. Las clases de zapatos de seguridad de uso común en bodegas son: con puntera protectora, e impermeables (Pérez Ramírez 35).
- *Protección de la cabeza:* es indispensable contar con equipos (cascos) que minimicen el riesgo de lesiones en la cabeza provocadas por el impacto de objetos que caen desde varios metros de altura o porque el trabajador se golpea al caer al suelo o chocar contra algún objeto fijo (Pérez Ramírez 27). Un casco debe limitar la presión aplicada al cráneo al distribuir la carga sobre la mayor superficie posible; desviar objetos que caigan por medio de una forma adecuadamente lisa y redondeada; disipar y dispersar la posible energía que se le transmita de modo que no pase en su totalidad a la cabeza y el cuello; resistir a la deformación; y proteger contra la perforación (Duerto - Equipos de protección individual (EPI)).

2.3. MARCO TEÓRICO PARA LA FASE MEDIR

2.3.1. Determinación del tamaño de muestra

Para obtener un tamaño de muestra siempre máximo y que minimice el error de la estimación, Montgomery propone que las proporciones de la siguiente fórmula para el cálculo de la misma sean iguales (Montgomery 353):

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 * p * (1 - p) * N}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha/2}^2 * p * (1 - p)}$$

Ecuación 1. Tamaño de muestra

Donde:

N = tamaño de la población.

p = probabilidad estimada de respuesta, 50% para maximizarla.

1- p = complemento de la probabilidad estimada de respuesta, igual al 50%.

e = cota superior para el error o nivel de precisión.

α = nivel de significancia: valor especificado de probabilidad usado para establecer el límite de aceptación o rechazo de una hipótesis en el análisis estadístico. Comúnmente se usan los niveles de 1% y 5% (Rosas).

$Z_{\alpha/2}$ = nivel de confianza.

2.3.2. Estudio y medición de tiempos

El estudio de tiempos es una técnica que se utiliza para establecer el tiempo estándar de una tarea determinada, con base en la medición del contenido de trabajo (B. W. Niebel, Estudios de tiempo 587) realizado por un trabajador calificado a un nivel normal de desempeño (Sellie 4.13). Para ello, es necesario tomar en cuenta las tolerancias correspondientes a la fatiga, a las necesidades personales y a las demoras inevitables.

El objetivo de este estudio consiste en “determinar normas confiables para el trabajo, directo o indirecto, que emprende la empresa para el manejo eficiente y eficaz de la operación” (B. W. Niebel, Estudios de tiempo 587). El resultado obtenido de estándares de tiempo confiables permite programar el trabajo con el fin de maximizar la producción al conseguir una buena utilización de la mano de obra y equipo (B. W. Niebel, Estudios de tiempo 587).

Según Niebel, las herramientas que se requieren para realizar un estudio de tiempos efectivo son un cronómetro exacto y un procedimiento claro y bien diseñado para el estudio de trabajo. Es importante que las personas involucradas sean notificadas de los resultados que se desean alcanzar para evitar obtener tiempos sesgados (588).

La operación bajo estudio debe dividirse en grupos de movimientos o elementos que son una fracción del trabajo con puntos de iniciación y terminación fáciles de identificar y por lo tanto, medir. La división de la operación en sus elementos individuales resulta de la observación al operador durante varios ciclos (B. W. Niebel, Estudios de tiempo 593).

Para el cálculo del tiempo estándar se requiere determinar, en primer lugar, el tiempo normal que se compone del tiempo medio observado y una calificación de desempeño expresada en porcentaje (Stevenson 331):

$$TN = \text{Tiempo medio observado} * \text{Calificación de desempeño}$$

Ecuación 2. Tiempo normal

Luego, se debe determinar un porcentaje adicional correspondiente a las tolerancias que se consideran dependiendo del tipo de trabajo que se esté estudiando teniendo en cuenta que las tolerancias constantes nunca se deben excluir; el porcentaje que se asigna para este tipo de tolerancias son:

- Tolerancia por interrupciones personales: 5%
- Tolerancia por fatiga: 4%

En tanto que las tolerancias variables pueden ser:

- Tolerancia por trabajo de pie: 2%
- Tolerancia por posición anormal del cuerpo: 0 – 7%
- Tolerancia por uso de fuerza para levantar carga: 0 – 22%
- Tolerancia por mala iluminación: 0 – 5%
- Tolerancia por condiciones atmosféricas: 0 – 10%
- Tolerancia por trabajo que requiere de concentración: 0 – 5%
- Tolerancia por ruido: 0 – 5%
- Trabajo por tensión mental: 1 – 8%
- Tolerancia por monotonía: 0 – 4%
- Tolerancia por tedio: 0 – 5%

Fuente: (Stevenson 333)

Finalmente, una vez que se determinan las tolerancias que se aplican, se puede establecer el valor del tiempo estándar conformado por éstas y el tiempo normal:

$$TE = TN * \text{Tolerancia}$$

Ecuación 3. Tiempo estándar

2.3.3. Tabla de números aleatorios

Es una tabla que consta de conjuntos de cifras entre cero y nueve cuyo orden no obedece ninguna regla de formación. Se aplica para “seleccionar al azar los individuos de una población conocida que deben formar parte de una muestra” (Tablas estadísticas: números aleatorios). Una tabla de este tipo se ve como la siguiente (Stevenson 338):

6912	7264	2801	8901	4627	8387
3491	1192	0575	7547	2093	4617
4715	2486	2776	2664	3856	0064
1632	1546	1950	1844	1123	1908
8510	7209	0938	2376	0120	4237
3950	1328	7343	6083	2108	2044
7871	7752	0521	8511	3956	3957
2716	1396	7354	0249	7728	8818
2935	8259	9912	3761	4028	9207
8533	9957	9585	1039	2159	2438
508	1640	2768	4666	9530	3352
2951	131	4359	3095	4421	3018

Tabla 1. Tabla de números aleatorios

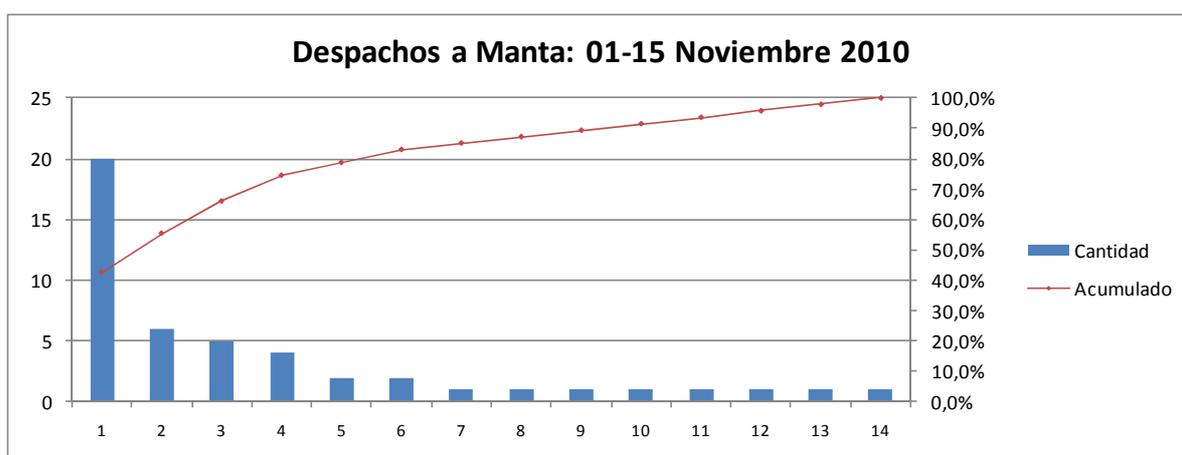
Para su uso, las cifras pueden leerse individualmente o en grupos y en cualquier orden, en columnas hacia abajo o hacia arriba. Así también, otra forma de usarlos es sumando dos números de la cifra o multiplicándolos (Tablas estadísticas: números aleatorios).

2.3.4. Diagramas de Pareto

Su nombre se debe a Vilfredo Pareto, sociólogo y economista italiano, quien descubrió una relación entre la riqueza y las personas. Su ley planteaba que el 80% de la riqueza del mundo es propiedad del 20% de las personas (Tompkins 439). Este tipo de diagramas son útiles para identificar visualmente cómo se componen las proporciones que los caracteriza (Stevenson 428). El primer paso para su construcción es identificar las categorías que se incluirán en el diagrama. Posteriormente, se establece la frecuencia con que se presenta cada categoría. Luego, se calcula la frecuencia porcentual al dividir cada frecuencia para el total y multiplicarlas por cien. Finalmente, se determina la frecuencia acumulada al sumar la

frecuencia porcentual actual con la anterior para cada categoría; el último valor debe ser 100% (Rovira).

En la imagen que se muestra a continuación se ilustra, mediante un ejemplo, cómo se ve un diagrama de Pareto, en el cual se muestra lo evidente que resulta determinar los elementos que conforman dichas proporciones:



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al almacenamiento de productos, esta ley se aplica a la popularidad de los mismos. Suele ocurrir que 80% de la rotación es resultado del 20% de los ítems (Tompkins 440).

2.3.5. Método de clasificación de inventario aplicado por Automotores y Anexos S.A.

De acuerdo a entrevistas mantenidas con Danny Zapata (Jefe Nacional de Bodegas), se pudo conocer que el método que se aplica en la empresa para determinar las categorías para clasificar el inventario es a través de lo que se denomina Hits. Esta clasificación parte del registro de las ventas de los cuatro últimos meses de cada repuesto para las cuales se asigna un valor de 1 si el repuesto se vendió o un valor de 0 en caso contrario, independientemente de la cantidad vendida en cada mes; a la sumatoria de estos valores se denomina Hit (Zapata). La clasificación de los repuestos de acuerdo al valor del Hit es la siguiente:

- Obsoleto: si el Hit es igual a 0
- Lento: si el Hit es igual a 1
- Medio: si el Hit es igual a 2 ó 3
- Fácil: si el Hit es igual a 4

Adicional a estas cuatro categorías, la empresa considera relevante incluir una quinta en la que se incluyen a los repuestos que tienen una fecha de creación menor a cuatro meses, es decir repuestos que han sido importados por primera vez. Por lo tanto, a esta categoría se la denomina como Nuevos (Zapata).

2.3.6. Reporte PLR

Mediante entrevistas mantenidas con Carlos Flor (Jefe Nacional de Calidad) se pudo conocer y aprender el funcionamiento y aplicación del PLR, el cual es un reporte anual que maneja la empresa para registrar las ventas mensuales de los repuestos tanto Nissan como Renault. El Jefe Nacional de Bodegas es el encargado de ingresar los datos a la plantilla. Para cada repuesto, con su respectivo código y descripción, se ingresa la cantidad de ítems vendidos en un mes. La información que proporciona este reporte sirve como entrada para monitorear tanto el nivel de ventas como la clasificación del inventario por Hits (Flor, Funcionamiento y aplicación del PLR).

2.3.7. Costos de mantener inventario

Los costos de mantener inventario pueden descomponerse en cuatro elementos:

- Costo de oportunidad: representa el dinero asociado al inventario y que podría ser invertido en otro negocio o para otro propósito que genere ganancias (Elsayed 64). Éste puede representar más del 80% del costo total de inventario aun siendo el más intangible y subjetivo del resto de costos (Ballou 338).
- Costos de almacenamiento y espacio: se refieren a los cargos asociados por el uso de volumen dentro del edificio de almacenamiento. Cuando este espacio es rentado “las tasas de almacenamiento se cargan normalmente por peso durante un periodo (Ballou 338)”. Por el contrario, si el espacio se posee de manera privada, los costos de espacio se determinan mediante la distribución de los costos de operación relacionados con el

mismo (como calefacción y luz), así como los costos fijos, costos de equipo, y de almacenamiento sobre una base de volumen almacenado (Ballou 338).

- Costos de servicio de inventario: incluye a los seguros e impuestos que son parte importante del costo total pues su nivel depende en gran medida de la cantidad de inventario disponible. La cobertura del seguro se maneja como una protección frente a pérdidas por incendio o robo. Los impuestos representan una pequeña parte del costo total de manejo (Ballou 339).
- Costo de obsolescencia: “estima la tasa a la que el valor del producto almacenado disminuye debido a que su valor de mercado o calidad baja (Chopra y Meindl 295)”.

2.4. MARCO TEÓRICO PARA LA FASE MEJORAR

2.4.1. Dimensionamiento de una instalación para almacenamiento

La estructura de una bodega y sus operaciones están relacionadas a los siguientes puntos: características físicas de productos, número de productos, y volumen manejado (Ghiani 159). El diseño de una bodega implica las siguientes decisiones (Ghiani 165):

- Dimensionamiento de la longitud, ancho y alto del edificio.
- Ubicación y dimensionamiento de las zonas de recepción, embarque y almacenamiento (evaluación del número de puertas; determinación del número; longitud y ancho de los pasillos).
- Seleccionar el medio de almacenamiento.
- Seleccionar el mecanismo de transporte para almacenar y consolidar.

Es necesario dimensionar adecuadamente una instalación para almacenamiento de tal manera que el tamaño de ésta sea lo suficientemente grande para alojar a todo el inventario requerido sin exceder las necesidades reales de una empresa con el fin de evitar que los tiempos para emperchado y recuperación de ítems sean innecesariamente altos (Ghiani 166).

El modelo que se aplica para este propósito busca minimizar el tiempo promedio de recorrido de un operario dentro de la bodega e incluye las siguientes expresiones:

$$L_x = \left(\alpha_x + \frac{1}{2} w_x \right) n_x$$

Ecuación 4. Longitud del área de almacenamiento a lo largo del eje x .

$$L_y = \alpha_y n_y + w_y$$

Ecuación 5. Longitud del área de almacenamiento a lo largo del eje y .

$$n'_y = \sqrt{\frac{2m \left(\alpha_x + \frac{1}{2} w_x \right)}{\alpha_y n_z}}$$

Ecuación 6. Número de ubicaciones a lo largo del eje y .

$$n'_x = \sqrt{\frac{m \alpha_y}{2n_z \left(\alpha_x + \frac{1}{2} w_x \right)}}$$

Ecuación 7. Número de ubicaciones a lo largo del eje x .

Donde:

m = número requerido de ubicaciones para almacenamiento.

α_x y α_y = ocupación de una unidad de carga (pallet, caja, ítem, etc.) a lo largo de los ejes x y y , respectivamente.

w_x y w_y = ancho de los pasillos transversales y del pasillo central, respectivamente.

n_z = número de niveles para almacenamiento a lo largo del eje z .

n_x y n_y = número de ubicaciones a lo largo de los ejes x y y , respectivamente.

L_x y L_y = longitud del área de almacenamiento (bodega) a lo largo de los ejes x y y , respectivamente.

Fuente: (Ghiani 168 - 170)

2.4.1.1. Determinación del número de plataformas (puertas) de la instalación para almacenamiento

Cuando los productos que almacena una bodega se reciben de contenedores, el número de plataformas o puertas de ésta se estiman mediante la siguiente fórmula (Ghiani 166):

$$n_D = \left\lceil \frac{dt}{qT} \right\rceil$$

Ecuación 8. Número de puertas de una bodega.

Donde:

d = demanda diaria de todas las órdenes.

t = tiempo promedio requerido para cargar y/o descargar un camión o contenedor.

q = capacidad del camión.

T = tiempo disponible para cargar y/o descargar camiones o contenedores.

2.4.2. Modelo matemático para asignación de ubicaciones

Ghiani establece que “la asignación de ubicaciones a los ítems dentro de una bodega se basa en el principio de que los productos de rápido movimiento deben ser colocados cerca de las entradas/salidas a fin de minimizar el tiempo total de las operaciones (Ghiani 174)”. Para una política de almacenamiento dedicado, se debe asignar una ubicación, de todas las disponibles, a un producto. El siguiente modelo matemático es empleado para este propósito (Ghiani 175 - 176):

Minimizar

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^{m_d} c_{jk} x_{jk}$$

sujeta a

$$\sum_{k=1}^{m_d} x_{jk} = m_j, \quad j = 1, \dots, n,$$

$$\sum_{j=1}^n x_{jk} \leq 1, \quad k = 1, \dots, m_d,$$

$$x_{jk} \in \{0, 1\}, \quad j = 1, \dots, n, \quad k = 1, \dots, m_d$$

Donde:

$$c_{jk} = \sum_{r=1}^R \frac{p_{jr}}{m_j} t_{rk}$$

y

n = número de productos a ubicar.

m_j = número de ubicaciones requeridas para el producto j .

R = número de puertas de la bodega.

p_{jr} = número promedio de veces que el producto j entra y sale por la puerta r por periodo de tiempo.

t_{rk} = tiempo de recorrido desde la puerta r hasta la ubicación k .

c_{jk} = costo de asignar un ubicación k al producto j .

x_{jk} = variable de decisión binaria, igual a 1 si la ubicación k se asigna al producto j , o igual a 0 si no.

La primera restricción impone la condición de que a todos los ítems se debe asignar ubicación, en tanto que la segunda establece que a cada ubicación se puede asignar máximo un producto (Ghiani 176).

2.4.3. Conceptos de Ingeniería Económica

- *Flujo de efectivo*: “Cantidades reales de efectivo que se recibe (entradas) y desembolsa (salidas) (Blank 32)”.
- *Flujo neto de efectivo*: “Cantidad real resultante de efectivo que fluye hacia dentro y hacia fuera durante cierto periodo de tiempo (Blank 33)”.
- *Series uniformes de valor presente*: “Es el valor presente P equivalente de una serie uniforme A de flujo de efectivo al final de periodo (Blank 58)”.
- *Gradiente aritmético*: “Cambio uniforme (positivo o negativo) en el flujo de efectivo cada periodo de tiempo (Blank 67)”.
- *Tasa mínima atractiva de retorno (TMAR)*: “Valor mínimo de la tasa de retorno para que una alternativa sea financieramente viable (Blank 29)”.
- *Valor anual*: “Valor anual uniforme equivalente de todos los ingresos y desembolsos (Blank 226)”. Es decir, cuotas o pagos anuales.
- *Alternativas mutuamente excluyentes*: “Sólo uno de los proyectos viables puede seleccionarse mediante un análisis económico. Cada proyecto viable es una alternativa (Blank 176)”.

2.4.3.1. *Fórmula para cálculo de valor anual*

El valor anual está dado por la siguiente expresión (Blank 226):

$$VA = VP(A/P, i, n)$$

Ecuación 9. Valor anual

Donde el factor $(A/P, i, n) = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$

2.4.3.2. *Fórmula para el cálculo del valor presente*

La expresión para determinar el valor presente es(Blank 60):

$$P = A(P/A, i, n)$$

$$P = A \left(\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right)$$

Ecuación 10. Valor presente

Donde:

P = valor presente

A = valor anual uniforme equivalente

i = tasa de interés

n = periodo de cálculo

2.4.3.3. *Fórmulas para cálculo de anualidad con gradiente aritmético*

La siguiente expresión muestra la forma de cálculo para la serie anual total (Blank 71):

$$A_T = A_A + A_G$$

Donde:

A_T = Anualidad Total

A_A = Cantidad base

A_G = Cantidad gradiente

La cantidad gradiente está definida de la siguiente manera (Blank 70):

$$A = G(A/G, i, n)$$

$$A = G \left[\frac{1}{i} - \frac{n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

Donde:

A = valor anual uniforme equivalente

G = gradiente aritmético

i = tasa de interés

n = periodo de cálculo

Por lo tanto,

$$A_T = A_A + G \left[\frac{1}{i} - \frac{n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

Ecuación 11. Anualidad total

El valor anual uniforme equivalente A durante n años de un valor presente P dada en el año 0 se establece mediante la expresión (Blank 60):

$$A = P \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

Ecuación 12. Anualidad a partir de valor presente

2.4.3.4. Comparación de alternativas mutuamente excluyentes de vidas diferentes

Para evaluar proyectos mutuamente excluyentes y se conoce la TMAR, es recomendable realizar un análisis basado en el valor anual al ser la técnica más sencilla. Cuando las estimaciones del flujo de efectivo se convierten a un valor anual, este valor se aplica a cada año del ciclo de vida. Por esta razón, “una ventaja de interpretación y de cálculo radica en que el VA debe calcularse exclusivamente para un ciclo de vida, por lo tanto no es necesario emplear mínimo común múltiplo de las vidas como en el caso de los análisis del valor presente y futuro (Blank 226)”.

Cuando las alternativas que se comparan tienen vidas diferentes se deben considerar los siguientes supuestos en el método del VA (Blank 226):

1. “Los servicios proporcionados son necesarios al menos durante el mínimo común múltiplo de las alternativas de vida”.
2. “La alternativa elegida se repetirá para los ciclos de vida subsiguientes exactamente de la misma forma que para el primer ciclo de vida”.
3. “Todos los flujos de efectivo tendrán los mismos valores calculados en cada ciclo de vida”.

El criterio de selección es el siguiente:

“Para alternativas mutuamente excluyentes, se calcula el VA usando la TMAR.

Una alternativa: si el $VA \geq 0$, la TMAR se alcanza o se rebasa.

Dos o más alternativas: se elige el costo mínimo o el ingreso máximo reflejados en el valor VA (numéricamente más grande) (Blank 232)”.

2.4.3.5. Análisis Beneficio/Costo

Para realizar un análisis económico de alternativas de proyectos que no generan ganancias, se deben considerar los costos (inicial y anual), los beneficios positivos, y los contrabeneficios. Los costos se refieren a la estimación de gastos para la construcción, operación y mantenimiento del proyecto sin incluir el valor de salvamento; los beneficios son las ventajas que experimentará el propietario; mientras que los contrabeneficios son las desventajas para el propietario cuando se lleva a cabo el proyecto en cuestión (Blank 329).

La razón beneficio/costo es el método de análisis fundamental para este tipo de proyectos. Todos los cálculos de costos y de beneficios deben convertirse a una unidad monetaria de equivalencia común, es decir valor presente, valor anual, o valor futuro a una tasa de interés. La razón convencional B/C se calcula de la siguiente manera (Blank 334):

$$B/C = \frac{VP \text{ de beneficios}}{VP \text{ de costos}} = \frac{VA \text{ de beneficios}}{VA \text{ de costos}} = \frac{VF \text{ de beneficios}}{VF \text{ de costos}}$$

La convención de signos para este análisis consiste en signos positivos, de esta manera los costos irán precedidos por un signo más (+).

Existen dos formas de cálculo para la razón B/C, la primera es la convencional siendo la más utilizada y se determina de la siguiente manera (Blank 335):

$$B/C = \frac{(\text{beneficios} - \text{contrabeneficios})}{\text{costos}} = \frac{B - CB}{C}$$

La segunda, es la razón B/C modificada que incluye costos de mantenimiento y operación (M&O) a los cuales se los trata de forma similar que a los contrabeneficios. Se calcula de la siguiente manera (Blank 335):

$$B/C = \frac{(\text{beneficios} - \text{contrabeneficios} - \text{costos M\&O})}{\text{inversión inicial}}$$

Ecuación 13. Expresión Beneficio/Costo

El criterio de aceptación o rechazo es (Blank 334):

“Si $B/C \geq 1$, se determina que el proyecto es económicamente aceptable para los estimados y la tasa de descuento aplicada.

Si $B/C < 1$, el proyecto no es económicamente aceptable”.

2.4.4. Modelo de un sistema serial de dos escalones para administrar una cadena de proveedores

Hillier y Lieberman señalan que la idea detrás de los modelos de inventario determinísticos con múltiples escalones para administrar una cadena de proveedores es que:

“En un principio, el inventario se puede guardar en el punto o puntos de manufactura (un escalón del sistema), después en almacenes regionales o nacionales (segundo escalón), después en centros de distribución (tercer escalón), y así sucesivamente. De esta forma, cada etapa en la que se retiene el inventario en la progresión a través de un sistema de inventarios con múltiples etapas se llama *escalón* del sistema de inventarios”.

(Hillier 853)

El propósito de estos modelos es centralizar la información acerca de la demanda en el productor (o primer escalón), quien monitorea los niveles de inventario del sistema y decide sobre tiempos y cantidades de entrega, tal como lo establece el concepto del VMI o *Vendor Managed Inventory* (Guerola).

El modelo que se utilizará en el presente estudio será el que incluye únicamente dos escalones y se basa en los siguientes supuestos:

- “Los supuestos del modelo EOQ básico se aplican en la instalación 2, es decir existe una demanda conocida de d unidades por unidad de tiempo, una cantidad por ordenar Q_2 unidades se surte a tiempo para reabastecer el inventario cuando éste llega a un nivel de cero, y no se permiten faltantes planeados”.
- “Los costos relevantes en la instalación 2 son un costo de preparación de K_2 cada vez que se requiere una orden y un costo de mantener de h_2 por unidad por unidad de tiempo”.
- “La instalación 1 utiliza su inventario para suministrar un lote de Q_2 unidades a la instalación 2 antes de que ocurra un faltante”.
- “Los costos relevantes en la instalación 1 son un costo de preparación de K_1 cada vez que se requiere una orden y un costo de mantener h_1 por unidad por unidad de tiempo”.
- “Las unidades aumentan su valor cuando son recibidas y procesadas en la instalación 2, así $h_1 < h_2$ ”.
- “El objetivo es minimizar la suma de los costos variables por unidad de tiempo en las dos instalaciones (Esto se denotará por C)”.

(Hillier 854)

Adicionalmente a los supuestos, este modelo indica que “una política óptima debe tener $Q_1 = nQ_2$ donde n es un entero positivo fijo (Hillier 856)” y que “el *inventario de escalón* de un producto particular en cualquier instalación consiste en el inventario del producto que se posee físicamente en la instalación más el inventario del mismo producto que ya está en escalones subsecuentes del sistema (Hillier 856)”.

Procedimiento de redondeo de n^* :

Si $n^* < 1$, se elige $n = 1$.

Si $n^* > 1$, sea $[n^*]$ el entero más grande $\leq n^*$, así que $[n^*] \leq n^* < [n^*] + 1$, y entonces se redondea de la siguiente forma.

$$\text{Si } \frac{n^*}{[n^*]} \leq \frac{[n^*]+1}{n^*}, \text{ elija } n = [n^*].$$

$$\text{Si } \frac{n^*}{[n^*]} > \frac{[n^*]+1}{n^*}, \text{ elija } n = [n^*] + 1.$$

La ventaja que este modelo presenta es que permite la optimización de las dos instalaciones en forma simultánea. Si se suman los costos de las ambas, el costo variable total por unidad de tiempo en las dos instalaciones es:

$$C = C_1 + C_2 = \left(\frac{K_1}{n} + K_2\right) \frac{d}{Q_2} + [(n-1)h_1 + h_2] \frac{Q_2}{2}$$

Sea,

$e_1 = h_1$ = costo unitario de mantener en escalón por unidad de tiempo de la instalación 1, y

$e_2 = h_2 - h_1$ = costo unitario de mantener en escalón por unidad de tiempo de la instalación 2.

Entonces, los costos de mantener se expresan como:

$$[(n-1)h_1 + h_2] \frac{Q_2}{2} = h_1 \frac{nQ_2}{2} + (h_2 - h_1) \frac{Q_2}{2} = e_1 \frac{Q_1}{2} + e_2 \frac{Q_2}{2}$$

donde $Q_2/2$ y $Q_1/2$ corresponden a los niveles de inventario promedio del inventario de escalón en las instalaciones 1 y 2, respectivamente. e_2 es igual a $h_2 - h_1$ y no a h_2 porque $\frac{e_1 Q_2}{2} = \frac{h_1 Q_1}{2}$ ya incluye el costo de mantener para las unidades del producto 1 que están más adelante en el proceso en la instalación 2, de forma que $e_2 = h_2 - h_1$ sólo necesita reflejar el valor agregado por convertir las unidades del producto 1 en unidades del producto 2 en la instalación 2 (Hillier 858).

Al utilizar los costos de mantener en escalón anteriormente expuestos, se obtiene:

$$C = \left(\frac{K_1}{n} + K_2\right) \frac{d}{Q_2} + (ne_1 + e_2) \frac{Q_2}{2}$$

Al derivar con respecto a Q_2 , igualar a cero y resolver para ésta variable, se obtiene la expresión para la cantidad por ordenar óptima en la instalación 2:

$$Q_2^* = \sqrt{\frac{2d \left(\frac{K_1}{n} + K_2 \right)}{ne_1 + e_2}}$$

Ecuación 14. Cantidad óptima por ordenar de la instalación 2

y la expresión asociada al costo C es:

$$C = \sqrt{2d \left(\frac{K_1}{n} + K_2 \right) (ne_1 + e_2)}$$

Ecuación 15. Costo variable total por unidad de tiempo de las instalaciones 1 y 2

Finalmente, para encontrar el valor óptimo de la cantidad por ordenar en la instalación 1, se establece que:

$$Q_1 = nQ_2^*$$

Ecuación 16. Cantidad óptima por ordenar de la instalación 1

donde n representa un valor que minimiza C ; su fórmula correspondiente es:

$$n^* = \sqrt{\frac{K_1 e_2}{K_2 e_1}}$$

Ecuación 17. Valor de n que minimiza C

Fuente: (Hillier 858 - 859)

2.4.5. Fracción de equipo

En el texto de Tompkins se establece que la cantidad de equipo que se necesita para una operación se conoce como fracción de equipo y ésta se determina al dividir el tiempo total requerido para efectuar la operación entre el tiempo disponible para completarla. “El tiempo total requerido para llevar a cabo la operación es el producto del tiempo estándar para la operación y el número de veces que se va a realizar la misma (Tompkins 56)”.

El modelo determinístico para estimar la fracción de equipo requerida queda definido mediante la siguiente expresión (Tompkins 57):

$$F = \frac{SQ}{EHR}$$

Ecuación 18. Fracción de equipo

Donde:

F = número de máquinas requeridas por turno.

S = tiempo estándar por unidad producida.

Q = número de unidades que se van a producir por turno.

E = desempeño real, expresado como un porcentaje del tiempo estándar.

H = cantidad de tiempo disponible por máquina.

R = confiabilidad de una máquina, expresada como porcentaje del tiempo de funcionamiento.

2.4.6. Los 5 principios “S”

Uno de los objetivos del Sistema de Producción Toyota (SPT) es “eliminar la basura o *muda*, lo que en la amplia gama de actividades de trabajo significa cualquier movimiento innecesario o retraso que no le agrega valor al proceso o al cliente (Toyota 3)”. Los cinco principios básicos, llamados 5 principios “S”, pueden ser utilizados para evaluar cualquier ambiente físico e identificar oportunidades para mejorar la eficiencia mediante el cumplimiento del mencionado objetivo. Dichos principios se explican a continuación:

- *Seiri – “Seleccionar o Clasificar”*

Seleccionar significa identificar lo que es necesario y lo que no lo es en el lugar de trabajo; asegurarse de que se tiene solamente lo indispensable y desechar lo innecesario. Es importante tener en consideración que las áreas de trabajo cambian y evolucionan con el tiempo, por lo que es básico evaluarlas regularmente.

- *Seiton – “Organizar u Ordenar”*

Ordenar se refiere a la ubicación de los artículos necesarios en lugares específicos y de fácil acceso de manera que puedan ser localizados rápidamente.

- *Seisou* – “Limpiar”
Este principio enfatiza en el aseo del área alrededor del lugar de trabajo, limpiar el equipo y la maquinaria para mantener un buen nivel de productividad.
- *Seiketsu* – “Estandarizar o Asegurar”
Asegurar significa crear un ambiente de trabajo limpio y seguro. Mantener los lugares de trabajo organizados y aseados promueve la seguridad.
- *Shitsuke* – “Disciplina o Respaldo”
Este último principio se refiere al mantenimiento de los cuatro puntos anteriores y a asegurar que “todos los empleados estén conscientes de la importancia de mantener un ambiente de trabajo limpio y seguro y que lo deben hacer diariamente”.

Fuente: Siete técnicas para almacenamiento – Servicio Toyota

La práctica continua de estos principios es importante porque la eliminación de basura y la estandarización del trabajo dependen de ellos; el desorden disfraza problemas, restringiendo la habilidad de mejorar de manera continua; se fomenta a los empleados a ser preventivos; y se proporcionan bases para mantener un control visual de las condiciones de trabajo (Toyota 6).

2.5. MARCO TEÓRICO PARA LA FASE CONTROLAR

2.5.1. Sistema *Kanban*

El sistema *Kanban* fue desarrollado por Toyota. La palabra *Kanban*, en japonés, significa “etiqueta de instrucción”(Hopp y Spearman 162). Sirve como orden de trabajo cuya información es útil para saber qué, cómo, cuánto se va a producir y cómo se va a transportar (Universidad de Santiago de Chile - Departamento de Ingeniería Industrial). Tiene como objetivo un flujo de materiales ordenado y eficiente a lo largo del proceso de manufactura así como entregar los productos el momento que son requeridos y con la calidad requerida.

Este sistema tiene dos funciones principales (Universidad de Santiago de Chile - Departamento de Ingeniería Industrial):

1. Control de la producción: sirve para desarrollar un sistema “Justo a tiempo” de tal forma que los materiales arriben en el momento justo y en la cantidad indicada.
2. Mejora de los procesos: enfatiza en la reducción de los niveles de inventario.

El uso de las tarjetas *Kanban* tiene las siguientes ventajas: “elimina la sobrepducción; disminuye los materiales en proceso y desperdicio; aumenta la flexibilidad en la producción; permite el trabajo en equipo y la mayor autonomía de los trabajadores; y entrega información precisa y rápida (Universidad de Santiago de Chile - Departamento de Ingeniería Industrial)”.

Existen dos tipos de *Kanban*: tarjeta de producción y tarjeta de movimiento. La primera se clasifica en kanban de producción y kanban señalador; la segunda, en kanban de transporte entre procesos y kanban de proveedores. Los kanban de producción indican el tipo y la cantidad a fabricar por el proceso anterior, los kanban señalador se utilizan para controlar los niveles máximos y mínimos de materiales de producción (Universidad de Santiago de Chile - Departamento de Ingeniería Industrial).

Los kanban de transporte entre procesos especifican el tipo y cantidad de producto a retirar por el proceso posterior; los kanban de proveedores son utilizados para realizar pedidos a proveedores los cuales contienen instrucciones a seguir para entregar las piezas (Universidad de Santiago de Chile - Departamento de Ingeniería Industrial).

CAPÍTULO 3

FASE 1: DEFINIR

3.1. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC EN EL PRESENTE ESTUDIO

Si bien una metodología DMAIC se aplica para la ejecución de proyectos Seis Sigma y se basa en herramientas estadísticas, en el presente estudio no se la utilizará bajo esta convención. Se la utilizará a manera de método para organizar, estructurar el proyecto adecuadamente y obtener los resultados deseados que se alinean con el enfoque de esta metodología pues lo que se busca es reducir costos, incrementar ganancias potenciales y mejorar la satisfacción de los clientes internos y externos.

3.2. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA BODEGA GRANADOS

3.2.1. Descripción de la distribución física de la Bodega Granados

Actualmente, la bodega se divide en seis zonas de las cuales cuatro están destinadas al almacenamiento de repuestos, una corresponde al área de recepción y entrega, y una es el área para almacenamiento temporal. Las zonas de almacenamiento se identifican a través de la siguiente codificación numérica:

- Zona 100: dedicada al almacenamiento de repuestos pequeños o de menudeo.
- Zona 200: dedicada al almacenamiento de repuestos de tamaño mediano.
- Zonas 300 y 400: dedicadas al almacenamiento de repuestos grandes.

Se utilizan perchas de estructura metálica y de ajuste variable. En ellas se ubican los repuestos de acuerdo a una política de almacenamiento dedicado. La codificación de los racks es numérica y a través de un ejemplo se explicará cómo ésta se define:

El código correspondiente a la ubicación 237 – 010 se desglosa en:

- Primer dígito: identifica la zona a la que pertenece el repuesto, para este caso es la zona 200.

- Segundo y tercer dígito: indica el número de percha, es decir la percha 37.
- Cuarto, quinto y sexto dígitos: corresponden al nivel del estante de la percha, en este caso se trata del primer nivel ubicado desde el piso.

En la Figura 15 del Anexo 1 se muestra un plano con el diseño actual de la Bodega Granados en el cual se etiquetaron las áreas anteriormente mencionadas. El área para almacenamiento temporal se utiliza para apilar las cajas que llegan en los contenedores y pedidos aéreos hasta ser descargadas para el emperchado de los repuestos.

3.2.1.1. Estándares para el almacenamiento de repuestos

Automotores y Anexos cuenta con el manual de Estándares de Operación de Postventa del Concesionario conocido también como AS - DOS (por sus siglas en inglés *After Sales – Dealer Operation Standards*). Estos estándares son establecidos por la marca Nissan e incluye puntos relacionados a la ubicación de los repuestos en las perchas, a la distribución del almacenaje para facilitar el flujo de trabajo, y al almacenamiento de materiales peligrosos.

Como se mencionó anteriormente, los estándares corresponden a las operaciones de una *bodega de concesionario*. En la actualidad, la Bodega Granados se considera una bodega tanto de concesionario como de NSC (por sus siglas en inglés *National Sales Company*) puesto que lleva a cabo procesos de ambas, es decir, atiende al cliente final directamente y surte a las Sucursales (distribuidores). Las operaciones de NSC constituyen la recepción y almacenamiento de repuestos importados desde Fábrica, y la distribución de los mismos a las cuatro Sucursales del país. Por dichas actividades, la Bodega Granados guarda una mezcla y volumen de inventario mayor a la de una bodega de concesionario. Dicha mezcla se compone de repuestos de rotación fácil, media, lenta y repuestos nuevos y obsoletos. Por todo esto, los estándares mencionados no pueden dejar de cumplirse.

Se ha observado que de los diez estándares se cumplen tres en su totalidad, actualmente; no sucede lo mismo con los siete restantes. Es importante mencionar que existe un estándar del AS – DOS adicional a éstos que establece que el espacio destinado al área de

reserva antes del embarque debe corresponder al 20% del área total de la bodega (Nissan Motor CO.), con el cual tampoco se cumple.

3.2.2. Descripción de las operaciones

Las operaciones que se realizan en la bodega se clasifican en operaciones comunes y no comunes. Las primeras incluyen a aquellas que se llevan a cabo diariamente y a las que tienen lugar al menos una vez a la semana a lo largo del mes. A continuación se las enumera:

- Consolidación de pedidos para Sucursales
 - *Descripción:* Recibir solicitudes de repuestos, buscarlos, recolectarlos y ubicarlos en el espacio destinado a cada Sucursal en el área de recibo/entrega para su posterior despacho.
 - *Frecuencia:* Actualmente, los pedidos de todas las Sucursales se reciben a lo largo del día desde las 8:30 am hasta las 3:30 pm.
 - *Encargado:* A cada uno de los cuatro operadores con los que se cuenta actualmente le corresponde una sola Sucursal.

- Surtido a mostrador
 - *Descripción:* Buscar, recolectar y entregar los repuestos solicitados por los vendedores de mostrador.
 - *Frecuencia:* Las ventas por mostrador se atienden de lunes a viernes desde las 8:00 am hasta las 5:00 pm y los sábados de 8:30 am a 12 pm, durante estos horarios los operadores de la bodega deben cubrir las órdenes realizadas por los clientes finales a los vendedores. El periodo de mayor afluencia de clientes comprende las 12:00 pm y 2:00 pm.
 - *Encargado:* De los cuatro operadores, existen dos que se encargan de surtir al mostrador. No se puede dejar desatendida esta operación, por lo que durante las horas de almuerzo, deben turnarse.

- Surtido a ventanilla del Taller mecánico
 - *Descripción:* Recibir solicitudes de repuestos del Taller, buscarlos, recolectarlos y entregarlos a los mecánicos.
 - *Frecuencia:* El horario de atención del Taller es de lunes a viernes de 8:00 am a 5:00 am y los sábados de 8:30 am a 12:00 pm. Durante estos periodos de tiempo las órdenes del Taller deben ser surtidos por el vendedor de la ventanilla.
 - *Encargado:* Actualmente, se cuenta con dos vendedores en la ventanilla. Se encargan exclusivamente de la atención al Taller y a cada uno se le ha asignado una marca, es decir existe un vendedor para cubrir las órdenes de repuestos Nissan y otro para repuestos Renault.

- Control de Inventario rotativo
 - *Descripción:* Verificar la disponibilidad de repuestos en stock.
 - *Frecuencia:* Esta operación se realiza diariamente en horas de la mañana y se inspecciona una línea de perchas por día.
 - *Encargado:* El Jefe de bodega asigna esta tarea a dos operarios cada día.

- Recepción de pedidos entre Sucursales
 - *Descripción:* Recibir los repuestos enviados por Sucursales y verificar el cumplimiento del pedido en cantidad y calidad (buen estado de los repuestos).
 - *Frecuencia:* Alrededor de cinco veces a la semana.
 - *Encargado:* Cada operador se encarga de la recepción de los repuestos enviados por la Sucursal a la cual despacha.

- Emperchado de pedidos entre Sucursales
 - *Descripción:* Colocar los repuestos recibidos en sus correspondientes ubicaciones en las perchas para ponerlos a disposición del Taller mecánico y del mostrador.

- *Frecuencia:* Los repuestos se emperchan inmediatamente después de recibidos, por lo que la frecuencia con la que se hace esta operación es la misma que la anterior: alrededor de cinco veces a la semana.
- *Encargado:* El mismo operador que recibe los repuestos debe empercharlos.

- Descarga de paquetes de emergencia (pedidos aéreos)
 - *Descripción:* Abrir los paquetes y verificar el cumplimiento de los pedidos tanto en cantidad como en calidad (buen estado de repuestos).
 - *Frecuencia:* Se reciben paquetes aéreos alrededor de tres veces a la semana.
 - *Encargado:* Dependiendo del tamaño de la carga, la descarga puede realizarla uno o más operarios. No hay asignación específica.

- Emperchado y envío de pedidos aéreos a Sucursales y concesionarios
 - *Descripción 1:* Colocar los repuestos que van a ser enviados a Sucursales y/o concesionarios en el espacio correspondiente en el área de recibo/entrega para su posterior despacho.
 - *Descripción 2:* Colocar los repuestos en sus respectivas ubicaciones en las perchas a fin de ponerlos a disposición tanto del Taller mecánico como del mostrador.
 - *Frecuencia:* Alrededor de tres veces por semana como lo establece la llegada de los mismos.
 - *Encargado:* El emperchado lo realiza el número necesario de operarios dependiendo del tamaño de la carga, mientras que la preparación de la orden y despacho de la misma a las Sucursales las hace el operario que corresponda.

Las operaciones no comunes se refieren a aquellas que se realizan al menos una vez al mes. Dentro de éstas se encuentran las siguientes:

- Descarga de contenedores (pedidos marítimos)
 - *Descripción:* Abrir el contenedor y apilar las cargas en la zona intermedia para el posterior emperchado de repuestos.

- *Frecuencia:* Aproximadamente tres veces por mes, a pesar de que puede variar dependiendo de la época en el año.
- *Encargado:* Todos los operarios de la bodega participan en la descarga del contenedor.
- Descarga y emperchado de repuestos de pedido marítimo
 - *Descripción:* Verificar el cumplimiento del pedido en cantidad y calidad, y colocar los repuestos en su correspondiente ubicación en las perchas para ponerlos a disposición del Taller, mostrador, concesionarios y Sucursales.
 - *Frecuencia:* Alrededor de tres veces por mes de acuerdo a lo establecido por la llegada del contenedor.
 - *Encargado:* Todos los operarios deben participar en esta operación a fin de hacerlo en el menor tiempo posible. En este punto es importante recalcar que existe un estándar en el AS-DOS que establece que los repuestos que llegan en pedidos marítimos deben estar colocados en percha en un periodo máximo de 24 horas, sin embargo en la actualidad no es posible cumplir con esta norma pues no se cuenta con la suficiente mano de obra que agilite la realización de esta operación.

El tiempo que toma realizar estas operaciones está definido por las siguientes actividades que se han identificado: viajar a, de y entre los lugares de recolección; extraer los artículos de los lugares de almacenamiento; estirarse y agacharse para alcanzar los lugares de recolección; documentar las transacciones de la recolección; clasificar los artículos de los pedidos; empaquetar los artículos; y buscar los lugares de recolección (Tompkins 449).

3.2.2.1. Diagramas de flujo

Se han diagramado los procesos asociados a cada operación que se describió en la sección anterior. Cabe recalcar que hay flujogramas que incluyen a dos o más operaciones en un solo proceso como se indica en la Tabla 2:

Nº	Proceso	Operación
1	Despacho de repuestos a Sucursales desde la Bodega Granados	Consolidación de pedidos para Sucursales
2	Consolidación de pedidos de mostrador	Surtido a mostrador
3	Consolidación de pedidos de Taller mecánico Tallerauto S.A.	Surtido a ventanilla del Taller mecánico
4	Control de inventario rotativo	Control de inventario rotativo
5	Recepción de repuestos (Sucursal a Bodega Granados)	Recepción de pedidos entre Sucursales
		Emperchado de pedidos entre Sucursales
6	Recepción y almacenamiento de pedidos marítimos y aéreos	Descarga de paquetes de emergencia (pedidos aéreos)
		Emperchado y envío de pedidos aéreos a Sucursales y concesionarios
		Descarga de contenedores (pedidos marítimos)
		Emperchado de repuestos de pedido marítimo

Tabla 2. Lista de operaciones incluidas en los procesos diagramados

Fuente: Elaboración propia.

Los diagramas de flujo correspondientes a cada proceso, de acuerdo al orden presentado en la Tabla 2 anterior, se ilustran en la Figura 16, Figura 17, Figura 18, Figura 19, Figura 20, Figura 21 del Anexo 2. Diagramas de flujo de las operaciones actuales.

3.2.2.2. Descripción del sistema de órdenes para consolidación de repuestos y recolección de pedidos

Para la consolidación de pedidos ya sea de Sucursales, Mostrador o Taller mecánico, los operarios siguen lo establecido en un sistema operador a artículo. Es decir, el operador debe caminar hacia cada ubicación y buscar los repuestos que constan en las órdenes recibidas. Se manejan a través del método de recolección de pedidos discreta pues se ha observado que los operarios completan las órdenes conforme éstas llegan, es decir una a la vez. Para el caso de las órdenes recibidas del mostrador y del taller es el único método útil pues a través de éste se ofrece una rápida atención al cliente. Mientras que para los pedidos recibidos de las Sucursales se podría aplicar un método de recolección por zonas – lotes – olas pues las órdenes se reciben a lo largo del día, como se menciona en la descripción de la operación de Consolidación de pedidos para Sucursales en la sección 3.2.2, se asignaría un

recolector para cada zona (zona 100, 200, 300, y 400), y éste atendería más de un pedido a la vez (referirse a la sección 2.2.7).

3.2.3. Descripción del sistema de manejo de materiales actual

Actualmente, la Bodega Granados maneja 24000 líneas de repuestos de la marca Nissan y 3200, de Renault. Las características de los repuestos son variables. De acuerdo a su tamaño se identifican artículos grandes, medianos y pequeños; en cuanto al peso, los hay pesados y livianos; asimismo, existen productos que requieren un trato especial debido a la peligrosidad que representan o a su elevado precio unitario.

Se ha identificado que el movimiento de repuestos que la bodega administra es diferente para los tres tipos de clientes – Sucursales, Mostrador, Taller – a los que atiende. La cantidad de repuestos Nissan que se despacha a Sucursales es 4 veces mayor a la de Mostrador y 60 veces a la de Taller. En cambio, la proporción de repuestos Renault destinada a Sucursales es 3 veces mayor a la de Mostrador y 36 veces a la de Taller. En total, el número de repuestos Nissan que se venden es aproximadamente 3 veces mayor al de Renault.

El tamaño de carga unitaria que se maneja es variable y depende del tipo de producto y de la manera en la que Fábrica los envía empacados. Los repuestos grandes como puertas, capots, guardafangos, guardachoques, y similares se almacenan en unidades separadas, mientras que los repuestos medianos y pequeños (incluidos aquellos de menudeo) pueden almacenarse ya sea en cajas de cartón o bolsas plásticas que pueden contener más de un ítem. Para almacenar repuestos grandes y medianos (zona 200, 300 y 400) se dispone de perchas metálicas cuyo número de niveles depende del tipo de repuestos que se almacenen en ellas; esto hace que la altura de los alveolos sea variable especialmente en el caso de los repuestos de la zona 200. En referencia a los repuestos de la zona 100, se utilizan perchas metálicas de 6 niveles de menores dimensiones a las anteriores en las que se distingue a aquellos de menudeo a los cuales se los almacena en contenedores plásticos y de capacidades variables dependiendo de las dimensiones de los repuestos.

El equipo que se emplea para el manejo de materiales durante las diferentes operaciones se lista a continuación:

Operación	Equipos	Cantidad
Consolidación de pedidos para Sucursales	Carrito de recolección	2
	Plataforma con ruedas	2
	Patín hidráulico	2
	Escaleras	3
	Montacargas	1
Surtido a mostrador	Carrito de recolección	2
	Plataforma con ruedas	2
	Patín hidráulico	2
Inventario rotativo	Escalera de dos gradas	2
Recepción de pedidos entre Sucursales	Carrito de recolección	2
	Plataforma con ruedas	2
Emperchado de pedidos entre Sucursales	Carrito de recolección	2
	Plataforma con ruedas	2
Descarga de paquetes de emergencia (pedidos aéreos)	Carrito de recolección	2
	Plataforma con ruedas	2
	Patín hidráulico	2
Emperchado y envío de pedidos aéreos a Sucursales y concesionarios	Carrito de recolección	2
	Plataforma con ruedas	2
	Patín hidráulico	2
Descarga de contenedores (pedidos marítimos)	Montacargas	1
	Pallet plástico	1
	Patín hidráulico	1
Emperchado de repuestos de pedido marítimo	Carrito de recolección	2
	Plataforma con ruedas	2
	Patín hidráulico	2
	Escaleras	3

Tabla 3. Lista de equipos para manejo de materiales

Fuente: Elaboración propia.

3.3. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN LA OPERACIÓN DE LA BODEGA GRANADOS

3.3.1. Identificación de problemas y sus respectivas causas

Durante las visitas realizadas a la bodega y entrevistas con el personal, se identificaron cuatro problemas principales:

- Problema 1: espacio de almacenamiento sobre utilizado y/o subutilizado.
- Problema 2: demoras en el surtido a Mostrador.
- Problema 3: operación ineficiente y lenta recepción y emperchado de contenedores.
- Problema 4: demoras en la atención a transportistas (contenedor y transporte terrestre).

Para cada uno se determinaron sus respectivas causas que se muestran en cada uno de los diagramas de las siguientes secciones. Es importante mencionar que los diagramas de causa – efecto se emplean en el presente estudio para ilustrar de manera organizada las causas de los problemas identificados, mas no para atacar a una única causa raíz para la solución de cada uno.

3.3.1.1. Descripción del Problema 1

En la Figura 1 se detallan las causas categorizadas para este problema. Dentro de la categoría Métodos se observa que una de las causas es la falta de cumplimiento del estándar “*un repuesto, una ubicación*” lo que provoca una falta de organización en la colocación de los repuestos en los alveolos. La acumulación de inventario es otra causa para la mala utilización del espacio. Esto es consecuencia de un sistema de pedidos inadecuado e impreciso pues en muchas ocasiones sucede que se reciben repuestos de los cuales ya hay existencias suficientes en la bodega y, por lo tanto, deben ser ubicados en pasillos o en ubicaciones aledañas a las originales. La última causa es la falta de control sobre repuestos obsoletos; actualmente éstos representan un volumen importante y, consecuentemente, ocupan espacio útil que podría ser asignado a repuestos que sí rotan.

Por otro lado, dentro de la categoría Distribución Física se indica que las instalaciones actuales no son adecuadas. La bodega actual es una adaptación al espacio disponible lo que

constituye un problema en el apilamiento de repuestos en las perchas de los niveles más altos pues el techo es irregular (tiene arcos). Además, dentro del espacio donde están las perchas ubicadas hay varias columnas que obstruyen la operación de almacenamiento y no permiten acomodar los repuestos de manera que se aproveche el espacio.

Finalmente, la categoría Equipos para Manejo de Materiales consta de dos causas. La primera, se refiere a que las perchas no están diseñadas de tal manera que se cumpla el estándar “*un repuesto, una ubicación*” pues no existen divisiones que separen a los repuestos. La segunda causa provoca una desorganización en el almacenamiento y por ende, una mala utilización del espacio.

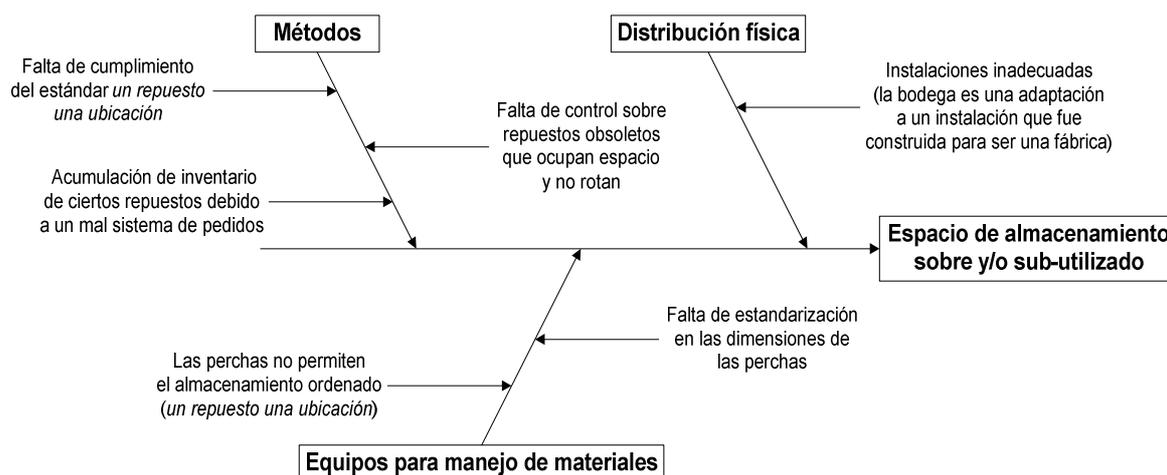


Figura 1. Diagrama de Causa – Efecto para determinar las causas para el Problema 1

3.3.1.2. Descripción del Problema 2

En cuanto al problema de las demoras en el surtido a Mostrador se establecieron dos categorías. La primera, Distribución Física, indica que una de las causas para estas demoras es la interrupción de esta operación cuando llega un contenedor. Esto se debe a que la ventanilla por la que se surte al mostrador se encuentra localizada en el mismo pasillo del área de recepción y embarque. Al momento de descargar el contenedor, el montacargas circula por este pasillo obstruyendo el recorrido de los bodegueros. Adicionalmente, en referencia a la categoría Personal, las demoras tienen lugar porque al haber insuficiente personal, aumenta la

utilización de éste durante la operación de descarga de contenedor descuidando el surtido al mostrador. La última causa relacionada con la Distribución física es el largo recorrido que los operarios deben caminar entre la ventanilla de mostrador y el área de almacenamiento.

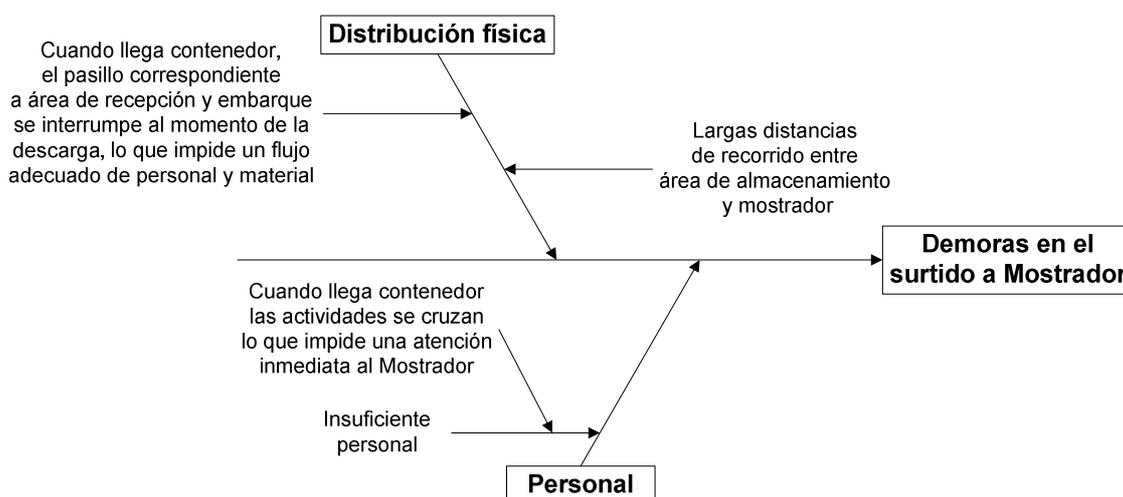


Figura 2. Diagrama de Causa – Efecto para determinar las causas para el Problema 2

3.3.1.3. Descripción del Problema 3

La operación de recepción y emperchado de contenedores se ve afectada por la distribución física, personal y equipos para manejo de materiales. En cuanto a la distribución Física, existen tres causas principales: la insuficiencia de espacio y la inadecuada ubicación del área de almacenamiento temporal, y la falta de cumplimiento del estándar que establece que el 20% del área total de la bodega debe destinarse para recepción y embarque. Como se observa en la Figura 15 del Anexo 1, el diseño de la instalación impide lograr una disposición óptima del espacio.

Como se describió en la sección del problema 2, la operación no puede ser realizada eficientemente por falta de personal pues al tratarse de una actividad no común, aumenta la utilización horas – hombre (referirse a la sección 3.2.2).

Por último, el personal no dispone de equipos adecuados para la descarga de contenedores ya que no es posible que el montacargas ingrese a éste al no estar al mismo nivel

del piso. En consecuencia, los bodegueros realizan actividades que demoran la operación puesto que han tenido que adaptarse a los recursos con los que cuentan; la Figura 21 del Anexo 2 explica detalladamente la ejecución de las mismas. En relación al emperchado, el alcance vertical limitado del montacargas no permite llegar a las ubicaciones de los niveles superiores de las perchas, por lo que son los operarios quienes acceden a dichas ubicaciones subiendo hasta ellas en las horquillas del montacargas y poniendo en riesgo su integridad física. Esto se vincula directamente con el tema de seguridad industrial al no contar con equipos de protección personal.

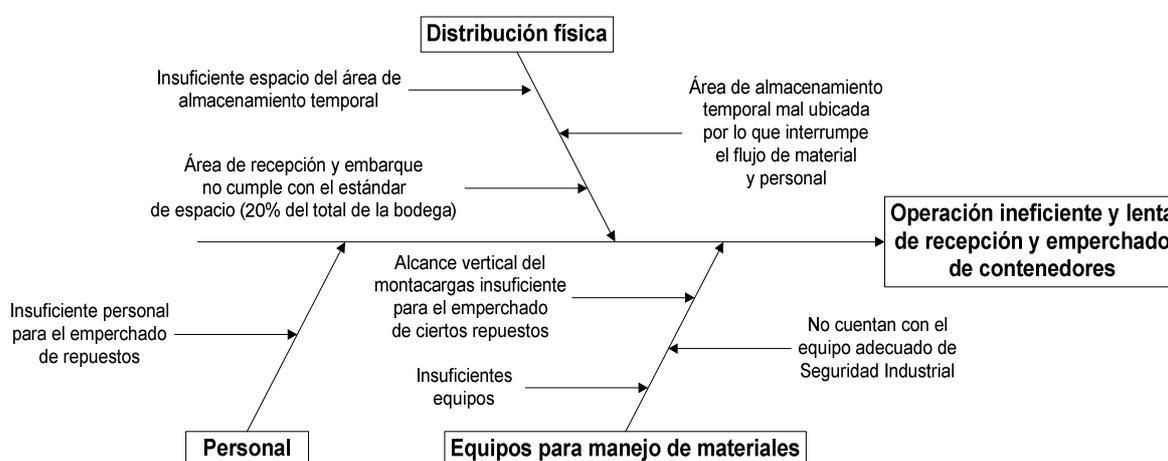


Figura 3. Diagrama de Causa – Efecto para determinar las causas para el Problema 3

3.3.1.4. Descripción del Problema 4

Las demoras en la atención a los transportistas tiene dos causas principales: existe una única puerta para recepción y embarque y el personal es insuficiente. Cuando coincide que un contenedor y el transporte terrestre llegan al mismo tiempo, uno de los dos debe esperar para ser descargado o puede suceder que al segundo se lo atienda en el parqueadero de la empresa lo cual no es adecuado ya que esto compromete la seguridad de los repuestos que se reciben.

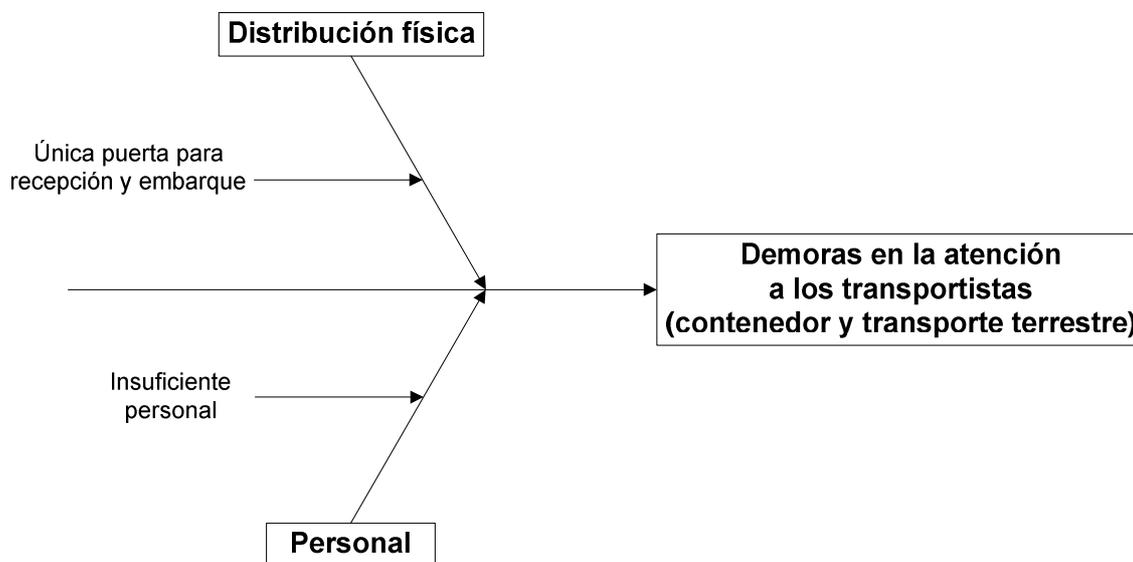


Figura 4. Diagrama de Causa – Efecto para determinar las causas para el Problema 4

3.3.2. Descripción de la seguridad laboral

Como se ha mencionado anteriormente, en la bodega se almacenan productos que requieren manejo especial pues representan un riesgo desde el punto de vista de seguridad laboral. Estos productos son los que pertenecen a las líneas de la marca Cyclo. Actualmente, la ubicación de éstos no es la adecuada pues se encuentran en una zona lejana a puertas y ventanas (falta de ventilación), además es aledaña al área de descanso de los operarios donde hay artículos de cafetería. En adición, este espacio se ha convertido en área de fumadores lo cual atenta contra la seguridad del personal no solamente por la presencia de los productos Cyclo, sino porque es un lugar cerrado.

Adicionalmente, se ha observado una falta de equipo especial para la realización de ciertas actividades como el emperchado y recuperación de repuestos grandes y pesados que se encuentran en ubicaciones altas. Consecuentemente, los operarios solo pueden limitarse al uso del equipo actual como en el caso del montacargas que es usado para ayudar al operario a alcanzar dichas ubicaciones sin ningún tipo de EPI (referirse a la sección 2.2.8.2), corriendo un alto riesgo de caer desde una altura considerable y sufrir lesiones graves.

También ha sido evidente la carencia de equipos de protección individual para actividades que se realizan en las operaciones de emperchado de pedidos marítimos y aéreos. Para abrir y destruir las cajas, los operadores deben valerse de martillos y barras sacaclavos para separar las paredes de las cajas unidas con clavos de acero. Por esto, están expuestos a sufrir lesiones en sus ojos y manos por proyecciones de virutas de madera y por la manipulación de la madera con clavos incrustados.

3.3.3. Contestación a las 4W y 1H

La identificación de problemas en la sección anterior se complementa con la contestación a las siguientes preguntas:

- *¿Qué está siendo afectado?*

Principalmente, se ve afectada la eficiencia de las operaciones debido al uso inadecuado de las horas – hombre, falta de personal, y al control y mantenimiento (cuidado) incorrecto del inventario.

- *¿Dónde aparecen los problemas?*

Durante las operaciones de descarga y emperchado de contenedores, surtido a Mostrador, y cuando coincide la llegada de contenedores con la del transporte terrestre encargado de la entrega de repuestos pedidos por la Bodega Granados a otras bodegas. Además, en la utilización del espacio puesto que se ha observado sobreutilización de ciertas áreas y subutilización de otras.

- *¿Cuándo ocurren los problemas?*

Durante el tiempo en el que se levantó información para la realización del presente estudio, se observó que el problema 3 ocurre el 100% de las veces en las que la recepción y emperchado de contenedores tiene lugar. Asimismo, cuando llega un contenedor es inevitable que se extiendan los tiempos de surtido a Mostrador y en el caso de que coincida esta llegada con la de transporte terrestre, habrá una demora en la atención a cualquiera de las dos.

La sobreutilización y/o subutilización del espacio de almacenamiento es un problema persistente.

- *¿Quién está siendo afectado?*

Los clientes finales, clientes mayoristas, y la empresa se ven afectados cuando las operaciones mencionadas se realizan ineficientemente. Asimismo, el personal de la bodega por la falta de equipo adecuado para seguridad laboral.

- *¿Cómo afectan los problemas?*

Al haber demoras en el surtido al mostrador, existe insatisfacción de los clientes finales. Al no emperchar los repuestos dentro del límite de tiempo establecido por el estándar (24 horas), no hay disponibilidad de los repuestos exactamente cuando son requeridos, lo que trae como consecuencia órdenes atrasadas o ventas perdidas.

El almacenamiento inadecuado de los repuestos puede provocar daños en éstos, lo que se traduce en costos innecesarios y en posibles ventas perdidas. El tener espacio subutilizado representa para la empresa un costo alto e injustificado de mantener inventario por ítem por unidad de tiempo. Esto se debe al elevado costo por m² que la empresa debe cubrir cada mes.

Finalmente, al incumplir con los estándares que han sido mencionados, la empresa corre el riesgo de no conseguir la Certificación AS-DOS exigida por Fábrica.

3.3.4. Mezcla de inventario de la Bodega Granados

Otro de los problemas identificados durante las visitas a la empresa y conversaciones con el personal de bodega y administrativo es la incorrecta mezcla de inventario que se mantiene en la Bodega Granados actual. Esta mezcla se refiere a cómo se clasifica el total del inventario de acuerdo a su rotación, es decir las proporciones existentes de repuestos de movimiento fácil, medio, lento, repuestos obsoletos y nuevos.

Cabe recalcar que las necesidades de esta mezcla para una bodega NSC y una bodega de concesionario son distintas. La empresa ha establecido que la mezcla ideal para NSC es aquella que está compuesta en mayor proporción por repuestos de movimiento lento y repuestos obsoletos; mientras que en el caso de una bodega de concesionario, repuestos de movimiento fácil y medio. Esto es así porque el objetivo de la primera instalación es almacenar al mínimo costo, lo que permite que ésta absorba los costos de obsolescencia y de

espacio de las bodegas de concesionario a las cuales abastece. En tanto que el objetivo de la segunda instalación es asegurar una tasa de servicio alta al cliente final al disponer de los repuestos más demandados. Dado que existe un cruce de operaciones de ambos tipos de bodega en la Bodega Granados actual, este requerimiento de la empresa no se está cumpliendo.

En varias ocasiones, ha sido evidente que no se cuenta con los repuestos requeridos por los clientes de Mostrador pues los vendedores se han visto en la necesidad de hacer pedidos de emergencia (aéreos) para cubrir la demanda. Asimismo, los repuestos que llegan en contenedores no necesariamente son aquellos que tienen rotación alta puesto que en la bodega hay ubicaciones que tienen acumulación de repuestos y hay otras que están casi vacías. Con respecto a este punto, el personal ha comentado que el sistema de pedidos está en proceso de mejora, pero aún no funciona de manera óptima, lo que causa este problema.

CAPÍTULO 4

FASE 2: MEDIR

4.1. MEDICIÓN DE TIEMPOS

Como se explicó en la sección 3.3.1, los problemas 2, 3 y 4 comparten una causa común la cual es el insuficiente número de operarios. Por esta razón, se vio la necesidad de medir la duración de la ejecución de los procesos de Consolidación de pedidos de Mostrador, Consolidación de pedidos de Taller mecánico, y para la operación de Emperchado de repuestos de pedido marítimo perteneciente al proceso de Recepción y almacenamiento de pedidos marítimos y aéreos.

Para los procesos restantes no fue posible medir tiempos pues el número de integrantes del equipo de estudio no fue suficiente. La variabilidad existente en la recepción de órdenes para el proceso de Despacho de repuestos a Sucursales desde la Bodega Granados dificultó el seguimiento de éste; lo mismo sucedió con el proceso de Recepción de repuestos pues no se conocía con certeza el día en el que se recibirían los pedidos. Sin embargo, se realizaron estimaciones de la duración de estos procesos a través de observaciones y conversaciones con los operarios.

En cuanto al Control de inventario rotativo, únicamente fue posible realizar una medición pues durante esta etapa del estudio este proceso se ejecutó una sola vez. Para validar las estimaciones que se realizarán posteriormente, se preguntó a los operarios si el tiempo que éste demora es similar al dato obtenido por el equipo.

4.1.1. Tamaño de muestra

Se requirió el cálculo de un tamaño de muestra para la toma de tiempos con el fin de obtener resultados válidos estadísticamente.

Tamaño de muestra para Surtido de Mostrador:

La población real para este caso son todas las órdenes de compra de repuestos de los propietarios de los autos Nissan y Renault vendidos en Quito. No obstante, debido a que es difícil determinar si los dueños de dichos vehículos adquieren sus repuestos específicamente en este punto de venta, se calculó el tamaño de muestra a partir de un reporte de las órdenes recibidas por mostrador en los seis últimos meses del año 2010. Se seleccionó este periodo de tiempo pues, de acuerdo a la experiencia de la empresa, en éste es posible tomar en cuenta la variabilidad de la demanda de los tipos de repuestos. Por lo tanto, los datos correspondientes a este periodo de tiempo pueden considerarse como una sección representativa de la población real.

Este reporte se obtuvo del sistema operativo de la empresa y en éste se detalla la bodega surtidora, para este caso la Bodega Granados, el cliente, la fecha, la referencia del repuesto y su descripción, la cantidad, y el valor unitario. Se realizó un conteo del número de líneas que fueron atendidas en el periodo mencionado.

Para el respectivo cálculo se aplica la Ecuación 1 como se muestra a continuación:

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * (1 - 0.5) * 4097}{0.10^2 * (4097 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * (1 - 0.5)}$$

$$n = 93.86 \approx 94 \text{ órdenes}$$

Donde:

$N \approx$ tamaño de la población, igual a 4097 órdenes atendidas en los últimos seis meses del año 2010.

p = probabilidad estimada de respuesta, 50% para maximizar el tamaño de muestra (Montgomery 353).

$1 - p$ = complemento de la probabilidad estimada de respuesta, igual al 50%.

e = cota superior para el error o nivel de precisión, igual al 10%. Los resultados que se desea obtener a través de este estudio de tiempos no influyen en áreas de la empresa que requieran de toma de decisiones críticas para el negocio, por lo tanto este

porcentaje se consideró adecuado y se validó con el personal del Departamento de Gestión de Calidad.

α = nivel de significancia, igual al 5%.

$Z_{\alpha/2}$ = nivel de confianza, 1.96 correspondiente a $\alpha = 0.05$. Este nivel de confianza indica la probabilidad de que los resultados de la investigación sean ciertos. Por ejemplo, para el nivel de confianza del 95%, el error de muestreo es de ± 2 desviaciones estándar lo que expresa que existe la probabilidad de que el 95% del valor de las observaciones se encuentre dentro de los límites definidos por la estimación y el error de muestreo (Rodríguez Osuna, Ferreras y Núñez).

Para los posteriores cálculos de tamaño de muestra se usarán los mismos valores de las variables de la Ecuación 1, a excepción del tamaño de la población (N). De igual manera, se utilizarán datos del mismo periodo de tiempo (6 últimos meses del año 2010) por la razón mencionada anteriormente.

Tamaño de muestra para Surtido de Taller:

Para este caso, la población real son todas las órdenes de compra de repuestos para el mantenimiento de todos los autos Nissan y Renault vendidos en Quito. Se utilizó el mismo reporte que para el caso anterior y fue necesario filtrar los datos para obtener las líneas surtidas a Tallerauto S.A., cliente de ventanilla de Taller.

De igual manera, se aplica la Ecuación 1 para calcular el tamaño de muestra correspondiente:

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * (1 - 0.5) * 190}{0.10^2 * (190 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * (1 - 0.5)}$$

$$n = 64 \text{ órdenes}$$

Donde:

N = tamaño de la población, igual a 190 órdenes atendidas en los últimos seis meses del año 2010.

Tamaño de muestra para Descarga y Emperchado de repuestos de las cajas de contenedor:

El número de referencias que se manejan para la marca Nissan son 24000, mientras que para la marca Renault son 3200, es decir que en total se podrían recibir 27200 referencias en la Bodega Granados actual. Este valor corresponde a la población, para este caso. A continuación se muestra el cálculo del tamaño de muestra para esta operación:

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * (1 - 0.5) * 27200}{0.10^2 * (27200 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * (1 - 0.5)}$$

$$n = 95.71 \approx 96 \text{ referencias}$$

Donde:

N = tamaño de la población, igual a 27200 referencias.

4.1.2. Formato empleado para la medición de tiempos

A partir de visitas a la bodega y del levantamiento de los procesos, se establecieron las actividades relevantes para las operaciones de surtido a Mostrador, a Taller y descarga y emperchado de contenedor. Dichas actividades son:

- Surtido a Mostrador: atención al timbre, consolidar, regresar a la ventanilla.
- Surtido a Taller: ir hacia la ubicación, consolidar, regresar.
- Descarga y emperchado de repuestos de las cajas de contenedor: descarga de repuestos de las cajas, transportar hasta las ubicaciones, emperchar.

Se procedió a iniciar con la medición de tiempos (en segundos) registrándolos en los formatos que se muestra a continuación:

MOSTRADOR		MUESTREO DE TIEMPOS REGISTRADOS		
Nº picket	Líneas recolectadas	Atención al timbre	Consolidar	Regresar

Figura 5. Formato para medición de tiempos de Surtido a Mostrador

Fuente: Elaboración propia

La primera columna de la figura anterior se refiere a la orden de compra del cliente, la cual puede contener más de una línea y más de un repuesto para cada línea.

TALLER Marca	MUESTREO DE TIEMPOS REGISTRADOS		
	Ir hacia ubicación	Consolidar	Regresar

Figura 6. Formato para medición de tiempos de Surtido a Taller

Fuente: Elaboración propia

CONTENEDOR	MUESTREO DE TIEMPOS REGISTRADOS		
Nº caja	Descargar	Transportar	Emperchar

Figura 7. Formato para medición de tiempos de descarga y emperchado de repuestos de las cajas de contenedor

Fuente: Elaboración propia

Cabe recalcar que si bien se calcularán tiempos estándar para las operaciones mencionadas, el objetivo de este cálculo no es proponer la duración óptima de las actividades que éstas implican, sino que serán datos de entrada para posteriores análisis relacionados a la situación actual de la operación de la Bodega Granados.

4.1.3. Recopilación de tiempos

Para la medición se utilizaron cronómetros, los formatos expuestos anteriormente y el equipo de estudio conformado por las dos personas que realizan el presente estudio. Los tiempos se obtuvieron al acompañar a los bodegueros durante la realización de las actividades de cada operación como se mencionó en la sección anterior. Se llevó a cabo esta tarea durante los últimos días del mes de diciembre del 2010 y los primeros del mes de enero del presente año.

Para el surtido a Mostrador, se recopilaron datos durante una semana; para el surtido a Taller, durante 2 semanas; y para descarga y emperchado de contenedor, 3 semanas. Se obtuvo un total de 94 mediciones para el surtido a Mostrador, 78 para el surtido a Taller (valor superior al calculado para el tamaño de muestra), y 247 para descarga y emperchado de contenedor (valor superior al calculado para el tamaño de muestra).

A continuación se muestran los tiempos promedio determinados:

<i>Surtido de Mostrador: Tiempos promedio</i>		
Atención al timbre	Consolidar	Regresar
1'53"	1'58"	1'03"

<i>Surtido de Taller: Tiempos promedio</i>		
Ir hacia ubicación	Consolidar	Regresar
17"	1'04"	20"

<i>Descarga y emperchado de repuestos de las cajas de contenedor: Tiempos promedio</i>		
Descargar	Transportar	Emperchar
4'53"	46"	47"

Tabla 4. Tiempos promedio resultantes de la medición

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 43, Tabla 44 y Tabla 45 del Anexo 3 se presentan todos los tiempos registrados.

Se debe aclarar que a pesar de que la consolidación de pedidos para Sucursales es una de las operaciones principales de la Bodega Granados, no se registró el tiempo exacto que se emplea en la misma pues como se explicó en la sección 3.2.2, ésta se realiza durante varias ocasiones durante el día y la tarea de la medición del tiempo resultaba complicada.

4.2. DETERMINACIÓN DE LA MEZCLA DE INVENTARIO DE LAS SUCURSALES

A través de conversaciones mantenidas con el personal del departamento de Gestión de Calidad de la empresa se pudo conocer que la mezcla de inventario que deberían mantener las Sucursales tiene que estar conformada esencialmente por repuestos de movimiento fácil y medio; los repuestos lentos y nuevos deberían representar una proporción mínima y no guardar inventario de obsoletos (Flor y González, Mezcla de inventario de Sucursales).

Esto se debe, principalmente, a que el espacio de almacenamiento de una Sucursal es menor que la de NSC al no tener que cumplir con funciones de esta última. Por otro lado, es importante que la mezcla de inventario esté mejor estructurada o proporcionada para mantener una buena tasa de servicio y reducir los costos de mantener inventario.

Para obtener la mezcla de inventario actual de cada Sucursal, se estudió un reporte proporcionado por Armin Utreras (Gerente de Postventa). Este reporte registra el inventario de las bodegas (Bodega Granados, Guayaquil, Manta, Ambato, Cuenca, y Azucenas) de un periodo de cuatro meses (Noviembre 2010 a Febrero 2011) y se clasificó a los repuestos de acuerdo al método basado en Hits (referirse a la sección 2.3.5), obteniéndose los siguientes resultados tanto en ítems como en costos:

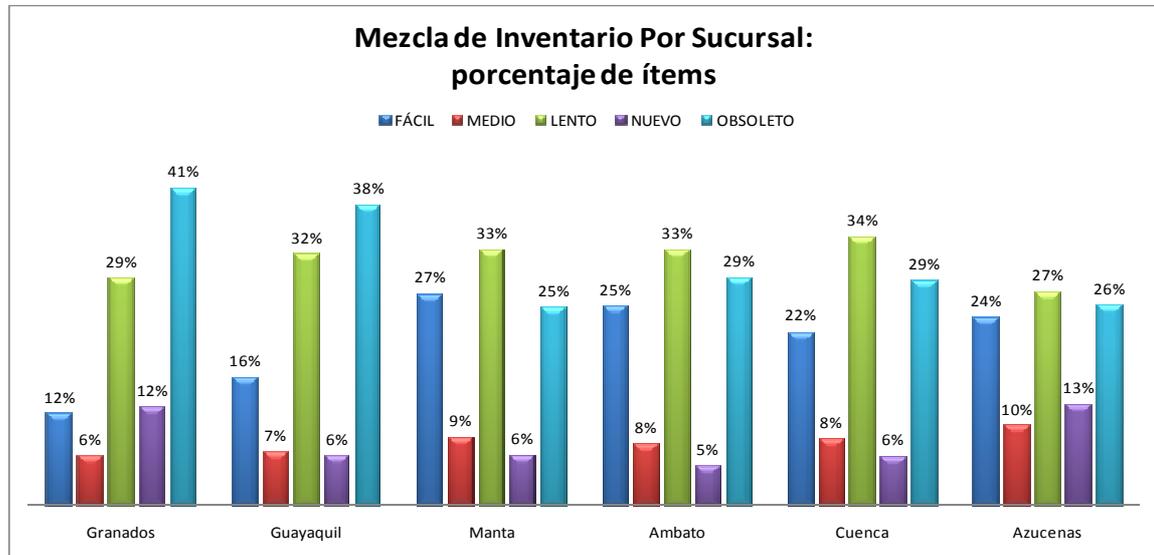


Figura 8. Mezcla de inventario por Sucursal (% de ítems)

Fuente: Elaboración propia

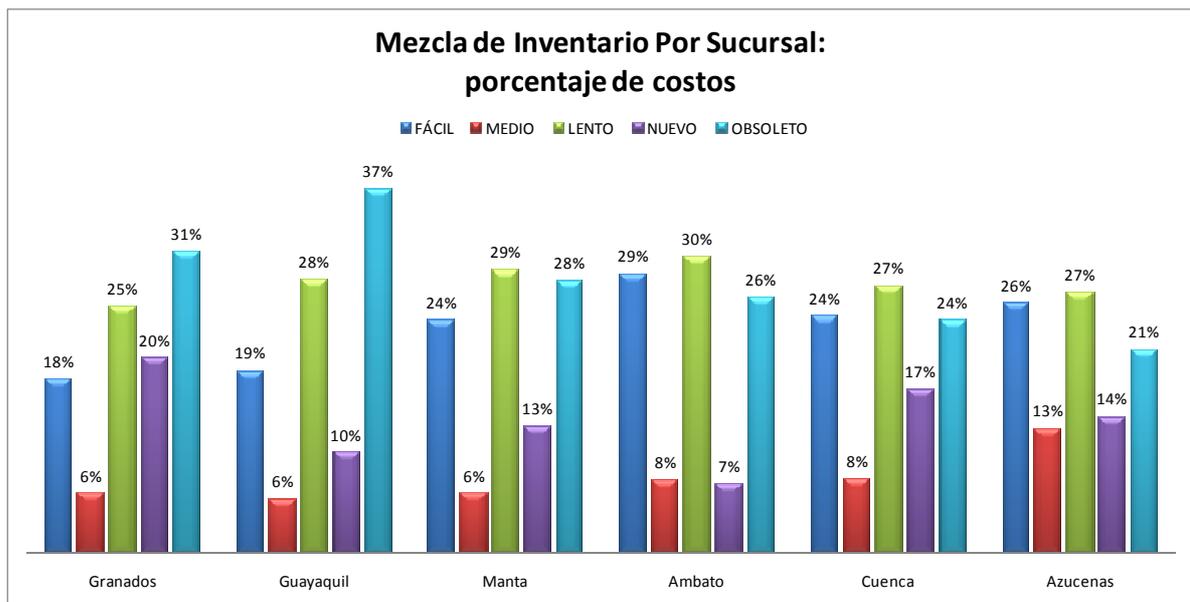


Figura 9. Mezcla de inventario por Sucursal (% de costos)

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la Figura 8, en general, existe más inventario de movimiento lento y obsoleto que de movimiento fácil y medio en cada bodega actualmente. Esto, a su vez, representa altos costos como se observa en la Figura 9, especialmente si se comparan aquellos de los repuestos lentos y obsoletos con los de movimiento fácil y medio.

4.2.1. Categorización de los repuestos despachados a Sucursales

En la sección anterior se comprobó que la mezcla de inventario para el total de los repuestos almacenados en las Sucursales no es la óptima. Como se mencionó anteriormente, lo que la empresa busca es equilibrar dicha mezcla para que las bodegas de concesionario manejen un inventario con mayor porcentaje de repuestos de movimiento fácil y medio. Por esta razón, en esta sección se determinan las proporciones para la relación del 80-20, es decir, la mezcla de inventario del 20% de los materiales almacenados que representan el 80% de la rotación de los repuestos. Esto sugiere que la empresa debería enfocarse en esta relación, pues son los repuestos con mayor potencial de venta. Para ello, se usará la herramienta de los diagramas de Pareto.

Los datos requeridos se obtuvieron de un reporte solicitado al departamento de Sistemas en el cual se detallan los TREBs (Transferencias Entre Bodegas) del año 2010. Para cada TREB se especifica la referencia y descripción de cada repuesto así como la cantidad ordenada.

Se clasificó la información por marca y se utilizaron los datos de los últimos seis meses del año 2010. Se consideraron los datos de este periodo al ser un tamaño de muestra lo suficientemente grande como para asegurar su validez estadística debido a que considera la variabilidad de la demanda como se explicó en la sección 4.1.1. Aplicando la Ecuación 1, se obtiene lo siguiente:

Tamaño de muestra para repuestos Nissan:

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * (1 - 0.5) * 24000}{0.10^2 * (24000 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * (1 - 0.5)}$$

$$n = 95.6 \approx 96 \text{ líneas}$$

Tamaño de muestra para repuestos Renault:

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * (1 - 0.5) * 3200}{0.10^2 * (3200 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * (1 - 0.5)}$$

$$n = 93.2 \approx 93 \text{ líneas}$$

Donde:

N = tamaño de la población, igual a 24000 líneas en total para Nissan y 3200 para Renault.

Para facilitar el análisis de los despachos a Sucursales se separó los datos por ciudades y quincenas debido a la cantidad de líneas registradas (10873 para Nissan, 3200 para Renault). Como resultado, se obtuvieron 120 diagramas, pero solo se presentarán pocos ejemplares debido a un criterio de confidencialidad que la empresa exige. En el Anexo 4 se los muestra.

Se compilaron los repuestos pertenecientes al 80% de la rotación de los seis meses con el fin de obtener la mezcla de inventario para cada Sucursal por marca. Es decir, se clasificó a esta proporción de repuestos por su movimiento. En las siguientes figuras se muestra esta clasificación:

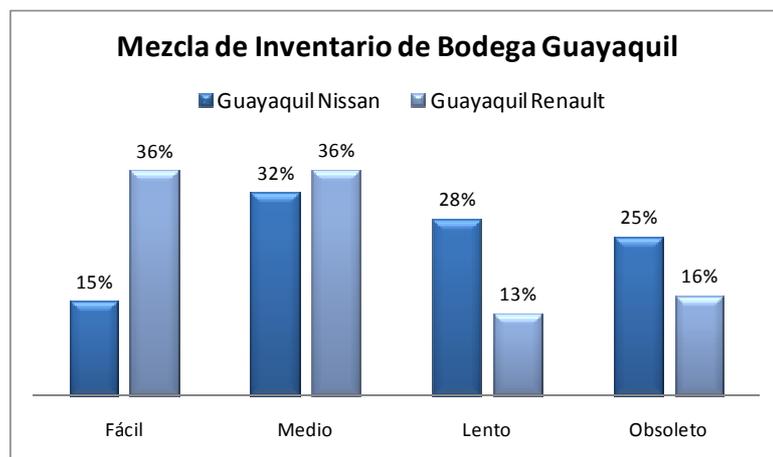


Figura 10. Mezcla de inventario Guayaquil

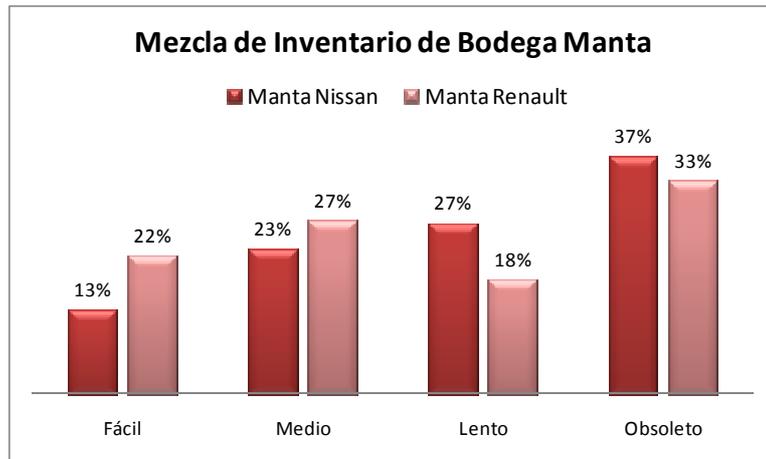


Figura 11. Mezcla de inventario Manta

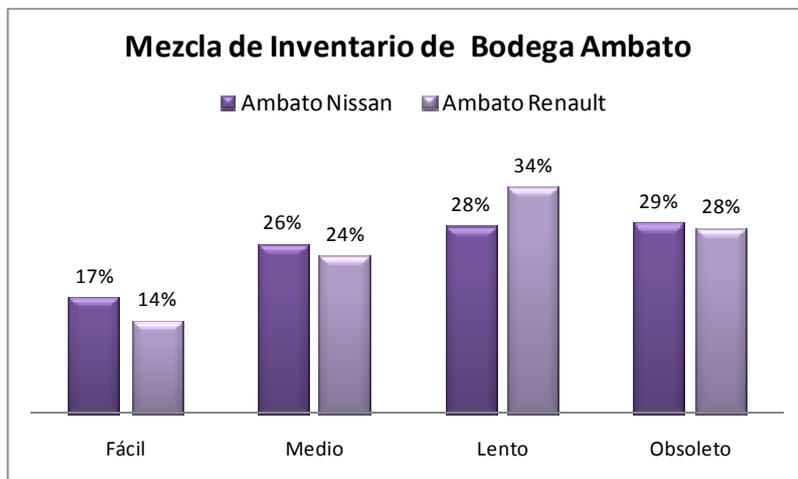


Figura 12. Mezcla de inventario Ambato

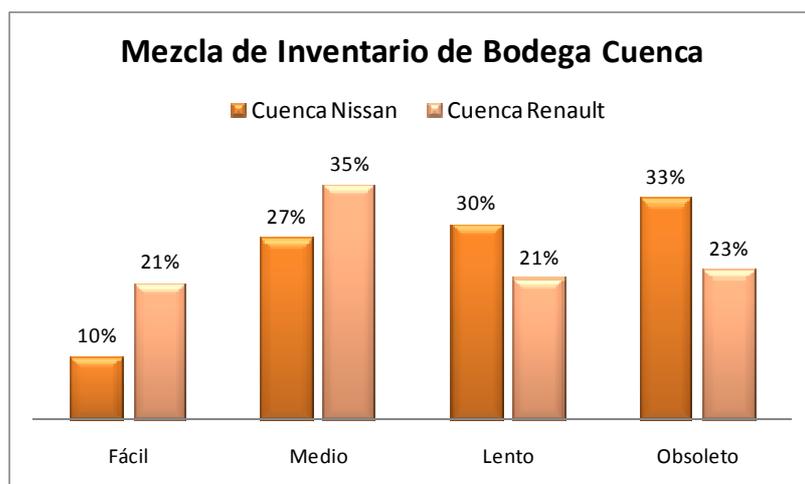


Figura 13. Mezcla de inventario Cuenca

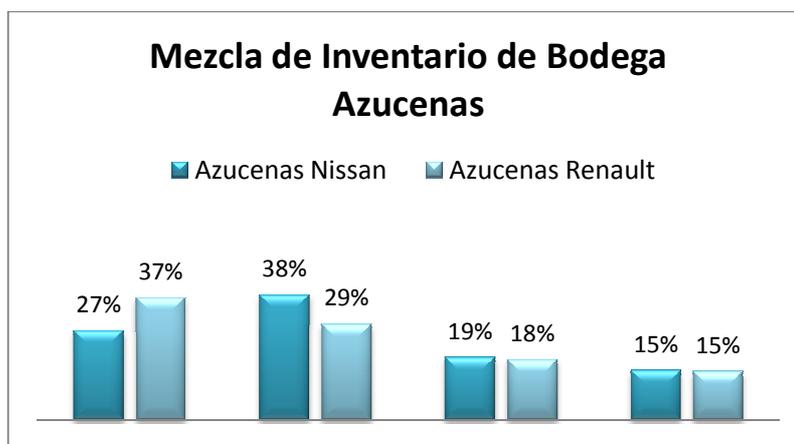


Figura 14. Mezcla de inventario Azucenas

Fuente: Todas las figuras son de elaboración propia

De acuerdo a lo expuesto en las figuras anteriores, se observa que la mezcla de inventario de Azucenas es la que mejores proporciones tiene, seguida por la de Guayaquil aunque las proporciones de repuestos de movimiento lento y obsoleto deben disminuir. Mientras que en las bodegas de Manta, Ambato y Cuenca la mezcla necesariamente debe reestructurarse. En general, todas presentan valores bajos de los repuestos de movimiento fácil, el cual debe aumentar para no afectar negativamente a la tasa de servicio.

4.3. MEDICIÓN DEL ESPACIO ÚTIL DE LA BODEGA

Dada la cantidad de ubicaciones existentes en la bodega actual, se optó por realizar un muestreo de perchas para determinar el espacio ocupado por los repuestos. Para establecer el porcentaje de utilización, se midió el área del alveolo de la cual se restó el área ocupada por los repuestos y se dividió para la primera.

Para evitar sesgos en la toma de las medidas, el muestreo se basó en una secuencia de números aleatorios que se muestran en la Tabla 1 de la sección 2.3.3. Se conoce que un tamaño de muestra de al menos 30 es representativo cuanto más homogénea es la población de la característica en estudio (García Muñoz 13); en este caso la población son las perchas de la Bodega Granados actual.

Para el muestro se utilizaron los tres primeros dígitos de los números de la tabla de números aleatorios; los dos primeros corresponden al número de percha y el último, al nivel. Se empleó esta técnica para todas las zonas en las que se divide la bodega para tener un valor de utilización más real. Se seleccionaron 30 para la zona 100, 31 para las zonas 200 y 300, y 38 para la zona 400. A continuación se muestra un ejemplo de la elección de perchas a través de números aleatorios:

Zona 200		
Nº aleatorio	Nº percha	Nivel
691	N/A	
349	N/A	
161	16	1
838	N/A	
851	N/A	
395	N/A	
787	N/A	
570	57	0
451	45	1
853	N/A	
508	N/A	
295	N/A	
291	29	1

En la Tabla 46 y Tabla 47 del Anexo 5 se presentan las mediciones realizadas, a partir de las cuales se obtuvo un promedio por cada zona:

- Zona 100: 34%
- Zona 200: 53%
- Zona 300: 61%
- Zona 400: 48%

Para calcular la utilización total de la bodega se promediaron estos cuatro valores, obteniendo un 49%, es decir el espacio se encontraba subutilizado al momento de la realización de las mediciones. Asimismo, los resultados muestran que, en general, el espacio de almacenamiento no es aprovechado adecuadamente, lo que incrementa el costo de mantener inventario por unidad. También se observa que la zona 300 es la más utilizada en comparación con las tres restantes, especialmente con la utilización de la zona 100.

4.4. MEDICIÓN DEL TAMAÑO DE LOS REPUESTOS

Al igual que en la sección anterior, se aplicó un muestreo basado en números aleatorios para obtener dimensiones promedio lo más precisas posible de manera que puedan ser utilizadas en posteriores análisis. Se decidió usar un tamaño de muestra igual a 30, como se explicó en la sección anterior, pues puede considerarse un tamaño representativo. Si bien existe variabilidad en el rango del tamaño de los repuestos, hay muchos de ellos que tienen medidas iguales o aproximadas, es decir hay menos rangos de tamaño que tipos de repuestos que se ajustan a cada uno de ellos.

Con la ayuda de un flexómetro se midieron los repuestos que fueron previamente seleccionados a partir del mismo método de elección que se usó para la medición del espacio útil, es decir utilizando números aleatorios de tres dígitos para determinar las perchas de las cuales se medirían los repuestos. Los repuestos se categorizaron en tres tamaños según su ubicación en la bodega. Por sugerencia de Danny Zapata (Jefe Nacional de Bodegas) los tamaños a considerar de acuerdo a la zona fueron:

- Zona 100: repuestos pequeños
- Zona 200: repuestos medianos
- Zona 300 y 400: repuestos grandes

En el Anexo 7 se muestran las mediciones realizadas para los tres tamaños mencionados. Se calculó el promedio de cada dimensión (x, y, z) para determinar su respectivo volumen. En la Tabla 54, Tabla 55 y Tabla 56 se observa que, en promedio, el volumen de un repuesto pequeño es 0.001m^3 , el de un repuesto mediano es 0.025m^3 , y el de un repuesto grande es 0.294m^3 .

4.5. COSTOS DE SUCURSALES Y DE LA BODEGA GRANADOS

Con el fin de lograr un análisis completo en el presente estudio, fue necesario estimar los costos asociados a las operaciones de la Bodega Granados y de cada una de las Sucursales para así evaluar las alternativas que se generen en etapas posteriores. Por consiguiente, en esta sección únicamente se los presentará y, más adelante se realizará el respectivo análisis.

Los rubros que se incluyen para cada ciudad son: impuestos y servicios básicos, costos de mantenimiento de instalaciones y maquinaria, costos de personal, y costos de oportunidad.

Para obtener una estimación precisa de todos los costos se solicitó la información pertinente a la Gerencia de Postventa. En el Anexo 6 se muestra el desglose del costo total de cada instalación. El subtotal corresponde a la suma de los costos correspondientes a Nissan y Renault, en tanto que el costo total incluye a éste y al costo de oportunidad obtenido a partir del producto entre el costo del inventario y una tasa de interés del 12% impuesto por la empresa. Debido a la confidencialidad de esta información, en dicho anexo se presentan los costos a manera de porcentaje y a los costos de mantener inventario se lo ha multiplicado por un factor de seguridad impuesto por la empresa.

El costo de mantener inventario que se muestra en todas las tablas de dicho anexo se calculó al dividir el costo total para el inventario actual. Este último dato se obtuvo del registro que mantiene la empresa sobre los niveles de inventario mensual de cada bodega con su respectivo costo.

<i>BODEGA</i>	Arriendo	Personal	Costo de oportunidad
Granados	10.16%	3.71%	77.84%
Guayaquil	5.80%	5.83%	73.75%
Manta	10.81%	23.51%	46.90%
Cuenca	12.92%	8.84%	66.12%
Ambato	12.14%	11.21%	63.80%
Azucenas	9.44%	25.84%	60.73%

Tabla 5. Costos más relevantes por ciudad

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 5 se resumen los costos más representativos del total global por ciudad. El porcentaje obtenido para el costo de personal incluye solamente a las personas que realizan operaciones directamente relacionadas con el almacenamiento, emperchado, consolidación y recuperación de repuestos. Se puede observar que los costos de oportunidad son los más elevados como lo establece el concepto de Costo de oportunidad explicado en la sección 2.3.7.

CAPÍTULO 5

FASE 3: ANALIZAR

5.1. ANÁLISIS DE LOS TIEMPOS DE LAS OPERACIONES

Uno de los problemas identificados en la sección 3.3 fue la falta de personal para lograr que las operaciones de la Bodega Granados actual funcionen eficientemente. La medición de tiempos es la herramienta más adecuada para comprobar la existencia del problema y servirá como base para la generación de propuestas de mejora relacionadas a este punto.

Gracias al estudio de tiempos realizado (referirse a la sección 4.1.3) se obtuvo una visión más clara acerca de la forma en la que se ejecutan las operaciones actualmente. No sólo se pudo identificar la duración de éstas sino que también fue evidente que los recursos de los que disponen los operarios no les permiten emplear el tiempo óptimamente (otra de las causas a los problemas identificados en las secciones 3.3.1.2, 3.3.1.3, 3.3.1.4). En la Tabla 57 del Anexo 8 se ha descrito el detalle de cada operación, es decir los responsables de cada una, la frecuencia con la que se las realiza, observaciones y la duración de cada una en horas – hombre. Los tiempos de aquellas operaciones que no se midieron, como se mencionó en la sección 4.1, son estimaciones hechas por el equipo que se derivaron de las observaciones realizadas durante el periodo de estudio, las mismas que fueron validadas con el personal de la empresa. Estas operaciones son: Consolidación de pedidos para Sucursales, Control de inventario rotativo, Recepción de pedidos entre Sucursales, Emperchado de pedidos entre Sucursales, Descarga de paquetes de emergencia, Emperchado y envío de pedidos aéreos a Sucursales. En cuanto a la operación no común de Descarga de contenedores se midieron tiempos de cuatro contenedores y de esas observaciones se calculó el tiempo promedio.

A los tiempos que constan en el siguiente detalle se han incluido extras que se muestran a continuación a fin de reflejar de la manera más real la situación actual con respecto a la disponibilidad en horas – hombre:

Extras	Nº operarios	Tiempo		Días al mes	Total (horas - hombre)
		Detalle	Horas-Hombre		
Documentación y registros	4	1 hora por bodeguero	4	22	88
Tiempos muertos	4	0.8 horas por bodeguero	3,2	22	70,4

Total operaciones comunes (horas - hombre):	385,794
Total operaciones no comunes (horas - hombre):	95,049
TOTAL GLOBAL (horas - hombre):	639,243

	<i>Diaria</i>	<i>Mensual</i>
DISPONIBILIDAD (horas - hombre)	24,8	545,6

Tabla 6. Situación actual con respecto a la disponibilidad en horas – hombre

Fuente: Elaboración propia

El detalle correspondiente a cada extra presentado en la tabla anterior se validó por observación y mediante conversaciones con los mismos operarios.

Al observar los tiempos totales en la Tabla 6 se puede concluir que, si se consideran las operaciones comunes y no comunes independientemente, para ambas sí existe suficiente mano de obra pues la disponibilidad mensual en horas – hombre es mayor al requerido para éstas. Mientras que, para el total global que incluye a ambas, éste es mayor que la disponibilidad mensual. Por lo tanto, es un indicador del porqué las operaciones no se están llevando a cabo dentro de los estándares establecidos y de la ineficiencia en algunas de éstas. Esto conlleva a la conclusión de que sería conveniente una separación de las operaciones, pues como se ha mencionado en la sección 3.2.2, la Bodega Granados está cumpliendo doble función (NSC y bodega de concesionario) sin contar con los recursos adecuados para hacerlo.

Una de las observaciones que se hizo durante el periodo de medición de tiempos del surtido a Taller fue que la demanda no es lo suficientemente alta como para que se justifique la presencia de dos vendedores. El número de órdenes a cubrir no es tan alta comparado con el que se maneja en el surtido a Mostrador y el volumen de repuestos que se venden y la frecuencia con la que éstos salen tampoco lo es. Además, los vendedores no realizan actividades más allá de proveer repuestos al Taller, a diferencia de los cuatro operarios de la bodega que deben encargarse de consolidar los pedidos de las Sucursales, surtir a Mostrador, descargar y emperchar contenedores, y realizar inventario rotativo. Como se muestra en la

Tabla 58 del Anexo 8, la disponibilidad mensual en horas – hombre (272.8) supera al total global (223.78) lo cual respalda esta observación.

De acuerdo a lo que se muestra en la Tabla 57, Tabla 58 del Anexo 8 y en la Tabla 6, se ve la necesidad de establecer el número de operarios óptimo tanto para el surtido en Taller como para manejar las operaciones restantes de la bodega. Esto se consigue al calcular la fracción de equipo a través de la Ecuación 18 de la sección 2.4.5 para la cual primero se establecen los tiempos estándar de cada operación que se muestran a continuación:

Operación	Tiempo observado	Calificación (10%)	Tiempo normal	Tolerancias		Tiempo estándar en segundos	Unidad manejada
				9%	12%		
Surtido a Mostrador	294	29.4	323.4	29.106	N/A	352.506	picket
Surtido a Taller	101	10.1	111.1	9.999	N/A	121.099	pedido
Descarga de repuestos de cajas de contenedor	293	29.3	322.3	N/A	38.676	360.976	caja
Emperchado de repuestos de cajas de contenedor	93	9.3	102.3	N/A	12.276	114.576	ítems

Tabla 7. Tiempos estándar de las operaciones de la Bodega Granados

Fuente: Elaboración propia

El tiempo observado es la suma de los tiempos de las actividades que componen a la operación en cuestión; estos datos fueron obtenidos del estudio de tiempos presentado en la sección 4.1.3. Por ejemplo, para surtido a Mostrador se sumaron los tiempos promedio de atención al timbre, consolidar y regresar. Para la operación de contenedor, se calcularon dos tiempos; el primero correspondiente a descarga y el segundo, a emperchado. Se valoró de esta manera pues las unidades manejadas son distintas. Como se observa en la Tabla 7, para la descarga de repuestos de las cajas de contenedor, el tiempo concierne a una caja; mientras que para emperchado, a ítems. Para obtener el tiempo normal de cada operación, se utilizó la Ecuación 2 de la sección 2.3.2 y se asignó una calificación de desempeño Excelente igual al 10%. Este valor se obtuvo de la Tabla de calificación de habilidades de Westinghouse (referirse a la Tabla 8) en la cual se exponen las calificaciones en porcentaje de acuerdo al nivel de esfuerzo o habilidad para trabajar con efectividad (Garavito).

Valor	Nomenclatura	Calificación
0,13	A1	Excesivo
0,12	A2	Excesivo
0,1	B1	Excelente
0,08	B3	Excelente
0,05	C1	Bueno
0,02	C2	Bueno
0	D	Promedio
-0,04	E1	Aceptable
-0,18	E2	Aceptable
-0,12	F1	Malo
-0,17	F2	Malo

Tabla 8. Tabla de calificación de habilidades de Westinghouse

Fuente: (Garavito)

Para definir el tiempo estándar para surtido a Mostrador y Taller se usó la Ecuación 3 de la misma sección y se asignó el 9% de tolerancia para ambas operaciones, el cual se desglosa en 5% por interrupciones personales y 4% por fatiga. A las dos restantes, se asignó un 3% adicional por uso de fuerza para levantar carga (Stevenson 333).

Al contar con estos tiempos estándar, se establecen los valores de las variables restantes para el cálculo de la fracción de equipo como se muestra en la esquina derecha superior de la Tabla 9. El valor de $H = 7.75$ se debe a que de las nueve horas diarias que trabajan los operarios, se descuenta una hora que se destina al almuerzo y quince minutos adicionales para un descanso que lo toman en horas de la mañana.

Los valores establecidos para S de las operaciones 2, 9, 10 y 11 corresponden a los tiempos estándar definidos anteriormente. Los valores de Q para las operaciones 2 y 11 se obtuvieron de un reporte mensual de los pickets (órdenes) y pedidos de cliente, respectivamente. Se calculó un promedio del número de órdenes recibidas por día y este es el valor que se registra para esta variable.

El valor de S para la operación 1 se obtuvo a partir del siguiente cálculo:

$$S = \frac{12 \frac{\text{horas}}{\text{día}}}{21 \frac{\text{TREBs}}{\text{día}}} = 0.57 \frac{\text{horas}}{\text{TREB}}$$

El valor de S para la operación 3 corresponde a una única medición que se realizó y se asocia a una línea de perchas (valor $Q = 1$). Para la operación 4, los valores para S y Q se obtuvieron de la Tabla 57. Dado que se recibe aproximadamente un pedido al día y el tiempo por recepción dura 15 minutos, entonces $S = 0.25$ y $Q = 1$. De la misma forma se estableció los valores para la operación 5, la diferencia es que la unidad manejada es ítems por lo que éste es el igual a 7 y es el número aproximado que se recibe en un pedido.

En cuanto a la operación 6, S se obtuvo de la Tabla 57 y Q se calculó de la siguiente manera:

$$Q = \frac{3 \frac{\text{cajas}}{\text{semana}}}{5 \text{ días de la semana}} = 0.6 \frac{\text{cajas}}{\text{día}}$$

S para la operación 7 se obtuvo de la Tabla 57 y para determinar Q se calculó lo siguiente:

$$Q = \frac{20 \frac{\text{ítems}}{\text{caja}} * 3 \frac{\text{cajas}}{\text{semana}}}{5 \frac{\text{días}}{\text{semana}}} = 12 \frac{\text{ítems}}{\text{día}}$$

S para la operación 8 se obtuvo de la misma tabla y Q para ésta y la operación 9 se obtiene así:

$$Q = \frac{16 \frac{\text{cajas}}{\text{contenedor}} * 3 \frac{\text{contenedores}}{\text{mes}}}{22 \frac{\text{días}}{\text{mes}}} = 2.18 \frac{\text{cajas}}{\text{día}}$$

Q para la operación 10 se calculó así:

$$Q = \frac{250 \frac{\text{ítems}}{\text{operario}} * 3 \frac{\text{operarios}}{\text{contenedor}} * 3 \frac{\text{contenedores}}{\text{mes}}}{22 \frac{\text{días}}{\text{mes}}} = 102 \frac{\text{ítems}}{\text{día}}$$

FRACCIÓN DE EQUIPO PARA BODEGA GRANADOS						E =	0,9
						H =	7,75
						R =	0,8
Nº	Operación	Frecuencia	S (horas - hombre)	Q (unidades/turno)	Unidad manejada	F	
1	Consolidación de pedidos para Sucursales	Continua	0,57	21	TREB	2,145	
2	Surtido a Mostrador	Continua	0,098	35	picket	0,614	
3	Inventario rotativo	Diaria	0,5	1	línea de perchas	0,090	
4	Recepción de pedidos entre Sucursales	5 veces/semana	0,25	1	TREB	0,045	
5	Emperchado de pedidos entre Sucursales	5 veces/semana	0,25	7	ítems	0,314	
6	Descarga de paquetes de emergencia (pedidos aéreos)	3 veces/semana	0,2	0,6	caja	0,022	
7	Emperchado y envío de pedidos aéreos a Sucursales	3 veces/semana	0,5	12	ítems	1,075	
8	Descarga de contenedores (pedidos marítimos)	3 veces/mes	1	2,18	caja	0,391	
9	Descarga de repuestos de las cajas de contenedor	3 veces/mes	0,100	2,18	caja	0,039	
10	Emperchado de repuestos de las cajas de contenedor	3 veces/mes	0,032	102	ítems	0,582	
					TOTAL:	5,316	
11	Surtido a Taller	Continua	0,034	17	pedido	0,102	

*El total calculado excluye la operación 11

Tabla 9. Número de operarios para la Bodega Granados

Fuente: Elaboración propia

Debido a que la variable Q de la Ecuación 18 (referirse a la sección 2.4.5) corresponde al número de unidades que se van a producir por turno, se calculó la fracción de equipo por operación dado que en cada una se manejan diferentes tipos de unidades y no fue conveniente mezclarlas para obtener un único resultado pues éste sería irreal. Por ejemplo, para obtener la fracción de equipo para la operación de consolidación de pedidos para Sucursales se realizó la siguiente operación:

$$F = \frac{0.57 * 21}{0.9 * 7.75 * 0.8} = 2.145$$

Donde:

F = número de operarios requeridos por turno.

S = 0,57 horas - hombre

Q = 21 TREBs (Transferencia Entre Bodegas).

E = 90%. Este valor ha sido asignado debido a que se conoce que los operarios de la Bodega Granados actual llevan más de cinco años trabajando en esta instalación y todos están capacitados para realizar el mismo tipo de operación. Además, Niebel señala que “la calificación del desempeño se basa por completo en la experiencia, capacitación y juicio del analista de medición del trabajo (B. W. Niebel, Ingeniería Industrial: Métodos, tiempos y movimientos 409)”.

H = 7.75 horas - hombre

R = 80%. Se escogió este valor al ser el porcentaje mínimo como norma de eficiencia terminal (Pontifes). Valores inferiores a éste son señales para la mejora del desempeño.

Este mismo procedimiento se realizó para todas las operaciones; los respectivos resultados se presentan en la Tabla 9 y la suma de éstos representa el número total de operarios requeridos por turno. Para todos los cálculos de fracción de equipo que se realizarán posteriormente para el presente estudio se usarán los mismos valores para E, H y R.

Como se puede ver, para ejecutar todas las operaciones eficientemente, la Bodega Granados requiere de 1 persona para surtir al Taller (F = 0.102) y seis para el resto de operaciones (F = 5.316).

5.2. ANÁLISIS DE LA MEZCLA DE INVENTARIO ACTUAL

En la sección 4.2 se expuso la mezcla de inventario actual de la Bodega Granados y de cada Sucursal, y se concluyó que todas mantienen una mezcla inadecuada basando este argumento en la clasificación del inventario según el método aplicado en la empresa (referirse al punto 2.3.5). Mediante los diagramas de Pareto fue posible obtener la mezcla que se mantuvo entre los últimos seis meses del 2010 y al compararla con la actual, como lo muestra

la Tabla 10, se observa que no existe mayor variación. La cantidad de repuestos obsoletos y lentos es alta, mientras que la de los repuestos fáciles y medios es variable pero no llegan a superar a los dos primeros.

	Fácil	Medio	Lento	Obsoleto
Guayaquil Nissan	15%	32%	28%	25%
Guayaquil Renault	36%	36%	13%	16%
<i>Promedio</i>	26%	34%	21%	21%
<i>Actual</i>	16%	7%	32%	38%
Manta Nissan	13%	23%	27%	37%
Manta Renault	22%	27%	18%	33%
<i>Promedio</i>	18%	25%	23%	35%
<i>Actual</i>	27%	9%	33%	25%
Ambato Nissan	17%	26%	28%	29%
Ambato Renault	14%	24%	34%	28%
<i>Promedio</i>	16%	25%	31%	29%
<i>Actual</i>	25%	8%	33%	29%
Cuenca Nissan	10%	27%	30%	33%
Cuenca Renault	21%	35%	21%	23%
<i>Promedio</i>	16%	31%	26%	28%
<i>Actual</i>	22%	8%	34%	29%
Azucenas Nissan	27%	38%	19%	15%
Azucenas Renault	37%	29%	18%	15%
<i>Promedio</i>	32%	34%	19%	15%
<i>Actual</i>	24%	10%	27%	26%

Tabla 10. Comparación de la mezcla de inventario de Sucursales

Fuente: Elaboración propia

Luego de discutir este tema con personal de la empresa, se conoció acerca de la mezcla óptima que ésta ha definido conveniente para las bodegas del país. Esta mezcla está conformada de la siguiente manera:

- Repuestos de movimiento fácil: 55%
- Repuestos de movimiento medio: 20%
- Repuestos de movimiento lento: 10%
- Repuestos nuevos: 10%
- Repuestos obsoletos: 5%

Fuente: Automotores y Anexos S.A.

La empresa definió esta mezcla a partir de un análisis de costos en el que se determinó que los más predominantes son aquellos relacionados a los repuestos obsoletos en cada bodega y a los repuestos de movimiento lento (por razones de confidencialidad, no será posible presentar dichos costos en este documento). Debido a que este problema también sucede en la Bodega Granados actual, se complementó el análisis para la misma con la información obtenida sobre la utilización del espacio (sección 4.3) el cual revela que ésta no es la más óptima pues hay ubicaciones de ciertas perchas y zonas que en ocasiones son subutilizadas y en otras, sobre utilizadas. Esto se traduce en altos costos en los que debe incurrir la empresa por mantener una mezcla de inventario errónea en un piso costoso. Lo mismo sucede con las Sucursales, pues al comparar las cifras de la Tabla 10 con la mezcla establecida por la empresa, se puede ver que se requiere un ajuste importante para lograr llegar a ésta. Por lo tanto, una opción para conseguir esta meta sería implementar un método para controlar el inventario de las Sucursales desde la instalación central (NSC), es decir un método basado en un VMI (referirse a la sección 2.4.4).

5.3. ANÁLISIS DE LOS COSTOS MEDIDOS PARA CADA SUCURSAL

En la sección 4.5 se detallaron los costos de Sucursales y Bodega Granados en donde se expone que los costos de oportunidad son los más significativos. Como se observa en la Tabla 5 de la sección 4.5 éstos oscilan entre el 46% y 78% del costo total. Sin embargo, a este costo no es posible reducirlo pues está directamente relacionado con el inventario que almacena cada bodega.

Por el contrario, a los otros costos que componen el costo de mantener inventario sí es posible administrarlos de una mejor manera. El costo de arriendo que representa un porcentaje importante después del costo de oportunidad podría neutralizarse si el espacio de almacenamiento se usa cumpliendo estándares y sin subutilizar la capacidad de las bodegas. Además, este costo se justificaría si se tuviera la mezcla apropiada de inventario. Esto se debe a que si se almacenan repuestos que poseen una rotación alta, es decir, que se venden por lo menos una vez cada dos meses, se estaría incurriendo en un costo menor del metro cuadrado por unidad por mes, lo que a su vez afecta el costo de mantener inventario por unidad.

Enfatizando en la Bodega Granados, se puede observar en la Tabla 11 que ésta incurre en un costo elevado de arriendo. Por su función de NSC que establece que debe absorber la mayor cantidad de inventario obsoleto y de movimiento lento, su costo de mantener inventario por unidad igual a \$0.97 es alto, pues la administración está pagando este valor mensual por repuestos que no se venden. Por esta razón, la empresa debería considerar la opción de separar la Bodega Granados en NSC y concesionario, y conseguir un precio del metro cuadrado menor al actual.

<i>BODEGA</i>	Costo de mantener inventario (unidad/mes)	Costo de arriendo	Espacio de almacenamiento (m ²)
Granados	\$ 0.97	10.16%	1800
Guayaquil	\$ 1.63	5.80%	420
Manta	\$ 2.09	10.81%	170
Cuenca	\$ 1.10	12.92%	540
Ambato	\$ 1.47	12.14%	400
Azucenas	\$ 3.16	9.44%	60

Tabla 11. Costos de mantener inventario y de arriendo

Fuente: Adaptación - elaboración propia

Aunque el costo de mantener inventario de las bodegas de concesionario (bodega Guayaquil, Manta, Cuenca, Ambato y Azucenas) es mayor que para la Bodega Granados, éste se justificaría pues éstas deben mantener repuestos de movimiento fácil y medio los cuales, en su mayoría, representan una mezcla costosa.

CAPÍTULO 6

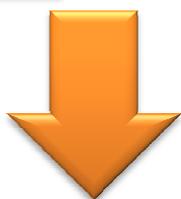
FASE 4: MEJORAR

6.1. PROPUESTAS GENERADAS PARA MEJORAR LAS OPERACIONES DE LA BODEGA GRANADOS ACTUAL

En base a los puntos anteriormente analizados, se han establecido dos alternativas mutuamente excluyentes:



Opción 1: Mejorar la administración operativa de NSC y de bodega de concesionario para que continúen funcionando en la misma instalación actual.



Opción 2: Separar las bodegas manteniendo en Granados únicamente la de concesionario y ubicar NSC en un espacio físico apartado del actual.

6.2. IMPLICACIONES DE LAS PROPUESTAS GENERADAS

6.2.1. Requerimientos para mejorar las operaciones de la Bodega Granados actual: Bodega NSC y Bodega de concesionario juntas

6.2.1.1. *Fracción de equipo para la Opción 1*

Como se muestra en la Tabla 9 de la sección 5.1, para tener una adecuada administración operativa de la Bodega Granados actual se requiere una persona para surtir al Taller y seis personas para ejecutar las operaciones restantes. Sin embargo, no se está considerando una operación para mantener la bodega limpia y organizada la cual es parte de los estándares relacionados a los 5 Principios “S” como lo señala el AS – DOS. Por esta razón se propone incluir en el listado de dicha tabla la operación de mantenimiento de perchas. Se recomienda que esta operación se realice diariamente en un tiempo estimado de 45 minutos por línea de perchas. De esto se obtiene una fracción de equipo de 0.134 como se muestra en

la Tabla 12. Al sumar este valor con el total correspondiente a las 10 operaciones actuales se obtiene un total global de 5.450, es decir los mismos seis operadores mencionados en dicha sección. Frente al número de operadores con los que cuenta la Bodega Granados actual, éste valor aumentó en dos personas.

FRACCIÓN DE EQUIPO PARA BODEGA GRANADOS (Operación adicional)						E =	0,9
						H =	7,75
						R =	0,8
Nº	Operación	Frecuencia	S (horas - hombre)	Q (unidades/turno)	Unidad manejada	F	
12	Mantenimiento de perchas	Diaria	0,75	1	línea de perchas	0,134	
						TOTAL 1:	5,316
						TOTAL:	5,450

Tabla 12. Fracción de equipo para operación adicional para la Bodega Granados

Fuente: Elaboración propia

6.2.1.2. Manejo de materiales y seguridad laboral para la Opción 1

Como se explicó en la sección 3.2.3, debido a la variedad de tipos de repuestos, la carga unitaria que se maneja es variable. Por lo tanto, el cumplimiento de los estándares para almacenamiento de repuestos es indispensable así como un control permanente de la rotación de ítems de manera que aquellos cuyo movimiento es fácil se encuentren siempre en lugares accesibles y cercanos al área de recepción y embarque. La aplicación adecuada y la disciplina en el cumplimiento de dichas normas no sólo permiten una mejor utilización del espacio sino que también son útiles para mantener un control más preciso sobre el número de partes que se mantienen en stock. El uso de dispositivos para separar las diferentes referencias en cada alveolo se vuelve indispensable para este propósito.

El manejo de materiales puede ser más eficiente y ordenado al hacer modificaciones sencillas como usar anaqueles aptos para el almacenamiento de repuestos cuya forma es especial. Por ejemplo, un guardafango tiene forma cóncava lo que dificulta su apilamiento y recuperación, además de que no permite un buen uso del espacio de una percha común, a diferencia de repuestos como filtros y discos de embrague que se almacenan en cajas rectangulares. De igual manera, el uso de estantes para la ubicación de bandas y correas es útil

para mantener el área ordenada y para que su identificación al momento de realizar operaciones de emperchado y consolidación se facilite.

El transporte de los repuestos dentro de la bodega es otro punto a tener en cuenta, especialmente cuando se manejan repuestos largos o un volumen alto en cantidad. En esta instalación, el personal debe utilizar carros para recolección, plataformas con ruedas, patines hidráulicos y montacargas (Nissan Motor CO. 7.14) de manera que se incremente la productividad, seguridad y se prevengan daños a los repuestos. Es importante hacer énfasis en el tipo de montacargas a usarse pues el actual no brinda las facilidades ni la seguridad requeridas al no cumplir con las especificaciones adecuadas. Éste debe alcanzar una altura aproximada de cinco metros para llegar a los niveles más altos de las perchas, debe ser eléctrico y para pasillos angostos debido a la distribución física de esta instalación (referirse a la sección 3.3.1.1).

La seguridad laboral es un aspecto ligado al manejo de materiales. Al dotar de escaleras que brinden el soporte y alcance adecuado a los operarios cuando éstos realicen operaciones de emperchado, consolidación de pedidos, inventario rotativo y mantenimiento en los niveles más altos de las perchas, se cuida su integridad física además de que incrementa la eficiencia de estas actividades. En adición, el proporcionar equipo de protección individual (EPIs) como cascos, guantes, gafas de protección y zapatos de seguridad es fundamental dados los movimientos que deben realizar durante las operaciones y el tipo de cargas que deben manejar. Por ejemplo, la descarga de repuestos que llegan en las cajas de contenedor o de pedidos aéreos, implica destruirlas y esto conlleva al uso de guantes y gafas de protección para evitar accidentes laborales provocados por la proyección de virutas de madera y la manipulación de partes de las cajas que tienen clavos incrustados.

Por todos los puntos tratados, se ha establecido que los recursos necesarios, para mejorar el manejo de materiales y no comprometer la seguridad laboral en esta bodega, deben ser:

- 4 anaqueles metálicos para repuestos de forma especial: 2 para repuestos grandes y largos, 2 para bandas y correas. Por decisión de la empresa, estos tipos de anaqueles no

se comprarían, sino que se contrataría personal para su elaboración. El primer tipo de anaquel debe medir 2.45m de altura y 1.20m de ancho; mientras que el segundo tipo de anaquel debe medir 2m de altura y 1m de ancho



Fuente:(GuiaMuebles)

- Contenedores para almacenamiento de repuestos de menudeo: indispensables para ubicar los repuestos de menor tamaño como termostatos, llaves, retenedores, entre otros. Al disponer de ellos se podrá mantener un mejor control y organización de este tipo de repuestos. Deben ser de plástico para facilitar su limpieza, como los que se muestran a continuación:



Fuente: (Mecalux - Logismarket)

- 252 separadores para perchas de repuestos grandes, 240 para las de repuestos medianos y 1536 para las de repuestos pequeños. Se utilizarían las mismas perchas de las que se

dispone actualmente. Los hay metálicos, como los que se muestran a continuación, lo que asegura mayor durabilidad:



Fuente: (Equipos para manejo de materiales)

- 6 carros metálicos para recolección: uno por operario.



Fuente: (Equipos para manejo de materiales)

- 3 plataformas metálicas con ruedas: una por cada dos operarios.



Fuente: (Equipos para manejo de materiales)

- 3 patines hidráulicos de poliuretano: uno por cada dos operarios.



Fuente: (SolutionLift)

- 1 montacargas eléctrico para pasillo angosto, con mástil retráctil y alcance en altura de aproximadamente 400” (10.48m) (Montra - Montacargas Raymond):



- 2 escaleras de acero con ruedas plegables de 192” (4.58m) de altura para pasillo angosto y 2 escaleras de aluminio de 40” (1m) de altura (National Ladder & Scaffold Co.):



- 6 cascos de seguridad de material plástico: uno por operario.



Fuente: (Naisa - Protección laboral)

- 18 pares de guantes anticorte de algodón inmerso en caucho fresco: tres por operario (MCEH Seguridad):



- 18 pares de zapatos de seguridad de cuero y punta de acero: tres por operario para protección contra impacto por caída de objetos y torcedura de talón (KDS - Seguridad total: Calzado de seguridad):



- Materiales para mantenimiento de perchas: incluyen baldes de plástico y paños para limpieza de superficies para cuando sea necesario limpiar derrames de la percha donde se almacena la línea Cyclo, y una aspiradora de mano para facilitar la eliminación del polvo de las perchas y de los repuestos medianos y grandes. Para limpiar el polvo de los repuestos pequeños será mejor utilizar brochas o una franela húmeda debido a que su tamaño lo permite y lo requiere.



Fuentes: (Easy - Hogar y construcción), (DuPont - The miracles of science), (SoloStocks - The marketplace)

Como puntos adicionales referentes a la seguridad laboral, son el almacenamiento de los productos de la línea Cyclo y la señalización de la bodega. En cuanto al primer punto, debe ubicarse a esta línea de artículos en una zona cercana a la puerta de manera que exista la ventilación pertinente (Nissan Motor CO. 7.22); en referencia al segundo punto, se debe

identificar la salida de emergencia asignada, la ruta de evacuación y la ubicación de extintores y bocas de extinción de incendios.

6.2.1.3. Costos e inversión asociados a la Opción 1

Para estimar los costos asociados al mejoramiento de las operaciones de la Bodega Granados actual, se incluyó la fracción de equipo adicional que se requiere, es decir, dos bodegueros más. En la Tabla 59 del Anexo 10 se muestran los nuevos costos para la opción 1, los cuales fueron proporcionados por la empresa. Si se decidiera implementar esta opción, se tendría que incurrir en un costo mensual de mantener inventario por unidad de \$0.98. En la siguiente tabla se resumen los costos para la situación actual y para la opción 1:

RUBRO	COMPARACIÓN DE COSTOS	
	Bodega Granados Actual	Bodega Granados Opción 1
Impuestos y servicios básicos	3.30%	3.27%
Mantenimiento de instalaciones y maquinaria	1.05%	1.04%
Arriendo	10.16%	10.07%
Personal administrativo	3.93%	3.89%
Personal operativo	3.71%	4.60%
Costo de oportunidad	77.84%	77.13%
Costo de mantener inventario (unidad/mes)	\$ 0.97	\$ 0.98

Tabla 13. Comparación de costos de la Bodega Granados actual y Bodega Granados opción 1

Fuente: Adaptación – elaboración propia

Como se puede observar en la Tabla 13 todos los costos a excepción del costo de personal operativo se mantienen parecidos. Las diferencias existentes se deben a que el cálculo para obtener los porcentajes se basa en el total global y como para la opción 1 se aumentaron dos bodegueros, éste valor incrementó también. Para la Bodega Granados de la opción 1, los rubros de impuestos y servicios básicos, mantenimiento, arriendo y personal administrativo presentan una disminución. Como era de esperarse, el costo de personal operativo incrementa en una relación de 1,23. El costo de oportunidad se reduce en 0.72%. El costo de mantener

inventario que resulta de la división de todos los costos antes mencionados y el inventario en unidades, presenta una relación de incremento de 1.

Para realizar un posterior análisis financiero usando flujos de efectivo, a los costos reales se los multiplicó por el mismo factor de seguridad que para los costos de mantener inventario. Cabe recalcar que los costos presentados en la Tabla 13 son los mismos valores, pero representados en porcentajes por motivos de confidencialidad.

En la siguiente tabla se muestran los costos en los que incurriría la empresa si se implementaría esta opción. Se observa que el costo total anual es \$175402.49, lo que se traduce en un costo total mensual de \$14616.87.

OPCIÓN 1	\$/mes	\$/año
COSTOS:	\$ 14.616,87	\$ 175.402,49
<i>Alquiler de bodega</i>	\$ 6.424,49	\$ 77.093,85
<i>Personal actual</i>	\$ 4.830,75	\$ 57.968,96
<i>Personal adicional (2 bodegueros)</i>	\$ 587,06	\$ 7.044,74
<i>Servicios básicos</i>	\$ 2.089,06	\$ 25.068,69
<i>Mantenimiento</i>	\$ 662,35	\$ 7.948,21
<i>Equipo de seguridad personal</i>	\$ 13,24	\$ 158,88
<i>Equipo para mantenimiento de perchas</i>	\$ 9,93	\$ 119,16

Tabla 14. Costos asociados a la Opción 1

Fuente: Adaptación – elaboración propia

En cuanto a la inversión, ésta se estimó a partir de lo que se propone para el manejo de materiales y seguridad laboral, descrito en la sección 6.2.1.2. Se ha determinado la vida útil para cada componente de los equipos requeridos. Según la Legislación Ecuatoriana, la vida útil de los activos se establece de acuerdo a las siguientes categorías:

- Vehículos, equipos de transporte, y equipo móvil: 5 años
- Instalaciones, maquinaria, equipos, y muebles: 10 años
- Inmuebles y similares: 20 años

Fuente: (La Hora - Revista Judicial)

Para no sobreestimar o subestimar la inversión del montacargas, fue necesario contactarse con la empresa proveedora de este tipo de equipos (Raymond Corporation – México). Cabe recalcar que a este valor se le añadió una cantidad de \$2000 correspondiente a su importación desde México, pues este montacargas no se comercializa en el mercado nacional. De acuerdo a la Legislación, la vida útil de este activo es de 10 años al ser maquinaria; se ha asignado un costo anual de operación de \$1000 dado por la empresa para los respectivos mantenimientos.

El monto para el equipo de manejo de materiales se estimó en función a lo que la empresa debería comprar para esta opción. Es necesario adquirir dos escaleras plegables (\$983 c/u), una escalera de 40” (\$233.31), cuatro carros para recolección (\$200 c/u), y un patín hidráulico (\$3000). Esto suma un total de \$5999.31. Estos costos se obtuvieron de las mismas fuentes que se muestran en la sección 6.2.1.2. La vida útil de este equipo es de 5 años y tendrían un costo anual de operación de \$150 dado por la empresa.

En cuanto a equipo de seguridad laboral se consideró el costo de seis pares de guantes, seis pares de zapatos y seis cascos, es decir uno por operario. Esto resulta en un costo total de \$1500. Estos costos se obtuvieron de las mismas fuentes que se muestran en la sección 6.2.1.2. La vida útil para este equipo no encaja dentro de ninguna categoría, pero al consultar con el personal de la empresa se pudo asignar un plazo de 2 años al tratarse de artículos que se desgastan con más rapidez que los demás.

Para el mantenimiento de perchas se necesitaría comprar una aspiradora manual (\$180), tres baldes (\$10 – uno por cada dos operarios), y los paños (\$40). Para el nuevo equipo de almacenamiento en el que se incluyen los cuatro anaqueles, el costo será \$250 c/u de acuerdo a lo establecido por el servicio contratado. Al igual que en el caso anterior, se asignó una vida útil de 2 años.

En esta bodega se dispone de 126 alveolos para repuestos grandes, 120 para medianos y 768 para pequeños, actualmente. Se requerirían dos separadores por alveolo con un precio de \$25, \$15, y \$8, respectivamente. El costo anual de operación es de \$30 para cada tipo de

separador el cual fue asignado por el proveedor. Este equipo tiene 10 años de vida útil al ser parte de la categoría de muebles de acuerdo a la ley.

Finalmente, el monto para nuevo equipo de almacenamiento corresponde a cuatro anaqueles con precio unitario de \$250. La vida útil de éstos, es de 10 años porque se consideran muebles.

No se ha fijado un costo anual de operación para el equipo de seguridad laboral, equipo para mantenimiento de perchas y nuevo equipo de almacenamiento porque no son artículos que requieran de algún tipo de mantenimiento durante su vida útil; si sufrieran daños, se optaría por reemplazarlos. A continuación se muestra la tabla resumen de todos los puntos explicados:

OPCIÓN 1	INVERSIÓN INICIAL	VIDA ÚTIL	CAO
<i>Montacargas Raymond Reach Fork Trucks 7000 series</i>	\$ 37,166.00	10 años	\$ 1,000.00
<i>Equipo manejo de materiales</i>	\$ 5,999.31	5 años	\$ 150.00
<i>Equipo de seguridad personal</i>	\$ 1,500.00	2 años	\$ -
<i>Equipo para mantenimiento de perchas</i>	\$ 250.00	2 años	\$ -
<i>Separadores para ubicaciones grandes</i>	\$ 6,300.00	10 años	\$ 30.00
<i>Separadores para ubicaciones medianas</i>	\$ 3,600.00	10 años	\$ 30.00
<i>Separadores para ubicaciones pequeñas</i>	\$ 12,288.00	10 años	\$ 30.00
<i>Nuevo equipo de almacenamiento</i>	\$ 1,000.00	10 años	\$ -
TOTAL:	\$ 68,103.31	-	\$ -

Tabla 15. Inversión requerida para la Opción 1

Fuente: Adaptación – elaboración propia

6.2.2. Requerimientos para la Opción 2

Antes de presentar las implicaciones y los requerimientos para la Opción 2, es importante explicar que ésta se divide en dos secciones con el fin de facilitar su análisis. La primera se enfoca en el estudio de la Bodega Concesionario Granados; y la segunda, en la Bodega NSC. Se las presentará por separado pero para el análisis financiero se las tratará como una única opción, es decir la Opción 2.

6.2.2.1. *Diseño de la Bodega Concesionario Granados (Opción 2 - Sección 2.1)*

6.2.2.1.1. *Determinación del tamaño de la bodega*

Es de gran relevancia mencionar que, por decisión tomada por la empresa, en esta bodega se almacenarían únicamente repuestos de la marca Nissan. Aquellos correspondientes a la marca Renault serán trasladados a la bodega del Taller para mantenimiento Renault ubicado en la calle José Queri y Av. Eloy Alfaro y cuya construcción está en la etapa final. Sin embargo, debido a que este cambio no será inmediato, se ha asignado espacio suficiente para el almacenamiento de repuestos Renault en la bodega que se diseñará, como se expondrá más adelante, mientras la etapa de transición concluye.

Para definir la dimensión de la bodega se aplicó la Ecuación 4, Ecuación 5, Ecuación 6, y la Ecuación 7 que se especifican en la sección 2.4.1. Antes de asignar los valores a cada variable de dichas ecuaciones se debió determinar los repuestos y la cantidad de éstos que se almacenarían. Para esto, se hizo una selección preliminar de los repuestos de movimiento fácil y medio por sugerencia de la empresa. Para seleccionar se utilizó el reporte de las ventas por Mostrador y Taller; posteriormente se la validó con Roberto Toaquiza (Jefe de Repuestos) y con el vendedor de la ventanilla de Taller. Estas dos personas revisaron la lista de repuestos seleccionados y en ella incluyeron más referencias que consideraron importantes de acuerdo a su experiencia al tratarse de personal cuyo trabajo se relaciona directamente con las ventas. De esta validación se obtuvo un total de 1130 repuestos.

Como paso posterior, se clasificó estos repuestos por tamaño (referirse a la sección 4.4). De esta manera, se obtuvieron 785 repuestos pequeños, 336 medianos y 9 grandes. Cabe recalcar que la cantidad de repuestos grandes es baja debido a que el taller de Granados realizaría únicamente el mantenimiento de los vehículos y no maneja repuestos para colisión; sin embargo la bodega debe tener un stock de este tamaño de repuestos pues debe cubrir la demanda de éstos a través de las ventas por Mostrador.

Una vez determinada la cantidad de repuestos y su tamaño, se asignaron los siguientes valores a cada variable:

$m = 1130$ repuestos en total (785 ítems pequeños, 336 ítems medianos, 9 ítems grandes)

En la sección 4.4 se explicó que se midieron 30 repuestos pequeños, 30 medianos y 30 grandes. Los valores para α_x y α_y corresponden al promedio de dichas mediciones que se los presenta en la Tabla 54, Tabla 55 y Tabla 56 del Anexo 7. Registro de mediciones del tamaño de repuestos.

α_x y $\alpha_y =$ para repuestos pequeños: 0.164m y 0.0972m, respectivamente
 para repuestos medianos: 0.545m y 0.235m, respectivamente
 para repuestos grandes: 1.3895m y 0.6193m, respectivamente

De acuerdo a lo establecido mediante conversaciones con el Jefe Nacional de Bodegas, las medidas de los pasillos para esta bodega deberían ser los siguientes:

$w_x =$ para zona de repuestos pequeños: 0.9m
 para zona de repuestos medianos 0.9m
 para zona de repuestos grandes 1.2m

$w_y = 1.7m$

A partir de las mediciones de los alveolos y de los repuestos, se estimó el número de repuestos que caben en un alveolo al dividir las dimensiones de los alveolos para las de los repuestos. A fin de obtener cantidades aproximadas, se calculó el número de repuestos que caben usando las dimensiones promedio y máximas de éstos; de este procedimiento se obtuvieron los siguientes resultados:

Repuestos que caben en x,y,z a partir de las medidas promedio de los repuestos			
	x	y	z
Pequeños	4	9	6
Medianos	2	10	4
Grandes	1	4	4

Repuestos que caben en x,y,z a partir de las medidas máximas de los repuestos			
	x	y	z
Pequeños	2	5	2
Medianos	1	4	2
Grandes	1	2	1

Repuestos que caben en x,y,z			
	x	y	z
Pequeños	3	5	2
Medianos	2	4	3
Grandes	1	4	1

Tabla 16. Determinación del número de repuestos que caben por alveolo

Fuente: Elaboración propia

Es importante recordar la variabilidad existente entre las dimensiones de los repuestos por lo que los valores mostrados en las dos primeras tablas de la Tabla 16 establecen un rango. Por experiencia y observación, se definió la cantidad de ítems que caben en x, y, z incluyendo una holgura que asegura que no se acumulen repuestos en un alveolo. La tercera tabla de Tabla 16 contiene la cantidad apropiada y, como se puede observar, hay valores que corresponden a los máximos, otros a los promedios y otros son un intermedio. Estos resultados se validaron con el Jefe Nacional de Bodegas.

Para el cálculo del área de la bodega fue conveniente tomar en cuenta el número de repuestos que se pueden apilar con el fin de evitar un sobredimensionamiento de la instalación. Considerando que las perchas para repuestos pequeños tienen seis niveles y que se pueden apilar dos ítems, se obtiene un valor para n_z igual a 12 ($2*6$). El mismo principio se aplica a las perchas para repuestos medianos con la diferencia de que éstas tienen cinco niveles y se pueden apilar hasta tres ítems (referirse a la Tabla 16). En cuanto a los repuestos grandes se tienen cinco niveles y se ha observado que sus dimensiones no permiten apilarlos. Los valores para n_z se muestran a continuación:

n_z = para repuestos pequeños: 12
para repuestos medianos: 15
para repuestos grandes: 5

Aplicando las ecuaciones mencionadas para el cálculo del tamaño de la bodega, se obtuvo el siguiente resultado:

DATOS:

m (# DE REPUESTOS A UBICAR)		
Pequeños	Medianos	Grandes
785	336	9

OCUPACIÓN DE LA CARGA UNITARIA		
	α_x	α_y
Pequeños	0,164	0,0972
Medianos	0,545	0,235
Grandes	1,3895	0,6193

ANCHO PASILLOS	
	w_x
Pequeños	0,9
Medianos	0,9
Grandes	1,2

NIVELES EN EJE Z	
	n_z
Pequeños	12
Medianos	15
Grandes	5

CÁLCULOS:

	Ubicaciones en x	Ubicaciones en y	$[n_x]$	$[n_y]$	# de ubicaciones de almacenamiento
	n_x	n_y			
Pequeños	2,28	28,75	3	29	1044
Medianos	1,63	13,77	2	14	420
Grandes	0,53	3,40	1	4	9
	4,43	45,92			1473

Restricción:	1130
--------------	------

	Longitud en x	Longitud en y
	L_x	L_y
Pequeños	1,84	4,52
Medianos	1,99	4,99
Grandes	1,99	4,18
	5,82	13,69

m^2 almacenamiento:	79,67
0.5% área para repuestos dañados:	0,398
5% área para repuestos nuevos:	3,984
20% área de recepción y embarque:	16,81
TOTAL (m^2):	100,87

Tabla 17. Cálculo del tamaño de la Bodega Concesionario GranadosFuente: *Elaboración propia*

Como se observa en la tabla anterior, el tamaño apropiado para la bodega debe tener un área de $100.87m^2$ y contar con 1473 ubicaciones para almacenamiento, es decir 343 ubicaciones más de las requeridas; esto sucede porque a los valores de n_x y n_y se los redondea al inmediato superior, de esta manera se cumple la restricción que establece que el número de ubicaciones debe ser igual o mayor al número de ítems a ubicar (Ghiani 169). Este hecho resulta conveniente pues, como se mencionó al inicio de esta sección, por el momento se debe mantener inventario de repuestos Renault hasta que éstos sean transferidos a su respectiva bodega. En este tamaño calculado, se han incluido proporciones extra de espacio solicitados por la empresa; la más importante es la proporción del 20% para recepción y embarque al ser uno de los estándares que no puede descuidarse para la Certificación AS - DOS.

Mediante conversaciones con el personal de la empresa, se había establecido que el área de la Bodega Granados actual que sería destinada para Bodega de Concesionario sería la correspondiente a la Zona 100 (ver plano en Anexo 1. Plano de la Bodega Granados actual). Ésta tiene un área de $176m^2$, medida que es superior a la calculada, e indica que existe espacio suficiente para almacenamiento de los repuestos seleccionados y para los de los modelos de

vehículos nuevos pues se pudo conocer que la empresa introduce en el mercado uno o dos modelos por marca al año.

6.2.2.1.2. Determinación del número de perchas

El número de perchas requeridas para esta bodega se calculó a partir del número de repuestos que caben en un alveolo dependiendo de su tamaño (referirse a la tercera tabla de la Tabla 16). La columna del número de posiciones corresponde al número de ubicaciones de almacenamiento obtenidos en el cálculo del tamaño de la bodega (ver Tabla 17). Al dividir el número de posiciones para el número de repuestos por alveolo, se determina el número de alveolos; éste se divide para el número de niveles que una percha tiene y se establece el número de perchas. Los resultados se presentan a continuación:

	Repuestos que caben en x,y,z			Repuestos por alveolo	Nº posiciones	Nº alveolos	Nº perchas
	x	y	z				
Pequeños	3	5	2	30	1044	35	6
Medianos	2	4	3	24	420	18	4
Grandes	1	4	1	4	9	3	1

Tabla 18. Cálculo del número de perchas para la Bodega Concesionario Granados

Fuente: Elaboración propia

Del cálculo anterior se determinó que se requerirían seis perchas para repuestos pequeños, tres para medianos, y una para grandes considerando que en cada alveolo caben 30, 24 y 4 repuestos, respectivamente. Es importante mencionar que la empresa utilizará las mismas perchas que dispone actualmente, por lo que las medidas consideradas para los cálculos de esta sección corresponden a estas perchas

En el Anexo 9 se muestran imágenes 3D del diseño de la Bodega Concesionario Granados.

6.2.2.1.3. Fracción de equipo de la Opción 2 - Sección 2.1

Para calcular la fracción de equipo para esta bodega se dividió el problema en tres partes. La primera se enfoca solamente en la operación de surtido a Mostrador; la segunda, en surtido a Taller; y la tercera, en la operación de inventario rotativo y mantenimiento de

perchas. Se hizo esta distinción porque para el surtido a Mostrador y a Taller se requiere mínimo una persona para cada operación porque no es conveniente ni eficiente que una sola se encargue de ambas. Mientras que para las otras dos operaciones, no aplica esta restricción al ser operaciones independientes y que no se realizan con la misma frecuencia. Cabe recalcar que estos tiempos son estimados (referirse a la sección 5.1) ya que la bodega en cuestión aún no existe. La operación de mantenimiento de perchas es una propuesta que se validó con el personal de Gestión de Calidad.

El tiempo para el proceso de inventario rotativo se estimó en base a su frecuencia. Se propone que se realice esta operación tres veces por semana durante 15 minutos, lo que significa que a la semana necesitarán 45 minutos. Esta propuesta se basa en el hecho de que al ser una bodega más pequeña y con menor volumen en stock comparada con la actual, no requiere realizarla a diario. Para obtener el tiempo que destinarán diariamente, es decir por turno, se dividió los 45 minutos para 5 días que tiene una semana, obteniendo un tiempo de 9 minutos por día.

Como se expone en la Tabla 19, es necesario un bodeguero que corresponde a las fracciones de equipo de surtido a Mostrador, inventario rotativo y mantenimiento de perchas (0.72). Por otro lado, la fracción de equipo para surtido a Taller es 0.102, lo que indica que se necesita un único vendedor. Los valores para E, H y R se definen como se explicó en la sección 5.1.

FRACCIÓN DE EQUIPO PARA BODEGA CONCESIONARIO GRANADOS						E =	0,9
						H =	7,75
						R =	0,8
Nº	Operación	Frecuencia	Tiempo estándar (S)		Q (unidades/turno)	Unidad manejada	F
			Segundos	Horas - hombre			
1	Surtido a mostrador	Continua	352,506	0,098	35	picket	0,614
2	Surtido a taller	Continua	121,099	0,034	17	pedido	0,102
3	Inventario rotativo	3 veces/semana	540*	0,150	2	percha	0,054
4	Mantenimiento de perchas	3 veces/semana	540*	0,150	2	percha	0,054

Tabla 19. Fracción de equipo para la Bodega Concesionario Granados

Fuente: Elaboración propia

6.2.2.1.4. Manejo de materiales y seguridad laboral para la Opción 2 - Sección 2.1

En la descripción del manejo de materiales y seguridad laboral de la sección 6.2.1.2, se expusieron los requerimientos de equipo relacionados a cada uno de estos temas. Estos mismos se aplican para las operaciones en la Bodega Concesionario Granados pues los estándares a cumplirse se aplican a esta instalación y las operaciones que se realizarán serán iguales a excepción de las que le corresponden a NSC. Una diferencia significativa guarda relación con el volumen y cantidad de repuestos que se manejarán, pues al tratarse de un área menor en comparación con la opción 1 y al tener una mezcla de inventario lo más óptima posible (mejor rotación), éstos se reducen. Por esto, aunque el tipo de equipo necesario es el mismo, los requerimientos varían en cierto grado para esta bodega:

- 1 escalera con ruedas plegable de 192” y 1 escalera de 40”
- 84 separadores para perchas de repuestos pequeños, 52 para las de repuestos medianos, y 6 para las de repuestos grandes.
- 1 carro para recolección.
- 1 plataforma con ruedas.
- 1 patín hidráulico: útil para el transporte de pallets cuando se reciban envíos de NSC.
- Contenedores para almacenamiento de repuestos de menudeo
- 1 casco de seguridad
- 3 pares de guantes anticorte de algodón inmerso en caucho fresco: tres por operario (MCEH Seguridad).
- 2 ó 3 pares de zapatos de seguridad: para protección contra impacto por caída de objetos y torcedura de talón (KDS - Seguridad total: Calzado de seguridad).
- Materiales para mantenimiento de perchas: una aspiradora manual, un balde y paños.

Las perchas y contenedores que se emplearán son los mismas de las que se dispone actualmente; lo único que difiere en el caso de las percha es la cantidad y el número de niveles que cada una tendrá para el almacenamiento de repuestos medianos y grandes.

Finalmente, como se expuso en la sección 6.2.1.2, el almacenamiento de la línea Cyclo debe ser cercano a una puerta o ventana y no puede faltar la señalización correspondiente a ruta de evacuación, puerta de emergencia, ubicación de extintor y boca de extinción de incendios. En la sección 6.2.1.2 se mencionan las especificaciones en cuanto a material y medidas de los requerimientos para manejo de materiales y seguridad laboral.

6.2.2.1.5. Costos e inversión asociados a la Opción 2 - Sección 2.1

Los costos obtenidos para la Bodega Concesionario Granados se derivaron de los de la Bodega Granados actual. Para esto, se realizó una relación con respecto al tamaño de ésta. La bodega de concesionario tiene un área total de 176 m² que, en función a los 1800 m² que mide la bodega actual, representa el 10%. Por lo tanto, los costos se obtienen al aplicar esta tasa.

Para la determinación del costo de oportunidad se estimó el inventario actual y su costo asociado. Del dimensionamiento de la bodega de la sección 6.2.2.1.1 se obtuvieron 1473 ubicaciones de almacenamiento, es decir ítems, para las cuales se calcularon seis perchas para repuestos pequeños, cuatro para repuestos medianos y una para repuestos grandes. Sin embargo, como se observa en el diseño propuesto del Anexo 9, se colocaron más perchas de las requeridas por cuestiones de espacio, pues se dispone de 76m² más. Esto resultó en 1896 repuestos. Una vez obtenido este valor, se procedió a calcular su costo asociado.

En la sección 6.2.2.1.1 se mencionó que dos personas de la empresa validaron los tipos y cantidad de repuestos que deberían almacenarse en la bodega concesionario. A partir de esto se obtuvieron 1130 repuestos para los cuales se calculó el costo total. Esta información se consiguió del sistema de la empresa. Por lo tanto, se relacionó el costo de los 1130 con el costo que representaría los 1896. Estos datos se muestran en porcentajes por razones de confidencialidad en la Tabla 60 del Anexo 10.

Los costos más significativos, como en los casos anteriores, son el costo de arriendo con 17,08% del total, el costo de personal operativo (bodegueros, vendedor de ventanilla de taller y vendedores de mostrador) con 15,89% y el costo de oportunidad con 57,26%. El costo

de mantener inventario es de \$3.90, siendo el mayor en comparación con las otras sucursales. Sin embargo, éste se justificaría pues la mezcla de inventario que se mantendrá en esta bodega tiene un mayor porcentaje de repuestos con rotación alta. Lo que implica que la empresa no incurrirá en este costo mensualmente por cada repuesto, sino que se pagará un costo menor ya que estos se venderán más frecuentemente.

Al igual que para la opción 1 se presentarán costos expresados en dinero para el posterior análisis financiero. Asimismo, a estos valores se los multiplicó por el mismo factor de seguridad que para los costos de mantener inventario.

OPCIÓN 2 Sección 2.1	\$/mes	\$/año
COSTOS:	\$ 3,168.02	\$ 38,016.28
<i>Alquiler de bodega</i>	\$ 1,261.90	\$ 15,142.85
<i>Personal</i>	\$ 1,660.69	\$ 19,928.32
<i>Servicios básicos</i>	\$ 192.14	\$ 2,305.70
<i>Mantenimiento</i>	\$ 43.35	\$ 520.25
<i>Equipo de seguridad personal</i>	\$ 4.97	\$ 59.58
<i>Equipo para mantenimiento de perchas</i>	\$ 4.97	\$ 59.58

Tabla 20. Costos asociados a la Opción 2 – Sección 2.1

Fuente: Adaptación – elaboración propia

Debido a que se utilizarían los mismos implementos para el manejo de materiales y seguridad laboral que en la opción 1, el precio unitario para cada uno se mantiene. Únicamente será necesario especificar el monto de acuerdo a la cantidad requerida de los materiales que se deberán comprar.

Para el equipo de manejo de materiales para esta bodega se necesitaría adquirir una escalera plegable (\$983) y una escalera de 40" (\$233.31); 3360 separadores para los alveolos de las perchas de repuestos pequeños, 1786 para los de las perchas de repuestos medianos, y 276 para los de las perchas de repuestos grandes a un costo unitario de \$8, \$15 y \$25, respectivamente. De acuerdo a la ley, la vida útil de las escaleras correspondería a 5 años y la

de los separadores, 10 años. La empresa ha asignado un costo anual de operación de \$30 y \$10 para las escaleras y los separadores, respectivamente.

En cuanto al equipo para mantenimiento de perchas se requeriría la aspiradora manual (\$180), un balde (\$10) y paños (\$40). Al igual que en la opción 1, se asignó una vida útil de 2 años y no se ha incluido costos anuales de operación al tratarse de artículos que se reemplazarían en caso de que sufran daños con el tiempo.

El equipo de seguridad laboral incluiría tres pares de guantes, tres pares de zapatos y un casco. Esto resulta en un costo total de \$250. Para la vida útil para este equipo se considera un plazo de 2 años al tratarse de artículos que se desgastan con rapidez y se pueden reemplazar. A continuación se muestra la tabla resumen de todos los puntos explicados:

OPCIÓN 2 Sección 2.1	INVERSIÓN INICIAL	VIDA ÚTIL	CAO
<i>Escalera plegable de 192"</i>	\$ 983.00	5 años	\$ 30.00
<i>Escalera para pequeños de 40"</i>	\$ 233.31	5 años	\$ 30.00
<i>Equipo de seguridad personal</i>	\$ 250.00	2 años	\$ -
<i>Equipo para mantenimiento de perchas</i>	\$ 200.00	2 años	\$ -
<i>Separadores para ubicaciones grandes</i>	\$ 150.00	10 años	\$ 10.00
<i>Separadores para ubicaciones medianas</i>	\$ 780.00	10 años	\$ 10.00
<i>Separadores para ubicaciones pequeñas</i>	\$ 672.00	10 años	\$ 10.00
TOTAL:	\$ 3,268.31	-	\$ -

Tabla 21. Inversión requerida para la Opción 2 – Sección 2.1

Fuente: Adaptación – elaboración propia

6.2.2.2. Diseño de la Bodega NSC

6.2.2.2.1. Determinación del tamaño de la Bodega NSC

Para dimensionar la Bodega NSC que se plantea en la Opción 2 se aplicó el mismo método que se usó para la Bodega Concesionario Granados. Para esto fue necesario hacer estimaciones acerca del número de repuestos Nissan y Renault a almacenarse considerando el tamaño de los mismos. Primero se proyectó el número total de repuestos a partir de las cifras de inventario al final de cada mes del año 2010 y al final de enero y febrero del 2011. Estas

cantidades se obtuvieron del Reporte de Operación Mensual (MOR) que maneja la empresa, en el cual se registran mensualmente todos los indicadores relacionados a las ventas e importaciones de vehículos, accesorios, repuestos, y la rotación del inventario por marca (Nissan y Renault) y por ciudad (Guayaquil, Manta, Ambato, Cuenca, Quito). Se calculó el incremento del costo de los niveles de inventario al final de cada mes y se los promedió; de esto se obtuvo un incremento promedio del 5% mensual.

Aplicando la misma tasa de incremento del costo y del nivel de inventario como se ha dado en los datos históricos hasta el mes de Marzo del presente año, se pudo estimar que el inventario estimado para NSC es de 68874 unidades en total.

Una vez establecida esta cifra, se estimó la cantidad de repuestos pequeños, medianos y grandes para calcular el número de ubicaciones necesarias. Esta estimación se hizo a partir de las cantidades calculadas para la Bodega Concesionario Granados. Se obtuvieron las proporciones requeridas de la siguiente manera:

$$\text{Proporción repuestos pequeños} = \frac{785}{1130} = 69.47\%$$

$$\text{Proporción repuestos medianos} = \frac{336}{1130} = 29.73\%$$

$$\text{Proporción repuestos grandes} = \frac{9}{1130} = 0.796\%$$

Entonces, la cantidad estimada de repuestos para NSC sería:

$$\text{Repuestos pequeños} = 68874 * 0.6946 = 47847$$

$$\text{Repuestos medianos} = 68874 * 0.2973 = 20476$$

$$\text{Repuestos grandes} = 68874 * 0.00796 = 551$$

La medida del pasillo para la zona de repuestos pequeños será de 1.10 m pues el manejo de materiales no requiere de montacargas. Para la medida de los pasillos para las zonas de repuestos medianos y grandes se establecieron valores de 1.80m y 2m, respectivamente pues el texto del AS – DOS sugiere medidas entre 1.50m y 2m dependiendo del equipo empleado para manejo de materiales (Nissan Motor CO. 7.20).

Para obtener un valor más preciso para n_z , se aplicó el mismo principio que en el cálculo del tamaño de la Bodega Concesionario Granados en el cual se considera el número de repuestos pequeños y medianos que se pueden apilar en las ubicaciones (ver sección 6.2.2.1.1). Para el caso de la bodega NSC, se apilarían dos repuestos pequeños, tres medianos y, para el caso de los repuestos grandes, se tendrían seis niveles pero no se los apilaría. Los valores de n_z son:

n_z = para repuestos pequeños: 16
 para repuestos medianos: 8
 para repuestos grandes: 6

Una vez establecidos todos los valores requeridos por el modelo, se estimó el tamaño de la bodega NSC usando la Ecuación 4, Ecuación 5, Ecuación 6 y Ecuación 7 de la sección 2.4.1 y se obtuvieron los siguientes resultados:

DATOS:

m (# DE REPUESTOS A UBICAR)		
Pequeños	Medianos	Grandes
47847	20476	551

OCUPACIÓN DE LA CARGA UNITARIA		
	α_x	α_y
Pequeños	0,164	0,0972
Medianos	0,545	0,235
Grandes	1,3895	0,6193

ANCHO PASILLOS	
	w_x
Pequeños	1,1
Medianos	1,8
Grandes	2

NIVELES EN EJE Z	
	n_z
Pequeños	16
Medianos	18
Grandes	6

CÁLCULOS:

	Ubicaciones en x	Ubicaciones en y	$[n_x]$	$[n_y]$	# de ubicaciones de almacenamiento
	n_x	n_y			
Pequeños	14,27	209,60	15	210	50400
Medianos	9,62	118,28	10	119	21420
Grandes	3,45	26,62	4	27	551
	27,33	354,50			72371

Restricción: 68874

	Longitud en x	Longitud en y
	L_x	L_y
Pequeños	10,71	22,41
Medianos	14,45	29,97
Grandes	9,56	18,72
	34,72	71,10

m^2 almacenamiento: 2468,38

1% área para repuestos dañados: 24,68

5% área para repuestos nuevos: 123,42

20% área de recepción y embarque: 523,30

TOTAL (m²): 3139,78

Tabla 22. Cálculo del tamaño de la bodega NSC

Fuente: Elaboración propia

Del cálculo se obtuvo un área total de 3139.78m² que incluye los requerimientos de la empresa que se muestran en la Tabla 22. Este valor se validó con la Plantilla de Cálculo de Almacén proporcionado por Jorge Becerra (Jefe de Métodos y Calidad – Renault Academy Colombia) en la cual se considera la meta de ventas en euros y la rotación del inventario como datos de

entrada. El resultado es el área de la bodega según la altura que ésta puede tener, la cual puede variar entre 3, 4.5 y 7.5m. Para el caso de la bodega NSC, se tenía prevista una altura de 7.5m, y la plantilla devolvió un área de 3477m², medida que es comparable con la calculada.

Al tratarse de una instalación de almacenamiento central, es necesario incluir el cálculo del número de puertas que ésta requerirá. Para determinarlo, se tomará en cuenta únicamente la descarga de los contenedores, pues es la operación que implica carga y descarga que consume más horas-hombre en comparación a las otras dos operaciones que implican las mismas actividades. Entonces, para el cálculo se aplicó la Ecuación 8 como se muestra a continuación:

$$n_D = \left\lceil \frac{dt}{qT} \right\rceil = \left\lceil \frac{248 * 60}{16 * 465} \right\rceil = 2$$

Donde:

d = 248 unidades diarias. Esta cantidad se obtuvo del reporte PLR (referirse a la sección 2.3.6) al promediar las ventas mensuales de un año y convertirlas en demanda diaria.

t = 60 minutos en promedio que se requiere para descargar un contenedor

q = 16 cajas que llegan en un contenedor de 40 pies

T = 7.75 horas-hombre disponibles para descargar un contenedor. Se asume que para la nueva bodega NSC solamente se requerirá de un bodeguero para que descargue el contenedor, pues tendrá un montacargas que se ajustará a la tarea.

El resultado es que se requieren 2 puertas para la nueva instalación.

6.2.2.2.2. Número de perchas

Para determinar el número de perchas necesarias para el almacenamiento de la bodega NSC, se utilizó el mismo método aplicado para el número de perchas para Bodega Concesionario Granados (ver sección 6.2.2.1.2). El cálculo se muestra a continuación:

	Repuestos que caben en x,y,z			Repuestos por alveolo	Nº posiciones	Nº alveolos	Nº perchas
	x	y	z				
Pequeños	3	5	2	30	50400	1680	210
Medianos	2	4	3	24	21420	893	149
Grandes	1	4	1	4	551	138	23

Tabla 23. Cálculo del número de perchas para la bodega NSC

Fuente: Elaboración propia

Se requieren 210 perchas para repuestos pequeños, 149 para medianos y 23 para grandes. Actualmente, cuentan con 128 para repuestos pequeños, 40 para medianos y 42 para grandes. La diferencia entre el número de perchas para repuestos pequeños y medianos propuesto y actual se da porque en la bodega NSC propuesta se está imponiendo la restricción del estándar *un repuesto, una ubicación*, lo que hace que el número de perchas se incremente al no permitir la acumulación de repuestos en los alveolos. La diferencia entre el número de perchas para repuestos grandes propuesto y actual es que en el propuesto se consideran más niveles para cada una; actualmente las perchas tienen tres niveles y se proponen perchas de seis.

6.2.2.2.3. Fracción de equipo para la Opción 2 - Sección 2.2

Para la bodega NSC se eliminan las operaciones de surtido a Mostrador y a Taller pues éstas solo se realizan en concesionario. Al igual que para la sección 2.1 se considera la operación adicional del mantenimiento de perchas y los valores para E, H y R se mantienen iguales. Como resultado se obtiene que para esta bodega se necesitarían cinco operarios como se muestra en la Tabla 24:

FRACCIÓN DE EQUIPO PARA BODEGA NSC						E =	0,9
						H =	7,75
						R =	0,8
Nº	Operación	Frecuencia	S (horas - hombre)	Q (unidades/turno)	Unidad manejada	F	
1	Consolidación de pedidos para Sucursales	Continua	0,57	21	TREB	2,145	
2	Inventario rotativo	Diaria	0,5	1	línea de perchas	0,090	
3	Recepción de pedidos entre Sucursales	5 veces/semana	0,25	1	TREB	0,045	
4	Emperchado de pedidos entre Sucursales	5 veces/semana	0,25	7	ítems	0,314	
5	Descarga de paquetes de emergencia (pedidos aéreos)	3 veces/semana	0,2	0,6	caja	0,022	
6	Emperchado y envío de pedidos aéreos a Sucursales	3 veces/semana	0,5	12	ítems	1,075	
7	Descarga de contenedores (pedidos marítimos)	3 veces/mes	1	2,18	caja	0,391	
8	Descarga de repuestos de las cajas de contenedor	3 veces/mes	0,100	2,18	caja	0,039	
9	Emperchado de repuestos de las cajas de contenedor	3 veces/mes	0,032	102	ítems	0,582	
10	Mantenimiento de perchas	Diaria	0,75	1	línea de perchas	0,134	
TOTAL:							4,836

Tabla 24. Fracción de equipo para la Bodega NSC

Fuente: Elaboración propia

6.2.2.2.4. Manejo de materiales y seguridad laboral para la Opción 2 - Sección

2.2

Los requerimientos para el manejo de materiales de la bodega NSC guardan semejanza con los de la Bodega Granados actual y los estándares expuestos a lo largo de este documento también aplican para esta instalación. Gracias a su correcto cumplimiento y permanente práctica, se facilitan los esfuerzos para lograr una buena utilización del espacio y un adecuado control sobre el inventario. Este último, se vuelve más crítico no sólo debido a que la variedad, volumen y cantidad de repuestos a almacenar es alta; sino también a que disponer del inventario requerido y en buenas condiciones para surtir a las Sucursales del país es mandatorio como política de la empresa.

Al igual que en el caso de la Bodega Granados actual, NSC requiere de un manejo de materiales eficiente y ordenado. Esto se puede conseguir al proporcionar a los operarios del

mismo tipo de equipos que se han propuesto en las secciones 6.2.1.2 y 6.2.2.1.4. La diferencia radica en la cantidad de insumos que se necesitarán pues adicionalmente a los repuestos de movimiento fácil y medio, debe almacenar obsoletos, nuevos y de movimiento lento:

- 6 anaqueles para repuestos de forma especial: 3 para repuestos grandes y largos, 3 para bandas y correas.
- 276 separadores para perchas de repuestos grandes, 1786 para las de repuestos medianos y 3548 para las de repuestos pequeños. Se utilizarían las mismas perchas de las que se dispone actualmente.
- 23 perchas de 6 niveles para repuestos grandes, 149 de 6 niveles para medianos, y 210 de 8 niveles para pequeños.
- Contenedores de plástico para almacenamiento de repuestos de menudeo.
- 5 carros para recolección: uno por operario.
- 3 plataformas metálicas con ruedas como la que se muestra en la siguiente imagen:



Fuente: (Equipos para manejo de materiales)

- 3 patines hidráulicos de poliuretano.
- 1 montacargas eléctrico para pasillo angosto, con mástil retráctil y alcance en altura de aproximadamente 400" (10.48m) (Montra - Montacargas Raymond).
- 1 montacargas eléctrico para pasillo angosto, especial para consolidación de pedidos y alcance en altura de 30' (9m): levanta al operario y al pallet hasta los niveles altos de las perchas de manera segura y cómoda (Montra - Montacargas Raymond).



- 2 escaleras con ruedas plegables de 192” (4.58m) de altura para pasillo angosto y 2 escaleras de 40” (1m) de altura (National Ladder & Scaffold Co.).
- 5 cascos: uno por operario.
- 15 pares de guantes anticorte de algodón inmerso en caucho fresco: tres por operario (MCEH Seguridad).
- 15 pares de zapatos de seguridad: tres por operario para protección contra impacto por caída de objetos y torcedura de talón (KDS - Seguridad total: Calzado de seguridad).
- Materiales para mantenimiento de perchas.

Para NSC se propone un montacargas especial para la consolidación de pedidos debido a que el espacio y la distribución física lo permiten y lo requieren. No se propone adquirir este tipo de montacargas para la opción 1 (mantener NSC y bodega concesionario juntas) pues sería un costo adicional en el que no es conveniente incurrir dado el valor alto de mantener inventario como se muestra en Tabla 48 del Anexo 6. Costos de la Bodega Granados y Sucursales. Las especificaciones de medidas y material de los demás implementos necesarios son las mismas que las presentadas en la sección 6.2.1.2.

En cuanto a la seguridad laboral, se aplica lo mencionado en la sección 6.2.1.2 en relación al almacenamiento de la línea Cyclo y la señalización que se debe implementar así como a la dotación de EPIs.

6.2.2.2.5. Costos e inversión asociados a la Opción 2 – Sección 2.2

El costo del inventario se estimó a partir de una proyección establecida a partir del historial de los niveles de inventario al final de todos los meses del año 2010, enero y febrero del 2011, como se explicó en la sección 6.2.2.2.1. Este valor corresponde al 71.6% del costo total como se puede observar en la Tabla 61 del Anexo 10. Lo que conlleva a un costo mensual de mantener inventario por unidad de \$0.87 (multiplicado por el factor de seguridad que se ha venido utilizando en el desarrollo del presente estudio).

Debido a que el objetivo de una instalación de este tipo, al ser centro de distribución, es almacenar al costo mínimo, resulta indispensable ubicarla en un espacio físico cuyo costo sea lo más bajo posible. Se consultó con Ramiro Rodríguez (Gerente Administrativo de Pinturas Cóndor) sobre el costo de arriendo en el sector en la que ésta empresa instaló una de sus bodegas recientemente (Parquenor - Norte de la ciudad de Quito) y se pudo conocer que es de \$1.50 por m². Por lo tanto, para fines de estudio de alternativas se tomó este valor como el referencial para estimar el costo mensual de mantener inventario por unidad en caso de que se decidiera implementar la opción 2 debido a que es un valor considerablemente bajo. Los demás costos son los mismos que para la Bodega Granados actual pues se requerirá el mismo personal administrativo, pero cinco bodegueros como se estableció en el cálculo de la fracción de equipo.

OPCIÓN 2 Sección 2.2	\$/mes	\$/año
COSTOS:	\$ 6,154.06	\$ 73,848.71
<i>Alquiler de bodega</i>	\$ -	\$ -
<i>Personal</i>	\$ 3,463.58	\$ 41,563.01
<i>Servicios básicos</i>	\$ 2,089.06	\$ 25,068.69
<i>Mantenimiento</i>	\$ 578.25	\$ 6,938.97
<i>Equipo de seguridad personal</i>	\$ 13.24	\$ 158.88
<i>Equipo para mantenimiento de perchas</i>	\$ 9.93	\$ 119.16

Tabla 25. Costos asociados a la Opción 2 – Sección 2.2

Fuente: Adaptación – elaboración propia

En la inversión requerida para esta sección de la opción 2, se incluye el precio de un terreno de 4000m² el cual suma un total de \$100000 luego de haber estimado un precio promedio por m² de \$25 en la zona industrial de Quito. La construcción del galpón y oficinas (\$400000) considerando un costo de \$100 por m² y el requerimiento de espacio total mencionado, de los cuales 3139.78m² corresponden a la bodega (calculado en la sección 6.2.2.2.1) y los restantes 860.22m², a oficinas. La vida útil de la instalación completa es de 20 años, de acuerdo a la ley ecuatoriana e implica un costo anual de operación estimado por la empresa de \$5000. Los datos relacionados a los costos de adquisición del terreno y construcción de la instalación fueron proporcionados por el Arquitecto Roberto Yerovi.

Sería necesario adquirir dos montacargas, uno igual al que se requeriría para la opción 1 (\$37166) y el especializado para consolidación de pedidos (\$45500). Ambos tendrían una vida útil de 10 años y su costo anual de operación sumaría un total de \$2000.

El total que se invertiría en los implementos para el manejo de materiales es de \$9732, el cual incluye la adquisición de 4 carros de recolección, 2 patines hidráulicos, 2 plataformas con ruedas (\$250 c/u), 2 escaleras plegables y 2 de 40", 98 perchas para repuestos pequeños y 116, en total, para medianos y grandes tomando en cuenta que para completar el requerimiento obtenido en el dimensionamiento de esta bodega se utilizarán las perchas con las que se cuenta actualmente una vez que se separen las que se quedarían en la Bodega Concesionario Granados propuesta. La vida útil para todas las perchas es de 10 años y la de los primeros artículos mencionados es de 5. La inversión para el nuevo equipo de almacenamiento (6 anaqueles) suma un total de \$1500 y la vida útil es la misma que para las perchas. La empresa ha estimado un costo anual de operación para todo el equipo para manejo de materiales de \$150.

El equipo de seguridad laboral implica una inversión total de \$1250 para cubrir los requerimientos de la sección 6.2.2.2.4. Finalmente, en el equipo para mantenimiento de perchas se invertiría un total de \$250 lo cual incluye los mismos implementos que se ha mencionado en secciones anteriores. Para ambos equipos se ha asignado una vida útil de 2

años por las mismas razones que se han expuesto en la sección 6.2.1.2. A continuación se presenta una tabla resumen con todos los datos pertinentes:

OPCIÓN 2 Sección 2.2	INVERSIÓN INICIAL	VIDA ÚTIL	CAO
Compra terreno	\$ 100,000.00	20 años	\$ -
Construcción galpón y oficinas	\$ 400,000.00	20 años	\$ 5,000.00
Montacargas Raymond Reach Fork Trucks 7000 series	\$ 37,166.00	10 años	\$ 1,000.00
Montacargas 5000 series orderpickers	\$ 45,500.00	10 años	\$ 1,000.00
Equipo manejo de materiales	\$ 9,732.00	5 años	\$ 150.00
Equipo de seguridad personal	\$ 1,250.00	2 años	\$ -
Equipo para mantenimiento de perchas	\$ 250.00	2 años	\$ -
Perchas	\$ 12,000.00	10 años	\$ -
Separadores para ubicaciones grandes	\$ 6,900.00	10 años	\$ 30.00
Separadores para ubicaciones medianas	\$ 26,790.00	10 años	\$ 30.00
Separadores para ubicaciones pequeñas	\$ 26,880.00	10 años	\$ 30.00
Nuevo equipo de almacenamiento	\$ 1,500.00	10 años	\$ -
TOTAL:	\$ 667,968.00	-	\$ -

Tabla 26. Inversión requerida para la Opción 2 – Sección 2.2

Fuente: Adaptación – elaboración propia

En este punto se presenta una variación de esta opción 2 – sección 2.2, la misma que considera el alquiler de espacio para la bodega NSC en lugar de comprar el terreno para su construcción. Por fines ilustrativos, a esta variación se la denominará opción 2 – sección 2.3.

Para esta alternativa, el arriendo se estimó en base a lo mencionado en la sección 6.2.2.2.5. Los demás costos e inversión se mantienen exactamente iguales que para la opción 2 – sección 2.2. A continuación se muestran las tablas de resumen correspondientes:

OPCIÓN 2 Sección 2.3	\$/mes	\$/año
COSTOS:	\$ 8,537.26	\$ 102,447.11
Alquiler de bodega	\$ 2,383.20	\$ 28,598.40
Personal	\$ 3,463.58	\$ 41,563.01
Servicios básicos	\$ 2,089.06	\$ 25,068.69
Mantenimiento	\$ 578.25	\$ 6,938.97
Equipo de seguridad personal	\$ 13.24	\$ 158.88
Equipo para mantenimiento de perchas	\$ 9.93	\$ 119.16

Tabla 27. Costos asociados a la Opción 2 – Sección 2.3

Fuente: Adaptación – elaboración propia

OPCIÓN 2 Sección 2.3	INVERSIÓN INICIAL	VIDA ÚTIL	CAO
Compra terreno	\$ -	-	\$ -
Construcción galpón y oficinas	\$ -	-	\$ -
Montacargas Raymond Reach Fork Trucks 7000 series	\$ 37,166.00	10 años	\$ 1,000.00
Montacargas 5000 series orderpickers	\$ 45,500.00	10 años	\$ 1,000.00
Equipo manejo de materiales	\$ 9,732.00	5 años	\$ 150.00
Equipo de seguridad personal	\$ 1,250.00	2 años	\$ -
Equipo para mantenimiento de perchas	\$ 250.00	2 años	\$ -
Perchas	\$ 12,000.00	10 años	\$ -
Separadores para ubicaciones grandes	\$ 6,900.00	10 años	\$ 30.00
Separadores para ubicaciones medianas	\$ 26,790.00	10 años	\$ 30.00
Separadores para ubicaciones pequeñas	\$ 26,880.00	10 años	\$ 30.00
Nuevo equipo de almacenamiento	\$ 1,500.00	10 años	\$ -
TOTAL:	\$ 167,968.00	-	\$ -

Tabla 28. Inversión requerida para la Opción 2 – Sección 2.3

Fuente: Adaptación – elaboración propia

6.3. ANÁLISIS FINANCIERO PARA ELEGIR LA MEJOR ALTERNATIVA

Con el fin de seleccionar la mejor alternativa en base a una comparación de costos de las diferentes propuestas, se optó por realizar un análisis de valor anual equivalente debido a que los periodos de estudio de cada opción son distintos pues éstos se basan en la vida útil más larga de los activos. Para este análisis se considerarán los ahorros que representaría cada opción para la empresa mas no los ingresos pues se desea enfatizar en la cantidad de dinero que ésta dejará de desembolsar si adopta la opción que se seleccione. Adicionalmente, por temas de confidencialidad la empresa no permitió la publicación de los ingresos que representan las ventas. A continuación se detalla este procedimiento.

6.3.1. Evaluación económica de la Opción 1 y Opción 2

Para obtener los flujos de efectivo correspondientes a esta opción, se empezó calculando el valor anual para los CAO (costos anuales de operación) para cada uno de los requerimientos de inversión. Por razones de practicidad, se obtuvieron los valores con el uso de una hoja de cálculo de Microsoft Excel ®.

Se transformaron los CAO en valores presentes. Para ello, se empleó la función de Excel *VA* que corresponde a la Ecuación 10 (referirse a la sección 2.4.3.2). Posteriormente, se obtuvo el valor anual al aplicar la función de Excel de *PAGO* que se relaciona con la Ecuación 9. En la siguiente tabla se observan los resultados:

INVERSIÓN (Opción 1)	Vida útil (años)	CAO	Serie uniforme de valor presente	VA
Montacargas Raymond Reach Fork Trucks 7000 series	10	\$ 1,000.00	\$ (5,650.22)	\$ (1,000.00)
Equipo manejo de materiales	5	\$ 150.00	\$ (540.72)	\$ (95.70)
Equipo de seguridad personal	2	\$ -	\$ -	\$ -
Equipo para mantenimiento de perchas	2	\$ -	\$ -	\$ -
Separadores para ubicaciones grandes	10	\$ 30.00	\$ (169.51)	\$ (30.00)
Separadores para ubicaciones medianas	10	\$ 30.00	\$ (169.51)	\$ (30.00)
Separadores para ubicaciones pequeñas	10	\$ 30.00	\$ (169.51)	\$ (30.00)
Nuevo equipo de almacenamiento	10	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL:	-	\$ -	\$ (6,699.46)	\$ (1,185.70)

Tabla 29. Valor anual de los costos anuales de operación de la Opción 1

Fuente: Elaboración propia

A razón de ejemplo se expondrá el cálculo realizado a partir de las funciones de Excel para la inversión del montacargas. Se obtuvo el valor presente de la siguiente manera:

$$VP = VA(i; n; A) = VA(0.12; 10; \$1,000) = -\$5,650.22$$

Donde:

i = TMAR igual a 12% (porcentaje establecido por la empresa).

n = 10 años correspondientes a la vida útil del montacargas.

A = costo anual de operación del montacargas igual a \$1,000.

El valor anual para la inversión del montacargas se expresa como se muestra:

$$VA = -PAGO(i; n; P) = -PAGO(0.12; 10; \$5,650.22) = -\$1,000$$

Donde:

i = TMAR igual a 12% (porcentaje establecido por la empresa).

n = 10 años correspondientes al ciclo de vida de la opción 1. Como se observa en la Tabla 29 es la vida útil más larga por lo cual se la toma como periodo de estudio para dicha opción. Se utiliza el mismo valor de n para las otras inversiones.

P = serie uniforme de valor presente para el montacargas, igual a \$5,650.22.

Posteriormente, se efectuó la evaluación económica al calcular los flujos de efectivo y convertirlos en valor anual (VA). Los datos (costos e inversión) que se utilizan son los que se muestran en la Tabla 14 y Tabla 15 de la sección 6.2.1.3. La inversión total se obtuvo de la siguiente manera:

$$VA = -PAGO(i; n; P) = -PAGO(0.12; 10; \$68,103.31) = -\$12,053.21$$

Donde:

i = TMAR igual a 12% (porcentaje establecido por la empresa).

n = 10 años correspondientes al ciclo de vida de la opción 1.

P = inversión total inicial de la opción 1, igual a \$68,103.31.

En la Tabla 14 de la sección 6.2.1.3 se observa que el costo anual es de \$175402.49. Dado que este costo no se mantiene igual a lo largo de los años, se procedió a aplicar un gradiente aritmético para determinar las proyecciones para los nueve años siguientes. De la Ecuación 10 se obtiene:

$$Costo\ anual_{año\ 2} = A_A + G \left[\frac{1}{i} - \frac{n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

Donde:

A_A = cantidad base igual a \$175402.49.

G = gradiente aritmético igual a \$1000. En cuanto a la opción 2, este valor cambia a \$200 para la sección 2.1 y a \$800 para la sección 2.2 y 2.3. Estos datos fueron proporcionados por la empresa a partir de una estimación del incremento de los costos año a año.

i = TMAR igual a 12%.

n = 2 correspondiente al año para el cual se está calculando el costo.

Esta fórmula se extiende para el resto de años. Una vez obtenidos estos costos, se prosiguió a calcular el valor anual de todos estos flujos de efectivo aplicando la siguiente función de Excel:

$$\begin{aligned}
 VA_{\text{costos anuales}} &= PAGO(i, n, P) \\
 &= PAGO(0.12; 10; VNA(0.12; \text{flujos de efectivo de los años 1 al 10}) \\
 &\quad + \text{flujo de efectivo del año 0}) = -\$176,935.99
 \end{aligned}$$

Donde:

i = TMAR igual a 12% (porcentaje establecido por la empresa).

n = 10 años correspondientes al ciclo de vida de la opción 1.

P = VNA de los flujos de efectivo de los años 1 al 10. La función de Excel *VNA* devuelve el valor neto presente de una inversión a partir de una tasa de descuento y una serie de pagos futuros.

El cálculo del VA asociado a los CAO se presentó en la Tabla 29. Por último, para esta opción se tiene la depreciación del montacargas y muebles. De acuerdo a la Legislación Ecuatoriana, para inmuebles (excepto terrenos) la tasa de depreciación anual es del 5%; para instalaciones, maquinarias, equipos y muebles, 10%; y para vehículos y equipos de transporte, 20% (La Hora - Revista Judicial). Leland Blank establece que “la depreciación en línea recta se considera el estándar contra el cual se comparan los otros modelos de depreciación. Para propósitos de depreciación en libros, ofrece una excelente representación del valor en libros para cualquier activo que se utilice de manera regular a lo largo de un número estimado de años (567)”. Por lo tanto, el costo de depreciación se obtiene al multiplicar el valor del bien por su tasa de depreciación, y este valor se considerará cada año durante el ciclo de vida del proyecto.

A continuación se muestran los flujos de efectivo con sus respectivos valores anuales. El VA total se muestra en la celda resaltada en rojo. Para la opción 1, éste corresponde a menos \$198,798.90.

EVALUACIÓN ECONÓMICA OPCIÓN 1						
Año	Inversión	Costos anuales	CAO	Depreciación montacargas	Depreciación muebles	TOTAL VA
VA:	\$ (12,053.21)	\$ (176,935.99)	\$ (1,185.70)	\$ (6,000.00)	\$ (2,624.00)	\$ (198,798.90)
0	\$ (68,103.31)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
1	\$ -	\$ 175,402.49	\$ (1,185.70)	\$ (6,000.00)	\$ (2,624.00)	
2	\$ -	\$ 175,874.19	\$ (1,185.70)	\$ (6,000.00)	\$ (2,624.00)	
3	\$ -	\$ 176,327.10	\$ (1,185.70)	\$ (6,000.00)	\$ (2,624.00)	
4	\$ -	\$ 176,761.34	\$ (1,185.70)	\$ (6,000.00)	\$ (2,624.00)	
5	\$ -	\$ 177,177.08	\$ (1,185.70)	\$ (6,000.00)	\$ (2,624.00)	
6	\$ -	\$ 177,574.53	\$ (1,185.70)	\$ (6,000.00)	\$ (2,624.00)	
7	\$ -	\$ 177,953.95	\$ (1,185.70)	\$ (6,000.00)	\$ (2,624.00)	
8	\$ -	\$ 178,315.63	\$ (1,185.70)	\$ (6,000.00)	\$ (2,624.00)	
9	\$ -	\$ 178,659.90	\$ (1,185.70)	\$ (6,000.00)	\$ (2,624.00)	
10	\$ -	\$ 178,987.14	\$ (1,185.70)	\$ (6,000.00)	\$ (2,624.00)	

Tabla 30. Evaluación económica de la Opción 1

Fuente: Elaboración propia

Para la opción 2 se aplicó el mismo procedimiento expuesto para la opción 1 con pequeñas variaciones que se explicarán a continuación.

Para la evaluación económica de la opción 2 – sección 2.1 se tiene un ahorro por ajuste de personal equivalente a dos bodegueros; esto deriva de la comparación con el personal asignado a las operaciones de surtido a mostrador y a taller de la Bodega Granados actual que son las únicas que manejaría la Bodega Concesionario.

Cabe recalcar que a estos ahorros se los multiplicó por el mismo factor de seguridad que se ha usado por motivos de confidencialidad en el estudio. Dado que este ahorro no se mantiene igual a lo largo de los años, se procedió a aplicar un gradiente aritmético para determinar las proyecciones para los nueve años siguientes. De la Ecuación 10 se obtiene:

$$\text{Ahorro anual por personal}_{\text{año } 2} = A_A + G \left[\frac{1}{i} - \frac{n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

Donde:

A_A = cantidad base igual a \$7,044.74.

G = gradiente aritmético igual a \$20 (dato estimado por la empresa). Para los flujos de efectivo de ahorro por personal de la opción 2 – sección 2.2 y 2.3 se utilizó el mismo valor.

i = TMAR igual a 12%.

$n = 2$ correspondiente al año para el cual se está calculando el costo.

Esta fórmula se extiende para el resto de años. Una vez obtenidos estos ahorros, se prosiguió a calcular el valor anual de todos estos flujos de efectivo aplicando la siguiente función de Excel:

$$\begin{aligned} VA_{\text{ahorros anuales}} &= PAGO(i, n, P) \\ &= PAGO(0.12; 10; VNA(0.12; \text{flujos de efectivo de los años 1 al 10}) \\ &\quad + \text{flujo de efectivo del año 0}) = \$7,075.41 \end{aligned}$$

Donde:

i = TMAR igual a 12% (porcentaje establecido por la empresa).

$n = 10$ años correspondientes al ciclo de vida de la opción 1 – sección 2.1. El ciclo de vida de la opción 2 – sección 2.2 es igual a 20 años debido a la vida útil del terreno y construcción. Para la opción 2 – sección 2.3 n vuelve a ser 10 años porque ésta es la opción de alquiler que no considera la compra del terreno.

P = VNA de los flujos de efectivo de los años 1 al 10. La función de Excel VNA devuelve el valor neto presente de una inversión a partir de una tasa de descuento y una serie de pagos futuros.

A continuación se muestran los resultados obtenidos de la opción 2 – sección 2.1:

INVERSIÓN (Opción 2 Sección 2.1)	Vida útil (años)	CAO	Serie uniforme de valor presente	VA
Escalera plegable de 192"	5	\$ 30.00	\$ (108.14)	\$ (19.14)
Escalera para pequeños de 40"	5	\$ 30.00	\$ (108.14)	\$ (19.14)
Equipo de seguridad personal	2	\$ -	\$ -	\$ -
Equipo para mantenimiento de perchas	2	\$ -	\$ -	\$ -
Separadores para ubicaciones grandes	10	\$ 10.00	\$ (56.50)	\$ (10.00)
Separadores para ubicaciones medianas	10	\$ 10.00	\$ (56.50)	\$ (10.00)
Separadores para ubicaciones pequeñas	10	\$ 10.00	\$ (56.50)	\$ (10.00)
TOTAL:	-	\$ -	\$ (385.79)	\$ (68.28)

Tabla 31. Valor anual de los costos anuales de operación para la Opción 2 – Sección 2.1

Fuente: Elaboración propia

EVALUACIÓN ECONÓMICA OPCIÓN 2 Sección 2.1						
Año	Inversión	Costos anuales	CAO	Depreciación muebles	Ahorro por ajuste de personal	TOTAL VA
VA:	\$ (578.44)	\$ (38,322.98)	\$ (68.28)	\$ (121.60)	\$ 7,075.41	\$ (32,015.89)
0	\$ (3,268.31)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
1	\$ -	\$ 38,016.28	\$ (68.28)	\$ (121.60)	\$ 7,044.74	
2	\$ -	\$ 38,110.62	\$ (68.28)	\$ (121.60)	\$ 7,054.17	
3	\$ -	\$ 38,201.20	\$ (68.28)	\$ (121.60)	\$ 7,063.23	
4	\$ -	\$ 38,288.05	\$ (68.28)	\$ (121.60)	\$ 7,071.92	
5	\$ -	\$ 38,371.20	\$ (68.28)	\$ (121.60)	\$ 7,080.23	
6	\$ -	\$ 38,450.69	\$ (68.28)	\$ (121.60)	\$ 7,088.18	
7	\$ -	\$ 38,526.58	\$ (68.28)	\$ (121.60)	\$ 7,095.77	
8	\$ -	\$ 38,598.91	\$ (68.28)	\$ (121.60)	\$ 7,103.00	
9	\$ -	\$ 38,667.77	\$ (68.28)	\$ (121.60)	\$ 7,109.89	
10	\$ -	\$ 38,733.21	\$ (68.28)	\$ (121.60)	\$ 7,116.43	

Tabla 32. Evaluación económica para la Opción 2 – Sección 2.1

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la opción 2 – sección 2.2, se aumentaron dos aspectos, el uno relacionado con la depreciación de la instalación, y el otro con el ahorro por alquiler porque ésta es la opción que considera la compra del terreno y la construcción del galpón.

La depreciación de la instalación se calculó de la misma manera que para la depreciación del montacargas y muebles de la opción 1. El ahorro por alquiler se determinó a partir del costo de arriendo que incurre la Bodega Granados en su ubicación actual. A este valor también se lo multiplicó por el factor de seguridad siendo igual a \$77,093.85.

El ahorro por ajuste de personal para este caso corresponde a un bodeguero. Para el respectivo cálculo del valor anual se utilizó el mismo procedimiento que para el ahorro de este rubro de la opción 1. A continuación se muestran los resultados:

INVERSIÓN (Opción 2 Sección 2.2)	Vida útil (años)	CAO	Serie uniforme de valor presente	VA
Compra terreno	20	\$ -	\$ -	\$ -
Construcción galpón y oficinas	20	\$ 5,000.00	\$ (37,347.22)	\$ (5,000.00)
Montacargas Raymond Reach Fork Trucks 7000 series	10	\$ 1,000.00	\$ (5,650.22)	\$ (756.44)
Montacargas 5000 series orderpickers	10	\$ 1,000.00	\$ (5,650.22)	\$ (756.44)
Equipo manejo de materiales	5	\$ 150.00	\$ (540.72)	\$ (72.39)
Equipo de seguridad personal	2	\$ -	\$ -	\$ -
Equipo para mantenimiento de perchas	2	\$ -	\$ -	\$ -
Perchas	10	\$ -	\$ -	\$ -
Separadores para ubicaciones grandes	10	\$ 30.00	\$ (169.51)	\$ (22.69)
Separadores para ubicaciones medianas	10	\$ 30.00	\$ (169.51)	\$ (22.69)
Separadores para ubicaciones pequeñas	10	\$ 30.00	\$ (169.51)	\$ (22.69)
Nuevo equipo de almacenamiento	10	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL:	-	\$ -	\$ (49,696.90)	\$ (6,653.36)

Tabla 33. Valor anual de los costos anuales de operación para la Opción 2 – Sección 2.2

Fuente: Elaboración propia

EVALUACIÓN ECONÓMICA OPCIÓN 2 Sección 2.2									
Año	Inversión	Costos anuales	CAO	Depreciación montacargas	Depreciación muebles	Depreciación instalación	Ahorro por alquiler	Ahorro por ajuste de personal	TOTAL VA
VA:	\$ (89,426.74)	\$ (56,790.50)	\$ (6,653.36)	\$ (18,000.00)	\$ (4,253.00)	\$ (17,462.73)	\$ 77,093.85	\$ 2,887.42	\$ (112,605.06)
0	\$ (667,968.00)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
1	\$ -	\$ 73,848.71	\$ (6,653.36)	\$ (18,000.00)	\$ (4,253.00)	\$ (17,462.73)	\$ 77,093.85	\$ 3,522.37	
2	\$ -	\$ 74,226.07	\$ (6,653.36)	\$ (18,000.00)	\$ (4,253.00)	\$ (17,462.73)	\$ 77,093.85	\$ 3,531.80	
3	\$ -	\$ 74,588.40	\$ (6,653.36)	\$ (18,000.00)	\$ (4,253.00)	\$ (17,462.73)	\$ 77,093.85	\$ 3,707.29	
4	\$ -	\$ 74,935.79	\$ (6,653.36)	\$ (18,000.00)	\$ (4,253.00)	\$ (17,462.73)	\$ 77,093.85	\$ 3,794.14	
5	\$ -	\$ 75,268.39	\$ (6,653.36)	\$ (18,000.00)	\$ (4,253.00)	\$ (17,462.73)	\$ 77,093.85	\$ 3,877.29	
6	\$ -	\$ 75,586.35	\$ (6,653.36)	\$ (18,000.00)	\$ (4,253.00)	\$ (17,462.73)	\$ 77,093.85	\$ 3,956.78	
7	\$ -	\$ 75,889.88	\$ (6,653.36)	\$ (18,000.00)	\$ (4,253.00)	\$ (17,462.73)	\$ 77,093.85	\$ 4,032.66	
8	\$ -	\$ 76,179.23	\$ (6,653.36)	\$ (18,000.00)	\$ (4,253.00)	\$ (17,462.73)	\$ 77,093.85	\$ 4,105.00	
9	\$ -	\$ 76,454.64	\$ (6,653.36)	\$ (18,000.00)	\$ (4,253.00)	\$ (17,462.73)	\$ 77,093.85	\$ 4,173.85	
10	\$ -	\$ 76,716.43	\$ (6,653.36)	\$ (18,000.00)	\$ (4,253.00)	\$ (17,462.73)	\$ 77,093.85	\$ 4,239.30	

Tabla 34. Evaluación económica de la Opción 2 – Sección 2.2

Fuente: Elaboración propia

Lo que cambia para la opción 2 – sección 2.3 es que ya no se considera la inversión por la compra del terreno y la construcción del galpón y oficinas, por lo que ya no se tendrá un ahorro por alquiler. En los costos anuales está incluido este monto. En las siguientes tablas se muestran los resultados:

INVERSIÓN (Opción 2 Sección 2.3)	Vida útil (años)	CAO	Serie uniforme de valor presente	VA
Compra terreno	-	\$ -	\$ -	\$ -
Construcción galpón y oficinas	-	\$ -	\$ -	\$ -
Montacargas Raymond Reach Fork Trucks 7000 series	10	\$ 1,000.00	\$ (5,650.22)	\$ (1,000.00)
Montacargas 5000 series orderpickers	10	\$ 1,000.00	\$ (5,650.22)	\$ (1,000.00)
Equipo manejo de materiales	5	\$ 150.00	\$ (540.72)	\$ (95.70)
Equipo de seguridad personal	2	\$ -	\$ -	\$ -
Equipo para mantenimiento de perchas	2	\$ -	\$ -	\$ -
Perchas	10	\$ -	\$ -	\$ -
Separadores para ubicaciones grandes	10	\$ 30.00	\$ (169.51)	\$ (30.00)
Separadores para ubicaciones medianas	10	\$ 30.00	\$ (169.51)	\$ (30.00)
Separadores para ubicaciones pequeñas	10	\$ 30.00	\$ (169.51)	\$ (30.00)
Nuevo equipo de almacenamiento	10	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL:	-	\$ -	\$ (12,349.68)	\$ (2,185.70)

Tabla 35. Valor anual de los costos anuales de operación para la Opción 2 – Sección 2.3

Fuente: Elaboración propia

EVALUACIÓN ECONÓMICA OPCIÓN 2 Sección 2.3							
Año	Inversión	Costos anuales	CAO	Depreciación montacargas	Depreciación muebles	Ahorro por ajuste de personal	TOTAL VA
VA:	\$ (29,727.68)	\$ (103,673.92)	\$ (2,185.70)	\$ (18,000.00)	\$ (4,253.00)	\$ 3,553.04	\$ (154,287.25)
0	\$ 167,968.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
1	\$ -	\$ 102,447.11	\$ (2,185.70)	\$ (18,000.00)	\$ (4,253.00)	\$ 3,522.37	
2	\$ -	\$ 102,824.47	\$ (2,185.70)	\$ (18,000.00)	\$ (4,253.00)	\$ 3,531.80	
3	\$ -	\$ 103,186.80	\$ (2,185.70)	\$ (18,000.00)	\$ (4,253.00)	\$ 3,540.86	
4	\$ -	\$ 103,534.19	\$ (2,185.70)	\$ (18,000.00)	\$ (4,253.00)	\$ 3,549.55	
5	\$ -	\$ 103,866.79	\$ (2,185.70)	\$ (18,000.00)	\$ (4,253.00)	\$ 3,557.86	
6	\$ -	\$ 104,184.75	\$ (2,185.70)	\$ (18,000.00)	\$ (4,253.00)	\$ 3,565.81	
7	\$ -	\$ 104,488.28	\$ (2,185.70)	\$ (18,000.00)	\$ (4,253.00)	\$ 3,573.40	
8	\$ -	\$ 104,777.63	\$ (2,185.70)	\$ (18,000.00)	\$ (4,253.00)	\$ 3,580.63	
9	\$ -	\$ 105,053.04	\$ (2,185.70)	\$ (18,000.00)	\$ (4,253.00)	\$ 3,587.52	
10	\$ -	\$ 105,314.83	\$ (2,185.70)	\$ (18,000.00)	\$ (4,253.00)	\$ 3,594.06	

Tabla 36. Evaluación económica de la Opción 2 – Sección 2.3

Fuente: Elaboración propia

Una vez que se han calculado los valores anuales para las opciones 1 y 2, se prosigue a realizar la respectiva comparación. En las siguientes tablas se muestran estos valores:

Resumen de los valores anuales de la opción 1 y 2	
Opción 1	\$ (198,798.90)
Opción 2 sección 2.1	\$ (32,015.89)
Opción 2 sección 2.2	\$ (112,605.06)
Opción 2 sección 2.3	\$ (154,287.25)

Tabla 37. Compilación de valores anuales para la Opción 1 y 2

Fuente: Elaboración propia

Comparación de VA	
Opción 1	\$ (198,798.90)
Opción 2 (sección 2.1 y sección 2.2)	\$ (144,620.95)
Opción 2 (sección 2.1 y sección 2.3)	\$ (186,303.14)

Tabla 38. Comparación de valores anuales

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la Tabla 38, la mejor alternativa corresponde a la opción 2 que pertenece a la separación de Bodega Concesionario y Bodega NSC con la compra del terreno y construcción del galpón para la segunda. Esto se debe a que su valor anual es el costo mínimo de las tres alternativas ($-\$144,620.95 < -\$186,303.14 < -\$198,798.90$) como lo establece la teoría presentada en la sección 2.4.3.4. En caso de que la empresa decidiera implementar esta opción, esto repercutirá en la eficiencia de las operaciones y los costos de mantener inventario como se ha mencionado a lo largo del presente estudio.

Este resultado apoya a todas las observaciones que se han realizado con respecto a la administración operativa de la Bodega Granados actual. Asimismo, es un indicador de que la empresa debe empezar a invertir esfuerzos para mejorarla.

6.3.2. Evaluación Beneficio/Costo modificada

Para corroborar el resultado obtenido en el análisis comparativo de los valores anuales, se realizó una evaluación de beneficio/costo modificada y se aplicó la Ecuación 13 de la sección 2.4.3.5 para cada opción. A continuación se muestran los datos utilizados y el procedimiento:

	Beneficios	CAO	Inversión
Opción 1	\$ -	\$ (1,185.70)	\$ (12,053.21)
Opción 2 sección 2.1	\$ 7,075.41	\$ (68.28)	\$ (578.44)
Opción 2 sección 2.2	\$ 79,981.27	\$ (6,653.36)	\$ (89,426.74)
Opción 2 sección 2.3	\$ 3,553.04	\$ (2,185.70)	\$ (29,727.68)

Tabla 39. Beneficios, CAO e inversión para cada opción

Fuente: Elaboración propia

Los datos que se muestran en la Tabla 39 son los valores anuales que se obtuvieron en la sección anterior.

	Beneficios	CAO	Inversión	B/C
Opción 1	\$ -	\$ 1,185.70	\$ 12,053.21	-0.10
Opción 2 (sección 2.1 y sección 2.2)	\$ 87,056.68	\$ 6,721.64	\$ 90,005.18	0.89
Opción 2 (sección 2.1 y sección 2.3)	\$ 10,628.45	\$ 2,253.98	\$ 30,306.12	0.28

Tabla 40. Relación Beneficio/Costo para cada opción

Fuente: Elaboración propia

$$B/C_{\text{opción 1}} = \frac{0 - \$1,185.70}{\$12,053.21} = -0.10$$

$$B/C_{\text{opción 2 sección 2.1 y 2.2}} = \frac{\$87,056.68 - \$6,721.64}{\$90,005.18} = 0.89$$

$$B/C_{\text{opción 2 sección 2.1 y 2.3}} = \frac{\$10,628.54 - \$2,253.98}{\$30,306.12} = 0.28$$

En la Tabla 40 se observa que la relación B/C para las tres alternativas son menores que 1, lo que según la teoría (referirse a la sección 2.4.3.5) significa que ninguna se justifica económicamente. Sin embargo, como se mencionó en el apartado 6.3, el análisis no considera ingresos por ventas de repuestos sino ahorros para la empresa, y dado que estos ahorros son menores a los costos en los que incurriría la empresa, se obtuvieron dichos valores para la relación B/C. Por lo tanto, para seleccionar la mejor opción se considera a aquella cuyo valor numérico se acerca más a 1, es decir la opción 2. Esto respalda la selección hecha en el análisis basado en valores anuales.

6.4. PROPUESTA PARA OPERACIÓN DE LA BODEGA CONCESIONARIO GRANADOS

6.4.1. Asignación de repuestos a ubicaciones

El procedimiento de asignación de repuestos a ubicaciones inicia con la zonificación de la bodega diseñada. En la Imagen 9 del Anexo 9 se puede ver que el área que ocupan las perchas se dividió en tres zonas:

- Zona A: incluye a las tres primeras perchas utilizadas para almacenamiento de repuestos medianos
- Zona B: incluye a las siguientes tres perchas de las cuales las de los extremos están destinadas al almacenamiento de repuestos medianos, mientras que los tres niveles superiores de la percha intermedia serán para almacenamiento de repuestos grandes y el nivel inferior, para repuestos medianos.
- Zona C: incluye a las perchas pequeñas donde se almacenarán los repuestos pequeños.

Es importante mencionar que, en la Bodega Granados actual, los alveolos para almacenamiento de repuestos medianos y pequeños se dividen longitudinalmente de manera que se tienen ubicaciones en ambas cara de los mismos. Esta convención se mantendrá para la bodega de concesionario que se propone.

Como paso siguiente, se procedió a establecer los códigos para las ubicaciones teniendo en cuenta que se debe asignar un repuesto por ubicación como lo establece el

estándar del AS – DOS. Hay que aclarar que este estándar no se refiere a que por cada ítem debe haber una ubicación, sino por cada referencia; lo que a su vez significa que se puede almacenar más de un ítem por referencia en una ubicación. Para evitar saturar el espacio de los alveolos se ha visto conveniente colocar tres referencias en cada uno. En la siguiente imagen se muestra, a manera de ejemplo, cómo se aplica el estándar y se observa la codificación de la ubicación para cada referencia:



Para la creación de los códigos, también se debe seguir un estándar de la empresa. A través de un ejemplo se explicará cómo éstos deben ser conformados:

El código A01 – 1Ba se desglosa en los siguientes componentes:

- A = zona del área de almacenamiento. Para el caso de esta bodega el código puede empezar con las letras A, B o C.
- 01 = corresponde a la línea o pasillo. Para esta bodega puede ser 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07 ó 08.
- 1 = es el número de percha. Como cada percha se divide longitudinalmente, se considera cada lado como una percha. Como se muestra en la Imagen 9 del Anexo 9 se muestra sobre cada percha los números que las identifica. Se asignó esa secuencia de números pues así el recorrido que se hará para consolidar

pedidos o para emperchar repuestos tendrá una secuencia lógica y ordenada (esto se explicará en la sección 6.4.1.1).

- B = se refiere al nivel de la percha. Para esta bodega, las perchas para repuestos pequeños tiene 6 niveles, las de repuestos medianos tienen 5, y la que almacena repuestos medianos y grandes tiene 4.
- a = identifica la columna de la percha. En este caso, se dividen a las perchas en tres columnas: a, b y c. El estándar establece que el orden en el que se deben colocar es c, b, a para las perchas del lado izquierdo del pasillo central, y a, b, c para las del lado derecho de éste.

Fuente: (Nissan Motor CO. 7.18)

En total se obtuvieron 417 códigos correspondientes a cada ubicación.

Una vez hecho esto, fue necesario clasificar los repuestos de la lista a partir de la cual se pudo dimensionar la bodega (referirse al segundo párrafo de la sección 6.2.2.1.1). Si bien se esperaba que los repuestos seleccionados para almacenarse sean mayoritariamente de movimiento fácil y medio, resultó que también se obtuvieron repuestos pertenecientes a las categorías de nuevo, lento y obsoleto. Esto no significa que su rotación sea estrictamente como éstas lo indican sino que el método de clasificación por Hits al ser un poco impreciso y considerar las ventas para un periodo de cuatro meses, lo que puede considerarse relativamente corto, puede presentar inconsistencias frente a la realidad.

Fue conveniente revisar la rotación de estos repuestos a fin de verificar que la mezcla se asemeje a la propuesta por la empresa (referirse a la sección 5.2). Esta mezcla se aproxima a la sugerida, aunque deberá mejorar en el futuro, pues al observar las proporciones en las que se divide el total, se puede ver que la cantidad de repuestos de movimiento lento debe reducirse:

- Repuestos de movimiento fácil: 48.6%
- Repuestos de movimiento medio: 14.3%
- Repuestos de movimiento lento: 22.2%
- Repuestos nuevos: 10%

- Repuestos obsoletos: 5%

Es importante determinar la rotación de los repuestos para así poder ubicar a aquellos cuya tasa sea alta en lugares accesibles y cercanos al pasillo central y a las puertas.

El modelo que se aplicó para determinar la ubicación óptima de las referencias de repuestos fue el Modelo matemático para asignación de ubicaciones que se explica en la sección 2.4.2. Los valores de las variables son los siguientes:

$n = 207$ referencias de repuestos pequeños, 114 de repuestos medianos, 8 de repuestos grandes.

$m_j =$ al tratarse de una política de almacenamiento dedicada, el valor de esta variable para cada referencia es 1. La sumatoria de todos los m_j debe ser exactamente igual al número de referencias a ubicar. Para las referencias de repuestos pequeños se disponen de 252 ubicaciones; para las de medianos, 156; y para las de grandes, 9.

$R = 2$, 1 puerta para taller y 1 para mostrador.

$p_{jr} =$ como no fue posible determinar el número exacto de veces que cada referencia entra y sale por cada puerta, debido a la dificultad de esta tarea pues implicaría hacer un seguimiento del número de veces que se venden y que se almacenan específicamente las referencias de interés, se usó el siguiente criterio. Si las referencias salen con más frecuencia por la puerta de Mostrador, entonces se asignó uno de los siguientes valores que consideran la rotación de las mismas:

- Referencias de movimiento fácil: 5
- Referencias de movimiento medio: 4
- Referencias de movimiento lento: 3
- Referencias de repuestos nuevos: 2
- Referencias de repuestos obsoletos: 1

Por ende, estas referencias tendrán un valor de 0 para el valor de esta variable con respecto a la puerta de Taller. Para el caso en el que las referencias salen con más frecuencia por la puerta de Taller, se asignó uno de los valores anteriores y el valor de 0 con respecto a la puerta de Mostrador.

t_{rk} = se hará la asunción de que el tiempo de recorrido es directamente proporcional a la distancia (Ghiani 178). El modelo no considera la velocidad del operario al no ser un factor que afecta a la asignación.

c_{jk} = se considerará la distancia entre la puerta de Mostrador y cada ubicación, la distancia entre la puerta de Taller y cada ubicación, y los valores de t_{rk} según corresponda. Con respecto al número de ítems que esta variable toma en cuenta, este valor será igual a 1 pues lo que se quiere ubicar a través de este modelo son referencias y no ítems.

x_{jk} = variable de decisión binaria, igual a 1 si la ubicación k se asigna al producto j, o igual a 0 si no.

Este modelo debía resolverse con la ayuda de Solver Premium de Microsoft Excel®, pero para asegurar que se asignen las ubicaciones sin mezclar repuestos pequeños, medianos y grandes, se optó por plantear este modelo por separado para cada tamaño de repuesto. Lo que daría un total de tres problemas. Debido a que Solver Premium no resuelve modelos que contienen más allá de 2000 variables enteras, se tuvo que subdividir a cada uno de los problemas para repuestos pequeños y medianos pues la cantidad de variables que se debían resolver fue 52164 y 17784, respectivamente. La subdivisión requirió formar familias de referencias las mismas que se basaron en semejanza de dimensiones y tipo de repuesto. Por ejemplo, a una familia de repuestos medianos la conformaron filtros, radiadores, motores de ventilador, tolvas de radiador, y trampas de agua. Una familia de repuestos pequeños incluía discos de embrague, discos de freno, kits de embrague, módulos de control, y platos de embrague.

En total se formaron tres familias para referencias de repuestos medianos y seis para pequeños. Cada familia constituye un problema, por lo que también fue necesario establecer grupos de ubicaciones para cada uno con el fin de evitar que se asigne más de una referencia a una ubicación. Dichos grupos de ubicaciones se asignaron dependiendo de la proporción de referencias de movimiento fácil, medio, lento, nuevo y obsoleto que conformaban a cada familia. Por ejemplo, si en la familia de filtros hay más referencias de movimiento fácil que

salen por la puerta de Mostrador, entonces se asignó a esta familia perchas cercanas a dicha puerta y niveles accesibles. El mismo criterio se usó para el movimiento de repuestos por la puerta de Taller. El objetivo de esta distribución de grupos de ubicaciones para cada familia fue evitar que se ubiquen referencias del mismo tipo de manera dispersa en la bodega.

Una vez establecidos los problemas a resolver, se planteó cada problema como se muestra a continuación (se expondrá el planteamiento del modelo para referencias de repuestos grandes a manera de ejemplo):

Minimizar

$$\sum_{j=1}^8 \sum_{k=1}^9 c_{jk} x_{jk} = c_{11}x_{11} + c_{12}x_{12} + \dots + c_{88}x_{88} + c_{89}x_{89}$$

sujeta a

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^9 x_{jk} &= 8, & j &= 1, \dots, 8 \\ \sum_{j=1}^8 x_{jk} &\leq 1, & k &= 1, \dots, 9, \\ x_{jk} &\in \{0, 1\}, & j &= 1, \dots, 8, \quad k = 1, \dots, 9 \end{aligned}$$

Donde:

$$c_{jk} = \sum_{r=1}^2 \frac{p_{jr}}{1} t_{rk}$$

Por ejemplo,

$$c_{11} = (11.09 * 4) + (12.39 * 0) = 44.4$$

$$c_{12} = (11.89 * 4) + (11.59 * 0) = 47.6$$

$$c_{89} = (15.53 * 3) + (13.63 * 0) = 46.6$$

Para este caso, la primera restricción impone que se ubiquen las 8 referencias de repuestos grandes y la segunda establece que a cada ubicación se puede asignar máximo una referencia.

En la Tabla 63, Tabla 64 y Tabla 65 del Anexo 14 se muestran las distancias entre las puertas de Mostrador y Taller hacia cada ubicación; en la Tabla 66, Tabla 67 y Tabla 68 del Anexo 15 se presenta la clasificación de los repuestos grandes, medianos y pequeños, respectivamente y el número asignado a cada uno de acuerdo a su movimiento. En el Anexo 16 se muestra la resolución del modelo de asignación para cada familia. En la Tabla 69, Tabla 70, Tabla 71 y Tabla 72 del Anexo 17 se muestran las ubicaciones asignadas a cada repuesto. Debido al tamaño extenso que representarían estos anexos, se adjunta en un CD el archivo de Excel que los contiene. Todos los anexos se encuentran en las hojas de cálculo de este archivo (pestañas diferentes).

Dado que la función objetivo de este modelo minimiza la distancia entre las puertas y las ubicaciones, luego de la resolución se tuvieron que reasignar ciertos repuestos pues este modelo no considera la categoría de los repuestos, es decir fácil, medio, lento, nuevo y obsoleto. Se observó que en las soluciones el modelo ubicó a ciertos repuestos de movimiento fácil y medio en ubicaciones en las que podrían ir repuestos obsoletos, lentos o nuevos y viceversa. Estas reasignaciones se las muestra en las tablas del Anexo 17.

6.4.1.1. *Rutas para consolidación de pedidos*

En esta sección se expondrá las rutas que se pueden seguir para la consolidación de pedidos. La heurística que se aplica es la Heurística de cuatro bandas la cual se describe de la siguiente manera: “un anaquel se divide en k bandas horizontales del mismo tamaño, en donde k es un número par. Después de iniciar con la primera banda, la máquina de almacenamiento y recuperación viaja en forma de serpentina y realiza la recolección secuencialmente a lo largo del eje x hasta concluir todas las recolecciones. La máquina termina todas las recolecciones en la banda actual antes de avanzar a la banda siguiente (Tompkins 580)”.

Para el caso de la Bodega Concesionario Granados, los pasillos corresponden a las bandas (4 en total) y un operario (ya sea el bodeguero o el vendedor de la ventanilla de Taller) representa a la máquina de almacenamiento y recuperación. El bodeguero que surte a Mostrador seguiría el camino que se muestra en la Imagen 1, mientras que el vendedor de la

ventanilla de Taller seguiría el camino que se muestra en la Imagen 2. Para ambos casos se aplica esta heurística, la única diferencia es el punto de inicio y fin.

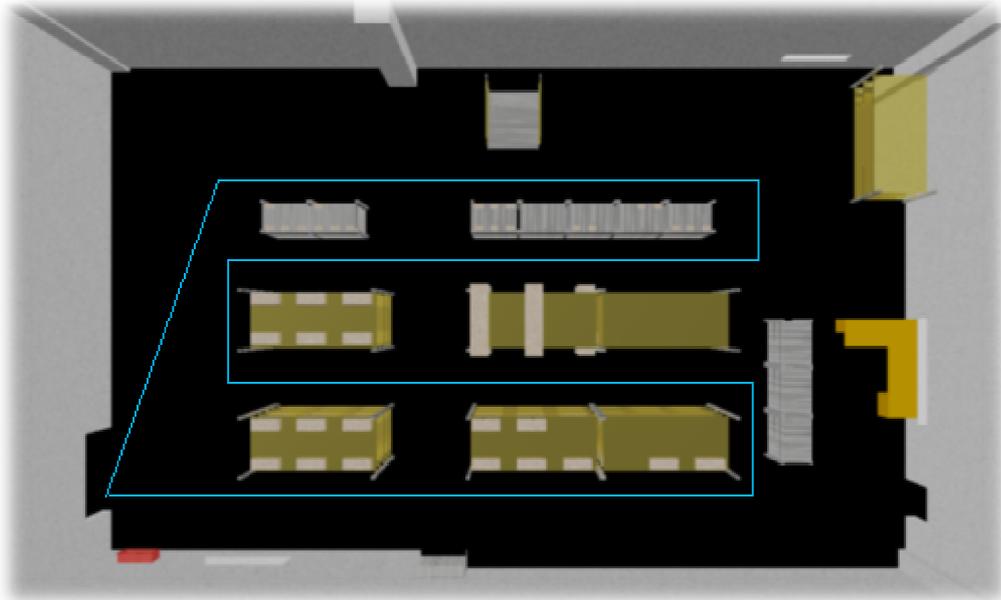


Imagen 1. Heurística de cuatro bandas (puerta Mostrador)

Fuente: Elaboración propia

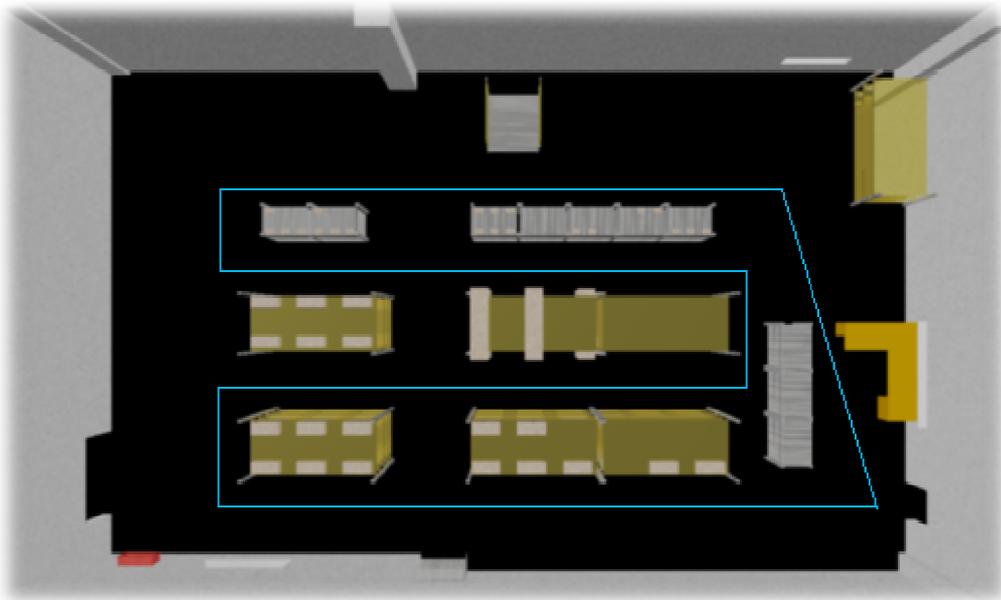


Imagen 2. Heurística de cuatro bandas (puerta Taller)

Fuente: Elaboración propia

Al comparar esta heurística con la ruta que consta dentro de los estándares sugeridos en el texto de Estándares de Operación de Postventa del Concesionario (AS – DOS) de la empresa y que se presenta en la Imagen 3, se observa que no existen mayores diferencias pues el operario se mueve de un extremo a otro de los pasillos, pero la ruta estándar sugiere que el recorrido debe iniciar desde el pasillo central y continuar por el lado derecho, consolidar repuestos del lado derecho del primer pasillo transversal y seguir por el lado izquierdo. Luego, cruzar hacia el pasillo del lado izquierdo del central y proseguir con la consolidación a manera de zig – zag tal como lo muestra la Imagen 3.

Al considerar la codificación asignada a las ubicaciones, se puede concluir que este recorrido tiene sentido y no será confuso para el operario pues solamente deberá ejecutar la operación asistido por la secuencia que esta codificación sigue. Para el caso de la Bodega Concesionario Granados propuesta, este recorrido no necesariamente debe iniciar en el pasillo central pues, como se observa en la imagen, el operario que surte a Mostrador puede comenzar ingresando por cualquiera de los pasillos transversales próximos a la puerta y realizar el mismo recorrido sugerido por el estándar. Lo mismo se aplica para el operario que surte al Taller. Es en este punto en el que la heurística y la ruta estándar empatan pues la primera sugiere un inicio del recorrido desde uno de los extremos de las bandas o pasillos, y el movimiento en zig – zag del operario se ve necesario para ambas. La ventaja de la disposición de perchas en esta instalación es que al poder realizar la consolidación de esta manera, se minimiza la distancia recorrida.

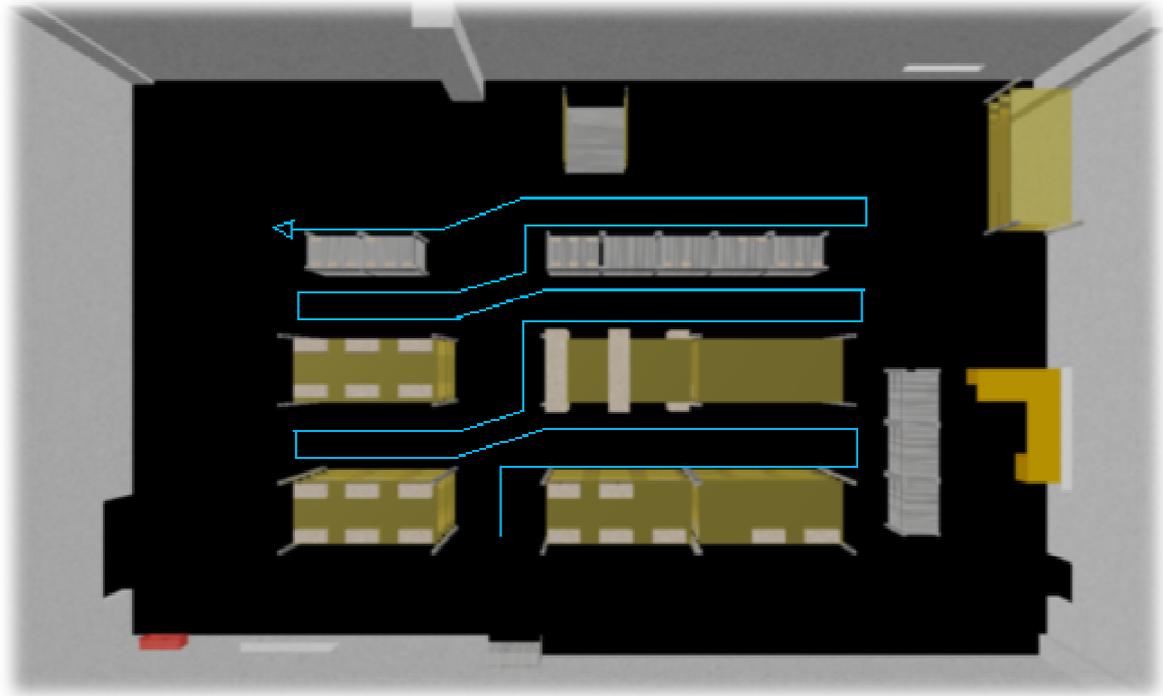


Imagen 3. Ruta estándar para consolidación de pedidos

Fuente: Adaptación del AS-DOS (Nissan Motor CO. 7.18)

6.4.2. Aplicación de los 5 Principios “S”

Automotores y Anexos S. A. es una empresa familiarizada con estos cinco principios y está en proceso de implementarlos en todas las áreas incluyendo la Bodega Concesionario Granados propuesta. Esto implica el compromiso y apoyo del personal de manera que se pueda mantener la disciplina que las 5S exigen.

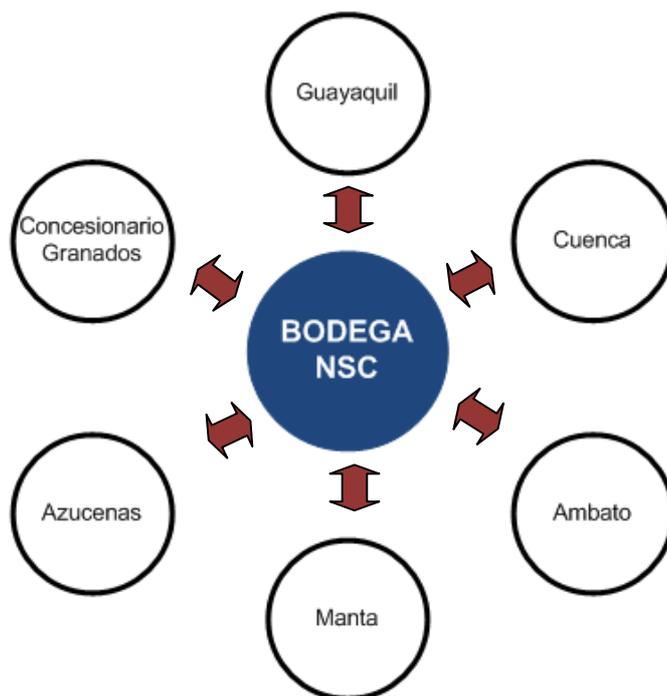
El diseño de esta bodega cae dentro de cada *S* como se explica a continuación:

- *Seiri – Seleccionar:* como primer paso se clasificó a los repuestos que deben almacenarse y se excluyó a los que no. Asimismo, se seleccionó y cuantificó el equipo para manejo de materiales y seguridad laboral necesario y adecuado para una bodega de concesionario.

- *Seiton – Organizar*: al asignar los repuestos a sus respectivas ubicaciones, se fomenta el orden que debe haber en una instalación de este tipo a fin de conseguir que todos puedan ser encontrados fácilmente. A este orden también contribuye la colocación de los códigos de cada ubicación en las perchas. Las señales que deben pintarse en el piso para marcar el área de recepción y embarque, área de materiales, área para la oficina del vendedor de la ventanilla de Taller, ruta de evacuación y la huella de las perchas son indispensables para que el personal se acostumbre a mantener el lugar de trabajo organizado.
- *Seisou – Limpiar*: la limpieza comienza desde la adecuación del espacio y de las perchas para ubicarlas donde corresponde de acuerdo a lo que dicta la distribución física que se muestra en las imágenes del Anexo 9. Como una iniciativa para que la limpieza sea una prioridad, se propuso la provisión de materiales para el mantenimiento de las perchas, principalmente para mantenerlas a éstas y a los repuestos libres de polvo a fin de no comprometer su durabilidad.
- *Seiketsu – Estandarizar*: la colocación de etiquetas para marcar las ubicaciones, el uso de los separadores, y el de contenedores para guardar a los repuestos de menudeo es una forma de estructurar y estandarizar el almacenamiento con el objetivo de mantener un mejor control sobre el inventario a través del orden que éstos ayudan a imponer.
- *Shitsuke – Disciplina*: a fin de asegurar que los cuatro principios anteriores perduren, es necesario asignar un responsable que se encargue de la revisión del cumplimiento de éstos regularmente, como lo dicta el estándar 6 del AS – DOS (Nissan Motor CO. 2.36). Para esta bodega se sugiere que el responsable sea Roberto Toaquiza (Jefe de Repuestos) quien asumirá el mando de ésta.

6.5. PROPUESTA DE OPERACIÓN DE NSC PARA EL CONTROL DEL INVENTARIO DE SUCURSALES

Como se mencionó en la sección 5.2, sería conveniente aplicar un método para controlar el inventario de las Sucursales desde NSC para conseguir que éstas mantengan una mezcla adecuada. Este objetivo se puede lograr al aplicar el Modelo de sistema serial de dos escalones explicado en la sección 2.4.4. Este modelo se enfocará en la cadena de bodegas que maneja la empresa, actualmente. Con el fin de que, con el tiempo, se alcancen las metas establecidas por la empresa para las mezclas de inventario, los almacenes deberían funcionar de la siguiente manera:



Fuente: Elaboración propia

6.5.1.1. Obtención de la información

Como primer paso fue necesario determinar la tasa de demanda mensual para cada bodega (Guayaquil, Cuenca, Ambato, Manta, Azucenas y Concesionario Granados). Para ello, se empleó el reporte PLR del cual se promediaron las ventas mensuales para las diferentes ciudades, obteniendo un promedio global. Por el contrario, para la bodega

Concesionario Granados, el dato se obtuvo del reporte de Taller y Mostrador. En la Tabla 62 del Anexo 11 se muestran las tasas de demanda (en ítems) para cada bodega.

Se prosiguió a calcular los respectivos costos. Los costos de mantener inventario por unidad de tiempo se establecieron en la sección 4.5 y se los puede observar en el Anexo 11. En cuanto a los costos de preparación de órdenes, éstos se obtuvieron de la siguiente manera:

GUAYAQUIL	
Órdenes al mes:	154
Responsable de ordenar:	Confidencial
Horas trabajadas/mes:	176
Horas requeridas/orden:	0,5
Horas mensuales por todas las órdenes:	77
Porcentaje:	0,4375
Costo mensual de preparación de órdenes:	\$ 212,87

CUENCA	
Órdenes al mes:	88
Responsable de ordenar:	Confidencial
Horas trabajadas/mes:	176
Horas requeridas/orden:	0,5
Horas mensuales por todas las órdenes:	44
Porcentaje:	0,2500
Costo mensual de preparación de órdenes:	\$ 121,64

AMBATO	
Órdenes al mes:	66
Responsable de ordenar:	Confidencial
Horas trabajadas/mes:	176
Horas requeridas/orden:	0,5
Horas mensuales por todas las órdenes:	33
Porcentaje:	0,1875
Costo mensual de preparación de órdenes:	\$ 91,23

MANTA	
Órdenes al mes:	66
Responsable de ordenar:	Confidencial
Horas trabajadas/mes:	176
Horas requeridas/orden:	0,5
Horas mensuales por todas las órdenes:	33
Porcentaje:	0,1875
Costo mensual de preparación de órdenes:	\$ 91,23

AZUCENAS	
Órdenes al mes:	66
Responsable de ordenar:	Confidencial
Horas trabajadas/mes:	176
Horas requeridas/orden:	0,25
Horas mensuales por todas las órdenes:	16,5
Porcentaje:	0,0938
Costo mensual de preparación de órdenes:	\$ 45,62

CONCESIONARIO GRANADOS	
Órdenes al mes:	66
Responsable de ordenar:	Confidencial
Horas trabajadas/mes:	176
Horas requeridas/orden:	0,25
Horas mensuales por todas las órdenes:	16,5
Porcentaje:	0,0938
Costo mensual de preparación de órdenes:	\$ 45,62

Tabla 41. Datos para el cálculo del costo mensual de preparación de órdenes por sucursal

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 41 se detallan todos los valores que se recopilaron para el respectivo cálculo. El número de órdenes al mes se obtuvo del reporte de Transferencias entre sucursales. Se sacó un promedio de las órdenes que se realizan diariamente y a este promedio se multiplicó por 22 días que tiene el mes. Las horas trabajadas al mes se refieren al horario de trabajo del responsable, es decir, 8 horas diarias por 22 días. En cuanto a las horas requeridas

por orden, se preguntó a las personas encargadas de esta actividad el promedio de tiempo que invierten en realizar una orden.

Las horas mensuales por todas las órdenes se estableció al multiplicar la celda referente a las horas requeridas por orden por la celda de órdenes al mes. El porcentaje que se muestra en la penúltima celda se refiere a la proporción que destina el responsable en realizar las órdenes mensuales, es decir, es la relación del tiempo invertido sobre el tiempo total disponible. Por último, el costo mensual de preparación de órdenes se calculó mediante la multiplicación del porcentaje y el sueldo del responsable de ordenar. Para bodega NSC este costo se determinó al considerar como responsables de ordenar al Jefe de Pedidos y Analistas de Pedidos como se muestra a continuación:

BODEGA NSC	
Órdenes al mes:	10
Responsable de ordenar (Jefe de Pedidos):	Confidencial
Horas trabajadas/mes:	176
Horas requeridas/orden:	8
Horas mensuales por todas las órdenes:	80
Porcentaje:	0,455
Costo mensual de preparación de órdenes:	\$ 324,98
Órdenes al mes:	5
Responsable de ordenar (2 Analistas de Pedidos):	Confidencial
Horas trabajadas/mes:	176
Horas requeridas/orden:	35,2
Horas mensuales por todas las órdenes:	176
Porcentaje:	1
Costo mensual de preparación de órdenes:	\$ 794,40
TOTAL:	\$ 1.119,38

Tabla 42. Datos para cálculo de costo mensual de preparación de órdenes para NSC

Fuente: Elaboración propia

6.5.1.2. Realización de los cálculos

Una vez organizada la información pertinente, se calcularon las variables requeridas por el modelo para obtener la minimización del costo total. El costo de preparación de órdenes

para la bodega NSC (K_I) es \$1119.38, el cual se muestra en la Tabla 42. A continuación se expondrá un ejemplo de los cálculos realizados:

El costo unitario de mantener en escalón por unidad de tiempo de la instalación del segundo nivel, en este caso la bodega Guayaquil, es:

$$e_2 = h_2 - h_1 = \$1.64 - \$0.87 = \$0.76$$

donde $h_1 = \$0.87$ y $h_2 = \$1.64$ son los costos de mantener inventario en NSC y Guayaquil, respectivamente. Estos valores se muestran en la Tabla 62 del Anexo 11.

Para la determinación de n^* se utilizó la Ecuación 17:

$$n^* = \sqrt{\frac{K_1 e_2}{K_2 e_1}} = \sqrt{\frac{(\$1119.38) * (\$0.76)}{(\$212.87) * (\$0.81)}} = 2.14$$

Dado que $n^* = 2.14 > 1$, el procedimiento de redondeo de n^* explicado en la sección 2.4.4 establece que $[n^*]$ debe ser el entero más grande menor o igual que n^* . Para este caso, este valor será igual a 2. Entonces se tiene que:

$$\frac{2.14}{2} \leq \frac{2+1}{2.14} \rightarrow 1.07 < 1.40$$

Por lo tanto, $n = 2$.

De la Ecuación 14 Q_2^* es:

$$Q_2^* = \sqrt{\frac{2d \left(\frac{K_1}{n} + K_2 \right)}{n e_1 + e_2}} = \sqrt{\frac{2 * 1711 \left(\frac{\$1119.38}{2} + \$212.87 \right)}{(2 * \$0.87) + \$0.76}} = 1027 \text{ repuestos}$$

Entonces de la Ecuación 16:

$$Q_1^* = nQ_2^* = 2 * 1027 = 2053 \text{ repuestos}$$

Por último, el costo variable total C^* se calcula a partir de la Ecuación 15 y se tiene que:

$$C = \sqrt{2d \left(\frac{K_1}{n} + K_2 \right) (ne_1 + e_2)}$$

$$C^* = \sqrt{2 * 1711 * \left(\frac{\$1119.38}{2} + \$212.87 \right) ((2 * \$0.87) + \$0.76)} = \$2574.85$$

Se siguió el mismo procedimiento para las otras bodegas. Los valores para las variables $K_l = \$1119.38$, $h_l = \$0.87$, $e_l = 0.87$ se mantienen para todos los cálculos. En la Tabla 62 del Anexo 11 se muestran los resultados obtenidos. Como se puede observar, el costo más alto es aquel entre NSC y Guayaquil. Esto es comprensible pues esta segunda bodega es la más grande de toda la red dentro del segundo escalón.

CAPÍTULO 7

FASE 5: CONTROLAR

7.1. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE LA OPCIÓN 2 – SECCIÓN 2.1

El plan que se propone tiene como objetivo detallar las actividades relacionadas a la implementación de la opción 2 – sección 2.1 al ser parte de la alternativa elegida. No se detallan actividades para la opción 2 – sección 2.2 puesto que la implementación de ésta es un proyecto que rebasa el alcance del presente estudio. Este plan serviría únicamente para monitorear el avance de la primera parte de la opción 2 al asignar tiempos estimados para la duración de cada actividad. Los responsables principales son el Gerente Nacional de Repuestos y el Jefe Nacional de Bodegas, quien debería ser el líder del proyecto. Las actividades que se llevarían a cabo son:

- Informar a la gente involucrada en el proyecto sobre los cambios a realizarse.
- Realizar conteo del inventario de la zona 100 actual
- Determinar espacio provisional para ubicar este inventario.
- Desalojar zona 100.
- Seleccionar las perchas que se utilizarán en la Bodega Concesionario Granados.
- Contratar personal para elaboración de equipo de almacenamiento y manejo de materiales.
- Construir puertas y ventanilla de Taller.
- Contratar personal para elaboración de puertas.
- Adquirir equipo para seguridad laboral y mantenimiento de perchas.
- Colocar señalización según los 5 principios “S” y normas de seguridad.
- Realizar actividades de limpieza y adecuación de perchas.
- Seleccionar inventario que debe quedarse en la bodega.
- Seleccionar personal que se quedaría operando en la bodega.
- Capacitar a este personal sobre los temas relacionados a la operación de esta nueva instalación.

En la Imagen 10 y en la Imagen 11 del Anexo 12 se muestra el detalle de cada actividad a seguir, la calendarización y su duración estimada. Se espera que el proyecto termine en un

plazo no superior a un mes debido a que no se pueden suspender las operaciones de la bodega por un periodo de tiempo largo pues esto afectaría a los clientes internos y externos.

7.2. BASES PARA CONTROLAR EL MOVIMIENTO DE LOS REPUESTOS

El alcance del presente proyecto sólo llega hasta la fase mejorar pues es un proyecto que no se lo ha implementado todavía. Sin embargo, en esta etapa se harán algunas recomendaciones para que en caso de que se lo lleve a cabo, el personal de la bodega y personal administrativo tengan una base para controlar algunas de las mejoras propuestas.

En primer lugar, es importante mencionar que las puertas de mostrador y de taller en la Bodega Concesionario Granados se ubicaron al mismo nivel con el fin de que el bodeguero y el vendedor tengan mayor control sobre lo que entra y sale de la bodega, pues ambos tendrán visibilidad sobre el corredor que conecta las puertas.

A continuación se exponen dos aspectos que ayudarán al control sobre los repuestos:

- Estándar *“un repuesto, una ubicación”*: es importante que este estándar se mantenga en el tiempo, pues éste permite que se conozca con exactitud la ubicación asignada a cada referencia. Esta norma se respalda en la aplicación de los 5 principios “S” ya que éste propone una mejor organización del almacenamiento de los repuestos lo que, a su vez, facilita la recuperación de los mismos pues siempre se sabrá dónde encontrarlos.
- Sistema Kanban para el control de la rotación de repuestos: en la Imagen 12 del Anexo 13 se muestra un ejemplo del funcionamiento de este sistema. El principio de este sistema es el registro de cada ítem que se retira de su ubicación mediante el uso de dos tarjetas, una blanca y una roja. La tarjeta blanca constará de casilleros en los que el bodeguero deberá marcar cada vez que tome un repuesto; mientras que la roja, deberá colocarse frente a la blanca una vez que el inventario correspondiente a cada ubicación llegue a su nivel de seguridad. Cuando se reabastezca la bodega, se deberá reemplazar la tarjeta blanca usada con una nueva. Este sistema ayudará al cumplimiento del estándar de la empresa el cual establece que se debe comprar un ítem inmediatamente

luego de que éste ha sido vendido (“vende uno, compra uno”) (Nissan Motor CO. 7.10).

CAPÍTULO 8

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. CONCLUSIONES

- Durante el levantamiento de procesos y las visitas a la bodega, fue evidente que el almacén tenía problemas en su administración operativa pues se observó que las operaciones de carga y descarga se cruzaban con operaciones de surtido a Mostrador y consolidación de pedidos entre Sucursales. A simple vista se pudo constatar la falta de mano de obra para llevar a cabo estas operaciones simultáneamente como lo requiere un centro de distribución.
- Al conocer más a profundidad sobre las operaciones de la bodega fue posible identificar problemas adicionales al de la falta de mano obra. Entre ellos se puede mencionar a la mala utilización del espacio de almacenamiento y la falta de equipo adecuado para el manejo de materiales y protección individual.
- Si bien la metodología aplicada por la empresa para clasificar el inventario de acuerdo a su movimiento (rotación) elimina la variabilidad de las ventas al calificarlas con un valor de 1 si se dieron ó 0 si no, ésta no puede considerarse muy precisa pues excluye a la cantidad de ítems vendidos. Por ejemplo, si se vende una unidad de cierta referencia en un determinado mes, entrará en la clasificación de repuestos de movimiento lento y si en el mismo mes se venden 10 unidades de otra referencia, ambas se clasificarán en la misma categoría. Esto podría provocar inconvenientes al determinar la mezcla de inventario que mantienen las bodegas debido a que la asignación de repuestos a cada categoría podría no reflejar la realidad.
- La baja utilización del espacio no es un indicador de que la rotación de los repuestos sea alta. Por el contrario, podría ser una señal de la falta de disponibilidad de los mismos. Asimismo, el tener acumulación de inventario refleja que la mezcla de inventario no es óptima.
- La optimización del espacio de almacenamiento permite mejorar el procesamiento, manejo y seguimiento de órdenes así como el registro del movimiento de los repuestos. A través de la aplicación del modelo de asignación de repuestos a las ubicaciones de la Bodega Concesionario Granados se puede lograr tal optimización pues éste considera

la entrada y salida de los ítems por cada puerta y, consecuentemente, los coloca en lugares cercanos o lejanos a éstas dependiendo de su rotación.

- Los costos de mantener inventario calculados para cada Sucursal y para las alternativas propuestas corroboran que es conveniente mantener un modelo de sistema serial de dos escalones pues el costo para la bodega NSC es menor en comparación con el de las bodegas del país. Incluso, comparándolo con el costo de la Bodega Granados actual, el primero resulta ser menor en \$0.10. Esto sucede pues el costo del m² del sector donde opera actualmente esta última instalación tiene un valor que resulta muy alto teniendo la opción de tener una nueva y mejor bodega a un costo por m² considerablemente menor.
- En caso de que no se opte por implementar la alternativa más conveniente, sino únicamente mejorar las operaciones de la instalación actual, el costo de mantener de inventario incrementaría en \$0.01 por unidad cada mes partiendo de que el costo actual es de \$0.97. En realidad estos valores son mayores al no considerar el factor de seguridad, pero por confidencialidad no se los puede presentar.
- Los modelos matemáticos aplicados en el presente estudio tuvieron que ser adaptados a la realidad de la empresa. Por ejemplo, el resultado obtenido del dimensionamiento de la Bodega Concesionario Granados fue un área menor a la asignada como se explicó en la sección 6.2.2.1.1.
- El estándar que exige el emperchado de repuestos en 24 horas ya no será mandatorio para NSC pues dicho estándar se aplica únicamente a bodegas concesionario, siempre y cuando se adopte la opción 2 la cual implica la separación de ambas bodegas.
- El tema relacionado a la seguridad laboral no tiene la importancia que debería en la operación actual de la Bodega Granados. No solamente hay la ausencia de equipo, sino la de un área responsable del cumplimiento de las normas pertinentes. Esto explica la falta de atención al cuidado de la integridad física de los operarios de la bodega.

8.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la empresa actualizar y estandarizar la base de datos de referencias y descripciones de los repuestos pues se observó que en ésta constan descripciones con

más de una referencia lo que afecta al reabastecimiento de repuestos y al control del inventario.

- Si se opta por separar la bodega NSC de la de concesionario, se recomienda realizar el respectivo análisis para determinar la ubicación óptima de NSC de manera que se logre minimizar los costos y la distancia entre dicha instalación y las bodegas a surtir.
- En caso de que la empresa decida implementar el modelo de asignación de repuestos a ubicaciones, es necesario que adquiriera la Plataforma de Solver Premium que se instala en Microsoft Excel. Esta herramienta es indispensable para la resolución de problemas de programación lineal con más de 100 variables.
- Se recomienda utilizar la información generada en el modelo de sistema serial de dos escalones únicamente como entrada para un análisis más detallado acerca de la cantidad a enviar a cada Sucursal pues éste no considera faltantes ni los tiempos de ventaja. Si se decidiera implementar la alternativa propuesta, se deberían actualizar los costos que se ingresan para realizar los respectivos cálculos.
- Se recomienda la implementación de la opción 2 pues ésta representa una buena oportunidad para integrar los 5 principios “S” a la correcta y ordenada operación de las instalaciones que dicha opción incluye.
- A pesar de la sencillez del sistema *Kanban* propuesto para controlar el inventario, su aplicación sería una iniciativa para apoyar a la continua revisión y mejora de la mezcla que se almacene en la Bodega Concesionario Granados.
- Si la empresa decide implementar la opción 2, se recomienda la asignación de responsables para el control de la nueva operación de las instalaciones a fin de que éstas se mantengan funcionando de la manera más óptima en el futuro.

CAPÍTULO 9

BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE REFERENCIA

Action Group. Diagrama de Causa y Efecto (Espina de Pescado). 8 de Mayo de 2011
<<http://www.actiongroup.com.ar/download/ishikawa.pdf>>.

Ballou, Ronald. Logística: Administración de la cadena de suministro. Quinta Edición. México D. F.: Pearson Prentice Hall, 2004.

Becerra Jiménez, Jorge. «Programa de profesionalización jefes de almacén.» Fase 1: Gestión de Repuestos . Renault Academy, 2010. 50.

Blank, Leeland y Anthony Tarquin. Ingeniería Económica. México D.F.: McGraw Hill, 2006.

BOM Consulting Group. «5S: La disciplina organizacional.» 21 de Marzo de 2010
<<http://www.slideshare.net/bomconsulting/5s-seiri-seiton-seiso-seiketsu-shitsuke-lean-manufacturing>>.

Chopra, Sunil y Peter Meindl. Administración de la cadena de suministro: Estrategia, planeación y operación. México D.F.: Pearson Educación, 2008.

Duerto - Equipos de protección individual (EPI). 2007. 8 de Mayo de 2011
<<http://www.duerto.com/normativa/cascos.php>>.

DuPont - The miracles of science. 2010. 10 de Mayo de 2011
<http://www2.dupont.com/Sontara_LA/es_MX/uses_apps/Industry/limpieza/index.html>.

Easy - Hogar y construcción. 2009. 10 de Mayo de 2011
<http://www.easy.cl/easy/ProductDisplay?mundo=1&id_prod=52201&id_cat=0&tpCa=4&caN0=4176&caN1=4231&caN2=2826&caN3=0>.

El Flujograma. 3 de Febrero de 2011
<http://www.infomipyme.com/Docs/GENERAL/Offline/GDE_04.htm>.

Elsayed, Elsayed A. y Thomas Boucher. Analysis and control of production systems. New Jersey: Prentice Hall, 1994.

Equipos para manejo de materiales. 10 de Mayo de 2011
<<http://www.equposmateriales.com/web/carros.html>>.

Flor, Carlos. Funcionamiento y aplicación del PLR Gabriela Narváez y Diana Yerovi. Marzo de 2011.

Flor, Carlos y Andrés González. Mezcla de inventario de Sucursales Gabriela Narváez y Diana Yerovi. 2011.

Garavito, Julio. «Protocolo para valoración del desempeño.» 2009. 9 de Mayo de 2011
<<http://issuu.com/luisferpinilla/docs/protocolo-valoracion-del-desempeno>>.

García Muñoz, Tomás. Población y muestra. 2005.

García, Javier, David de la Fuente y Alberto Gómez. «Una revisión de la clasificación ABC clásica: Introducción de información adicional relevante.» 14 de 12 de 2010
<<http://gio.uniovi.es/documentos/nacionales/ArtNac63.pdf>>.

Ghiani, Gianpaolo, Gilbert Laporte y Roberto Musmanno. Introduction to Logistics Systems: planning and control. Inglaterra: John Wiley & Sons Ltd., 2004.

Guerola, Sonia y Nuria Sendra. «Parte I. La colaboración en la cadena de suministro mejora el servicio y disminuye los costes.» Septiembre de 2008. Glogalog - Logística para la competitividad. 26 de Marzo de 2011 <<http://www.pse-globalog.org/la-colaboracion-en-la-cadena-de-suministro-mejora-el-servicio-y-disminuye-los-costes/>>.

GuiaMuebles. 2010. 9 de Mayo de 2011 <<http://www.guiamuebles.com/product/estanteria-para-cargas-largascantilever-cantilever-cargas-ligeras.html>>.

Hillier, Friederick y Gerald Lieberman. Introducción a la investigación de operaciones. México D.F.: McGraw Hill, 2007.

Hopp, Wallace J. y Mark L. Spearman. Factory Physics. Nueva York: McGraw Hill, 2001.

KDS - Seguridad total: Calzado de seguridad. 2011. Abril de 2011
<<http://www.seguridadindustrial.cl/kupfer/ficha.asp?id=30&nivel3=10&nivel4=14&nivel5=2&codf=j3001385.jpg>>.

Kempfer, Lisa M. Warehouse Basics: Picking fundamentals. 1 de Julio de 2006. 5 de Febrero de 2011
<http://mhlnews.com/facilities-management/mhm_imp_4948/index.html>.

La Hora - Revista Judicial. Marzo de 2011. Abril de 2011
<http://www.derechoecuador.com/index.php?Itemid=457&id=4424&option=com_content&task=view>.

Lledó, Pablo. Comparación entre distintos Criterios de decisión (VAN, TIR, PRI).
<<http://www.masconsulting.com.ar/Documentos/a%20articulos%20pdf/03-03-07%20Criterios%20decision%20-%20Lledo.PDF>>.

MCEH Seguridad. 2005. Abril de 2011
<<http://www.mseguridad.com/Principal.jsp?destino=VerArticulo.jsp&articulo=85001>>.

Mecalux - Logismarket. 2000 - 2011. 10 de Mayo de 2011
<<http://www.logismarket.es/comansa/contenedor-plastico/1001640450-1124808-p.html>>.

«Metodología DMAIC.» 12 de Diciembre de 2010

<<http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/20189/Capitulo2.pdf>>.

Montgomery, Douglas C. y George C. Runger. Probabilidad y Estadística aplicadas a la Ingeniería. Segunda Edición. México D.F.: Limusa Wiley, 2007.

Montra - Montacargas Raymond. 2006-2012. Abril de 2011

<http://www.montra.com.mx/html_new/products/catalogs/documents/Raymond/Raymond%20Reac hFork.pdf>.

Murray, Martin. Order picking in the warehouse. 5 de Febrero de 2011

<http://logistics.about.com/od/operationalsupplychain/a/order_pick.htm>.

Naisa - Protección laboral. 2000. 10 de Mayo de 2011 <<http://www.naisa.es/shop/es/cascos/438-casco-de-seguridad-a-29-80570.html>>.

National Ladder & Scaffold Co. 2010. Abril de 2011

<http://nationalladder.com/index.php?main_page=index&cPath=1_106_112>.

Niebel, Benjamin W. «Estudios de tiempo.» Salvendy, Gavriel. Manual de Ingeniería Industrial. Vol. I. México D.F.: Limusa, 2007. 587.

—. Ingeniería Industrial: Métodos, tiempos y movimientos. Tercera Edición. México D. F.: Alfaomega, 1990.

Niebel, Benjamin W. y Andris Freivalds. Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. 11ª Edición. México D. F.: Alfaomega, 2004.

Nissan Ecuador - Posventa. 5 de Febrero de 2011

<<http://www.nissan.com.ec/sp/web/nscuploader/posventa.html>>.

Nissan Motor CO., Ltd. Estándares de Operación de Postventa del Concesionario (AS-DOS). México. 2006.

Pérez Ramírez, Víctor Armando. «Propuesta de un programa de Seguridad Industrial en bodegas para el almacenamiento de granos y abarrotos del Programa Mundial de Alimentos.» Junio de 2007.

<http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_8237.pdf>.

Pontifes, Arturo. La evaluación del desempeño y sus distintos enfoques en la gestión de los recursos humanos en las organizaciones. 17 de Mayo de 2002. 9 de Mayo de 2011

<<http://www.inafed.gob.mx/work/sites/ELOCAL/resources/LocalContent/2193/2/diferentesArturoPontifes.htm>>.

«Protección colectiva e individual .» Módulo 2. Técnicas de prevención de riesgos laborales: Seguridad .

Rodríguez Osuna, Jacinto, María Luisa Ferreras y Adoración Núñez. Inferencia estadística, niveles de precisión y diseño muestral. 9 de Mayo de 2011 <<http://dialnet.unirioja.es>>.

Rosas, Quijada. Diccionario de la Biodiversidad. 1992. 8 de Mayo de 2011 <http://attila.inbio.ac.cr:7777/pls/portal30/INBIO_BIODICTIONARY.DYN_WORD_DETAIL.show?p_arg_names=_show_header&p_arg_values=YES&p_arg_names=pTermino&p_arg_values=Nivel%20De%20Significancia>.

Rovira, César. Diagrama de Pareto. 6 de Mayo de 2011 <http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/diagramadepareto/>.

Sellie, Clifford N. «Estudio de tiempos con cronómetro.» K.Hodson, William. Maynard Manual del Ingeniero Industrial. Cuarta Edición. Vol. I. México D.F.: McGraw-Hill, 1996. 4.13-4.37.

Sims, E. Ralph Jr. «Manejo de materiales.» Hodson, William K. Maynard Manual del Ingeniero Industrial. Cuarta edición. Vol. IV. México D.F.: McGraw-Hill, 1996. 13.77.

Sims, E. Ralph Jr. «Sistemas de manejo de materiales.» Salvendy, Gavriel. Manual de Ingeniería Industrial. Vol. II. México D.F.: Limusa, 2007. 383.

SoloStocks - The marketplace. 2010. 10 de Mayo de 2011 <<http://www.solostocks.com/venta-productos/electronica/electrodomesticos/pequeno-electrodomestico/aspirador-manual-sin-cable-6148763>>.

SolutionLift. 10 de Mayo de 2011 <http://www.solutionlift.net/patines_3.html>.

Stevenson, William J. Operations Management. McGraw Hill, 2007.

Tablas estadísticas: números aleatorios. 8 de Mayo de 2011 <<http://www.wiphala.net/research/manual/statistic/index.html>>.

Tompkins, James A. et al. Planeación de Instalaciones. Tercera Edición. México D.F.: Thomson, 2006.

Toyota, Servicios al cliente. «Siete técnicas de almacenamiento.» Mayo de 2006.

Universidad de Navarra. «Módulo 2. Técnicas de prevención de riesgos laborales: Seguridad.» Normas y Señalización.

Universidad de Santiago de Chile - Departamento de Ingeniería Industrial. Kanban. 8 de Mayo de 2011 <<http://www.asimet.cl/pdf/kanban.pdf>>.

Yépez, Víctor y Eugenio Pellicer. «Aplicación de la Metodología Seis Sigma en la mejora de resultados de los proyectos de construcción.» 12 de Diciembre de 2010 <<http://www.estyma.com.co/LinkClick.aspx?fileticket=BPLEYwVap60%3D&tabid=39>>.

Zapata, Danny. Método de clasificación de inventario Gabriela Narváz y Diana Yerovi. 3 de Marzo de 2011.

ANEXOS

Anexo 1. Plano de la Bodega Granados actual

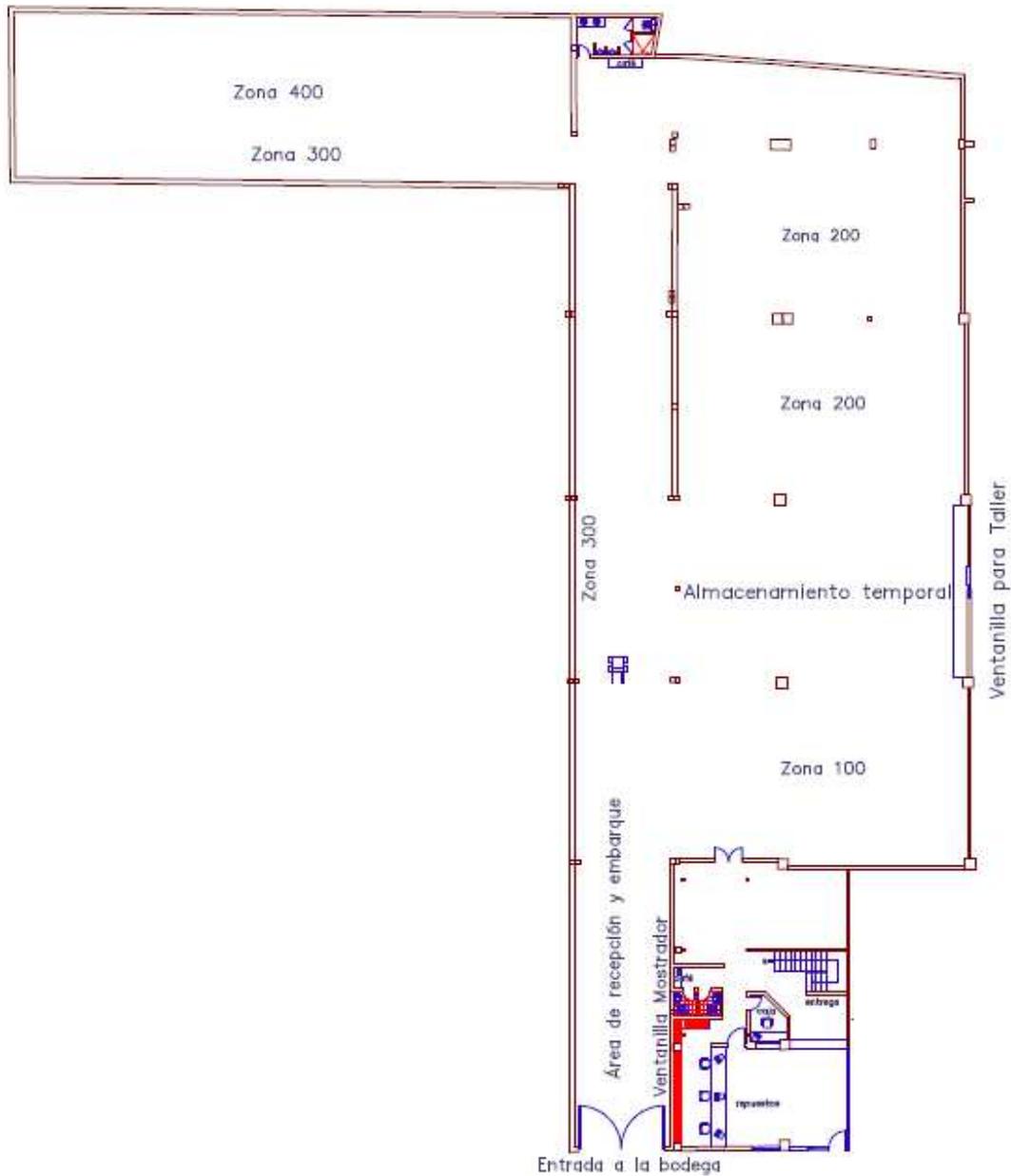


Figura 15. Identificación de áreas de la Bodega Granados actual

Fuente: Automotores y Anexos S.A. - Adecuación propia.

Anexo 2. Diagramas de flujo de las operaciones actuales

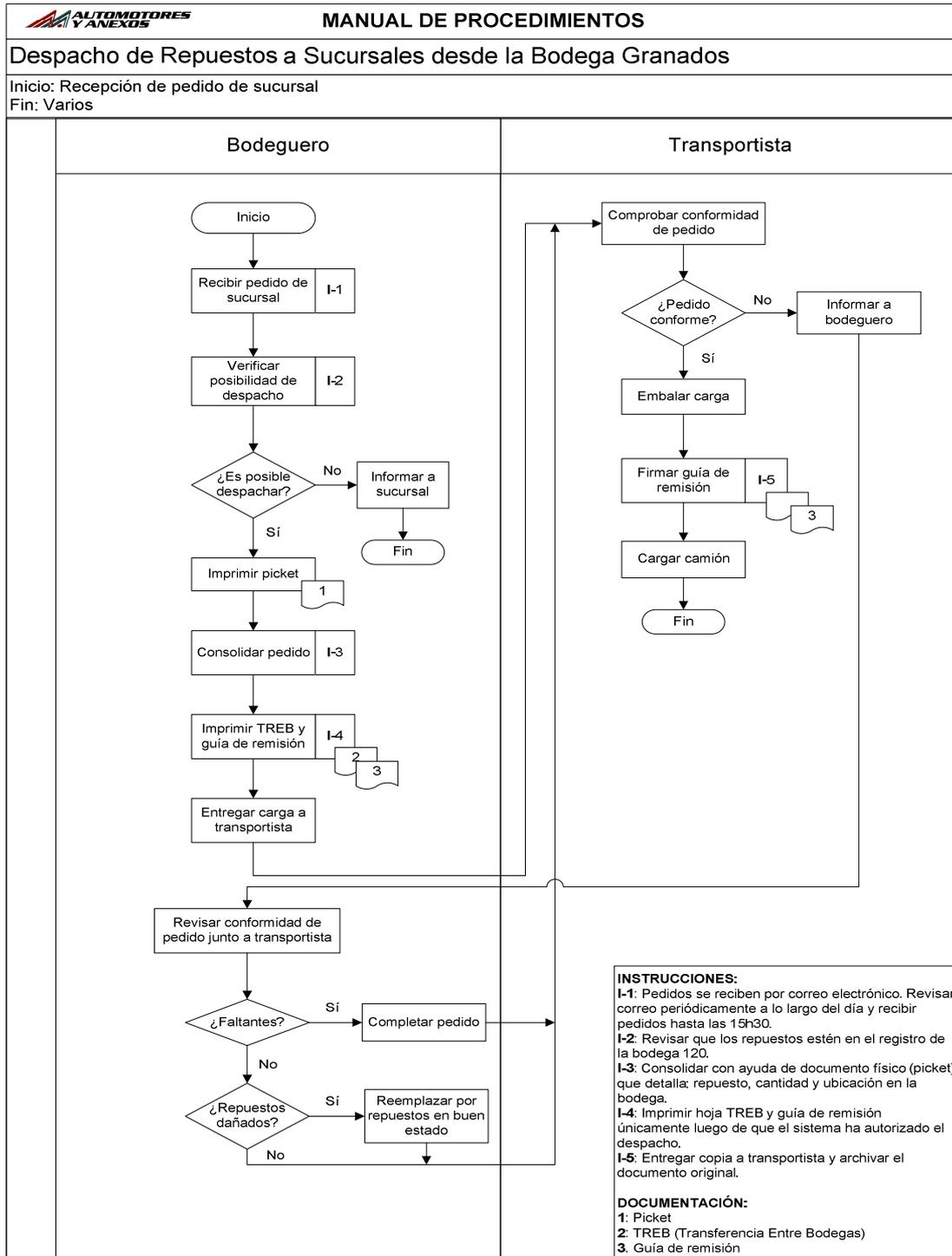


Figura 16. Diagrama de flujo del Proceso de despacho de repuestos a Sucursales

Fuente: Elaboración propia.

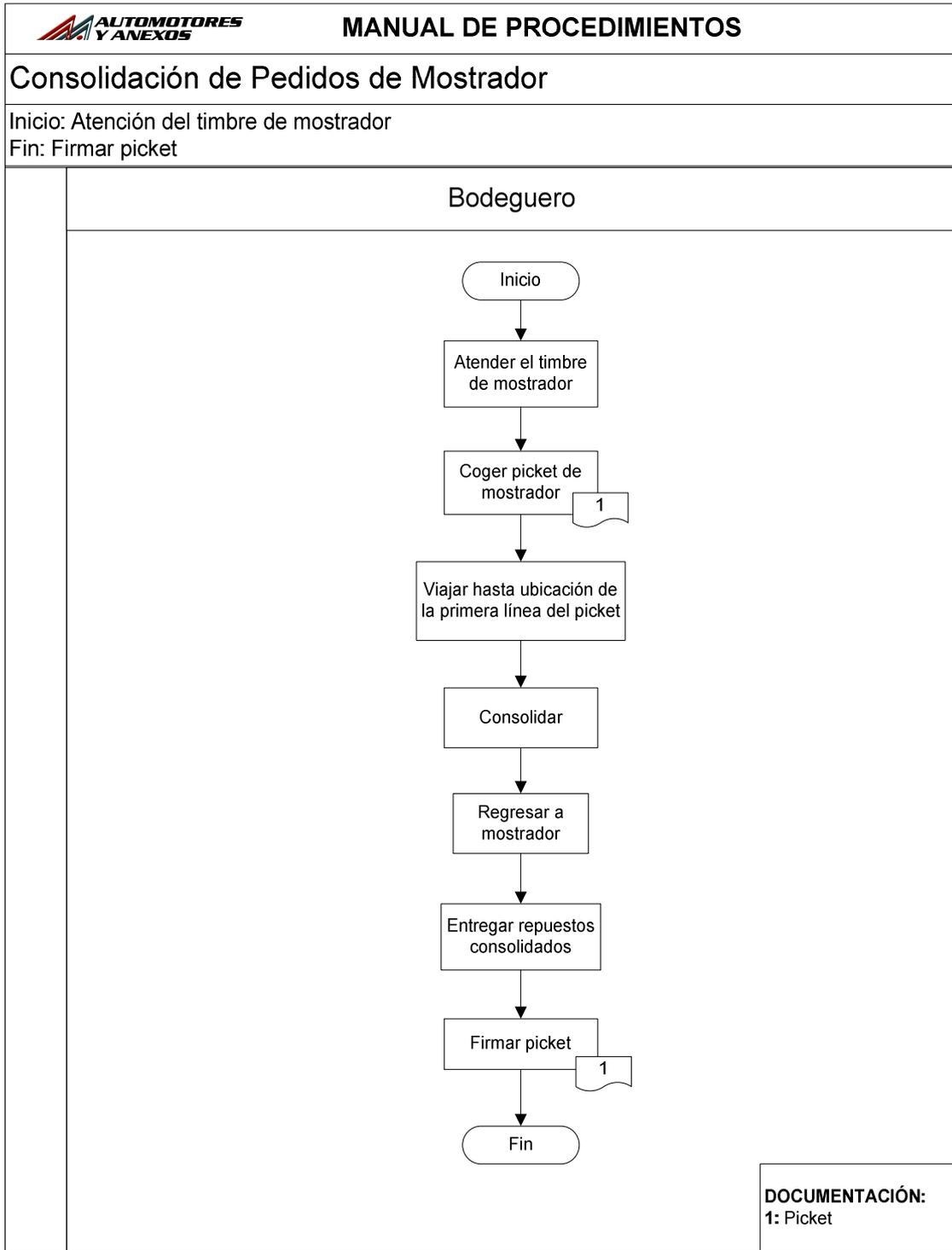


Figura 17. Diagrama de flujo del Proceso de consolidación de pedidos de Mostrador

Fuente: Elaboración propia.

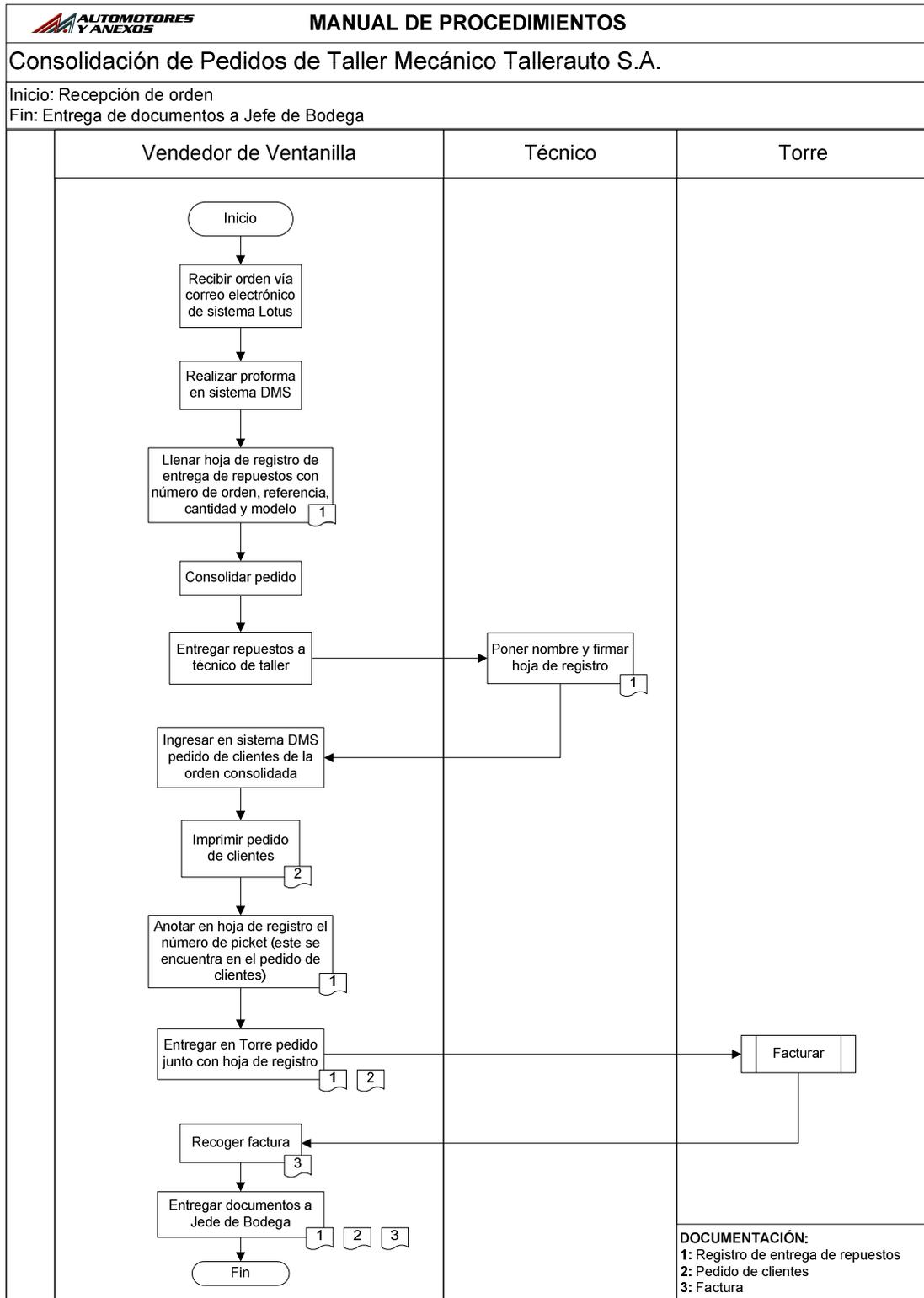


Figura 18. Diagrama de flujo del Proceso de consolidación de pedidos de Taller Mecánico

Fuente: Elaboración propia.

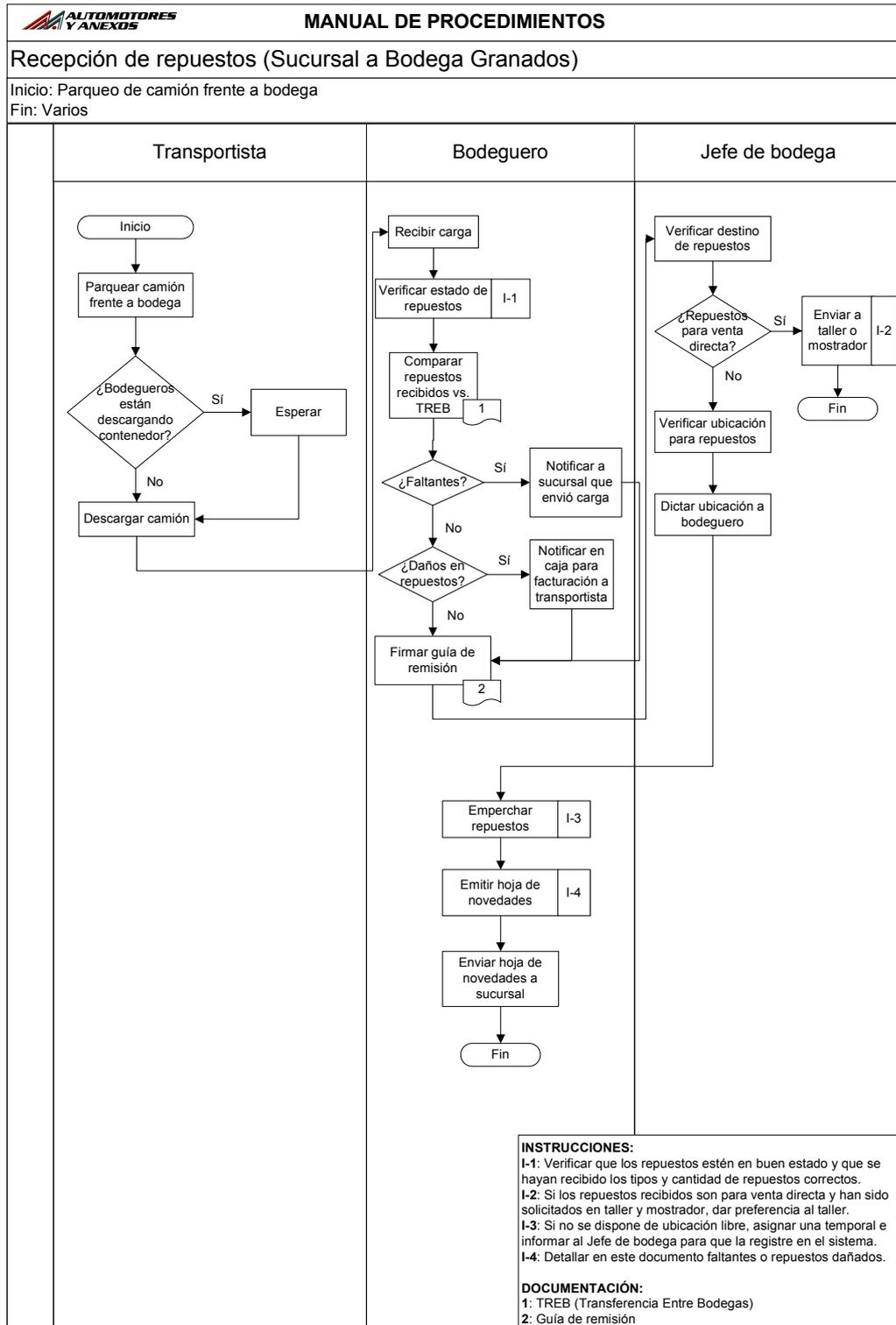
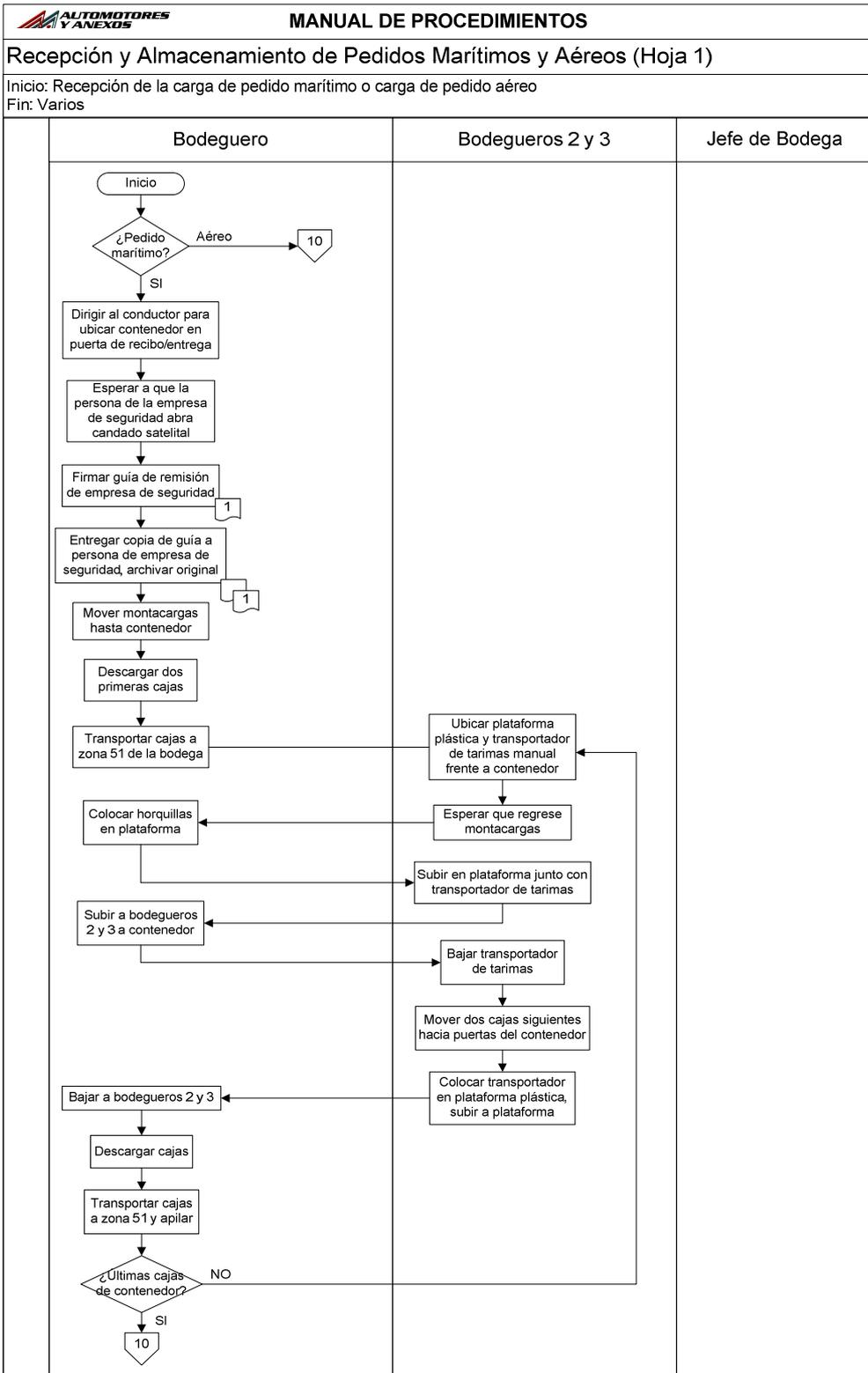


Figura 20. Diagrama de flujo del Proceso de Recepción de repuestos (Sucursal a Bodega Granados)

Fuente: Elaboración propia.



Continúa en la siguiente página

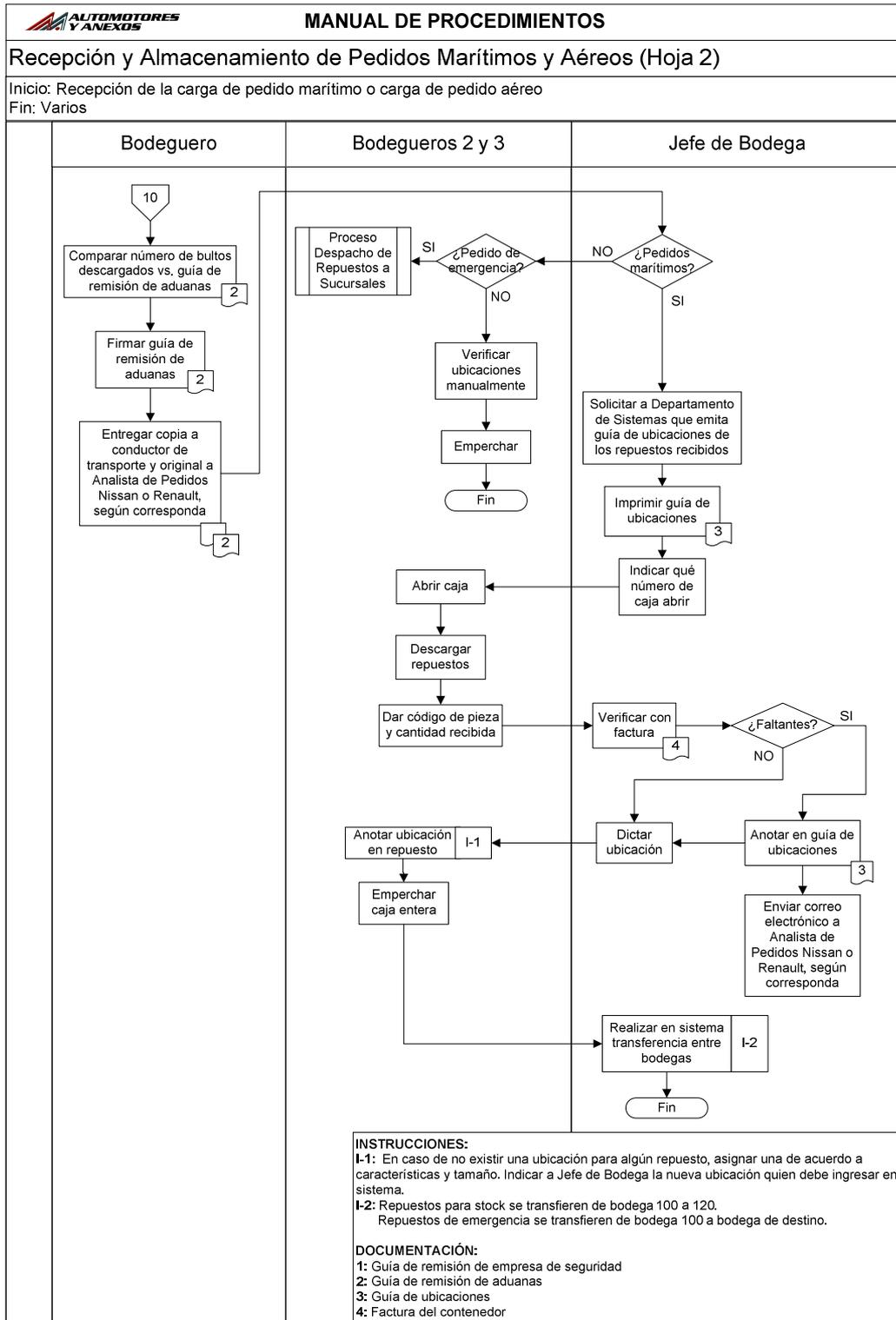


Figura 21. Diagrama de flujo del Proceso de Recepción y almacenamiento de pedidos marítimos y aéreos

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Tiempos medidos

MOSTRADOR			REGISTRO DE TIEMPOS		
Nº	Nº picket	Líneas recolectadas	Atención al timbre	Consolidar	Regresar
1	80128	1	0"	1'13"	52"
2	81388	1	1'	14"	58"
3	82827	1	28"	40"	29"
4	82991	2	5"	1'	4"
5	82993	1	17"	2"	1'06"
6	82997	2	8"	17"	2'08"
7	83001	1	1'12"	34"	25"
8	83005	1	2'38"	35"	34"
9	83006	2	31"	45"	43"
10	83007	2	47"	28"	38"
11	83012	1	6"	15"	60"
12	83015	2	18"	33"	30"
13	83018	1	27"	17"	1'06"
14	83019	3	1'27"	44"	1'15"
15	83020	1	28"	43"	45"
16	83033	1	57"	24"	22"
17	83036	1	2'08"	24"	22"
18	83041	2	0"	41"	29"
19	83043	2	16"	1'03"	36"
20	83050	1	5"	4"	1'15"
21	83051	1	37"	1"	1'32"
22	83052	1	0"	35"	23"
23	83066	2	31"	51"	1'2"
24	83067	2	33"	1'03"	1'19"
25	83068	2	1'27"	32"	48"
26	83074	2	13'43"	20"	26"
27	83079	1	1'08"	1'05"	54"
28	83085	24	1'02"	2'41"	41"
29	83166	1	3'26"	8"	36"
30	83167	1	2'12"	1"	31"
31	83170	1	2'12"	35"	54"
32	83174	2	12"	4'02"	1'03"
33	83176	2	20"	1'25"	1'27"
34	83189	3	4"	2'26"	1'10"
35	83190	1	21"	26"	25"
36	83193	2	32"	26"	1'15"
37	83196	1	27"	23"	24"
38	83197	1	40"	2"	1'33"
39	83201	1	29"	50"	48"
40	83202	2	2"	41"	33"
41	83203	4	18"	5'2"	1'06"
42	83209	1	35"	29"	25"
43	83210	1	0"	51"	51"
44	83212	2	0"	44"	42"
45	83213	6	0"	5'06"	17"
46	83231	3	46"	57"	41"
47	83236	1	51"	17"	1'20"

Continúa en la siguiente página

MOSTRADOR			REGISTRO DE TIEMPOS		
Nº	Nº picket	Líneas recolectadas	Atención al timbre	Consolidar	Regresar
48	83246	1	0"	28"	33"
49	83247	2	27"	1'16"	1'33"
50	83250	1	47"	32"	30"
51	83252	2	0"	26"	34"
52	83254	2	4"	1'19"	43"
53	83255	2	57"	1'09"	48"
54	83256	3	1'12"	1'13"	21"
55	83257	1	0"	29"	1'15"
56	83258	1	30"	4"	36"
57	83259	2	6"	31"	34"
58	83297	4	22"	1'09"	40"
59	83298	1	29"	2"	1'16"
60	83300	4	21"	2'35"	27"
61	83301	2	27"	57"	32"
62	83302	1	32"	3"	1'23"
63	83304	1	4"	3"	58"
64	83326	2	27"	16"	1'15"
65	83327	16	15"	12'21"	21"
66	83332	1	16"	4"	45"
67	83334	1	10"	2"	20"
68	83335	1	14"	4"	1'17"
69	83336	1	3'49"	5"	1'18"
70	83337	1	33"	2"	27"
71	83338	3	27"	1'05"	31"
72	83340	2	0"	34"	6"
73	83356	1	2'13"	44"	1'
74	83358	1	17"	52"	37"
75	83384	1	5'08"	43"	11"
76	83391	1	0"	2"	1'09"
77	83398	1	20"	3"	1'13"
78	83400	1	16"	12"	1'23"
79	83402	1	33"	1'16"	9"
80	83403	6	1'27"	3'	1'06"
81	83405	1	5'08"	24"	17"
82	83406		0"	12"	3"
83	83407	1	4"	4"	1'03"
84	83415	1	28"	34"	2'08"
85	83416	1	12"	14"	1'21"
86	83418	2	2'08"	52"	44"
87	83419	4	1'08"	2'41"	29"
88	82996/82995	1/2	40"	52"	28"
89	83021/83022	1/2	1'19"	29"	38"
90	83027/83025	1/4	5'40"	38"	44"
91	83051/83042	1/3	0"	50"	32"
92	83256/83258	1/3	5'22"	40"	43"
93	83311/83314	7/4	30"	5'20"	1'11"
94	83353/83355	1/2	40"	16"	1'21"
PROMEDIO:			1'53"	1'58"	1'03"

Tabla 43. Registro de tiempos de Surtido a Mostrador

Fuente: Elaboración propia

Nota: Las filas resaltadas en gris son aquellos pickets en los que el bodeguero ya se encontraba en la ventanilla del Mostrador, por esta razón el tiempo para atención al timbre es 0.

Nº observación	TALLER Marca	REGISTRO DE TIEMPOS		
		Ir hacia ubicación	Consolidar	Regresar
1	Nissan	16"	1'34"	31"
2	Nissan	13"	2"	21"
3	Nissan	35"	10"	1'12"
4	Nissan	10"	1"	19"
5	Nissan	12"	1"	20"
6	Nissan	11"	9"	8"
7	Nissan	4"	3"	8"
8	Nissan	19"	25"	11"
9	Nissan	35"	1'09"	31"
10	Nissan	7"	1"	11"
11	Nissan	19"	19"	17"
12	Nissan	13"	1'34"	55"
13	Nissan	10"	10"	10"
14	Nissan	11"	1'01"	16"
15	Nissan	10"	3"	14"
16	Nissan	8"	7"	7"
17	Nissan	20"	1'21"	24"
18	Nissan	15"	38"	53"
19	Nissan	13"	19"	13"
20	Nissan	10"	3"	7"
21	Nissan	41"	1'19"	1'01"
22	Nissan	21"	4"	12"
23	Nissan	8"	45"	54"
24	Nissan	10"	1'36"	8"
25	Nissan	8"	4"	11"
26	Nissan	30"	40"	11"
27	Nissan	18"	5"	19"
28	Nissan	20"	23"	14"
29	Nissan	15"	45"	7"
30	Nissan	12"	2'18"	6"
31	Nissan	9"	12"	12"
32	Nissan	19"	2"	25"
33	Nissan	10"	9"	12"
34	Nissan	16"	30"	5"
35	Nissan	10"	50"	6"
36	Nissan	30"	40"	11"
37	Nissan	18"	5"	19"
38	Nissan	20"	23"	14"
39	Nissan	15"	45"	7"
40	Nissan	12"	2'18"	6"
41	Nissan	9"	12"	12"
42	Nissan	19"	2"	25"
43	Nissan	10"	9"	12"
44	Nissan	16"	30"	5"
45	Nissan	10"	50"	6"

Nº observación	TALLER Marca	REGISTRO DE TIEMPOS		
		Ir hacia ubicación	Consolidar	Regresar
46	Renault	20"	21"	12"
47	Renault	20"	1"	23"
48	Renault	13"	18"	4"
49	Renault	14"	20"	17"
50	Renault	18"	9"	20"
51	Renault	14"	4"	20"
52	Renault	21"	32"	24"
53	Renault	11"	4"	17"
54	Renault	13"	6"	16"
55	Renault	11"	5'04"	20"
56	Renault	31"	12"	43"
57	Renault	14"	2"	6"
58	Renault	9"	36"	9"
59	Renault	4"	10"	6"
60	Renault	20"	48"	11"
61	Renault	48"	2'15"	17"
62	Renault	13"	1'37"	6"
63	Renault	18"	2'17"	57"
64	Renault	35"	50"	18"
65	Renault	14"	4"	20"
66	Renault	21"	32"	24"
67	Renault	11"	4"	17"
68	Renault	13"	6"	16"
69	Renault	11"	5'04"	20"
70	Renault	31"	12"	43"
71	Renault	14"	2"	6"
72	Renault	9"	36"	9"
73	Renault	4"	10"	6"
74	Renault	20"	48"	11"
75	Renault	48"	2'15"	17"
76	Renault	13"	1'37"	6"
77	Renault	18"	2'17"	57"
78	Renault	35"	50"	18"
PROMEDIO:		17"	1'04"	20"

Tabla 44. Registro de tiempos de Surtido a Taller

Fuente: Elaboración propia

Continúa en la siguiente página

Nº observación	REGISTRO DE TIEMPOS					
	CONTENEDOR Nº caja	Descargar	Transportar	Emperchar		
1	43114	1'15"	1'49"	13"		
2	43115	57"	1'30"	1'		
3	43116	22"	1'39"	1'07"		
4	50236	1'50"	3'	2'45"		
5	50239	8'14"	51"	2'25"		
6			21"	5"		
7			49"	23"		
8			18"	24"		
9			19"	5"		
10			19"	11"		
11			11"	14"		
12			10"	14"		
13			14"	25"		
14			26"	20"		
15			17"	3"		
16			28"	2"		
17			43"	2'		
18			9"	1'10"		
19			50240	4'03"	1'04"	23"
20					1'07"	8"
21					3'	2'27"
22					54"	16"
23	39"	1'08"				
24	19"	38"				
25	23"	24"				
26	50241	4'36"	18"	10"		
27			20"	6"		
28			13"	5"		
29			10"	9"		
30			35"	2'19"		
31			29"	1'55"		
32			35"	14"		
33			47"	11"		
34			12"	12"		
35			14"	15"		
36			7"	5"		
37			14"	10"		
38			13"	21"		
39			17"	37"		
40			15"	10"		
41			11"	30"		
42			33"	2"		
43			17"	1"		
44			13"	2"		
45			18"	15"		

Nº observación	REGISTRO DE TIEMPOS			
	CONTENEDOR Nº caja	Descargar	Transportar	Emperchar
46	50242	3'10"	30"	18"
47			42"	40"
48			18"	14"
49			26"	14"
50			20"	5'21"
51	50243	2'10"	27"	53"
52			16"	23"
53			13"	10"
54			24"	4'07"
55	50244	7'	1'42"	59"
56			2'07"	50"
57			28"	3"
58	50245	2'42"	1'	3"
59	50246	27"	33"	1'17"
60			21"	1'03"
61	50247	12'	1'11"	3'13"
62			30"	1'44"
63			11"	33"
64			50249	1'54"	1'	47"
65	50433	6'10"	29"	56"
66			21"	1'25"
67	50437	55"	40"	2'54"
68	50438	5'	36"	10"
69			5"	10"
70			11"	23"
71			24"	11"
72			1'08"	7"
73			1'03"	4"
74			22"	5"
75			1'06"	35"
76			17"	2"
77			7"	17"
78			2"	22"
79			15"	7"
80	50440	13'02"	16"	1'32"
81			29"	3'32"
82			40"	3'31"
83			37"	47"
84			24"	33"
85			18"	9"
86			20"	3'39"
87			27"	1'18"
88			19"	21"
89			23"	14"
90			17"	8"
91			15"	5"
92			17"	13"
93			24"	4"
94			26"	7"
95			16"	10"
96	15"	6"		

Continúa en la siguiente página

Nº observación	CONTENEDOR			
	Nº caja	REGISTRO DE TIEMPOS		
		Descargar	Transportar	Emperchar
97			11"	1'41"
98			43"	5"
99			37"	2"
100			44"	42"
101			14"	41"
102			13"	4"
103			22"	6"
104			20"	8"
105			28"	23"
106			9"	5"
107			12"	19"
108			12"	18"
109			12"	29"
110			14"	5"
111			29"	4"
112			22"	16"
113			33"	2"
114			20"	9"
115			15"	1"
116			38"	10"
117			16"	5"
118			41"	42"
119			17"	22"
120			16"	18"
121			10"	10"
122			2"	19"
123			2"	17"
124	50441	5'57"	14"	8"
125			11"	5"
126			15"	18"
127			9"	9"
128			4"	22"
129			12"	9"
130			19"	10"
131			14"	2"
132			5"	16"
133			20"	17"
134			19"	8"
135			11"	11"
136			4"	13"
137			11"	16"
138			8"	15"
139			1"	13"
140			3"	18"
141			12"	7"
142			4"	11"
143			12"	16"
144			5"	14"
145			13"	28"
146			4"	11"
147			5"	15"
148			9"	39"
149			5"	20"
150			6"	43"
151			16"	26"

Nº observación	CONTENEDOR			
	Nº caja	REGISTRO DE TIEMPOS		
		Descargar	Transportar	Emperchar
152			10"	5"
153			22"	11"
154			10"	12"
155			33"	1'20"
156			30"	10"
157			14"	36"
158			3"	35"
159			5"	41"
160			14"	4"
161			6"	49"
162			21"	1'18"
163			10"	15"
164			14"	3"
165			10"	13"
166			9"	42"
167			22"	3"
168			14"	2"
169			8"	4"
170			14"	3"
171			23"	16"
172			8"	17"
173			2"	41"
174			7"	24"
175			8"	51"
176			12"	9"
177			16"	15"
178			29"	8"
179	50444	3'26"	25"	4"
180			9"	36"
181			13"	18"
182			8"	7"
183			14"	2"
184			30"	54"
185			14"	4"
186			40"	29"
187			20"	3"
188			17"	28"
189			14"	18"
190			14"	19"
191			25"	9"
192			19"	6"
193			14"	15"
194			18"	8"
195			9"	16"
196			8"	9"
197			10"	7"
198			20"	38"
199			6"	8"
200			16"	10"
201			3"	23"
202			7"	27"
203			19"	1"
204			35"	35"
205			10"	19"

Continúa en la siguiente página

Nº observación	CONTENEDOR	REGISTRO DE TIEMPOS		
	Nº caja	Descargar	Transportar	Emperchar
206	50446	2'01"	20"	3'09"
207			26"	2'05"
208	50783	3'56"	50"	9"
209			17"	5"
210			10"	19"
211			13"	9"
212			13"	3"
213			20"	2'28"
214			20"	1'02"
215			2"	25"
216			28"	14"
217			14"	35"
218			11"	7"
219			22"	18"
220			47"	1'08"
221			39"	1'
222			18"	14"
223			16"	43"
224			13"	37"
225			22"	1'09"
226			16"	2"
227			21"	49"
228	19"	46"		
229	10"	55"		
230		17"	34"	
231	50785	2'02"	1'10"	2'05"
232			27"	1'32"
233	50786	1'09"	23"	44"
234			38"	1'18"
235			46"	48"
236	50787	2'	1'57"	2'44"
237	50788	1'26"	33"	20"
238			50"	7"
239	50789	51"	1'18"	38"
240			37"	5"
241	50790	1'47"	44"	22"
242			47"	30"
243	50791	1'09"	47"	17"
244	50792	2'22"	58"	48"
245	50923	1'20"	1'20"	2'14"
246	50924	1'35"	20"	1'42"
247			30"	42"
PROMEDIO:		4'53"	46"	47"

Tabla 45. Registro de tiempos de descarga y emperchado de contenedor

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Ejemplos de diagramas de Pareto de despachos a Sucursales

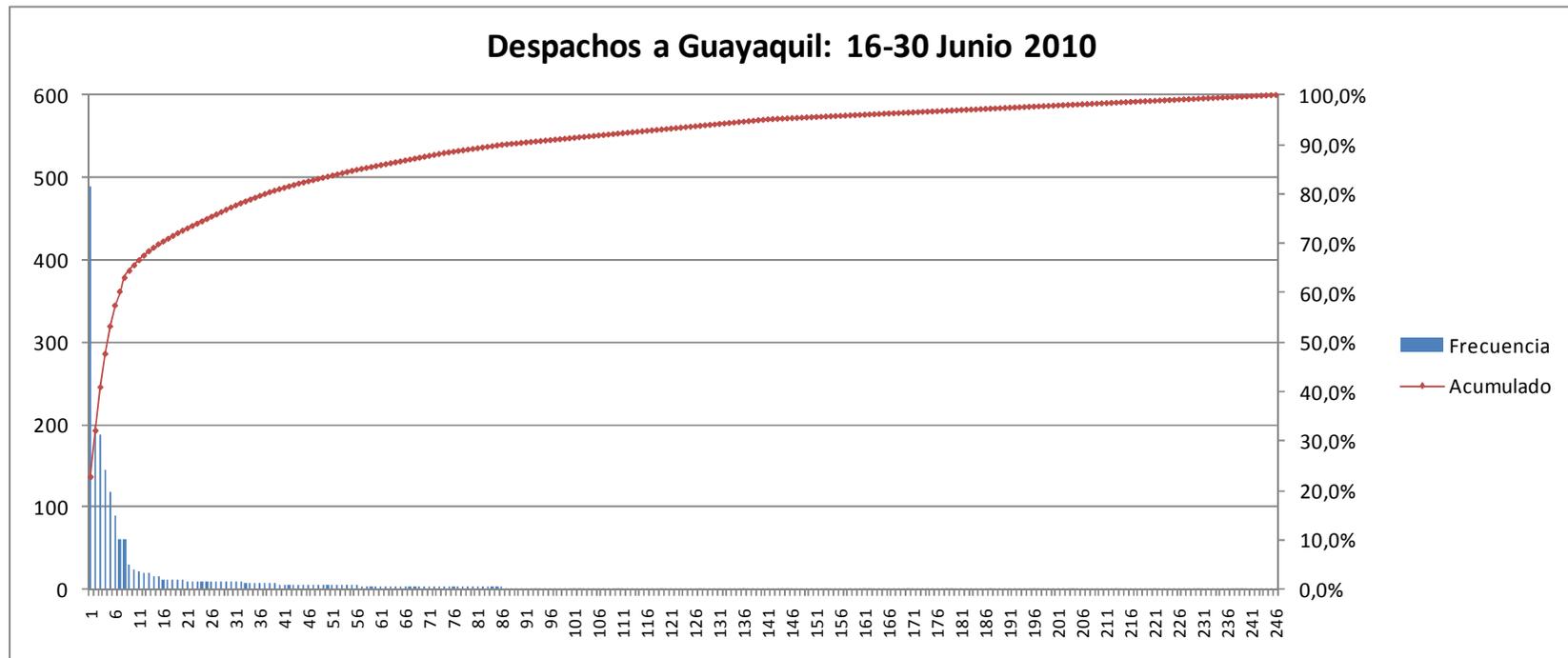


Figura 22. Diagrama de Pareto de los despachos Nissan a Guayaquil de la segunda quincena de diciembre de 2010

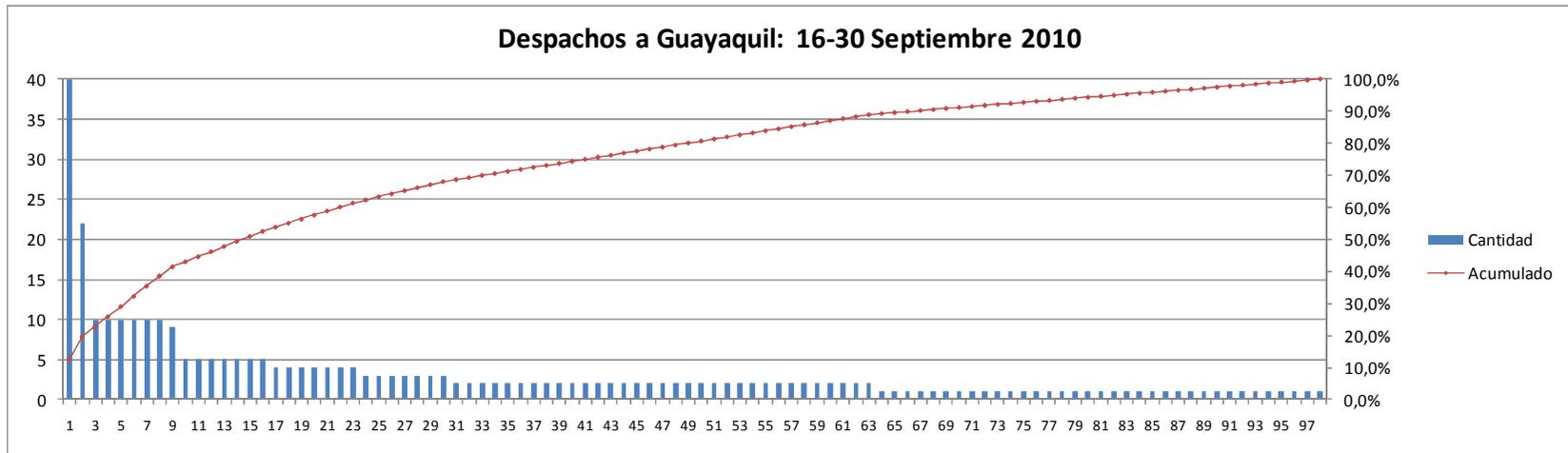


Figura 23. Diagrama de Pareto de los despachos Renault a Guayaquil de la segunda quincena de septiembre de 2010

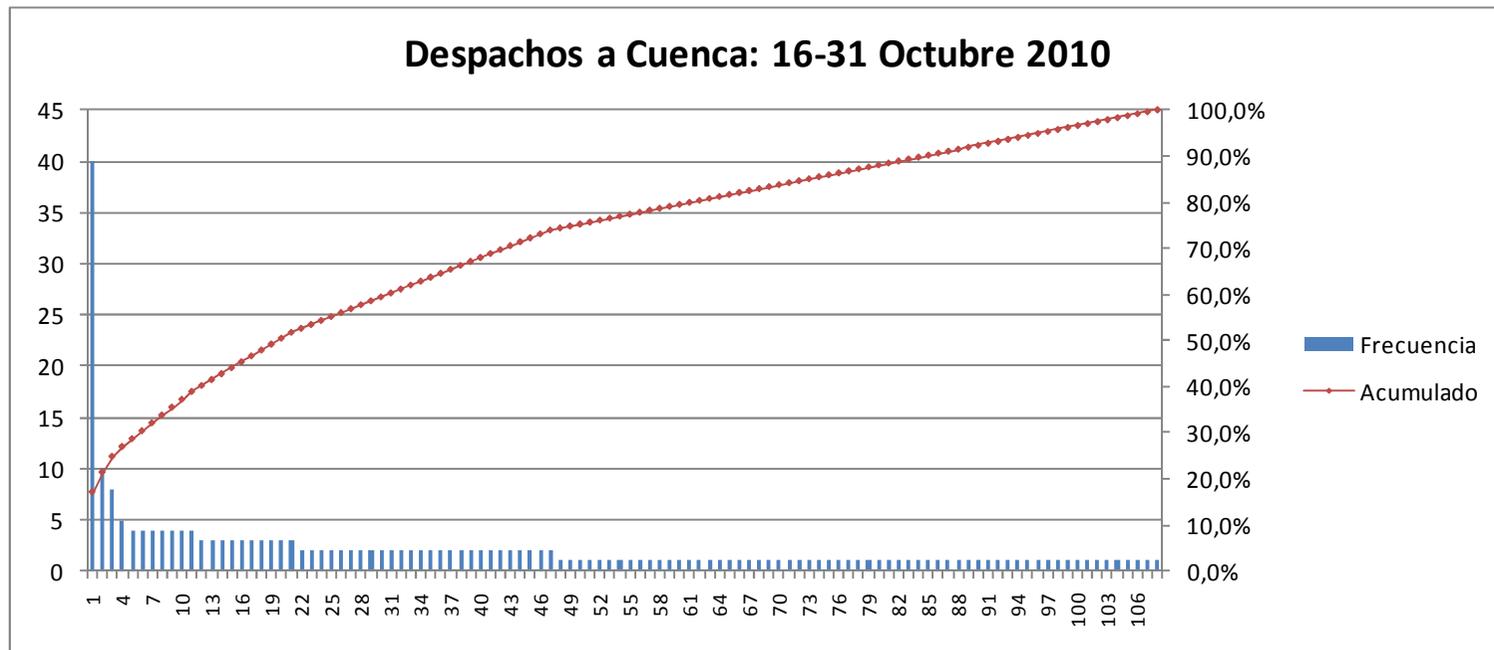


Figura 24. Diagrama de Pareto de los despachos Nissan a Cuenca de la segunda quincena de octubre de 2010

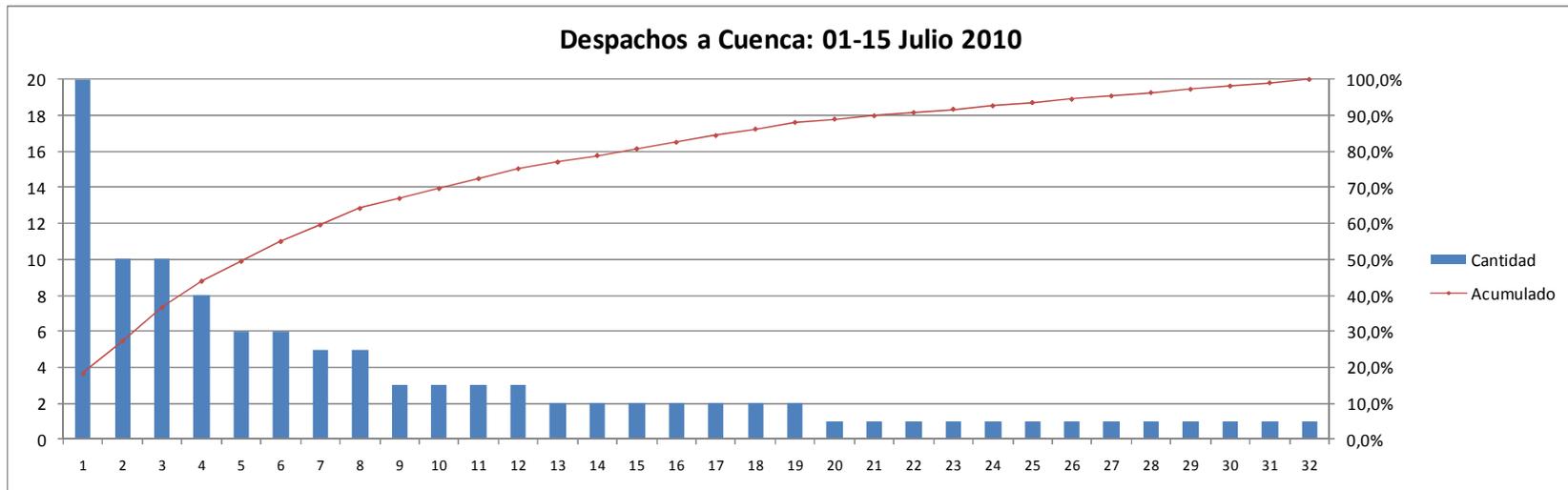


Figura 25. Diagrama de Pareto de los despachos Renault a Cuenca de la primera quincena de julio de 2010

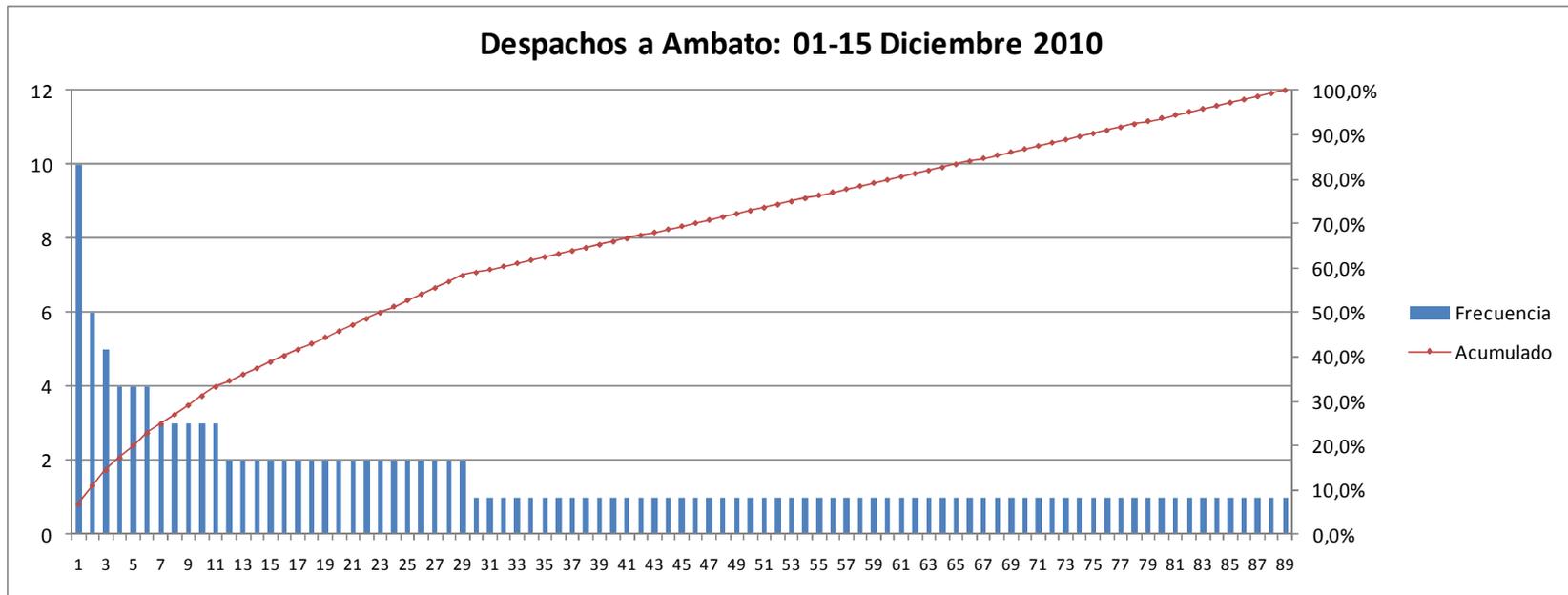


Figura 26. Diagrama de Pareto de los despachos Nissan a Ambato de la primera quincena de diciembre de 2010

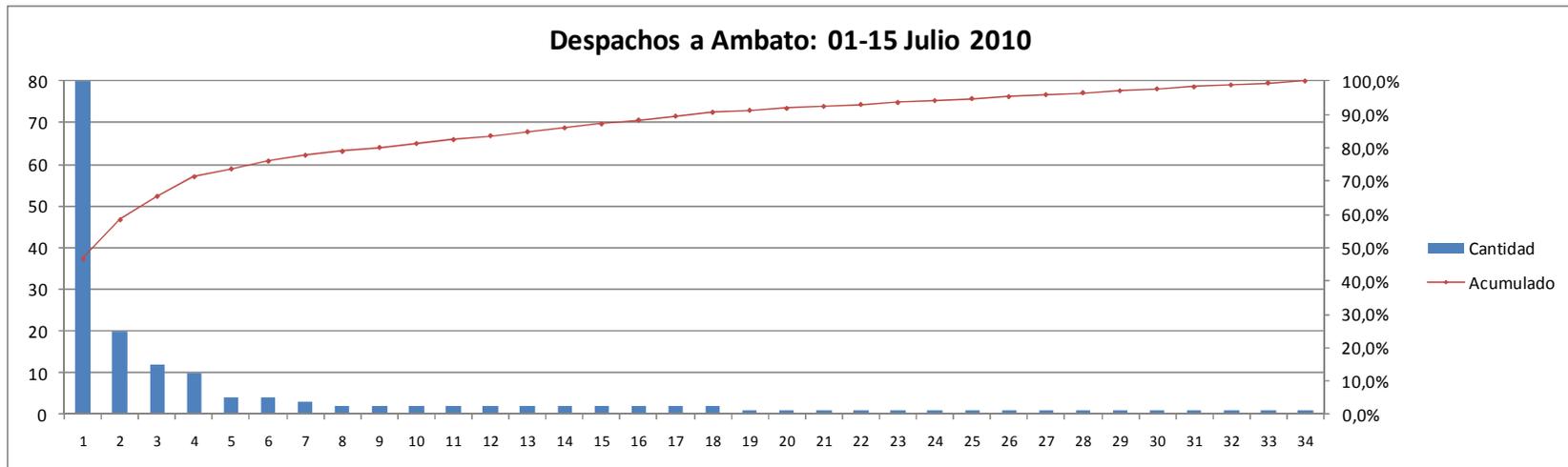


Figura 27. Diagrama de Pareto de los despachos Renault a Ambato de la primera quincena de julio de 2010

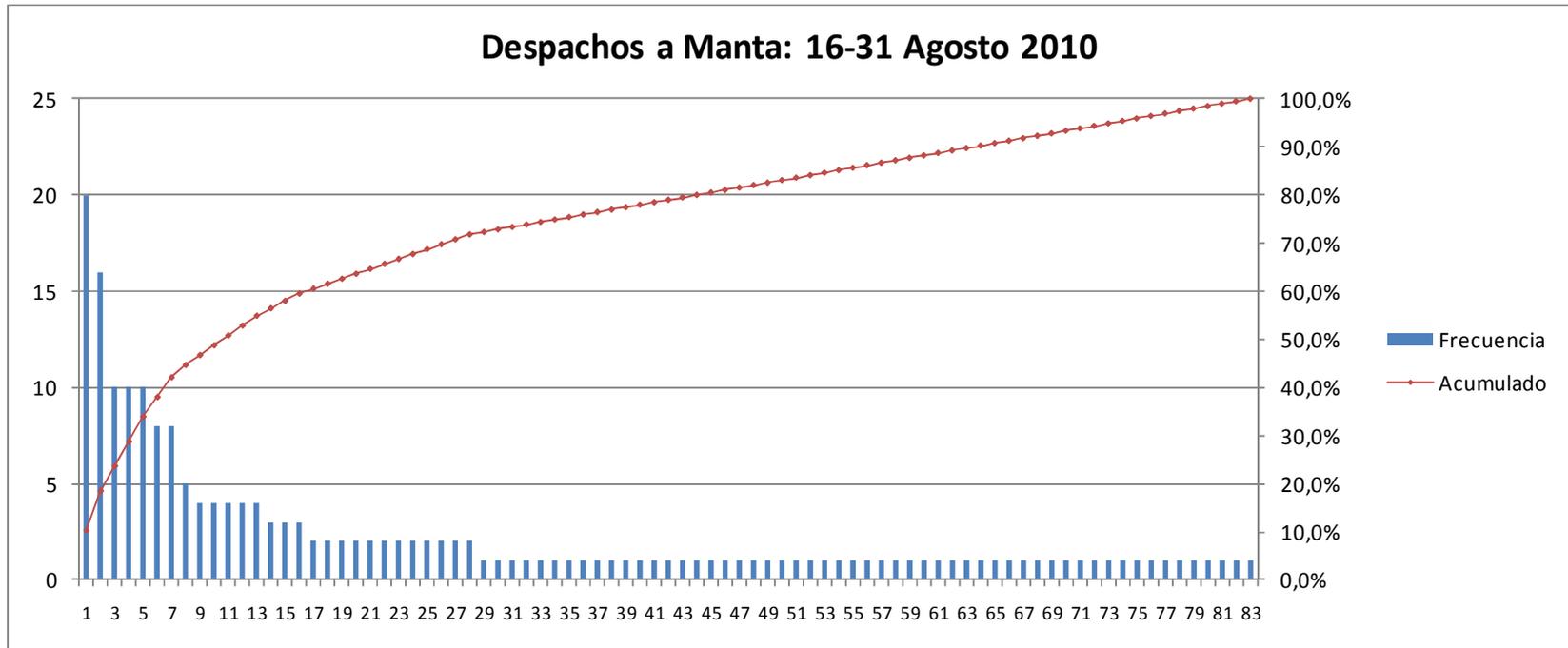


Figura 28. Diagrama de Pareto de los despachos Nissan a Manta de la segunda quincena de agosto de 2010

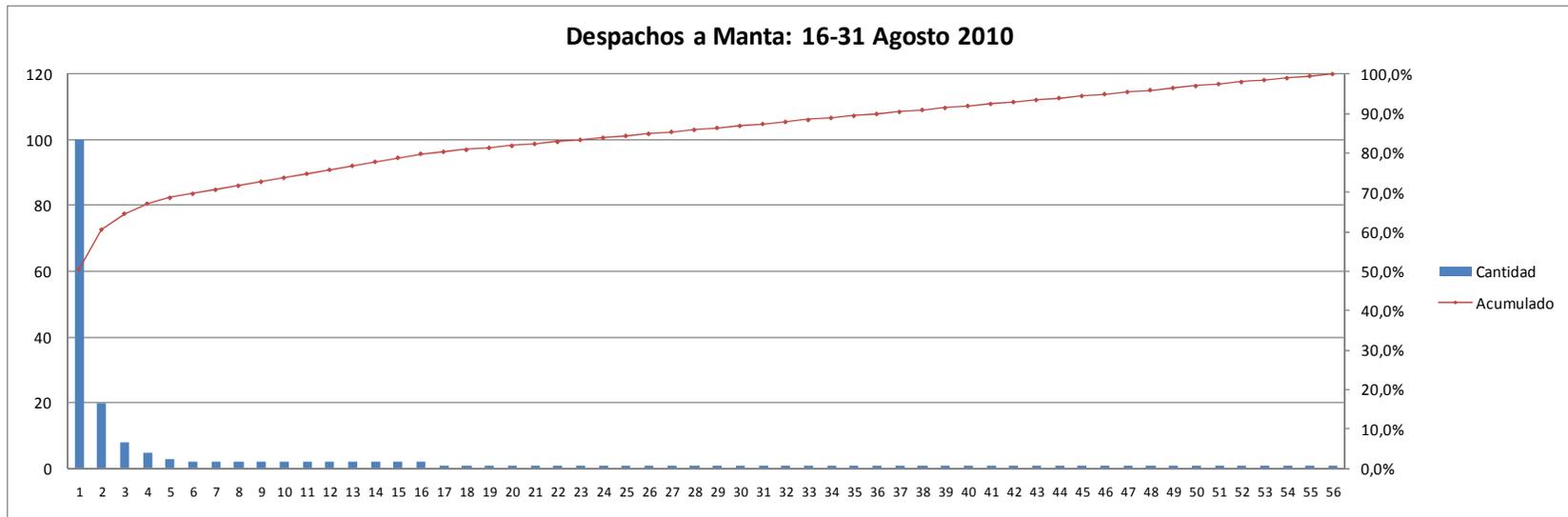


Figura 29. Diagrama de Pareto de los despachos Renault a Manta de la segunda quincena de agosto de 2010

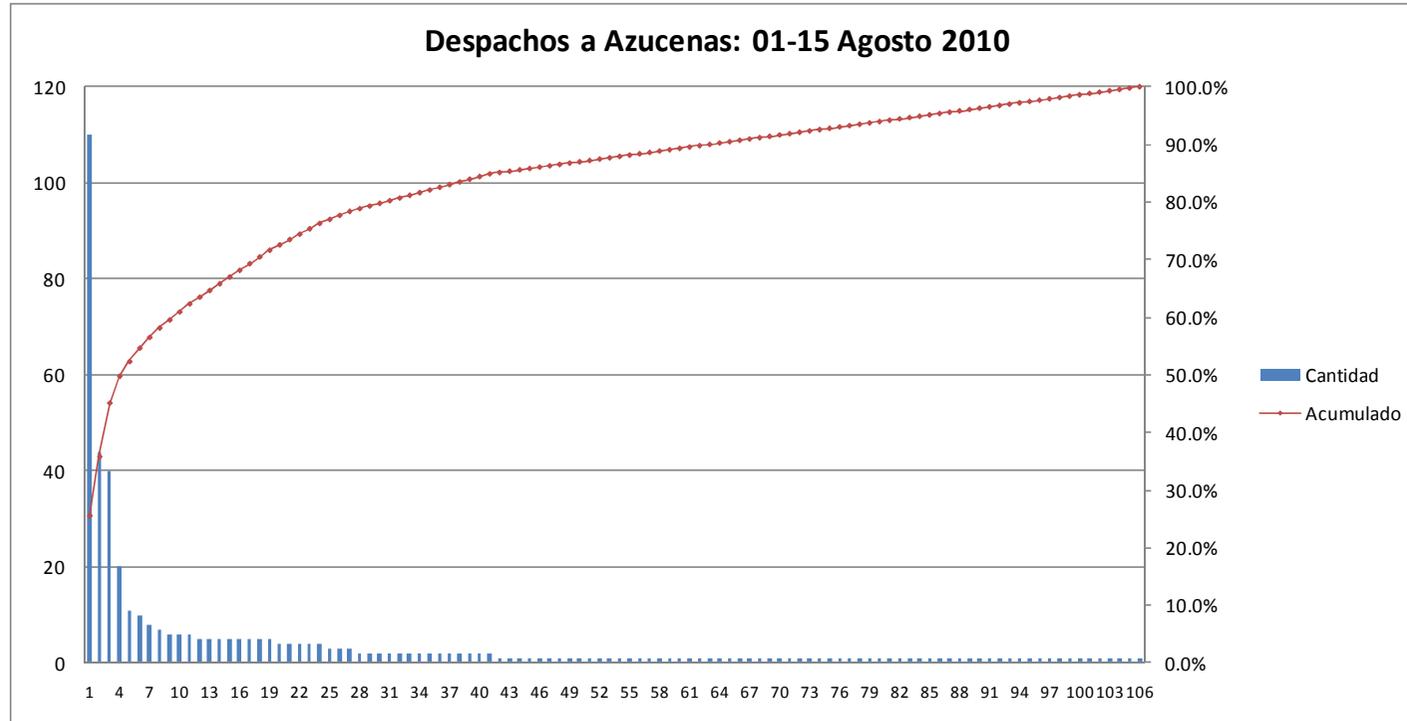


Figura 30. Diagrama de Pareto de los despachos Nissan a Azucenas de la primera quincena de agosto de 2010

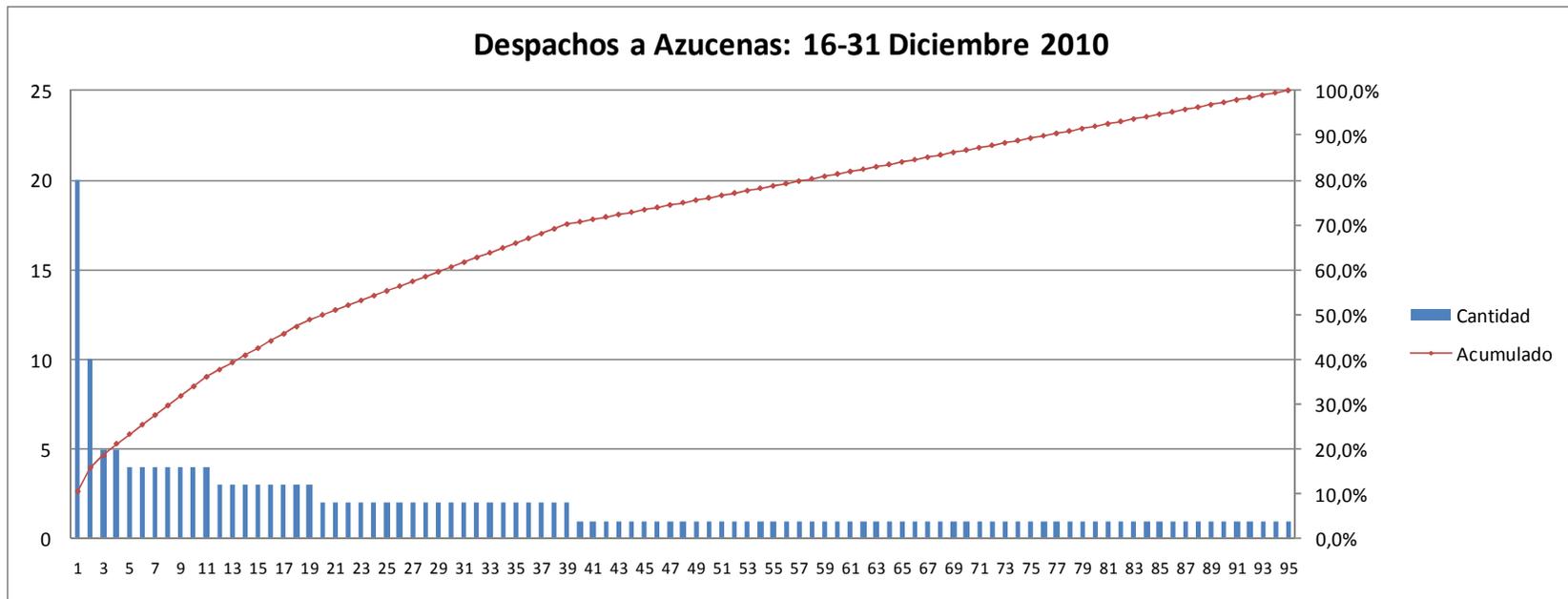


Figura 31. Diagrama de Pareto de los despachos Renault a Azucenas de la segunda quincena de diciembre de 2010

Anexo 5. Porcentajes de utilización de espacio por zona

Nº observación	ZONA 100		Nº observación	ZONA 200	
	Ubicación	Ocupación		Ubicación	Ocupación
1	101023	60%	1	216010	80%
2	101064	30%	2	213011	66%
3	102015	45%	3	211010	80%
4	102042	66%	4	271013	30%
5	104053	50%	5	270010-012	33%
6	103065	65%	6	226010	95%
7	104003	30%	7	238010-011	60%
8	110034	5%	8	205010	100%
9	113054	25%	9	272010	70%
10	118102	8%	10	225010-011	35%
11	117054	35%	11	240010-011	30%
12	114031	10%	12	237011	10%
13	114073	50%	13	243011	20%
14	113002	30%	14	241010	50%
15	109052	70%	15	205001	50%
16	122023	50%	16	263010	90%
17	121045	85%	17	257011	55%
18	121023	25%	18	260010	60%
19	120093	66%	19	249011	15%
20	119951	0%	20	231011	40%
21	119094	15%	21	245011	5%
22	117073	25%	22	234011	50%
23	118065	5%	23	229010	80%
24	117003	15%	24	232011	50%
25	112073	15%	25	220010	40%
26	111072	0%	26	218010	50%
27	112013	13%	27	214011	90%
28	106044	50%	28	216011-012	60%
29	106082	16%	29	201011-012	55%
30	108044	50%	30	202010	10%
PROMEDIO:		34%	31	266010	80%
			PROMEDIO:		53%

Tabla 46. Porcentaje de utilización de las zonas 100 y 200

Fuente: Elaboración propia

Nº observación	ZONA 300		Nº observación	ZONA 400	
	Ubicación	Ocupación		Ubicación	Ocupación
1	300010	90%	1	416010-011	60%
2	300020	30%	2	416012-013	30%
3	300030	65%	3	414010	50%
4	301010	66%	4	414012-013	75%
5	301020	30%	5	415010-012	50%
6	301030	60%	6	413010-012	75%
7	302010	90%	7	415013-014	20%
8	302020	20%	8	413013-014	30%
9	302030	20%	9	418010-011	100%
10	303010	75%	10	417010-011	100%
11	303020	66%	11	418012-013	50%
12	303030	35%	12	417012-013	85%
13	304010	25%	13	422010-011	100%
14	304020	75%	14	422012-013	45%
15	304030	90%	15	420012-013	55%
16	305010	85%	16	412010-011	100%
17	305020	85%	17	412012	75%
18	305030	70%	18	410010-012	100%
19	306010	100%	19	410013-014	80%
20	306020	85%	20	425011	10%
21	306030	15%	21	425012	30%
22	307010	100%	22	425010	20%
23	307020	0%	23	423011	10%
24	307030	50%	24	423012	10%
25	308010	70%	25	423010	90%
26	308020	25%	26	426010	40%
27	308030	95%	27	426011	30%
28	309010	90%	28	426012	0%
29	309020	75%	29	424012	40%
30	309030	35%	30	424011	0%
31	311020	70%	31	424010	20%
PROMEDIO:		61%	32	419010	50%
			33	419011	60%
			34	419012	60%
			35	419013	10%
			36	421013	5%
			37	421012	10%
			38	421010	40%
			PROMEDIO:		48%

Tabla 47. Porcentaje de utilización de las zonas 300 y 400

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Costos de la Bodega Granados y Sucursales

BODEGA:		GRANADOS		RENAULT		SUB-TOTAL
NISSAN						
Energía eléctrica		0,35%		Energía eléctrica	0,18%	0,53%
Agua potable		0,25%		Agua potable	0,12%	0,37%
Teléfonos convencionales		0,11%		Teléfonos convencionales	0,07%	0,18%
Data-fast		0,67%		Data-fast	0,36%	1,03%
Correo y encomiendas		0,02%		Correo y encomiendas	0,01%	0,03%
Seguridad y vigilancia		0,80%		Seguridad y vigilancia	0,37%	1,17%
Arriendo		6,93%		Arriendo	3,23%	10,16%
Mantenimiento:						
Edificios y oficinas		0,23%		Edificios y oficinas	0,12%	0,36%
Local ventas		0,09%		Local ventas	0,04%	0,13%
Muebles		0,22%		Muebles	0,10%	0,32%
Maquinaria		0,00%		Maquinaria	0,00%	0,00%
Vehículo		0,16%		Vehículo	0,00%	0,16%
Condominio		0,06%		Condominio	0,02%	0,08%
Personal:			<i>N° personas</i>			
Jefe de bodega		0,77%	2			1,54%
Bodegueros		0,46%	4			1,86%
Ventanilla		0,46%	1			0,46%
Mostrador		0,46%	3			1,39%
Jefe de pedidos		1,13%	1			1,13%
Analista de pedidos		0,63%	2			1,26%
Costo de oportunidad:	<i>Costo del inventario (mes)</i>	<i>Tasa de interés</i>				
	649%	0,12	77,84%			
COSTO TOTAL						100%
<i>(Sub-total + Costo de oportunidad):</i>						
Costo de mantener inventario (unidad/mes):						\$ 0,97

Tabla 48. Costos de la Bodega Granados actual

Fuente: Adaptación de la información obtenida de Automotores y Anexos S.A.

BODEGA:		GUAYAQUIL		RENAULT		SUB-TOTAL
NISSAN						
Energía eléctrica		1,28%		0,85%		2,13%
Agua potable		0,32%		0,21%		0,53%
Teléfonos convencionales		0,26%		0,19%		0,45%
Teléfonos celulares		0,10%		0,04%		0,14%
Data-fast		0,56%		0,62%		1,18%
Correo y encomiendas		0,67%		0,39%		1,07%
Seguridad y vigilancia		1,84%		1,11%		2,95%
Arriendo		5,80%		0,00%		5,80%
Mantenimiento:						
Edificios y oficinas		0,45%		0,28%		0,72%
Local ventas		1,43%		0,00%		1,43%
Muebles		0,02%		0,91%		0,93%
Maquinaria		0,00%		0,01%		0,01%
Vehículo		0,61%		0,05%		0,67%
Condominio		0,00%		0,00%		0,00%
Personal:		<i>N° personas</i>				
Jefe de bodega		2,42%	1			2,42%
Bodegueros		1,46%	2			2,91%
Ventanilla		1,46%	1			1,46%
Mostrador		1,46%	1			1,46%
Costo de oportunidad:		<i>Costo del inventario (mes)</i>	<i>Tasa de interés</i>			
		615%	0,12	73,75%		
COSTO TOTAL						
<i>(Sub-total + Costo de oportunidad):</i>						100%
<i>Costo de mantener inventario (unidad/mes):</i>						\$ 1,63

Tabla 49. Costos de la bodega Guayaquil

Fuente: Adaptación de la información obtenida de Automotores y Anexos S.A.

BODEGA:		MANTA		RENAULT		SUB-TOTAL
NISSAN						
Energía eléctrica		0,34%		Energía eléctrica	0,27%	0,61%
Agua potable		0,05%		Agua potable	0,04%	0,09%
Teléfonos convencionales		0,32%		Teléfonos convencionales	0,20%	0,53%
Teléfonos celulares		0,09%		Teléfonos celulares	0,05%	0,14%
Data-fast		0,80%		Data-fast	0,49%	1,29%
Correo y encomiendas		0,00%		Correo y encomiendas	0,00%	0,01%
Seguridad y vigilancia		0,99%		Seguridad y vigilancia	0,76%	1,75%
Arriendo		10,81%		Arriendo	0,00%	10,81%
Mantenimiento:						
Edificios y oficinas		0,03%		Edificios y oficinas	0,02%	0,06%
Local ventas		0,10%		Local ventas	0,05%	0,15%
Muebles		0,09%		Muebles	0,06%	0,15%
Maquinaria		0,00%		Maquinaria	0,00%	0,00%
Vehículo		0,71%		Vehículo	0,32%	1,03%
Condominio		0,00%		Condominio	0,00%	0,00%
Personal:		<i>N° personas</i>				
Jefe de bodega		12,99%	1			12,99%
Bodegueros		7,84%	1			7,84%
Ventanilla		7,84%	1			7,84%
Mostrador		7,84%	1			7,84%
Costo de oportunidad:		<i>Costo del inventario (mes)</i>	<i>Tasa de interés</i>			
		391%	0,12	46,90%		
COSTO TOTAL						100%
<i>(Sub-total + Costo de oportunidad):</i>						
Costo de mantener inventario (unidad/mes):						\$ 2,09

Tabla 50. Costos de la bodega Manta

Fuente: Adaptación de la información obtenida de Automotores y Anexos S.A.

BODEGA:		CUENCA		RENAULT		SUB-TOTAL	
NISSAN							
Energía eléctrica		0,18%		Energía eléctrica	0,18%		0,37%
Agua potable		0,07%		Agua potable	0,07%		0,13%
Teléfonos convencionales		0,34%		Teléfonos convencionales	0,19%		0,54%
Teléfonos celulares		0,08%		Teléfonos celulares	0,04%		0,11%
Data-fast		0,63%		Data-fast	0,39%		1,02%
Correo y encomiendas		0,06%		Correo y encomiendas	0,02%		0,07%
Seguridad y vigilancia		1,15%		Seguridad y vigilancia	1,12%		2,27%
Arriendo		12,92%		Arriendo	0,00%		12,92%
Mantenimiento:							
Edificios y oficinas		0,22%		Edificios y oficinas	0,22%		0,44%
Local ventas		0,79%		Local ventas	0,79%		1,57%
Muebles		0,15%		Muebles	0,12%		0,27%
Maquinaria		0,00%		Maquinaria	0,00%		0,00%
Vehículo		0,42%		Vehículo	0,02%		0,44%
Condominio		0,00%		Condominio	0,00%		0,00%
Personal:		<i>N° personas</i>					
Jefe de bodega		4,89%	1				4,89%
Bodegueros		2,95%	1				2,95%
Ventanilla		2,95%	1				2,95%
Mostrador		2,95%	1				2,95%
Costo de oportunidad:		<i>Costo del inventario (mes)</i>	<i>Tasa de interés</i>				
		551%	0,12				66,12%
				COSTO TOTAL			
				<i>(Sub-total + Costo de oportunidad):</i>			100%
				<i>Costo de mantener inventario (unidad/mes):</i>		\$	1,10

Tabla 51. Costos de la bodega Cuenca

Fuente: Adaptación de la información obtenida de Automotores y Anexos S.A.

BODEGA:		AMBATO		RENAULT		SUB-TOTAL
NISSAN						
Energía eléctrica		0,15%		Energía eléctrica	0,08%	0,23%
Agua potable		0,04%		Agua potable	0,02%	0,07%
Teléfonos convencionales		0,37%		Teléfonos convencionales	0,15%	0,51%
Teléfonos celulares		0,05%		Teléfonos celulares	0,03%	0,08%
Data-fast		1,05%		Data-fast	0,42%	1,46%
Correo y encomiendas		0,52%		Correo y encomiendas	0,00%	0,52%
Seguridad y vigilancia		2,07%		Seguridad y vigilancia	1,04%	3,11%
Arriendo		12,14%		Arriendo	0,00%	12,14%
Mantenimiento:						
Edificios y oficinas		0,10%		Edificios y oficinas	0,04%	0,14%
Local ventas		0,04%		Local ventas	0,02%	0,06%
Muebles		0,14%		Muebles	0,06%	0,20%
Maquinaria		0,00%		Maquinaria	0,00%	0,00%
Vehículo		0,22%		Vehículo	0,05%	0,27%
Condominio		0,00%		Condominio	0,00%	0,00%
Personal:		<i>N° personas</i>				
Jefe de bodega		6,20%	1			6,20%
Bodegueros		3,74%	1			3,74%
Ventanilla		3,74%	1			3,74%
Mostrador		3,74%	1			3,74%
Costo de oportunidad:		<i>Costo del inventario (mes)</i>	<i>Tasa de interés</i>			
		532%	0,12	63,80%		
COSTO TOTAL						100%
<i>(Sub-total + Costo de oportunidad):</i>						
Costo de mantener inventario (unidad/mes):						\$ 1,47

Tabla 52. Costos de la bodega Ambato

Fuente: Adaptación de la información obtenida de Automotores y Anexos S.A.

BODEGA:		AZUCENAS		RENAULT		SUB-TOTAL	
NISSAN							
Energía eléctrica		0,32%		Energía eléctrica	0,16%		0,49%
Agua potable		0,23%		Agua potable	0,11%		0,34%
Teléfonos convencionales		0,10%		Teléfonos convencionales	0,06%		0,17%
Data-fast		0,61%		Data-fast	0,33%		0,95%
Correo y encomiendas		0,02%		Correo y encomiendas	0,01%		0,02%
Seguridad y vigilancia		0,73%		Seguridad y vigilancia	0,34%		1,08%
Arriendo		9,44%		Arriendo	0,00%		9,44%
Mantenimiento:							
Edificios y oficinas		0,21%		Edificios y oficinas	0,11%		0,33%
Local ventas		0,08%		Local ventas	0,04%		0,12%
Muebles		0,20%		Muebles	0,09%		0,30%
Maquinaria		0,00%		Maquinaria	0,00%		0,00%
Vehículo		0,15%		Vehículo	0,00%		0,15%
Condominio		0,05%		Condominio	0,02%		0,07%
Personal:		<i>N° personas</i>					
Jefe de bodega		21,41%	0				0,00%
Bodegueros		12,92%	1				12,92%
Ventanilla		12,92%	0				0,00%
Mostrador		12,92%	1				12,92%
Costo de oportunidad:		<i>Costo del inventario (mes)</i>	<i>Tasa de interés</i>				
		506%	0,12	60,73%			
						COSTO TOTAL	
						<i>(Sub-total + Costo de oportunidad):</i>	100%
						<i>Costo de mantener inventario (unidad/mes):</i>	\$ 3,16

Tabla 53. Costos de la bodega Azucenas

Fuente: Adaptación de la información obtenida de Automotores y Anexos S.A.

Anexo 7. Registro de mediciones del tamaño de repuestos

REPUESTOS PEQUEÑOS				
Repuesto	DIMENSIONES (cm)			Volumen (cm ³)
	x	y	z	
1	23	15	12,5	4312,5
2	16	16	5	1280,0
3	9,5	8	9	684,0
4	14	8	4	448,0
5	13	4	4	208,0
6	14	7	6	588,0
7	20	15	3	900,0
8	14	7	6	588,0
9	24	8	2,5	480,0
10	14	10,5	8	1176,0
11	25	9	5,3	1192,5
12	5,5	5,5	4	121,0
13	22	20	4	1760,0
14	19,5	18,5	2,5	901,9
15	7	7	2	98,0
16	25	8	7,5	1500,0
17	16	10,5	7,5	1260,0
18	11,5	7	7,5	603,8
19	18	12	1,5	324,0
20	29,5	6	2	354,0
21	8,5	8,5	5,5	397,4
22	12,5	11,5	11,5	1653,1
23	20	13	3	780,0
24	12	11	8,5	1122,0
25	11,5	7,5	4	345,0
26	15	10,5	10,5	1653,8
27	12,5	8	5,5	550,0
28	13,5	11,5	11,5	1785,4
29	22,5	5	5,5	618,8
30	23,5	3	3	211,5
PROMEDIO (cm):	16,400	9,717	5,743	915,2
PROMEDIO (m):	0,164	0,097	0,058	0,001

Tabla 54. Medidas de repuestos pequeños

Fuente: Elaboración propia

REPUESTOS MEDIANOS				
Repuesto	DIMENSIONES (cm)			Volumen (cm ³)
	x	y	z	
1	132	4	5,5	2904,0
2	50	38	24	45600,0
3	27,5	15	15	6187,5
4	32,5	20	15	9750,0
5	33	17	16	8976,0
6	49	32	55	86240,0
7	47	11,5	11	5945,5
8	43,5	34	25	36975,0
9	77	33	39	99099,0
10	51	38	24	46512,0
11	50,5	20	10	10100,0
12	33,5	33	6	6633,0
13	103	8	6,5	5356,0
14	33,5	20,5	55	37771,3
15	91	16,5	62	93093,0
16	50	37	7	12950,0
17	76	8	43	26144,0
18	29	25	12,3	8917,5
19	38,5	16	13	8008,0
20	41	39,5	17	27531,5
21	60	41	20	49200,0
22	32,5	13	14,5	6126,3
23	55,5	32	12	21312,0
24	94	12,5	13	15275,0
25	57	8	8	3648,0
26	67	11,5	3	2311,5
27	44	30	18	23760,0
28	60	47	11,5	32430,0
29	54	30	10	16200,0
30	23,5	14	14,5	4770,5
PROMEDIO (cm):	54,533	23,500	19,527	25024,1
PROMEDIO (m):	0,545	0,235	0,195	0,02502

Tabla 55. Medidas de repuestos medianos

Fuente: Elaboración propia

REPUESTOS GRANDES				
Repuesto	DIMENSIONES (cm)			Volumen (cm ³)
	x	y	z	
1	118	103	14	170156,0
2	146	100	4	58400,0
3	113	110	15	186450,0
4	103	124	18	229896,0
5	150	101	18	272700,0
6	143	66,5	56	532532,0
7	188	42,5	57	455430,0
8	88	39	22,5	77220,0
9	89	77	39	267267,0
10	117	10	10	11700,0
11	139	57	17	134691,0
12	81,5	58	19	89813,0
13	113	8	3	2712,0
14	86	67	37	213194,0
15	162	23	35	130410,0
16	129	175	30	677250,0
17	156	57	13	115596,0
18	140	145	28	568400,0
19	200	60	70	840000,0
20	160	50	30	240000,0
21	193	24	34	157488,0
22	173	38	21	138054,0
23	190	28	25	133000,0
24	152	58	40	352640,0
25	152	58	80	705280,0
26	165	58	26	248820,0
27	149	23	4	13708,0
28	130	16	70	145600,0
29	104	20	154	320320,0
PROMEDIO (cm):	138,95	61,931	34,121	293615,7
PROMEDIO (m):	1,390	0,619	0,341	0,293609

Tabla 56. Medidas de repuestos grandes

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8. Detalle de las operaciones de la Bodega Granados actual

	Nº	OPERACIÓN	SITUACIÓN ACTUAL			TIEMPO		Frecuencia mensual en días	Total
			Responsables	Frecuencia de la operación	Observaciones adicionales	Horas - Hombre	Detalle		
OPERACIONES COMUNES	1	Consolidación de pedidos para Sucursales	3 personas asignadas	Se consolida a lo largo del día conforme llegan los pedidos de las sucursales los que se reciben desde las 8:30 am - 3:30 pm.	Cada bodeguero maneja una o dos sucursales (1 para Guayaquil, 1 para Ambato y Cuenca, 1 para Manta).	12	4 horas diarias por bodeguero	22	264
	2	Surtido a Mostrador	2 personas, indistintamente en relación a lo requerido por Mostrador	Durante todo el turno de trabajo. Existe mayor afluencia de clientes entre las 12 - 2 pm y es cuando los operadores se turnan para almorzar.	Tiempos de atención muy variables lo que afecta a la satisfacción del cliente (se demoran alrededor de 13 minutos en atender el timbre como caso atípico cuando están ocupados realizando otras operaciones).	3,427	Tiempo estándar por picket: 352.5 s Órdenes diarias: 35	22	75,394
	3	Control de inventario rotativo	2 personas	1 línea de perchas por día.	Cuando se cruzan operaciones que requieren de mayor atención, no se realiza todos los días.	1,00	Se demoran, aproximadamente, media hora en inventariar una línea de perchas	22	22
	4	Recepción de pedidos entre Sucursales	1 persona por sucursal	5 veces a la semana, aproximadamente, pero en un día pueden recibirse más de uno.	Al igual que la primera operación, cada bodeguero recibe de su sucursal asignada.	0,25	Tiempo por recepción: 15 min	20	5
	5	Emperchado de pedidos entre Sucursales	1 persona por sucursal	Depende de la frecuencia de la operación 4.	Cada bodeguero se encarga de su sucursal.	0,25	Se demoran en promedio 15 min	20	5
	6	Descarga de paquetes de emergencia (pedidos aéreos)	Entre 1 - 2 (depende de disposición de operarios)	3 veces a la semana, aproximadamente.	A veces, el transportista debe esperar hasta que el personal se desocupe.	0,20	Se demoran en promedio 10 min	12	2,4
	7	Emperchado y envío de pedidos aéreos a Sucursales	2 personas en promedio (puede variar)	Depende de la frecuencia de la operación 6.		1,00	Se demoran en promedio 30 min	12	12
OPERACIONES NO COMUNES	1	Descarga de contenedores (pedidos marítimos)	3 personas	3 veces al mes.	El contenedor llega en un horario no definido lo que causa congestión en la entrada y parqueadero, y a veces largas esperas para su descarga. Suelen llegar dos o más contenedores a la vez.	3	Tiempo promedio de descarga de un contenedor de 40 pies: 1 hora	3	9
	2	Descarga de repuestos de las cajas de contenedor	3 personas en promedio (variable de acuerdo a tipo de repuestos)	Depende de la frecuencia de la operación de Descarga de contenedores.		4,813	Tiempo estándar por caja: 360.976 Cajas por contenedor: 16	3	14,439
	3	Emperchado de repuestos de las cajas de contenedor	3 personas en promedio (variable de acuerdo a tipo de repuestos)	Depende de la frecuencia de la operación de Descarga de contenedores.	Actualmente, se demoran tres días en emperchar 16 cajas.	23,87	Tiempo estándar por ítems: 114.576 s Cantidad promedio de ítems emperchados por operario: 250	3	71,61

Tabla 57. Horas – hombre por operación de la Bodega Granados

Fuente: Elaboración propia

OPERACIÓN COMÚN	SITUACIÓN ACTUAL			TIEMPO		Frecuencia mensual en días	Total
	Responsables	Frecuencia de la operación	Observaciones adicionales	Horas - Hombre	Detalle		
Surtido a ventanilla del Taller mecánico	2 vendedores	Durante todo el turno de trabajo.	Los vendedores recolectan el pedido. Cada vendedor maneja una marca.	0,572	Tiempo estándar por pedido: 121.099 s Órdenes diarias: 17	22	12,584

Extras	Nº operarios	Tiempo		Días al mes	Total
		Horas-Hombre	Detalle		
Documentación y registros	2	8	4 horas por vendedor	22	176
Tiempos muertos	2	1,6	0.8 horas por bodeguero	22	35,2

TOTAL GLOBAL:	223,784
----------------------	---------

DISPONIBILIDAD:	<i>Diaria</i>	<i>Mensual</i>
	12,4	272,8

Tabla 58. Horas – hombre para el surtido a ventanilla del Taller mecánico

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9. Imágenes de la Bodega Concesionario Granados

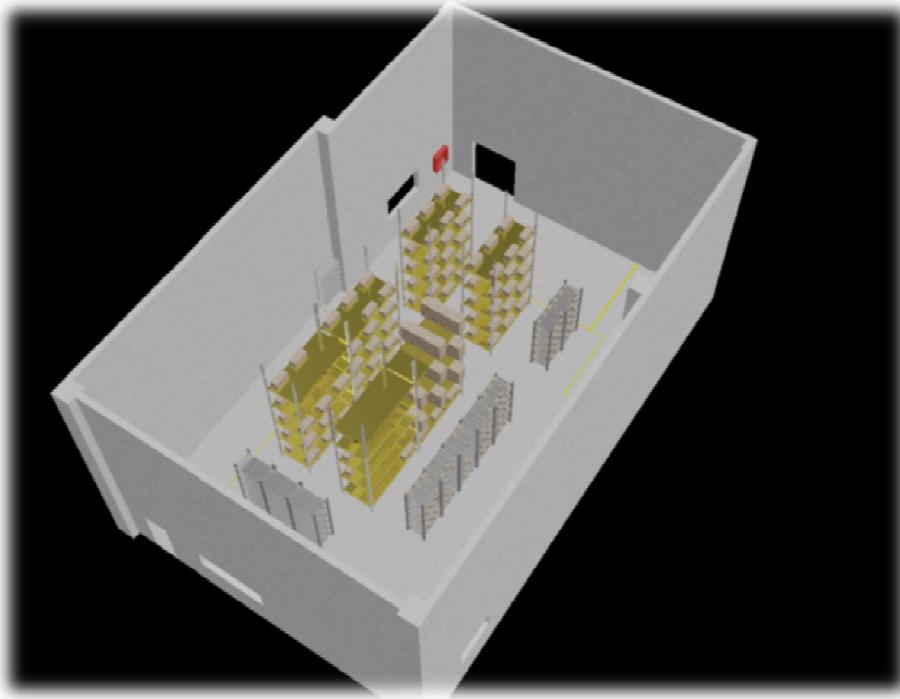


Imagen 4. Diseño de la Bodega Concesionario Granados – Vista hacia la puerta de salida a Mostrador (ángulo 1)

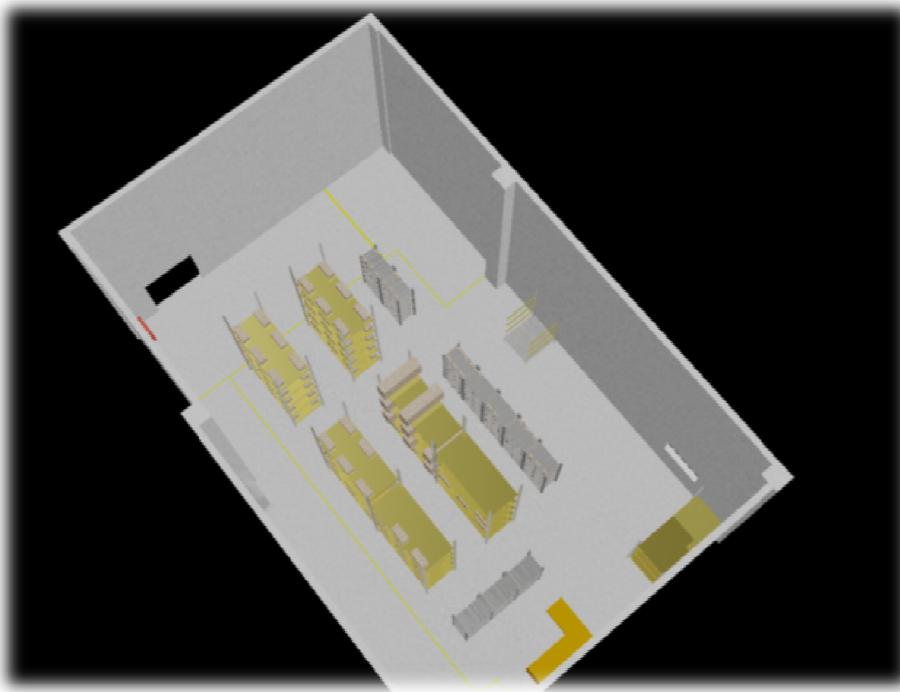


Imagen 5. Diseño de la Bodega Concesionario Granados – Vista hacia la puerta de salida a Mostrador (ángulo 2)

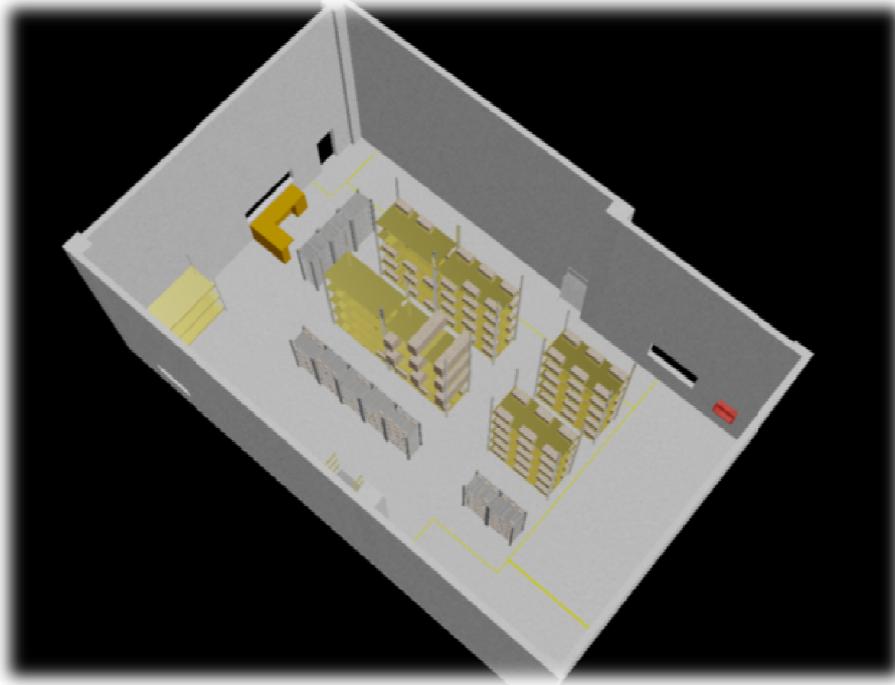


Imagen 6. Diseño de la Bodega Concesionario Granados – Vista hacia la puerta del Taller (ángulo 1)

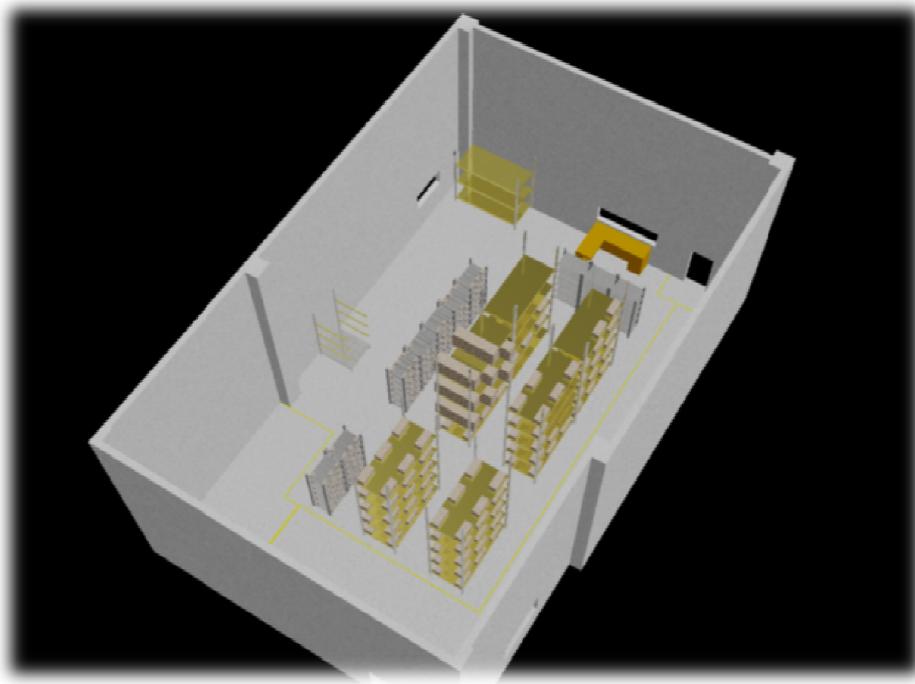


Imagen 7. Diseño de la Bodega Concesionario Granados – Vista hacia la puerta del Taller (ángulo 2)

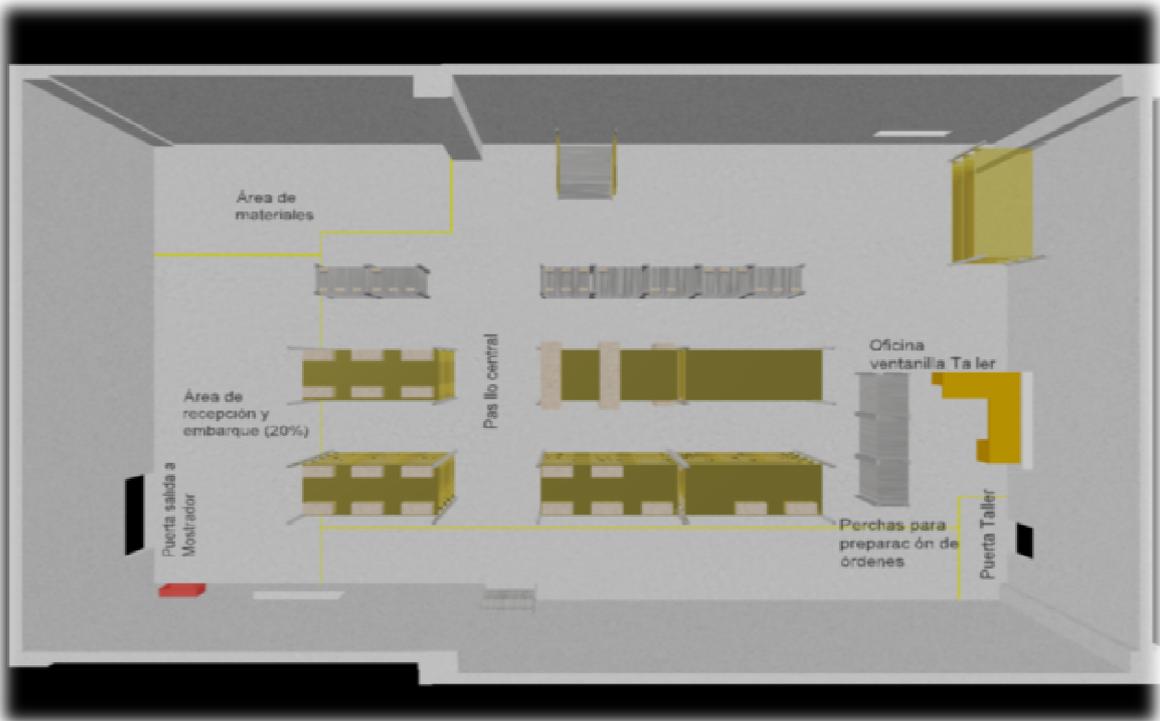


Imagen 8. Diseño de la Bodega Concesionario Granados – Vista superior

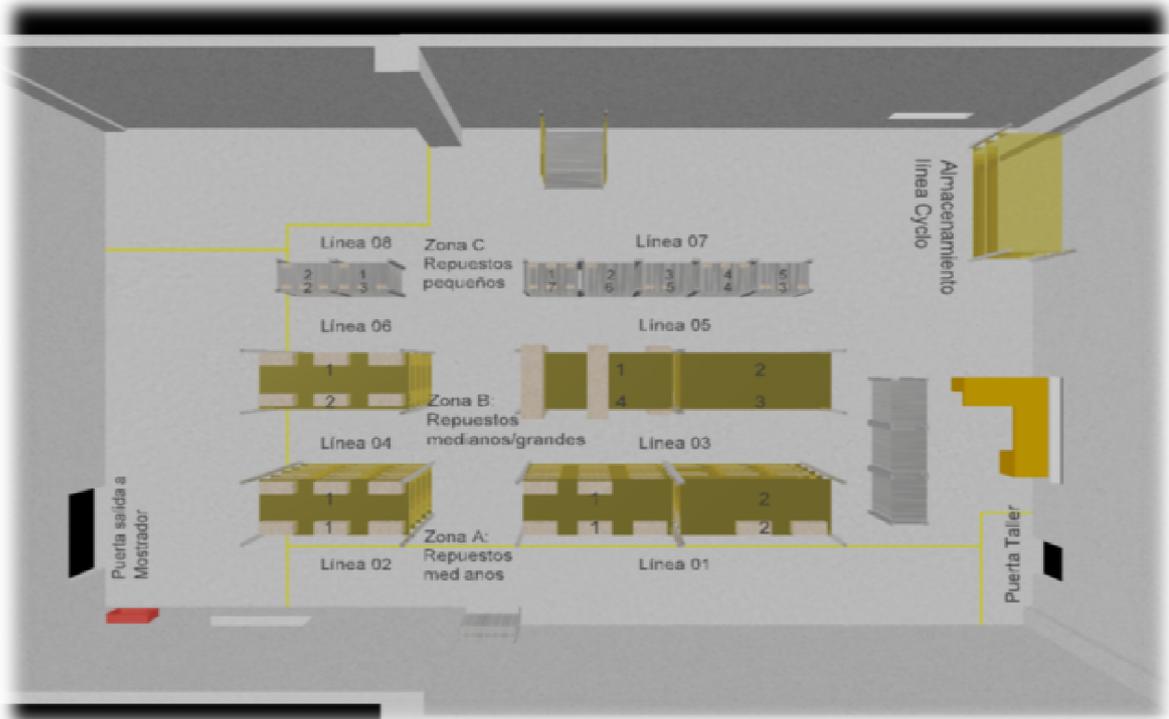


Imagen 9. Zonificación de la Bodega Concesionario Granados

Fuente: Todas las imágenes son elaboración propia en AutoCAD 2011

Anexo 10. Costos asociados a cada alternativa

BODEGA:		GRANADOS (Opción 1: NSC y concesionario con mejor operación)		
NISSAN				SUB-TOTAL
Energía eléctrica	0.35%	Energía eléctrica	0.18%	0.52%
Agua potable	0.25%	Agua potable	0.12%	0.36%
Teléfonos convencionales	0.11%	Teléfonos convencionales	0.07%	0.18%
Data-fast	0.66%	Data-fast	0.36%	1.02%
Correo y encomiendas	0.02%	Correo y encomiendas	0.01%	0.02%
Seguridad y vigilancia	0.79%	Seguridad y vigilancia	0.37%	1.16%
Arriendo	6.87%	Arriendo	3.20%	10.07%
Mantenimiento:				
Edificios y oficinas	0.23%	Edificios y oficinas	0.12%	0.35%
Local ventas	0.09%	Local ventas	0.04%	0.13%
Muebles	0.22%	Muebles	0.10%	0.32%
Maquinaria	0.00%	Maquinaria	0.00%	0.00%
Vehículo	0.16%	Vehículo	0.00%	0.16%
Condominio	0.06%	Condominio	0.02%	0.08%
Personal:		<i>N° personas</i>		
Jefe de bodega	0.76%	2		1.53%
Bodegueros	0.46%	6		2.76%
Ventanilla	0.46%	1		0.46%
Mostrador	0.46%	3		1.38%
Jefe de pedidos	1.12%	1		1.12%
Analista de pedidos	0.62%	2		1.24%
Costo de oportunidad:		<i>Costo del inventario (mes)</i>	<i>Tasa de interés</i>	
		643%	0.12	77.13%
				COSTO TOTAL
				(Sub-total + Costo de oportunidad): 100%
				Costo de mantener inventario (unidad/mes): \$ 0.98

Tabla 59. Costos asociados a la Opción 1

Fuente: Adaptación de la información obtenida de Automotores y Anexos S.A.

BODEGA:		CONCESIONARIO GRANADOS Propuesta		
NISSAN			RENAULT	SUB-TOTAL
Energía eléctrica	0.29%	Energía eléctrica	0.00%	0.29%
Agua potable	0.21%	Agua potable	0.00%	0.21%
Teléfonos convencionales	0.09%	Teléfonos convencionales	0.00%	0.09%
Data-fast	0.56%	Data-fast	0.00%	0.56%
Correo y encomiendas	0.02%	Correo y encomiendas	0.00%	0.02%
Seguridad y vigilancia	1.43%	Seguridad y vigilancia	0.00%	1.43%
Arriendo	17.08%	Arriendo	0.00%	17.08%
Mantenimiento:				
Edificios y oficinas	0.19%	Edificios y oficinas	0.00%	0.19%
Local ventas	0.07%	Local ventas	0.00%	0.07%
Muebles	0.18%	Muebles	0.00%	0.18%
Maquinaria	0.00%	Maquinaria	0.00%	0.00%
Vehículo	0.13%	Vehículo	0.00%	0.13%
Condominio	0.00%	Condominio	0.00%	0.00%
Personal:		<i>N° personas</i>		
Jefe de bodega	6.59%	1		6.59%
Bodegueros	3.97%	1		3.97%
Ventanilla	3.97%	1		3.97%
Mostrador	3.97%	2		7.95%
		<i>Costo del inventario</i>		
		<i>Tasa de interés</i>		
Costo de oportunidad:	477%	0.12	57.26%	
				COSTO TOTAL
				<i>(Sub-total + Costo de oportunidad):</i>
				100%
				<i>Costo de mantener inventario (unidad/mes):</i>
				\$ 3.90

Tabla 60. Costos asociados a la Opción 2 – Sección 2.1 (Bodega Concesionario Granados)

Fuente: Elaboración propia - Adaptación de la información obtenida de Automotores y Anexos S.A.

BODEGA:		NSC (National Sales Company) Propuesta		
NISSAN		RENAULT		SUB-TOTAL
Energía eléctrica	0.37%	Energía eléctrica	0.19%	0.55%
Agua potable	0.26%	Agua potable	0.12%	0.39%
Teléfonos convencionales	0.12%	Teléfonos convencionales	0.07%	0.19%
Data-fast	0.70%	Data-fast	0.38%	1.08%
Correo y encomiendas	0.02%	Correo y encomiendas	0.01%	0.03%
Seguridad y vigilancia	0.84%	Seguridad y vigilancia	0.39%	1.23%
Arriendo	3.96%	Arriendo	0.00%	3.96%
Mantenimiento:				
Edificios y oficinas	0.24%	Edificios y oficinas	0.13%	0.37%
Local ventas	0.00%	Local ventas	0.00%	0.00%
Muebles	0.23%	Muebles	0.11%	0.34%
Maquinaria	0.00%	Maquinaria	0.00%	0.00%
Vehículo	0.17%	Vehículo	0.00%	0.17%
Condominio	0.06%	Condominio	0.02%	0.08%
Personal:		<i>N° personas</i>		
Jefe de bodega	0.81%	1		0.81%
Bodegueros	0.49%	5		2.44%
Ventanilla	0.49%	0		0.00%
Mostrador	0.49%	0		0.00%
Jefe de pedidos	1.19%	1		1.19%
Analista de pedidos	0.66%	2		1.32%
	<i>Costo del inventario (mes)</i>	<i>Tasa de interés</i>		
Costo de oportunidad:	716%	0.12	85.87%	
				COSTO TOTAL
				(Sub-total + Costo de oportunidad):
				100%
				Costo de mantener inventario (unidad/mes):
				\$ 0.87

Tabla 61. Costos asociados a la Opción 2 – Sección 2.2 (NSC)

Fuente: Elaboración propia - Adaptación de la información obtenida de Automotores y Anexos S.A.

Anexo 11. Datos y resultados del Modelo de sistema serial de dos escalones

BODEGA NSC:		MODELO DE SISTEMA SERIAL DE DOS ESCALONES								
$K_1 =$	\$ 1.119,38									
$h_1 =$	\$ 0,87									
$e_1 =$	\$ 0,87									
BODEGA	Tasa de demanda (mensual)	Costo de preparación de órdenes (mensual)	Costo de mantener inventario (unidad/mes)	Cálculos						
	d	K_2	h_2	e_2	n^*	n	Q_2^*	Q_1^*	C^*	
GUAYAQUIL	1711	\$ 212,87	\$ 1,63	\$ 0,76	2,14	2	1027	2053	\$ 2.574,85	
CUENCA	596	\$ 121,64	\$ 1,10	\$ 0,23	1,55	2	641	1282	\$ 1.266,94	
AMBATO	493	\$ 91,23	\$ 1,47	\$ 0,59	2,88	3	377	1131	\$ 1.212,89	
MANTA	342	\$ 91,23	\$ 2,09	\$ 1,22	4,14	4	232	928	\$ 1.094,28	
AZUCENAS	296	\$ 45,62	\$ 3,16	\$ 2,28	8	8	109	870	\$ 1.009,01	
CONCESIONARIO GRANADOS	524	\$ 45,62	\$ 3,90	\$ 3,02	9,21	9	128	1151	\$ 1.393,68	
TOTAL:									\$ 8.551,65	

Tabla 62. Detalle del Modelo de sistema serial de dos escalones

Fuente: Elaboración propia

Anexo 12. Calendario de actividades del plan de implementación

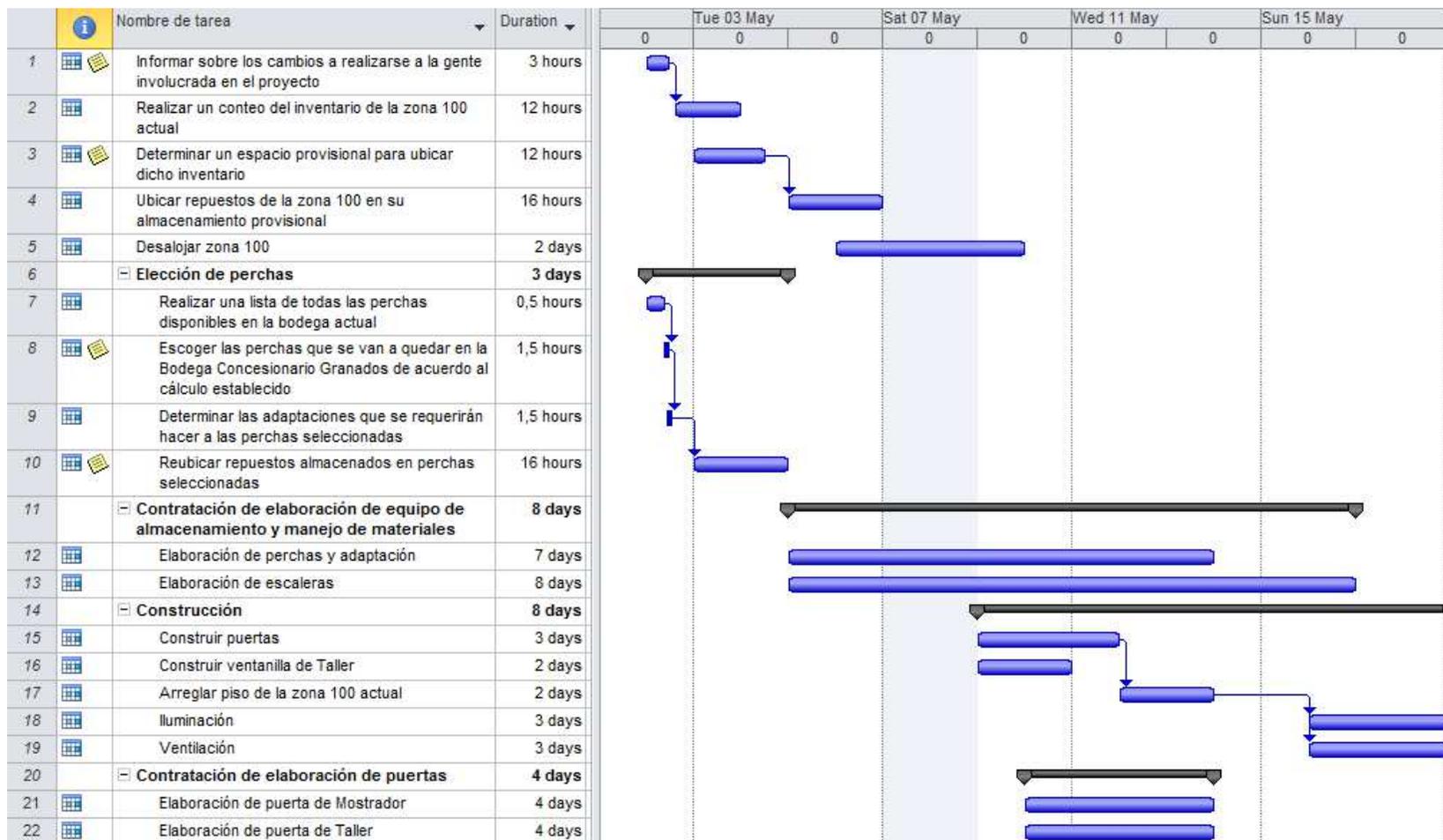


Imagen 10. Calendario de actividades (Primera parte)

Fuente: Elaboración propia

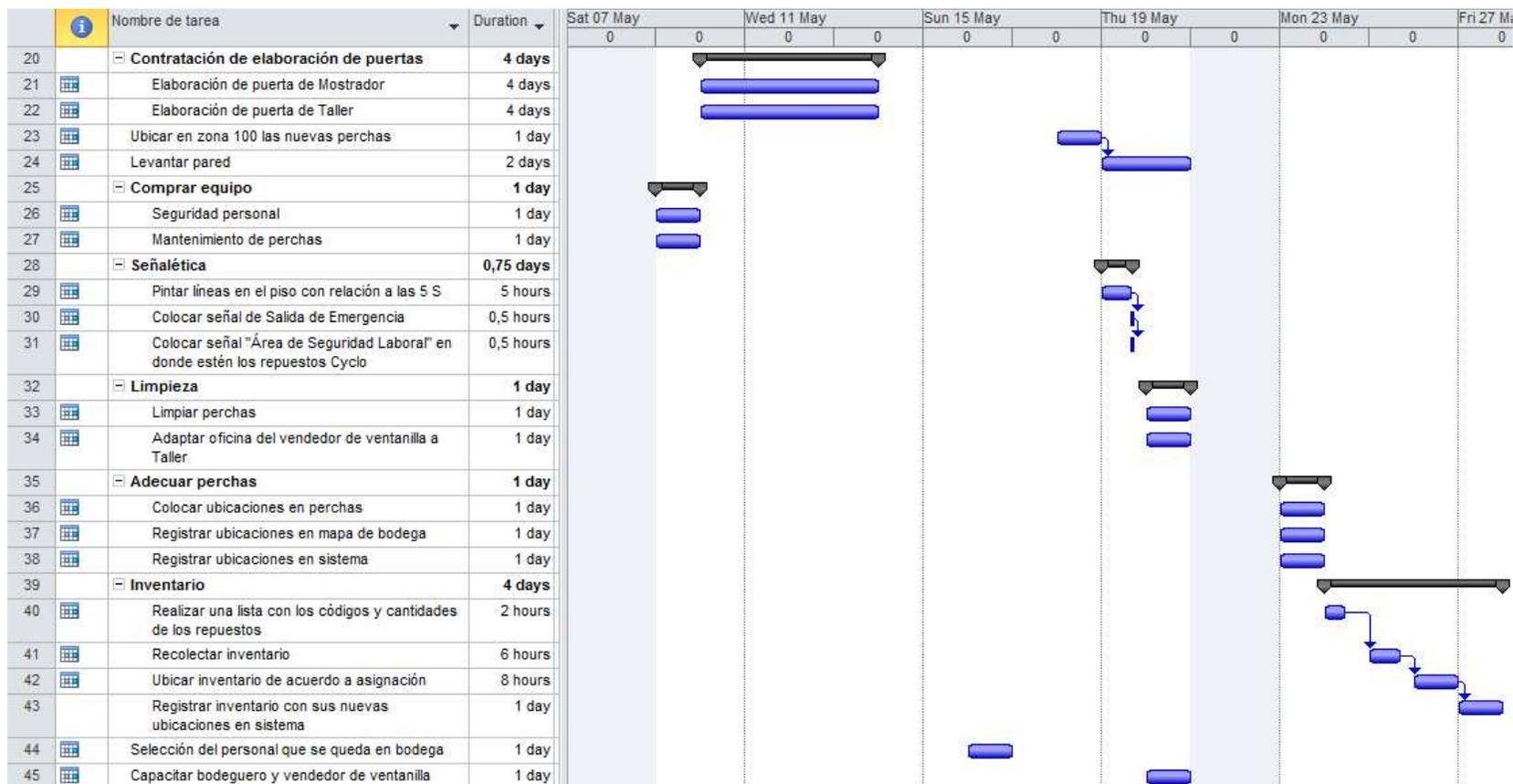


Imagen 11. Calendario de actividades (Segunda parte)

Fuente: Elaboración propia

Anexo 13. Modelo de sistema Kanban propuesto

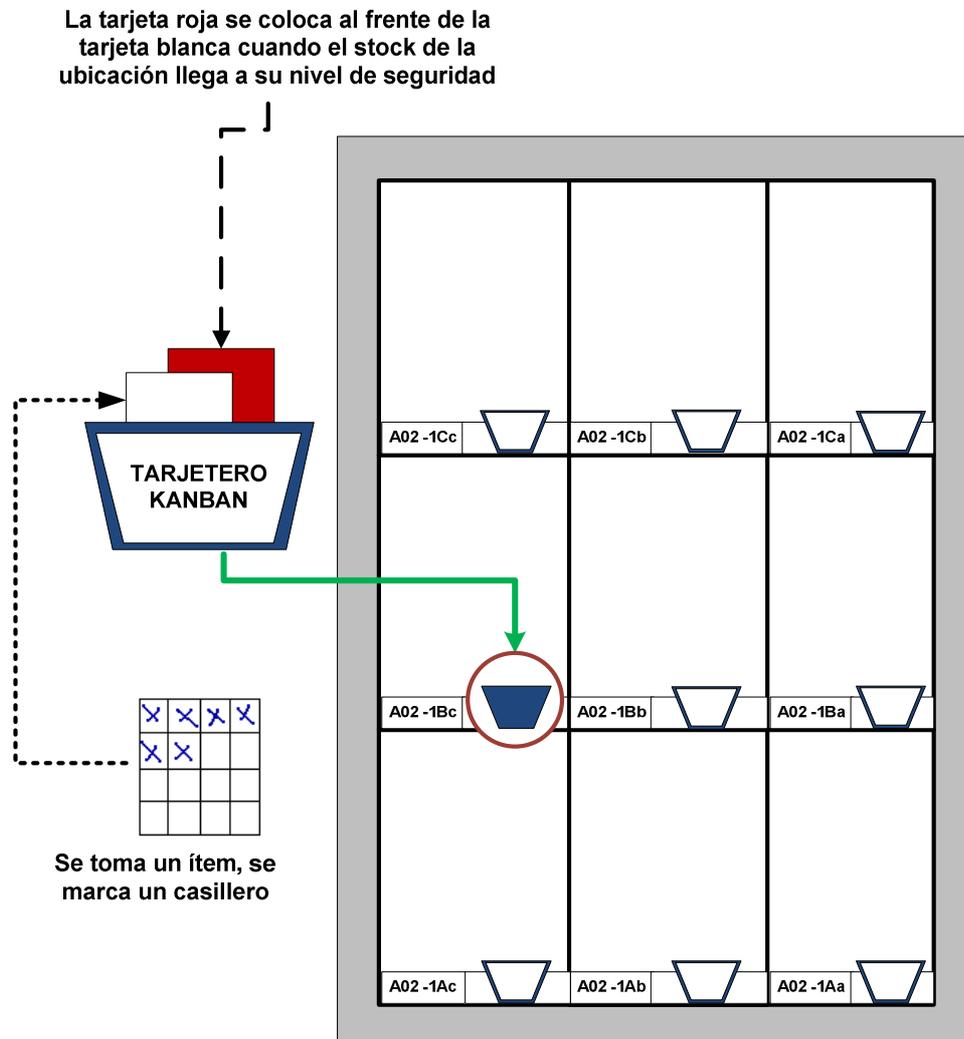


Imagen 12. Ejemplo del funcionamiento del sistema Kanban implementado en las perchas

Fuente: Elaboración propia