

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



Instituto de Ciencias Matemáticas

“ANÁLISIS Y RESOLUCIÓN DEL PROBLEMA DE ALMACENAJE Y
DISTRIBUCIÓN DE ÁNGULOS, PLACAS Y STUBS, PARA UNA EMPRESA
METALÚRGICA MEDIANTE HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS LOGÍSTICOS”

INFORME DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN

(Dentro de una materia de la malla)

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO EN LOGÍSTICA Y TRANSPORTE

Presentado por:

Bodero Santana Carolina Angélica

Burgos Mejía Jorge Luis

GUAYAQUIL-ECUADOR

2012

AGRADECIMIENTOS

A mi mamá por haberme llevado los días sábados a la universidad para realizar el proyecto de graduación. Al ingeniero Guillermo Baquerizo brindarnos su apoyo en la elaboración de este proyecto. A mis amigos involucrados en la realización del mismo.

Carolina Boderó S.

Agradezco a todos mis familiares que brindaron su apoyo, a mi tía Fanny, mi abuelita Edith, mis hermanos Manuel y Keshia, así como todos mis amigos que logré obtener en esta etapa de mi vida.

Jorge Luis Burgos Mejía

DEDICATORIAS

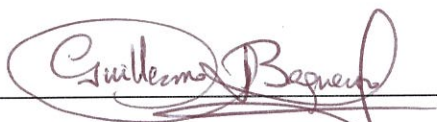
Se la dedico a mi madre por ser quien ha estado ahí conmigo apoyándome, y alentándome a dar siempre lo mejor de mí. A mi hermana por estar siempre incondicionalmente. A toda mi familia porque de una otra forma son el centro de mi vida y están ahí cuando los necesito.

Carolina Boderó S.

Dedico este trabajo a mi hermosa madre quien siempre ha demostrado su apoyo incondicional y que gracias al fruto de su esfuerzo puedo gozar de grandes valores y competencias que me ayudan a superarme en mí día a día.

Jorge Luis Burgos Mejía

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Guillermo Alejandro Baquerizo Palma

DIRECTOR DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN



Ing. Víctor Alejandro Vega Chica


DELEGADO DEL ICM

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Informe del Proyecto de Graduación (dentro de una materia de la malla), nos corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).


Carolina Angélica Bodero Santana


Jorge Luis Burgos Mejía

RESUMEN

Los principales problemas de la empresa metalúrgica de estudio, METALME, son el almacenamiento y la distribución de sus productos metálicos. Esto repercute en las actividades diarias de la empresa y en la entrega de la mercadería a sus clientes.

El área de almacenes, donde está la materia prima y el producto semielaborado, se encuentra saturada por el incorrecto almacenamiento. Entonces, se reestructurará el diseño de la bodega para obtener una mejor distribución del espacio y el uso de estanterías especiales para facilitar su manipulación de los productos metálicos.

Asimismo, para el área de distribución, se realizará un análisis matemático para determinar la carga del vehículo en cada viaje hacia el cliente. Este análisis comprende el uso de modelos matemáticos como problema de programación entera, problema de asignación y problema de la mochila. Usando estas herramientas en conjunto se minimizarán los costos de transporte.

ABSTRACT

The main problems of the study metallurgical company, METALME, are the storage and the distribution of metal products. This affects the daily activities of the company and the delivery of these products to the customers.

The storage area, where is the raw material and the semi-manufactured product is, is saturated by improper storage. Then, the warehouse design will be remodeled for better distribution of space and use of special racks for easy handling of the metal products.

Also in the distribution area, we will use a mathematical analysis to determine the load of the vehicle on each trip to the client. This analysis includes the use of mathematical models as integer programming problem, assignment problem and knapsack problem. Using these tools together will minimize transport costs.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE GENERAL	I
ABREVIATURAS	IV
GLOSARIO	V
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	X
INTRODUCCIÓN	1
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	3
1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Justificación del proyecto.....	4
1.3 Hipótesis.....	7
1.4 Establecimiento de Objetivos del Proyecto.....	7
1.4.1 Objetivo General.....	7
1.4.2 Objetivos Específicos	7
1.5 Justificación del Estudio	8
1.6 Diseño de la Investigación.....	8
2. MARCO TEÓRICO	10
2.1 El Producto	10
2.1.1 Ángulos.....	10
2.1.2 Placas.....	11
2.1.3 Stubs	11
2.2 Tipo De Almacenamiento	12
2.2.1 Infraestructura del almacén	12
2.2.2 Equipos de manipuleo y acondicionamiento.....	13
2.2.3 Tipos de materiales	13
2.2.4 Consideraciones de apilado	14

2.2.5	Zona de carga y descarga	16
2.2.6	Zona de recepción y control	16
2.2.7	Zona de almacenamiento	17
2.2.8	Picking	17
2.2.9	Embalaje.....	18
2.3	Tipo de distribución	19
2.3.1	Capacidad máxima de camiones.....	20
2.3.2	Clasificación y estiba	20
2.4	Indicadores de gestión	21
2.5	Modelos Matemáticos.....	23
2.5.1	Programación Entera Mixta	23
2.5.2	Problema de Asignación.....	23
2.5.3	Bin Packing Problem	25
2.6	Programas Informáticos	26
2.6.1	GAMS	26
2.6.2	Cube-IQ	27
2.7	Análisis de caso de estudio	27
3.	Caso de aplicación.....	30
3.1	Análisis del almacenamiento en Metalme.....	30
3.2	Análisis de la distribución en Metalme.....	32
3.3	Galvanizado y granallado en Galvani	34
3.4	Recepción del producto en el patio del cliente final.....	35
3.5	Resumen de problemas presentes.....	35
3.6	Flujo de proceso	37
4.	Resolución del problema.....	39
4.1	Almacenamiento en Metalme	39
4.1.1	Bodega temporal	41
4.1.2	Apilado y embalaje	41
4.1.2.1	Apilado de ángulos.....	41
4.1.2.2	Apilado de stubs.....	44
4.1.2.3	Apilado de placas.....	45
4.1.3	Uso de montacargas	46
4.1.3.1	Características del montacargas	46
4.2	Transportación.....	47

4.2.1	Modelo matemático	47
4.2.2	Resultados del modelo matemático.....	50
4.2.3	Cube-IQ.....	52
4.3	Renovación de contrato con Galvani.....	59
4.4	Nivel de servicio en la entrega al cliente	60
5.	Análisis de Resultados	62
5.1	Cronograma del Proyecto.....	62
5.2	Contraste del proyecto	63
5.3	Riesgos por mala transportación del producto final.....	66
6.	Conclusiones y Recomendaciones	73
6.1	Conclusiones	73
6.2	Recomendaciones.....	75
	BIBLIOGRAFÍA	77

ABREVIATURAS

BPP Bin Packing Problem o Problema de la mochila

cm Centímetro

Gams General Algebraic Modeling System

HL Resistencia del acero

Kg Kilogramo

m Metro

mm Milímetro

PL Placa

Tn Tonelada

GLOSARIO

Apilar. Poner una cosa sobre otra haciendo pila. *Participio:* apilado.

Arreglo. Término utilizado en el estudio para designar los viajes realizados por el camión con la carga respectiva.

Brazo metálico. Instrumento de apoyo para izar mercadería pesada y sea fácil su manipulación.

Cuartón. Madero cortado en forma de prisma que sirve de apoyo para los ángulos y no estén en contacto con el piso para que no se deterioren y sea de fácil manipulación.

Desestibar. Sacar el cargamento de la plataforma de un camión y disponerlo para la descarga.

Enzunchar. Asegurar y reforzar cajones, fardos, demás con zunchos o flejes.

Estibar. Apretar, recalcar materiales o cosas sueltas para que ocupen el menor espacio posible. Distribuir convenientemente la carga en un vehículo.

Galvanizar. Consiste en proteger contra la corrosión a las piezas de hierro y de acero mediante un proceso de inmersión en un baño de zinc que se encuentra fundido a 450°C. El galvanizado permite un recubrimiento de zinc, que no sólo

se deposita sobre la superficie, sino que forma una aleación zinc-hierro de gran resistencia a los distintos agentes de corrosión de la atmósfera, del agua o del suelo.

Granallar. Es una técnica de tratamiento superficial por impacto con el cual se logra un grado de limpieza y una correcta preparación superficial. El proceso permite remover todo tipo de revestimiento y contaminantes como óxido, pintura, calamina, soldadura, entre otros. Al granallar las estructuras, se crea un perfil de anclaje que permite la adherencia de nuevos recubrimientos como pinturas industriales y el zinc.

Logística. Es el flujo de materiales e información dentro de la cadena de suministro, minimizando costos y maximizando el nivel de servicio. Abarca tres eslabones principales que es abastecimiento, almacenamiento y distribución.

Optimizar. Buscar la mejor manera de realizar una actividad.

Pallet. Es una plataforma construida generalmente de tablas de madera (también hay hechas de plástico) donde se apila la carga que se va almacenar o transportar. Facilita la agrupación de cargas fraccionadas para su respectiva manipulación y estiba.

Picking. Proceso de recogida de material extrayendo unidades o conjuntos empaquetados de una unidad de empaquetado superior que contiene más unidades que las extraídas.

Pulso. Haciendo fuerza con la muñeca y la mano y sin apoyar el brazo en parte alguna, para levantar o sostener algo.

Strech film. Película estirable de alta transparencia fabricada a base de polietileno de baja densidad cuya resistencia mecánica y bajo espesor lo hacen especial para envolver o paletizar mercadería a un bajo costo.

Stubs. Ángulos de soporte de menor longitud.

Tercerizar. Contratar a otra empresa para que realice determinadas tareas relacionadas a la actividad empresarial pero no al núcleo del negocio.

Zuncho. Refuerzo metálico, generalmente de acero, para juntar y atar elementos constructivos de edificaciones o estructuras.

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1-1 Tiempos de entrada y salida de las estructuras metálicas en la empresa Galvani.....	6
Tabla 2-1 Tipos de medidas de los ángulos	10
Tabla 2-2 Indicador de transporte [9].....	22
Tabla 3-1 Tiempos y tipo de estiba	31
Tabla 3-2 Cargas por viaje.....	33
Tabla 4-1 Características necesarias para el alquiler del montacargas.....	46
Tabla 4-2 Reporte con resumen de resultados	50
Tabla 4-3 Dimensiones del camión.....	53
Tabla 4-4 Dimensiones Arreglo 1.....	53
Tabla 5-1 Costos totales de transportación	64
Tabla 5-2 Costo total de alquiler de montacargas.....	64

Tabla 5-3 Detalle de costos totales hasta el 23 de mayo del 2012	65
Tabla 5-4 Detalle de costos totales del proyecto – Situación propuesta	66
Tabla 5-5 Detalle de costos totales del Escenario 1	68
Tabla 5-6 Detalle de costos totales del Escenario 2	70
Tabla 5-7 Detalle de costos totales del Escenario 3	71
Tabla 6-1 Resumen de costos totales de los escenarios	75

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1-1 Flujo del producto	4
Ilustración 2-1 Ángulos metálicos sobre estanterías.....	12
Ilustración 2-2 Transpaleta manual.....	13
Ilustración 2-3 Montacargas de cuatro ruedas	14
Ilustración 2-4 Apilado de los ángulos metálicos	15
Ilustración 2-5 Almacenamiento de planchas metálicas	15
Ilustración 2-6 Planchas metálicas embaladas	18
Ilustración 2-7 Carga de un camión	19
Ilustración 2-8 Embalaje de ángulos metálicos.....	21
Ilustración 3-1 Brazo metálico.....	32
Ilustración 3-2 Flujo de proceso.....	38

Ilustración 4-1 Cuartones de madera.....	42
Ilustración 4-2 Apilado inicial de ángulos, punta hacia arriba	43
Ilustración 4-3 Apilado de stubs	45
Ilustración 4-4 Reporte del Arreglo 2 del programa Gams.....	51
Ilustración 4-6 Software Cube-IQ.....	55
Ilustración 4-7 Detalle del producto en el software Cube-IQ.....	56
Ilustración 4-8 Diseño de los productos a transportar.....	56
Ilustración 4-9 Optimización de carga en Cube-IQ	57
Ilustración 4-10 Problema resuelto y optimizado	58
Ilustración 4-11 Cantidades de los productos a transportar.....	58
Ilustración 5-1 Abertura de la llanta por exceso de carga en vehículo.....	67

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo trata de complementar el uso de herramientas logísticas a las actividades de una empresa metalúrgica. Estas herramientas ayudarán al manejo de materiales y la reducción de costos operacionales.

El primer capítulo detalla los antecedentes de la empresa de estudio, problemas en el almacenamiento y la distribución de los productos de METALME.

El segundo capítulo es para el marco teórico donde se describirán todas las herramientas a utilizar para el estudio. Además de los modelos matemáticos a utilizarse.

El tercer capítulo, profundiza cada una de los problemas de almacenamiento y distribución. Asimismo las repercusiones de cada actividad en el desarrollo de la empresa.

El cuarto capítulo abarca la resolución de los problemas de almacenamiento y distribución. El primero, es un nuevo diseño del almacén junto con el uso de estanterías especiales para cada producto. Y el segundo, es la distribución de viajes para el cliente con el respectivo camión para entregar la mercadería.

El quinto capítulo muestra el análisis de resultados y la verificación de los mismos.

El sexto capítulo comprende las conclusiones y recomendaciones del estudio.

CAPÍTULO 1

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

El estudio se realizará a una planta metalmecánica del país la cual se denominará “Metalme”, la misma que se dedica a la producción de aleaciones y estructuras metálicas sofisticadas.

Metalme actualmente se encuentra en un proyecto de elaboración de ángulos, placas y stubs procesados para un cliente final que se denominará “Taller”. Para lo cual consta con una línea de producción continua y la materia prima total en la planta para la producción del pedido del cliente. En el proceso de distribución de estas estructuras, Metalme posee un eslabón de entrega antes de llevar el producto hacia el cliente final el cual es una empresa galvanizadora de estructuras metálicas la cual se nombrará como “Galvani”. Donde los materiales se someten al proceso industrial de galvanizado; el cual consiste en un baño de zinc al producto, provocando en él una mayor duración(vida útil) y un acero protegido ante la oxidación. Finalmente, la operación de distribución en la

descarga del camión se contrata un montacarguista para la desestiba del producto en los patios del cliente final.



Ilustración 1-1 Flujo del producto

1.2 Justificación del proyecto

La empresa posee muchos inconvenientes en el proceso de almacenamiento y distribución el cual se detalla a continuación:

- Metalme no cuenta con un espacio físico para el almacenamiento temporal del producto terminado. Dicha situación ha llevado a la planta a almacenar el producto terminado en áreas muy cercanas a las máquinas de producción, llegando en ocasiones a saturar el espacio de movilización del área de producción. En otras ocasiones, la exposición del producto al aire libre donde las estructuras sufren los procesos de oxidación debido al sol y las lluvias.

- Mal embalaje de los materiales para una correcta manipulación de los mismos, genera que las desestibas de los camiones sean dificultosos.
- La estiba del producto en la planta Metalme se la realiza en su mayoría a pulso, evidenciando la poca preocupación por la salud de los trabajadores y un tiempo valioso de estiba que incurre directamente en la paralización de la producción, porque el mismo personal de estiba es parte de la cuadrilla que se encarga de la producción.
- Incorrecta planificación de los materiales que se van estibar al camión, el cual a corto plazo genera inconvenientes con el peso no adecuado para una optimización del transporte y a largo plazo genera un número elevado de viajes que no permiten optimizar dicha operación de distribución alcanzado altos costos.
- Exceso de carga en los camiones tercerizados, genera una mala relación con el transportista.
- Tiempos elevados de las operaciones desde que el producto sale de la planta hasta que llegue al cliente final que se refleja en el incumplimiento en las fechas de entrega.
 - ✓ Debido a las dimensiones de estas estructuras metálicas, Galvani descuida el proceso de galvanizado para éstas, por la

dificultad que genera en ocasiones. Además en la situación contractual, no se especifican tiempos de galvanizado.

Fecha de Entrada	Fecha de Salida	Tiempo Total
02-abr-2012	11-may-2012	1 mes 9 días
04-may-2012	23-may-2012	19 días
03-may-2012	11-may-2012	8 días
05-may-2012	21-may-2012	16 días
18-may-2012	21-may-2012	3 días

Tabla 1-1 Tiempos de entrada y salida de las estructuras metálicas en la empresa Galvani

- ✓ Mala coordinación con el equipo de desestiba de los materiales (montacarguistas).
- Poco control de las actividades que generan costos elevados, como lo es el alquiler de montacargas.

1.3 Hipótesis

Si se aplican herramientas de análisis logísticas para la planificación de los procesos operativos y el manejo de materiales, entonces se mejoraría la capacidad del almacén instalado y disminuirían los tiempos de ejecución de las operaciones dando como consecuencia la reducción del tiempo de entrega del proyecto, satisfaciendo el requerimiento del cliente.

1.4 Establecimiento de Objetivos del Proyecto

1.4.1 Objetivo General

Dotar a la empresa Metalme de herramientas técnicas logísticas, con la finalidad de optimizar el desarrollo de sus actividades en las áreas de bodega y distribución.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Diseñar modelos matemáticos que contribuyan a una óptima distribución de materiales.
- Implementar procesos que ayuden a una correcta forma de almacenaje.

- Análisis exhaustivos de procesos que generen información importante para una correcta toma de decisiones.
- Contrastar la situación actual de la empresa con el estudio, con la finalidad de visualizar la posible mejora de las actividades.

1.5 Justificación del Estudio

Los motivos por los que se realiza este estudio son:

- Llevar las competencias de almacenamiento y distribución de estos materiales hacia un enfoque de procesos estandarizados que contribuyan a la solución de posibles conflictos.
- Disminuir los tiempos de entregas de estos materiales al cliente final para garantizar la satisfacción del mismo.
- Resolver los problemas de embalaje de estos productos para que estos tengan una correcta manipulación en las operaciones venideras.
- Lograr una reducción de costos para la empresa.

1.6 Diseño de la Investigación

Este proyecto se realizará de la siguiente forma:

Primero se realizará un estudio exhaustivo de la situación actual de la empresa con las operaciones que conllevan el almacenamiento y distribución de las placas, ángulos y stubs. Estudiando parte por parte los tiempos y la forma de ejecución de las actividades; procurando identificar posibles mejoras de las mismas.

Luego se usarán herramientas técnicas logísticas de análisis, como son los estudios de indicadores y los costos de operaciones. Además de la resolución de problemas con el uso de modelos matemáticos para contribuir con una mejora sustancial de las operaciones. Asimismo, enfocándose siempre a dar como resultado una estructura de procesos estandarizados.

Por último se contrastará la situación actual de la empresa con los datos obtenidos del estudio para evidenciar los cambios positivos de la ejecución de las herramientas.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1 El Producto

2.1.1 Ángulos

Los ángulos que Metalme procesa poseen diversas características donde la manipulación es diferente hasta para la estiba de los mismos, lo que provoca una complejidad considerable en los procedimientos de almacenamiento y distribución. Las características principales que son objeto de estudio para el proyecto son las dimensiones y pesos.

Resistencia del ángulo	HL	L					
Ancho (mm)	45	60	65	75	90	120	150
Grosor (mm)	3	5	7	12	15	10	
Largo (mm)	500 - 6000						

Tabla 2-1 Tipos de medidas de los ángulos

Las dimensiones de los ángulos son de ala de HL150x15x6000; donde HL indica la resistencia del acero de 150, el ancho de 15mm el grosor y el largo de 6000mm.

Los pesos de cada ángulo se miden en kilogramos y varían desde 0.9 hasta 202.5 kilogramos, estos difieren según las dimensiones de los ángulos.

2.1.2 Placas

Las placas poseen diferentes medidas y pesos. El largo no sobrepasa los 521 milímetros y sus formas varían acorde las especificaciones del cliente. Por ejemplo, la placa con código PL521x8x480 significa que PL es una placa de ancho 521mm, el grosor es de 8mm y el largo de 480mm.

2.1.3 Stubs

Los stubs o también llamados ángulos de soportes, son ángulos de menor longitud (< 500 milímetros) y por lo general, su grosor es de 12 milímetros.

2.2 Tipo De Almacenamiento

2.2.1 Infraestructura del almacén

Los almacenes deben estar diseñados de acuerdo a las características y al tipo de la mercadería a manipular. Los canales de acceso y salida deben estar despejados para su libre circulación. Cada pasillo y estantería debe estar señalizado para su fácil reconocimiento y delimitados mediante franjas en el piso del almacén. Las normas de seguridad deben de ser visibles para todo el equipo de trabajo.

En el área de la industria metalúrgica las estanterías utilizadas en los almacenes son como las presentadas en la ilustración 2-1 Ángulos metálicos sobre estanterías. Puesto que este tipo de mercadería es larga y muy pesada.



Ilustración 2-1 Ángulos metálicos sobre estanterías

2.2.2 Equipos de manipuleo y acondicionamiento

Los equipos de manipuleo de la mercadería son aquellos que sirven de apoyo mecánico para poder transportar la mercadería dentro del área del almacén para la ejecución de las operaciones.

Facilitan la manipulación de los mismos para poder cargar y descargar los materiales.

2.2.3 Tipos de materiales

Transpaletas manuales



Ilustración 2-2 Transpaleta manual

La transpaleta manual es un aparato para transporte de carga con una capacidad máxima de hasta 2000 kilogramos. Consta de una horquilla de dos

brazos paralelos horizontales, un timón guía y ruedas. La horquilla puede elevarse ligeramente para levantar el pallet y que éste no roce el suelo en los desplazamientos.

Elevadores/Montacargas

Es una máquina universal para transportar, almacenar y seleccionar pallets. Es un vehículo contrapesado que sirve para mover cargas muy pesadas y que pueden ser de gran tamaño.



Ilustración 2-3 Montacargas de cuatro ruedas

2.2.4 Consideraciones de apilado

El apilado de producto es la forma más común de almacenamiento. El correcto apilado está relacionado con el tipo de producto y su resistencia a soportar carga. La altura de apilado varía según el tipo de mercadería.



Ilustración 2-4 Apilado de los ángulos metálicos

El apilado de los ángulos metálicos (como en la Ilustración 2-1 Ángulos metálicos sobre estanterías y la Ilustración 2-4 Apilado de los ángulos metálicos) es recomendable, puesto que los costos de almacenamiento se reducen permitiendo almacenar varias unidades sin exceder el peso máximo.

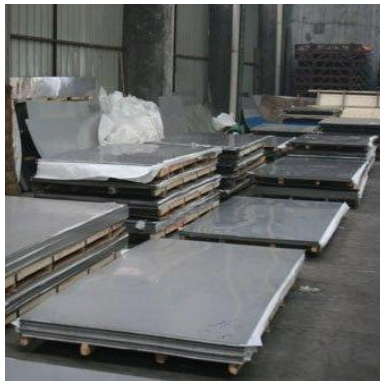


Ilustración 2-5 Almacenamiento de planchas metálicas

2.2.5 Zona de carga y descarga

Las zonas de carga pueden estar ubicadas dentro del almacén o fuera de él, según sea el tipo de mercadería. En estas zonas es donde se estiba y se desestiba la mercadería. La estiba consiste en cargar la mercadería a la flota de camiones, y la desestiba, todo lo contrario. Ésta última se puede dar por abastecimiento de materias primas o insumos en los almacenes, o por devolución del producto de los clientes.

Una parte de los productos de Metalme se encuentra en los exteriores de los almacenes por falta de espacio o por tránsito temporal hasta que salga la mercadería al cliente.

2.2.6 Zona de recepción y control

En esta zona la mercadería pasa por un proceso de clasificación y verificación de los estándares de calidad según las políticas de la empresa.

Cuando vienen de la empresa Galvani pasa por toda esta clasificación, debido al proceso que elabora esta empresa a los bienes.

2.2.7 Zona de almacenamiento

Esta zona es la más importante dentro del almacén. Consta de estanterías y los materiales de manipulación adecuados para el correcto almacenamiento de las mercaderías.

Como los productos metálicos que maneja Metalme no son parecidos entre sí, las maneras de almacenamiento difieren para cada uno. Asimismo se observa en la Ilustración 2-1 Ángulos metálicos sobre estanterías y la Ilustración 2-5 Almacenamiento de planchas metálicas como se almacena cada una de ellas.

2.2.8 Picking

Para realizar la operación de picking, se deben realizar los siguientes pasos:

- Recepción de orden de despacho
- Asignación de recorrido
- Asignación de equipos y canales
- Recojo de la mercadería
- Posicionamiento de la mercadería en los canales de despacho

En el picking es muy importante utilizar los materiales indicados y tener extremo cuidado al momento de recoger la mercadería y ubicarla en las zonas de descarga. Puesto que pueden ocurrir accidentes por el peso de los productos metálicos y el peligro que puede ocasionar si cae encima de algún empleado.

2.2.9 Embalaje

Es cualquier material que envuelve y contiene los productos de modo que facilita su manipulación, protege y resiste las operaciones de manipuleo y transporte.

Para las planchas metálicas se las ubica dentro de un pallet para su transportación (ver Ilustración 2-6 Planchas metálicas embaladas), y asimismo los stubs. Los ángulos metálicos mediante sogas para que no llevar carga suelta (ver Ilustración 2-8 Embalaje de ángulos metálicos).



Ilustración 2-6 Planchas metálicas embaladas

2.3 Tipo de distribución

La distribución es un arma estratégica utilizada para hacer llegar a los clientes y consumidores de una forma óptima las mercancías. Es trasladar el producto lo más cercano a los consumidores para que este lo pueda adquirir fácilmente cuando lo desee.

Se deben tomar en cuenta las características del producto a distribuir, los tiempos de vida del producto, las características especiales para que el producto se conserve de forma óptima: temperatura, fragilidad, manejo de empaques especiales, forma de acomodo en el transporte, documentos que deben acompañar al producto en su tránsito, entre otros.



Ilustración 2-7Carga de un camión

La distribución implica la planeación óptima del transporte y las rutas para llegar a los puntos finales de comercialización reduciendo los costos al mínimo y

asegurando el cuidado de los productos para que no pierdan valor ante el cliente.

2.3.1 Capacidad máxima de camiones

Cada camión tiene una capacidad máxima de carga que puede llevar en su interior. Esta cantidad límite debe ser respetada por los choferes, puesto que en ciertas carreteras solo permiten hasta cierta capacidad máxima de peso.

Además los neumáticos son quienes se afectan por la sobrecarga de mercadería. Por eso no es recomendable llenar el camión de ángulos metálicos, y planchas que son las mercaderías más pesadas.

2.3.2 Clasificación y estiba

Para poder ubicar la mercadería en los camiones respectivos para distribuir, se debe clasificar la mercadería y separarla según los pedidos para un mejor despacho en las instalaciones del cliente. Además de manipular la mercadería con extremo cuidado para no causar daños a la misma. Asimismo embalarla por cliente para un rápido despacho.



Ilustración 2-8Embalaje de ángulos metálicos

2.4 Indicadores de gestión

Los indicadores de gestión sirven para implementar sistemas estratégicos favorables que reflejen el estado de la empresa. Asimismo, retroalimentan al equipo de trabajo y se ejecuta un plan de acción en caso de tener falencias en alguna actividad interna.

Actualmente muy pocas son las empresas que miden estos indicadores. Debido a falta de información por recaudar en cada una de sus operaciones o, miedo por sacar a la luz sus falencias en cada una de sus áreas.

INDICADOR	Nivel de Utilización de los Camiones
DESCRIPCIÓN	Determina la capacidad real de los camiones respecto a su capacidad instalada en volumen y peso.
FÓRMULA	$\frac{\text{Capacidad Real Utilizada}}{\text{Capacidad Real Camión (kg, m}^3\text{)}}$
IMPACTO (COMENTARIO)	Sirve para conocer el nivel de utilización real de los camiones y así determinar la necesidad de optimizar la capacidad instalada y/o evaluar la necesidad de contratar un tercerizado.

Tabla 2-2 Indicador de transporte [9]

2.5 Modelos Matemáticos

2.5.1 Programación Entera Mixta

Un modelo matemático para programación entera mixta es un modelo de programación lineal en donde la restricción adicional es que las variables deben tomar valores enteros. Debido a que estos tipos de problemas involucran solo dos posibilidades, en este tipo de decisiones se puede representar mediante variables de decisión restringidas a solo dos valores, por ejemplo, 0 y 1. De esta misma manera la j -ésima decisión sí o no se puede presentar por X_j tal que

$$X_j = \begin{cases} 1, & \text{si la decisión } j \text{ es sí,} \\ 0, & \text{si la decisión } j \text{ es no} \end{cases}$$

Las variables de este tipo se llaman binarias (o variables 0-1). En consecuencia, algunas veces se hace referencia a los problemas de programación entera que contienen solo variables binarias como problemas de programación entera binaria.

2.5.2 Problema de Asignación

Hillier and Liberman en su libro de "Introducción a la Investigación de Operaciones" denomina al problema de asignación como un tipo especial de problema de la programación lineal en el cual los recursos destinados a la

realización de tareas. Para que un problema sea considerado como un modelo de asignación este deberá poseer las siguientes características:

- El número de asignados es igual al número de tareas (valor denotado por n).
- A cada asignado se le asigna una sola tarea.
- Cada tarea deberá realizarla solo un asignado.
- Existe un costo C_{ij} asociado con el asignado i ($i=1,2,\dots,n$) que realiza la tarea j ($j=1,2,\dots,n$).
- El objetivo es determinar cómo deben hacerse la n asignaciones para minimizar los costos totales.

El modelo matemático para manejar el problema de asignación utiliza las siguientes variables de decisión:

$$X_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si el asignado } i \text{ realiza la tarea } j \\ 0, & \text{caso contrario} \end{cases}; \text{ para } i = 1, 2, \dots, n \text{ y } j = 1, 2, \dots, n$$

Donde se puede observar que X_{ij} es una variable binaria ya que solo puede tomar valores entre 0 o 1.

Si Z es el total entonces el problema de asignación es:

$$\text{Minimizar } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij};$$

Sujeto a:

- a) $\sum_{j=1}^n X_{ij} = 1$ para $i = 1, 2, \dots, n$;
- b) $\sum_{i=1}^n X_{ij} = 1$ para $j = 1, 2, \dots, n$; y,
- c) $X_{ij} \geq 0$ donde X_{ij} es binaria para toda i y j .

2.5.3 Bin Packing Problem

El problema de Bin Packing Problem o también llamado problema de la mochila es considerado también como una variante al modelo de asignación. En el cual consiste en llenar la mochila de objetos con el objetivo de maximizar la utilidad o beneficio de los ítem, procurando no violar la restricción de capacidad de la mochila.

El modelo matemático para el Bin Packing Problem posee la siguiente estructura.

$$X_i = \begin{cases} 1, & \text{si el ítem } i \text{ es metido en la mochila} \\ 0, & \text{caso contrario} \end{cases}; \quad \text{para } i = 1, 2, \dots, n$$

Si Z es el total entonces:

$$\text{Maximizar } Z = \sum_{i=1}^n C_i X_i;$$

Donde C_i es el beneficio que se obtiene al meter el ítem i dentro de la mochila.

Sujeto a:

a) $\sum_{i=1}^n \text{Peso}_i X_i \leq \text{Capacidad}$; y,

b) $X_i \geq 0$ donde X_i es una binaria para toda i .

2.6 Programas Informáticos

2.6.1 GAMS

El programa comercial Gams, General Algebraic Modeling System, es una herramienta de alto nivel para modelamiento y solución de problemas de optimización y programación matemática.

Su calidad, versatilidad y gran uso han hecho que se convierta en un estándar para la escritura de problemas de optimización. En NEOS, servidor para problemas de optimización, www-neos.mcs.anl.gov, la mayoría de los solucionadores (“solvers”) tienen como uno de los formatos predeterminados el de Gams.

Este programa resolverá el problema de programación entera y de asignación planteado en capítulos posteriores.

2.6.2 Cube-IQ

Cube-IQ es un software 3-D de optimización y planificación avanzada de los procesos de carga.

Cube-IQ incrementa la utilización del espacio de carga hasta un 15 % en contenedores, camiones, cajas plásticas, pallets y contenedores aéreos; comparado con un proceso manual.

Cube-IQ optimiza cargas en contenedores con formas irregulares como son los contenedores de carga aérea (ULD). Ofrece, asimismo, opciones avanzadas de carga, como el posicionamiento del centro de gravedad, límites de peso sobre los ejes de los vehículos y carga de cajas, cilindros y formas en “L” en contenedores de dimensiones diferentes, y todo de forma simultánea.

Este software ayudará para poder cubicar la mercadería en los diferentes tipos de camiones que la empresa utiliza.

2.7 Análisis de caso de estudio

En la empresa Metalme se realizó una prueba piloto sobre el apilado de los productos en los patios del almacén donde se encuentran almacenados. Logrando una reducción en los tiempos de estiba por la facilidad de agarrar el

producto con las uñas del montacargas. Además de la implementación del modelo matemático de transporte para realizar la correcta distribución de sus productos respetando las restricciones de capacidad y peso.

El estudio sobre “Evaluar y optimizar el área de almacenamiento de ensamblaje y productos terminados de la empresa Comesos C.A.”¹ hace referencia al correcto almacenamiento de las piezas fabricadas por la empresa Comesos S.A. en el ámbito metalmecánico. Indica como una correcta distribución en el área de almacenamiento disminuye los tiempos de recorrido y los riesgos por el tipo de material que se manipula.

En la ciudad de México se realizó una investigación sobre un modelo de transporte utilizando programación lineal denominado “Modelo matemático de transporte aplicado a una compañía dedicada a la manufactura y distribución de juguetes, usando programación lineal entera”. En este trabajo se pueden ver claramente unidades de origen-destino, entre un origen y varios destinos, con transporte directo y con holguras en las fechas de entrega de los pedidos a transportar. La programación de la distribución se realiza en cada unidad,

¹“Evaluar y optimizar el área de almacenamiento de ensamblaje y productos terminados de la empresa Comesos C.A.”. Autores: Alfonso Amaya, María Carruyo, José Gallardo, Karen Pereira.

utilizando programación lineal entera, considerando en la formulación flotilla limitada e ilimitada de transportes.²

²*“Modelo matemático de transporte aplicado a una compañía dedicada a la manufactura y distribución de juguetes, usando programación lineal entera”*. Autores: Juan Andrés López Barreras, Jesús Everardo Olguín Tiznado, Claudia Camargo Wilson.

CAPÍTULO 3

3. Caso de aplicación

3.1 Análisis del almacenamiento en Metalme

En la actualidad Metalme no posee un espacio físico adecuado para el almacenamiento del producto terminado esto se debe a que la bodega que poseen está siendo utilizada para la materia prima del proyecto; lo que hace que el producto terminado se almacene dentro del galpón de producción en zonas aledañas a las máquinas de producción, dificultando en ocasiones el acceso o también fuera de los galpones, exponiendo el producto a la corrosión causada por agentes ambientales como el sol y el agua de las lluvias. Este último repercute directamente en el procedimiento posterior de galvanizado problema que se lo explicará más adelante.

Por otro lado la empresa para la movilización de productos relativamente pequeños no cuenta con equipos de manipulación como transpaletas manuales o montacargas, dejando esta labor al personal de la cuadrilla llegando en ocasiones a la interrupción de sus operaciones de producción, tiempo de estiba muy alto, un mal apilado y embalaje del producto en el camión dificultando la desestiba.

Asimismo conlleva a altos tiempos de estiba para poder enviar el producto a Taller. Sin embargo para el manejo de ángulos de gran dimensión y peso, Metalme posee un brazo metálico con capacidad de izado de 1.5 Tn. Éste se encuentra situado por la parte posterior del galpón lugar destinado para el almacenamiento de dichos ángulos. A continuación, se detallan los tiempos y tipos de estiba.

Fecha	Hora comienzo	Hora fin	Tiempo total	Tipo de Estiba
29-mar-2012	9:30	15:42	6:12	Pulso
02-abr-2012	9:00	12:18	3:18	Brazo metálico
03-may-2012	9:10	14:01	4:51	Pulso
04-may-2012	9:00	11:58	2:58	Brazo metálico
05-may-2012	9:15	14:23	5:08	Brazo metálico/Pulso
17-may-2012	9:00	13:57	4:57	Brazo metálico/Pulso
17-may-2012	14:30	16:20	1:50	Brazo metálico
18-may-2012	9:00	11:55	2:55	Pulso
19-may-2012	9:00	11:28	2:28	Brazo metálico

Tabla 3-1 Tiempos y tipo de estiba



Ilustración 3-1Brazo metálico

3.2 Análisis de la distribución en Metalme

Para la transportación la empresa cuenta con un tercerizado el cual posee tres camiones Ford de 17Tn de capacidad.

El inconveniente principal en la distribución es la no planificación del proceso para el cliente, generando como consecuencias:

- El camión en ocasiones viaje sobrecargado o subutilizado: Exponiéndose a sanciones por incumplir las leyes de tránsito en caso de estar sobrecargado.
- Las cantidades de pedidos de los códigos de los productos viajen incompletos de la planta: Esto repercute directamente en el último eslabón del proceso, la entrega al cliente final, se detalla en los siguientes temas.

Viaje	Fecha	Kg cargados
Viaje 1 (V1)	29-mar-2012	12395,35
Viaje 2 (V2)	02-abr-2012	17764,50
Viaje 3 (V7)	03-may-2012	12675,08
Viaje 4 (V8)	04-may-2012	16402,50
Viaje 5 (V10)	05-may-2012	13703,06
Viaje 6 (V12)	17-may-2012	14541,70
Viaje 7 (V13)	17-may-2012	14248,05
Viaje 8 (V14)	18-may-2012	13228,27
Viaje 9 (V15)	19-may-2012	14053,25

Tabla 3-2Cargas por viaje

Como se aprecia en la Tabla 3-2Cargas por viaje, en ocasiones viaja sobrepasando los límites de carga del camión que es de 15000 Kg máximo, exponiéndose a la avería del carro. En el viaje 2 (V2) y viaje 4 (V8)se puede observar el exceso de carga.

3.3 Galvanizado y granallado en Galvani

Dentro de las operaciones de Galvani se encuentran el galvanizado del producto y clasificación del mismo; este último se lo hace debido a que en el momento de esta operación se requiere que el embalaje del producto se desarme en su totalidad como una especie de baraja de carta combinándose en este proceso diferentes codificaciones y se realiza a pulso necesariamente. Es decir, un nuevo proceso de apilado y embalaje.

Esta empresa ha presentado altos tiempos de entrega del producto como se especifica en la Tabla 1-1 Tiempos de entrada y salida de las estructuras metálicas en la empresa Galvani.

Una de las situaciones que causan la demora de la salida del material es el hecho de que Metalme prefiere retener el producto en Galvani con la finalidad de que se complete el material, para que de esta manera salga completo hacia su lugar final de destino, el Taller, el cliente final.

Otra dificultad que se presenta al momento de galvanizar el material es el producto que presenta oxidación debido a exposiciones excesivas al sol o agua de lluvias ya que para el tratamiento de este material es necesario un proceso adicional denominado granallado, el cual consiste en una técnica de tratamiento superficial por impacto con el cual se logra un grado de limpieza y una correcta

preparación superficial. El proceso permite remover todo tipo de revestimiento y contaminantes como óxido, pintura, calamina, soldadura, entre otros. Al granallar las estructuras, se crea un perfil de anclaje que permite la adherencia de nuevos recubrimientos como pinturas industriales y el zinc.

3.4 Recepción del producto en el patio del cliente final

El cliente final cuenta con un amplio patio para el almacenamiento del producto, pero no cuenta con equipos de manipulación como montacargas por lo cual Metalme se encuentra en la necesidad de proveer este servicio. Para esta operación Metalme subcontrata un montacarguista para la desestiba del camión, el inconveniente que se presenta es la mala coordinación de esta actividad.

Por otro lado, Metalme al enviar las cantidades de pedido incompletas el almacenamiento en el patio del cliente se encuentra mal agrupado generando mismos códigos en varios lugares diferentes, esto dificultaría en algún momento el realizar un inventario físico.

3.5 Resumen de problemas presentes

Luego de analizar los eslabones de esta pequeña etapa de la cadena de suministro se obtuvieron los siguientes problemas:

Metalme

- Carece de espacio físico para el almacenamiento del producto terminado, esto causa exposición del material de agentes corrosivos, y el impedimento de la movilización en el galpón de producción.
- Tiempos de estiba altos al no tener equipos de manipulación adecuados para esta operación.
- Mal embalaje del producto que produce dificultad al manipularlos.

Distribución

- Incorrecta planificación del proceso de distribución para el proyecto.
- Camión sobrecargado o subutilizado en pesos.
- Al viajar sobrecargado incumple con las leyes de tránsito exponiéndose a fuertes sanciones.

Galvani

- Tiempos altos de galvanizado por causas de material expuesto a la corrosión.
- Mala clasificación del producto por falta de un correcto seguimiento de esta operación.
- Retención del material en Galvani con la finalidad de que los códigos salgan completos de esta empresa.

- La parte contractual no estipula tiempos de entregas.

Entrega al cliente final

- Poca coordinación con el montacarguista tercerizado en el patio del cliente.
- Desorden en el almacenamiento del cliente final causando que un mismo código se encuentre hasta en tres lugares diferentes impidiendo que se realice una efectiva toma de inventario físico.

3.6 Flujo de proceso

En el flujo de proceso se especifican las operaciones y los roles de la empresa Metalme con Galvani y Taller. Metalme es una empresa metalmecánica que fabrica los ángulos, placas y stubs para la elaboración de antenas.

Galvani es una empresa que brinda servicios para empresas metalmecánicas, ellos realizan el galvanizado y granallado de las estructuras metálicas de Metalme. El galvanizado por inmersión en caliente protege las piezas metálicas del óxido y la corrosión. Y, el granallado es la limpieza y preparación de las piezas metálicas para ser recubiertas de pintura o zinc.

Taller es el cliente final que utiliza estas piezas metálicas para realizar sus operaciones.

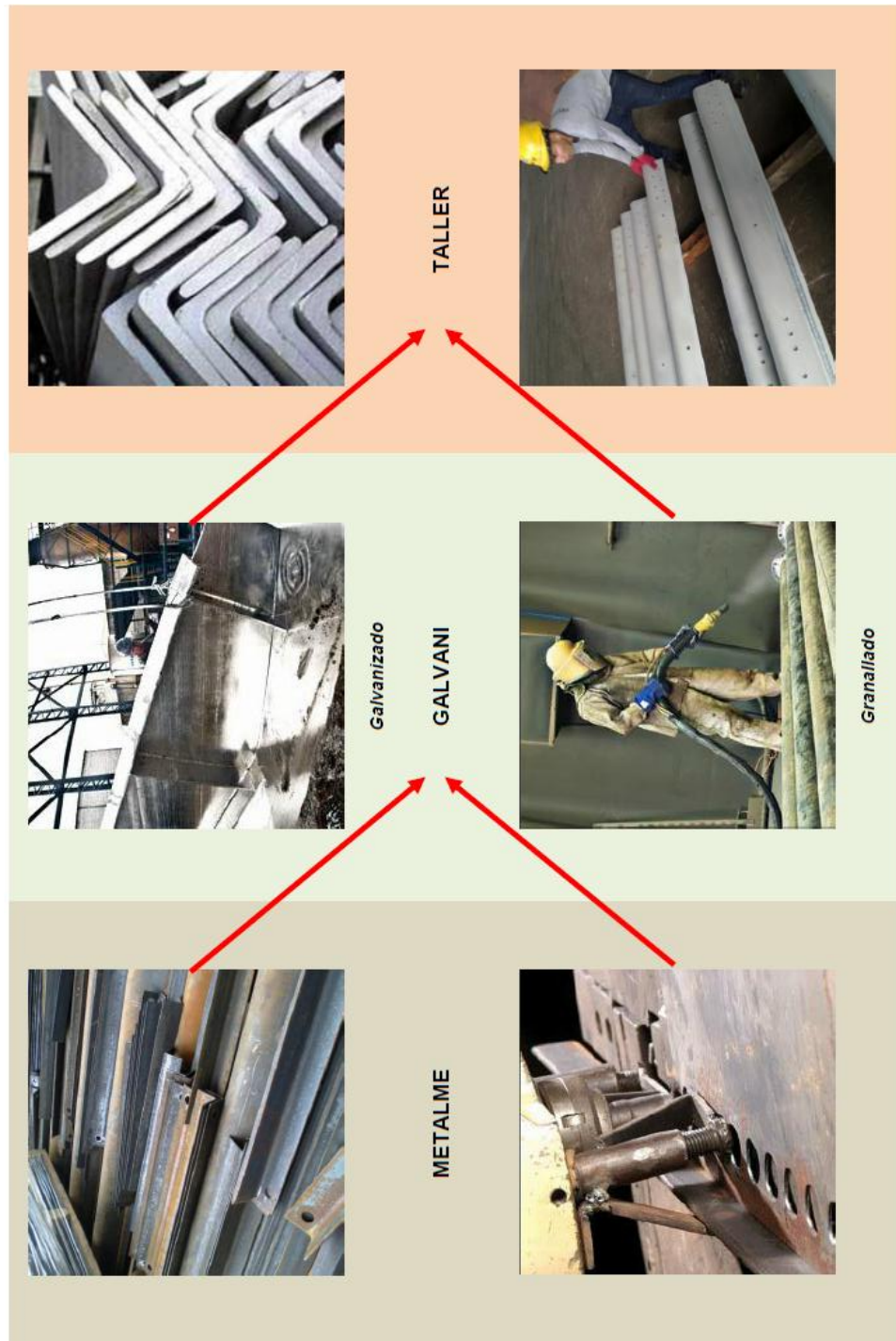


Ilustración 3-2 Flujo de proceso

CAPÍTULO 4

4. Resolución del problema

4.1 Almacenamiento en Metalme

Metalme tiene un área de almacenamiento de 75 m² en sus instalaciones. Para mejorar sus operaciones en el área de almacenamiento es necesario tener un almacén para materia prima y otro para producto terminado. Para realizar las adecuaciones de la infraestructura es necesaria una bodega temporal para almacenar el stock de seguridad de la materia prima y sus productos terminados.

Las estanterías, para su bodega actual, son las que resistan el peso de las estructuras metálicas que se fabrican en la planta.

El tipo de estanterías, a requerir para los ángulos metálicos de gran longitud, es un rack cantiléver (como se muestran en la Ilustración 2-1 Ángulos metálicos sobre estanterías) con tres niveles de altura. El primer nivel está ubicado a 10 centímetros del piso; el segundo y tercer nivel, a 60 centímetros de distancia entre ellos debido al apilado de los ángulos.

Otro tipo de estantería a utilizar son los rack de carga pesada donde se ubicarán los pallets con los stubs y las placas. Sin embargo, las estanterías diseñadas para los productos metálicos pueden tener más de tres alturas siempre y cuando no excedan en su peso y la resistencia de la estantería lo permita. El pallet no deberá exceder un peso neto de 1.5 Tn y de altura los 1.2 metros para evitar inestabilidad de la carga.

Así existirá ahorro de espacio y orden en el almacén cuando se tenga que almacenar estos productos o realizar un inventario físico.

Asimismo utilizar los equipos de manipulación necesarios para la transportación de los ángulos, las placas y stubs, puesto que son productos pesados que no se pueden mover fácilmente. La manera ideal de empacarlos es en un pallet para que junto con el montacarga pueden agarrar el producto sin ningún esfuerzo físico (como está en Ilustración 2-6 Planchas metálicas embaladas). Se separa en cada pallet un código y se lo cubre de stretch film para proteger y sea de fácil manejo la mercancía.

Para los ángulos de gran tamaño se va a utilizar un brazo metálico para poder manipularlo, como se muestra en la Ilustración 3-1 Brazo metálico.

4.1.1 Bodega temporal

La bodega temporal debe tener una dimensión aproximada de 150 m² para poder almacenar la materia prima y el producto terminado.

Esta bodega temporal se encuentra dentro de las instalaciones de Metalme cuyo actual propósito es arrojar los desperdicios y sobrantes de material procesado. Debido a una mala administración no se gestiona el proceso de venta de desperdicios con las empresas recicladoras para obtener ganancias.

Esta bodega temporal después de realizar las adecuaciones a la bodega actual de almacenamiento será convertida en el almacén de producto terminado. Y la bodega actual será exclusivamente para la materia prima.

4.1.2 Apilado y embalaje

Para una correcta manipulación de estos materiales es necesario utilizar diferentes maneras de apilado y embalaje del producto el cual se detalla a continuación.

4.1.2.1 Apilado de ángulos

Para el apilado de estos ángulos será necesario el uso de cuartones los cuales servirán como base con la finalidad de dejar un espacio entre el suelo y los

ángulos para que las uñas del montacargas pueda manipular el producto que se encuentra encima de estos cuartones.



Ilustración 4-1 Cuartones de madera

Una correcta manera de apilar los ángulos de menor dimensión será ubicarlos de la siguiente manera:

PASO 1. Columnas de cuatro ángulos ubicando la punta en dirección hacia arriba.

PASO 2. De esta misma forma se ubicarán 5 filas más.

PASO 3. Proceder con los amarres. Esto consiste en ubicar un ángulo entre la separación de las dos columnas de manera inversa, es decir, ubicar la punta del ángulo hacia abajo.

PASO 4. Posteriormente encima de estos ángulos se regresa al PASO 1, siempre y cuando no supere los 120 centímetros.

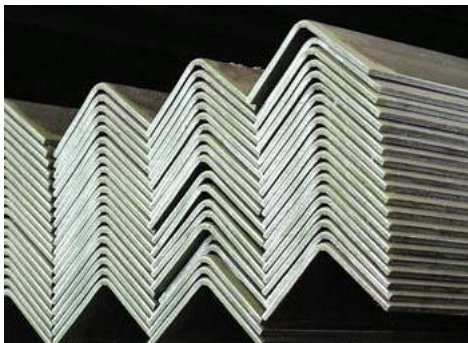


Ilustración 4-2 Apilado inicial de ángulos, punta hacia arriba

Se evitará que la altura del apilado no exceda los 120 centímetros de altura para de esta manera evitar que la estructura se desestabilice y caiga ocasionando que se riegue el producto. Si en el apilado existiera producto del mismo código que exceda los 120 centímetros de altura se realizará la construcción de un nuevo paquete con ese mismo código de ángulo.

En este proyecto existen ángulos de grandes dimensiones y pesos elevados que dificultan la manipulación manualmente por parte del ser humano; para estos tipos de ángulos será necesario un apilado diferente.

Una correcta manera de apilar los ángulos de mayor dimensión será ubicarlos de la siguiente manera:

PASO 1. Columnas de 3 ángulos con las puntas de estos direccionados hacia arriba.

PASO 2. De esta misma forma se ubicarán tres filas más.

Paso 3. Se pondrán cuarterones de madera como base.

PASO 4. Posteriormente encima de estos ángulos se regresa al PASO 1, siempre y cuando no supere los 120 centímetros.

Otro factor a tomar en cuenta es el peso de los paquetes construidos el cual no deberá excederse del 1500 Kg en peso neto, para facilitar el levantamiento de la estructura hecho por el montacargas, además de que cada paquete deberá estar correctamente alineado para evitar que sobresalga alguna punta de un ángulo embalado.

Para la entrega al cliente final se procesará a cada paquete de ángulos a enzuncharlos. Si la longitud de los ángulos sobrepasa los cuatro metros se aplicarán tres zunchos y si la longitud de estos son menores a los cuatro metros, sólo se utilizarán dos zunchos (como en la Ilustración 2-4 Apilado de los ángulos metálicos).

4.1.2.2 Apilado de stubs

La longitud de los stubs son inferiores al 1,2 metros, esto facilita el manejo de estos tipos de metales, el apilado de estos ángulos se los hará dentro de pallets

y siguiendo el mismo comportamiento de apilado de los ángulos ubicando filas de 5 y columnas de 4 evitando que la altura de este no sesobrepase el 120centímetros de altura ni el peso del pallets no exceda los 1500 Kg.



Ilustración 4-3Apilado de stubs

4.1.2.3 Apilado de placas

La longitud de las placas no exceden 120centímetros, esto significa que su apilado se los pueden hacer en pallets y su manera de apilar es en columnas de 5 placas y cada 5 placas se procederá a embalsarse utilizando el strech film. Las placas no pueden ser amarradas entre sí por lo cual es necesario el strech film para evitar la inestabilidad de éstas.Para eso se tiene lallustración 2-5Almacenamiento de planchas metálicas.

4.1.3 Uso de montacargas

Para elegir el montacargas ideal para las actividades diarias de Metalme se debe considerar los siguientes factores:

- Tipo de producto a manipular.
- Capacidad de carga.
- Consumo de combustible.
- Tipo de llantas.

4.1.3.1 Características del montacargas

Las características necesarias del montacargas son:

FACTORES	CARACTERÍSTICAS
Tipo de producto	Productos metalúrgicos
Capacidad de carga	Mínimo 2000 Kg.
Uñas del montacargas	Hierro reforzado

Tabla 4-1 Características necesarias para el alquiler del montacargas

4.2 Transportación

La problemática principal en este eslabón es la falta de una planificación para la distribución, para lo cual se utilizará un modelo matemático de asignación para definir el número de arreglos que se necesitarían y la respectiva clasificación de los diferentes códigos, de tal manera que cada arreglo cumpla con la capacidad máxima permitida por la Ley Orgánica de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial del Ecuador optimizando la utilización del camión. De esta manera se tendrá una correcta planificación para la entrega del producto. Para esta planificación se contará con que los códigos del producto salgan completos de cada lugar establecido ya que de esta forma no exista inconveniente en el almacenamiento del patio del cliente final, además que el mismo arreglo que sale de Metalme-Galvani salga de Galvani-Taller con la finalidad de mantener la efectividad de la modelización. Para la implementación del modelo matemático se utilizará el software de modelización Gams, y para la forma de estiba del camión se usará el programa Cube-IQ.

4.2.1 Modelo matemático

Índices:

i: Código de ángulos, placas ó stubs

j: Número de vehículos que podría utilizarse

Parámetros:

Peso(i): Peso de cada código de algún ángulo o placa o stubs.

Si el peso de un código llegase a sobrepasar la capacidad máxima permitida para el camión, este código se subdivide en dos partes. Ejemplo:

	ARI-130	15000
<i>Subdivisión:</i>	(i) ARI-130pri	7500
	(ii) ARI-130seg	7500

NúmeroPiezas(i): Número de ángulos, placas ó stubs que posee ese código.

Escalar:

Vehiculo: Capacidad máxima del vehículo permitido por la Ley Orgánica de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial del Ecuador.

Variables Binarias:

Camion(j): $\begin{cases} 1, & \text{si el camión } j \text{ se utiliza} \\ 0, & \text{si no} \end{cases}$

Asignacion(i,j): $\begin{cases} 1, & \text{si el código } i \text{ es cargado en el camión } j \\ 0, & \text{si no} \end{cases}$

Restricciones:

$$\sum_j \text{Asignacion}(i, j) = 1 \quad ; \forall i \quad (1)$$

Para cada código i sólo se lo cargará en un único arreglo.

$$\sum_i \text{Asignacion}(i, j) * \text{Peso}(i) \leq \text{Camion}(j) * \text{Vehiculo} \quad ; \forall j \quad (2)$$

La sumatoria de todos los pesos de los códigos asignados a un camión j no excederá el peso del vehículo permitido. Además el Camion(j) indicará que el camión j es utilizado para la carga de estos códigos.

$$\sum_i \text{Asignación}(i, j) * \text{NúmeroPiezas}(i) = \text{TotalPiezas}(j) \quad ; \forall j \quad (3)$$

TotalPiezas(j) es un acumulador que tendrá como objetivo guardar el número total de piezas que llevará el camión j.

$$\sum_i \text{Asignación}(i, j) * \text{Peso}(i) = \text{TotalPesoCamion}(j) \quad ; \forall j \quad (4)$$

TotalPesoCamion(j) es un acumulador que tendrá como objetivo guardar el peso total del camión j con el cual será cargado.

$$\text{TotalPesoCamion}(j)/\text{Vehiculo} = \text{Porcentaje}(j) \quad ; \forall j \quad (5)$$

Porcentaje(j) es un indicador de distribución el cual genera el porcentaje de utilización del vehículo guiado por el peso.

$$\text{Vehiculo} - \text{TotalPesoCamion}(j) = \text{Faltante}(j) ; \forall j \quad (6)$$

Faltante(j) es un acumulador que indica cuanto en peso falta por ser cargado para que su utilización sea del 100%.

Función Objetivo:

$$\text{Minimizar } Z = \sum_j \text{Camion}(j) \quad (7)$$

La función objetivo busca minimizar el número de camiones, es decir, el número de arreglos cabe mencionar que la variable decisión Camión(j) es una variable binaria que solo puede tomar valores de uno o cero.

4.2.2 Resultados del modelo matemático

Para facilidad de manejo de datos el software Gams tiene la capacidad de generar reportes, el cual se expondrá a continuación:

Número de arreglos	27
Capacidad de Vehículo	13500.00 Kg
Peso del porcentaje de utilización más alto	13499.83 Kg
Peso del porcentaje de utilización más bajo	8961.60 Kg

Tabla 4-2Reporte con resumen de resultados

Nótese que el número de arreglos obtenidos es 27, el cual se duplica por los envíos entre Metalme-Galvani y Galvani-Taller. Es decir que el número total de viajes que el proyecto utilizaría son 54 viajes. Si cada viaje tiene un costo de \$50,00 el costo total de la distribución será de \$2700,00. (Ver Anexo I)

A continuación, el reporte del Arreglo 2 donde se encuentra especificado el código del producto y cantidad a transportar hacia el cliente Taller.

METALME S.A.			
Distribución de viajes			
El numero de arreglos es = 27			
Los arreglos planificados con capacidad de vehiculo : 13500.00			
Arreglo1	El peso total a llevar es de =	13499.54	
	El numero total de angulos es de =	3575.00	
	El porcentaje de utilizacion del camion es de =	1.0000	
	Y su faltante es de =	0.46	
Item	Codigo #	Número de angulos	Peso total
TL1-100		58.00	485.59
TL1-110		29.00	196.69
TL1-115		29.00	102.99
TL1-12		4.00	48.24
TL1-124		174.00	216.36
TL1-12D		5.00	60.30
TL1-13		4.00	45.21
TL1-130		116.00	395.56
TL1-14		4.00	43.25
TL1-14D		4.00	43.25
TL1-15		4.00	40.75
TL1-16D		4.00	38.13
TL1-18		6.00	41.39
TL1-21		4.00	27.42
TL1-22D		8.00	68.77
TL1-23		2.00	9.80
TL1-24D		6.00	41.17
TL1-26		3.00	9.46
TL1-28		3.00	8.39
TL1-29		87.00	119.12
TL1-32		87.00	99.94
TL1-33		87.00	99.94
TL1-39		3.00	7.69

Ilustración 4-4Reporte del Arreglo 2 del programa Gams

4.2.3 Cube-IQ

Una vez que el programa Gams ha dado un número de ángulos se procederá a ver de qué manera se estibarán dichos arreglos en el camión utilizando los mecanismos de embalaje ya mencionados con la ayuda del software Cube-IQ.

Para ilustrar un ejemplo se tomará el primer arreglo que salió como resultado del modelo matemático aplicado en Gams.

Arreglo1

- El peso total a llevar es de = 13461.3500
- El número total de ángulos es de = 136.0000
- El porcentaje de utilización del camión es de = 0.9971
- Y su faltante en kilogramos es de = 38.6500

ItemCodigo #	Número de ángulos	Peso total
TR1-120	68.00	12553.65
TR1-17D	68.00	907.70

Se sabe que las dimensiones de la plataforma del camión son de 6.490 metros de longitud y 2.470 metros de ancho.

Unidad mm.	WB 3050-1350	OL 6685	FT 2040/1860	OW 2495	RT 2500	OH 3490	CL 4150
UNIDAD KG	PESO BRUTO		PESO TOTAL		CAPACIDAD		
HFC42531KR1	VEHICULAR (GVW)		CHASIS. CABINA		DE ARRASTRE (Kg)		
	26000		8800		24000		

Tabla 4-3 Dimensiones del camión

Para este arreglo se tendrán sólo dos códigos diferentes a ser cargados. Se buscarán las dimensiones de estos ángulos en la base de datos de la empresa para identificar qué tipo de ángulos se tratarán.

Código	Sección	Longitud (mm)	Peso unitario (Kg)	Cantidad a entregar
TR1-120	HL 150x15	5470	184,6125	68
TR1-17D	HL60x7	2111	13,3486	68

Tabla 4-4 Dimensiones Arreglo 1

El código TR1-120 es un ángulo muy pesado y de longitud de 5.470 metros es decir que este es un ángulo grande y pesado difícil de manipular manualmente por lo que su correcto apilado de columnas de tres ángulos.

Si se procede a dividir los 68 ángulos de este código en columnas de tres se tendrían 22 columnas y una columna de 2 filas.

El código TR1-17D por el contrario es un ángulo fácilmente manipulable con una longitud de 2.111 metros su correcta apilado sería ubicar 5 columnas de 4 ángulos cada una y luego proceder a amarrarlos.

En la base se incluirían 20 ángulos, es decir que se tendrían tres pisos de 20 ángulos sobrando 8 ángulos los mismos que servirán de amarre para sostener la estructura ubicando 4 ángulos entre cada piso. Se obtendría finalmente un sólo paquete de este código.

Lo primero que se debe hacer en el Cube-IQ es la configuración del espacio donde se piensa cargar, es decir la plataforma del camión.

Se llenan los parámetros pedidos por el programa y se guarda dando click en el visto de la barra de herramientas con nombre Guardar.

A continuación, se llenarán los datos del producto. El programa Cube-IQ no posee datos de productos con forma irregular como los ángulos, pero esto no debería ser gran problema si se maneja cada paquete de forma rectangular.

The screenshot displays the Cube-IQ software interface for configuring a container. The main window is titled "Contenedor" and shows the following details:

- Id. Contenedor:** 40"x48" Pallet -2 (Status: En Uso)
- Dimensions:**
 - Profundidad: 649 cm
 - Ancho: 247 cm
 - Alto: 278 cm
- Volume and Capacity:**
 - Volumen: 44,56 m³
 - Capacidad peso: 15.000 kg
- Configuraciones:** Mixed pallet Default
- SCAC:** (Empty field)

A 3D perspective view of the container is shown on the right, with dimensions 247, 649, and 278 labeled. Below the main configuration area, there are tabs for "Datos", "Carga", "Ejes", and "Espacios inutilizables". Under the "Tipo" section, the following options are listed:

- Rectangular
- Forma irregular
- Camión/Trailer
- Pallet
- Caja
- Vagón

Ilustración 4-5 Software Cube-IQ

Entonces haciendo los respectivos cálculos para el código TR1-120 cada columna de tres ángulos tendrá una dimensión de 212.13 milímetros de ancho, 5470 milímetros de longitud y 151.06 milímetros de alto.

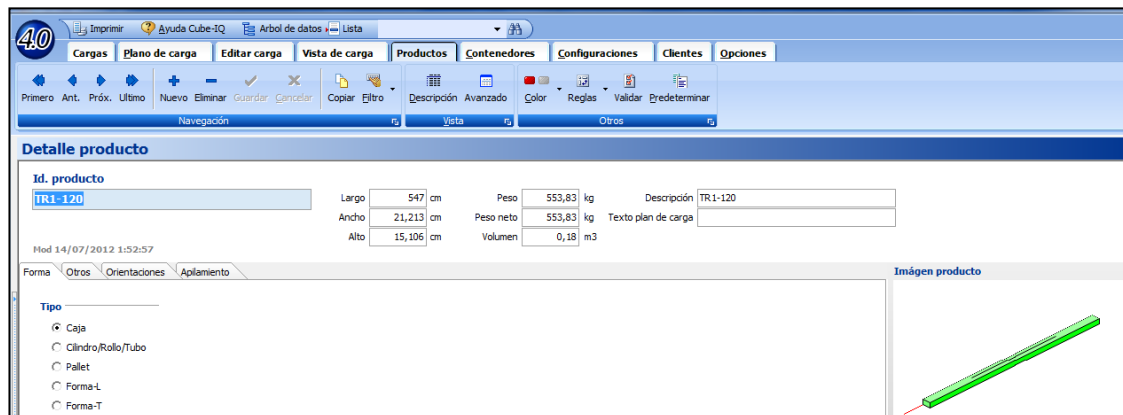


Ilustración 4-6Detalle del producto en el software Cube-IQ

Llenando los respectivos literales y procediendo a guardarse obtiene el producto TR1-120, como existe una columna de dos ángulos se creará como nuevo producto dicha columna.

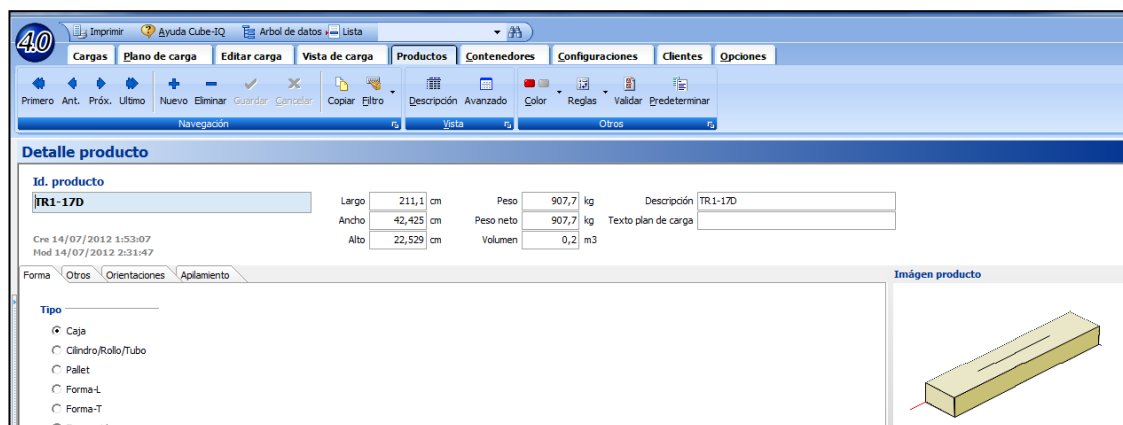


Ilustración 4-7Diseño de los productos a transportar

El producto TR1-17D es un solo paquete de dimensiones 424.25 milímetros de ancho, 225.29 milímetros de altura ya 2111 milímetros de longitud.

A continuación, se procederá a optimizar la carga.

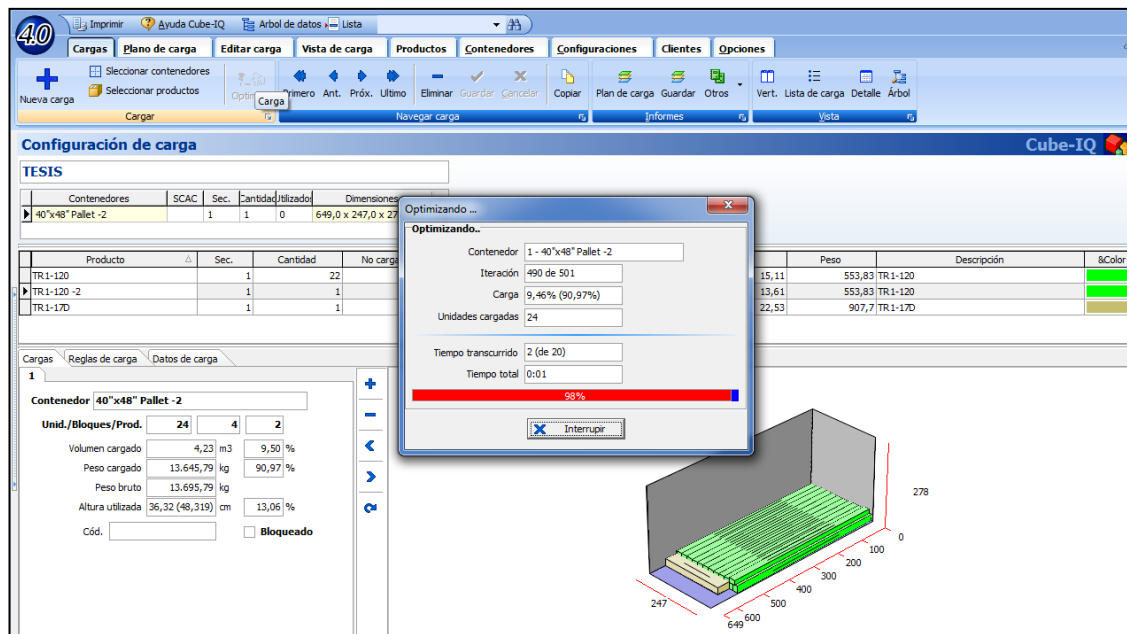


Ilustración 4-8 Optimización de carga en Cube-IQ

El programa Cube- IQ se lo utiliza en el estudio como un buen complemento del programa Gams para la resolución de este problema de asignación de producto, puesto que se obtiene el plan de carga en el camión.

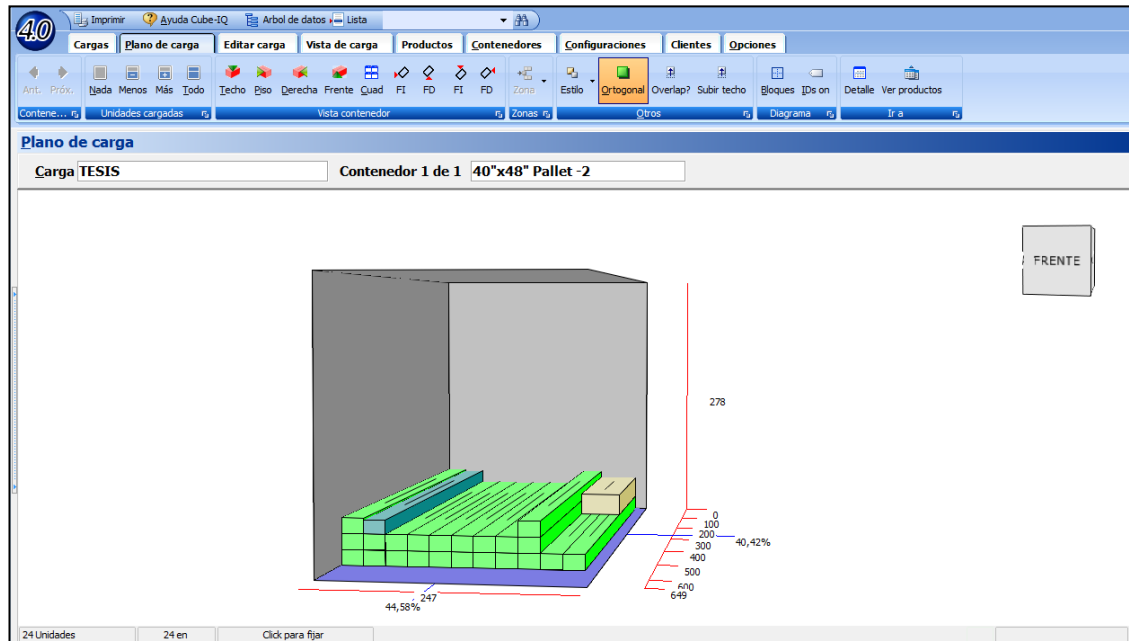


Ilustración 4-9 Problema resuelto y optimizado

Producto	Sec.	Cantidad	No cargado	Cargado	Largo	Ancho	Alto	Peso	Descripción	8Color
TR1-120	1	22	0	23	547	21,21	15,11	553,83	TR1-120	
TR1-120-2	1	1	1	0	547	21,21	15,61	553,83	TR1-120	
TR1-17D	1	1	0	1	211,1	42,43	22,53	907,7	TR1-17D	

Ilustración 4-10 Cantidades de los productos a transportar

4.3 Renovación de contrato con Galvani

Galvani en ocasiones presenta tiempos elevados de entrega del producto, debido a:

- Prioridades a otros clientes.
- Descuidos de las operaciones de galvanizado o clasificación.
- Demoras en la clasificación por falta del personal.
- Se prefiere dejar el producto que se encuentra incompleto hasta completarlo para después darle salida.

Y estos tiempos en un pequeño histórico reflejan variaciones altas en donde se llegan a detectar tiempos en días de entrega, inclusive semanas de entrega.

Estudiando la realidad de la empresa Galvani y las posibles causas en las demoras se puede observar que los tiempos altos se deben a descuidos en el seguimiento de las operaciones. A pesar que como políticas de calidad de la empresa, ellos poseen como tiempo máximo de galvanizado de cuatro días para las estructuras metálicas de grandes dimensiones y en grandes cantidades de entrega y para la siguiente operación la clasificación del producto, necesariamente a pulso, la empresa consta con una cuadrilla de cinco personas en cada uno de los dos turnos de ocho horas que trabaja de lunes a viernes y los sábados son turnos de seis horas. Será importante mencionar que para los

sábados en particular Galvani no realiza recepción ni despacho de material debido a que en estos días no opera el personal administrativo.

Estas situaciones evidencia el potencial de cumplimiento de sus operaciones en corto tiempo. Para garantizar que estas políticas de calidad se cumplan será muy pertinente el ubicarlo como cláusulas de cumplimiento en el contrato de prestación de servicio para ambas partes; en donde se estipularía como tiempo de galvanizado de cuatro días máximo y de dos días para la clasificación del material, haciendo como tiempo de entrega máximo de seis días. Por otra parte al planificar la distribución se garantiza el evitar dejar almacenado el producto en Galvani por códigos incompletos.

4.4 Nivel de servicio en la entrega al cliente

Buscando resolver la falta de coordinación con el montacarguista en el patio del cliente final y en general de todo el proyecto, además de tener una mejor relación con el cliente, se buscará bajo los resultados de los estudios realizados en los diferentes eslabones un cronograma general del proyecto, con el cual se lograrán beneficios como:

- Planificación del proyecto en general.
- Control de las operaciones en espacio de tiempo.
- Tiempo de ejecución del proyecto.

- Presupuestar las operaciones.
- Estandarización de los procesos.
- Identificación y resolución de posibles conflictos de una manera más eficaz.
- Comunicación y mejor atención el cliente.

CAPÍTULO 5

5. Análisis de Resultados

El análisis de los resultados del proyecto comprende la elaboración de un cronograma que indique la duración del proyecto y el conjunto de actividades que se debe realizar en las fechas estipuladas.

Este análisis incluye factores internos y externos de las actividades de Metalme como tiempos de ejecución y costos incurridos.

5.1 Cronograma del Proyecto

Para la elaboración del cronograma se contará con diferentes parámetros para cada viaje.

- Tiempo de Producción: Para la elaboración de ángulos y stubs la producción estima 1,4 minutos por cada ángulo, incluye en el proceso el corte y las perforaciones, además de 1,5 minutos para el acabado final del mismo el cual consiste en pulir las imperfecciones de este.
- Tiempo de entrega del producto en Galvani: Este será de 4 días máximo como se pretenderá estipular por contrato.

- Hora del montacarga estimada: Con la finalidad de unificar el servicio que ofrece el tercerizado para el montacargas se dispondrá para todos los viajes definidos a partir de las 11:30.
- Tiempos de Estiba y Desestiba: Se estima en base a un histórico de 20 a 30 minutos cada camión, esto dependerá del número de códigos (si se trata de ángulos) o pallets (si se trata de stubs o placas) que el montacarga deberá levantar.
- Tiempo de Viaje: Para los tiempos de viaje al camión le toma 30 minutos de ir de Metalme a Galvani y 1 hora de ir de Galvani al Taller.

Además se buscará en lo posible en un sólo día utilizar un sólo vehículo para dos arreglos diferentes, esto con la finalidad de asegurar la disponibilidad del camión para cada viaje. (Ver Anexo II)

5.2 Contraste del proyecto

Se estima que el proyecto se entregara en quince semanas, es decir que para el 10 de julio se entregará el último viaje al Taller. La empresa debe realizar 54 viajes totales donde cada viaje incurre un costo de 50 dólares americanos haciendo un total de 2700 dólares por transportación.

RUBRO	CANTIDAD
-------	----------

Viajes totales	54
Costo unitario de transportación (\$/viaje)	50.00
COSTO TOTAL DE TRANSPORTACIÓN (\$)	2700.00

Tabla 5-1Costos totales de transportación

El uso del montacargas se estima un presupuesto límite de 75 dólares por hora en cada una de las 27 descargas, que se harán en el patio de maniobra del Taller. Asumiendo que el tiempo promedio de desestiba es de media hora (dato basado en histórico), también existen días en los cuales la operación de desestiba es para dos camiones y se lo realiza simultáneamente, se obtienen los siguientes costos:

RUBRO	CANTIDAD
Cantidad de descargas	27
Costo de alquiler de montacargas (\$/hora)	75.00
Tiempo promedio estimado de desestiba (hora)	0.5
COSTO TOTAL DE ALQUILER DE MONTACARGAS (\$)	1012.50

Tabla 5-2Costo total de alquiler de montacargas

Metalme hasta el 23 de mayo del 2012 había realizado 11 viajes, de los cuales 2 viajes sólo se habían realizado completos a Taller; los demás viajes lo tenían retenidos en los patios de Galvani debido a que el resto de mercadería está incompleta. Además hay ángulos entregados en exceso a Taller, lo que origina que existan devoluciones a Metalme de estos mismos. Esto incurre en pérdidas debido a pagar un flete extra por la devolución, tiempos de ejecución y ángulos galvanizados que no están planificados por falta de un control.

Hasta el 23 de mayo, Metalme ha incurrido en los siguientes costos de transportación y alquiler de montacargas:

	RUBRO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Viajes totales entre M-G	2	\$ 50,00	\$ 100,00
2	Viajes totales entre G-T	9	\$ 50,00	\$ 450,00
3	Cantidad de descargas (promedio uso de montacargas)	2	\$ 75,00	\$ 75,00
4	Devoluciones (hasta el 23 de mayo de 2011)	3	\$ 50,00	\$ 150,00
COSTOS TOTALES				\$ 775,00

Tabla 5-3Detalle de costos totales hasta el 23 de mayo del 2012

Los costos totales del proyecto respetando el calendario de actividades se incurrirían en los siguientes:

	RUBRO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Viajes totales entre M-G y G-T	54	\$ 50,00	\$ 2.700,00
2	Cantidad de descargas (promedio uso de montacargas)	27	\$ 75,00	\$ 1.012,50
3	Devoluciones	0	\$ -	\$ -
			COSTOS TOTALES	\$3.712,50

Tabla 5-4Detalle de costos totales del proyecto – Situación propuesta

5.3 Riesgos por mala transportación del producto final

Se examinarán tres posibles escenarios que repercuten en las actividades de Metalme por mala planificación y exceso en capacidad de vehículo.

ESCENARIO 1. *Incumplimiento de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial*

En este escenario Metalme para ahorrar costos decide en disminuir la cantidad de viajes a 50 (sin devoluciones), sobrecargando el vehículo sin tomar precauciones. Al disminuir la cantidad de viajes también se reduce la cantidad

de descargas con el montacargas debido a que solo se alquila el montacargas para esas ocasiones y la respectiva desestiba del producto final.



Ilustración 5-1 Abertura de la llanta por exceso de carga en vehículo

Cuando Metalme carga los camiones del tercerizado no se preocupa por la capacidad del camión (ver la Ilustración 5-1 Abertura de la llanta por exceso de carga en vehículo), este hecho puede incurrir en posibles multas por infringir las leyes de la Comisión de Tránsito del Ecuador (CTE).

En caso de que la CTE esté realizando operativos, detenga al chofer para los respectivos controles y luego lo cite por incumplimiento del artículo 142 literal i que estipula: *El conductor que transporte carga o volumen, excediendo la capacidad del automotor.* Es una contravención grave de primera clase que se es sancionada con una multa del treinta por ciento de la remuneración básica

unificada del trabajador en general y una reducción de seis puntos en la licencia de conducir.

	RUBRO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
	Al 23 de mayo de 2012			\$ 775,00
1	Viajes totales entre M-G y G-T	50	\$ 50,00	\$ 2.500,00
2	Cantidad de descargas (promedio uso de montacargas)	25	\$ 75,00	\$ 937,50
3	Contravención grave de primera clase Art. 142 Literal i	1	\$ 87,60	\$ 87,60
4	Contravención Art. 146 (Reincidencia)	2	\$ 175,20	\$ 350,40
5	Devoluciones por entrega de pedido incompletos a Taller	3	\$ 50,00	\$ 150,00
			COSTOS TOTALES	\$ 4.800,50

Tabla 5-5Detalle de costos totales del Escenario 1

Si existe una reincidencia se está incumpliendo el artículo 146 que estipula: *La reincidencia en la comisión de cualquiera de las contravenciones será*

sancionada con el doble del máximo de la multa establecida para la contravención.

Para este escenario se ha determinado que de los 50 viajes que va a realizar el transportista puede que el sobrecargo de la mercadería sea tan evidente para la CTE que lo citen tres veces durante la ejecución del proyecto. Además de no existir devoluciones, sin embargo hay devoluciones anteriores al 23 de mayo de 2012 que ya fueron realizadas.

ESCENARIO 2. Devoluciones por faltante y excedente en cantidad de pedidos

Si Metalme no respeta la planificación de entrega del producto a Galvani y a Taller, puede que tenga que realizar viajes adicionales para completar estos pedidos. Puesto que la recepción de estos materiales se basa en un registro de entrada que indica la cantidad que se está recibiendo.

Asumiendo que está realizando los 54 viajes planificados, y adicionalmente 6 viajes adicionales por devoluciones en las cantidades de pedidos por falta de control en la estiba desde Metalme. Sin embargo hay devoluciones anteriores al 23 de mayo de 2012 que ya fueron realizadas.

En este escenario no hay incumplimiento de las leyes de tránsito puesto que se respeta la capacidad del vehículo.

	RUBRO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
	Al 23 de mayo de 2012			\$ 775,00
1	Viajes totales entre M-G y G-T	54	\$ 50,00	\$ 2.700,00
2	Cantidad de descargas (promedio uso de montacargas)	27	\$ 75,00	\$ 1.012,50
3	Devoluciones por entrega de pedido incompletos a Taller	9	\$ 50,00	\$ 450,00
COSTOS TOTALES				\$ 4.937,50

Tabla 5-6Detalle de costos totales del Escenario 2

ESCENARIO 3. *Que ocurran los escenario 1 y 2 aleatoriamente*

Metalme mantiene la decisión de realizar los 50 viajes sin respetar la capacidad del vehículo para ahorrar en costos de transportación y costos de alquiler de montacargas. También no realiza las respectivas validaciones de la mercadería que se envía a Galvani y a Taller incurriendo en devoluciones de mercadería por faltante o excedente de producto.

	RUBRO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
	Al 23 de mayo de 2012			\$ 775,00
1	Viajes totales entre M-G y G-T	50	\$ 50,00	\$ 2.500,00
2	Cantidad de descargas (promedio uso de montacargas)	25	\$ 75,00	\$ 937,50
3	Contravención grave de primera clase Art. 142 Literal i	1	\$ 87,60	\$ 87,60
4	Contravención Art. 146 (Reincidencia)	2	\$ 175,20	\$ 350,40
5	Devoluciones por entrega de pedido incompletos a Taller	9	\$ 50,00	\$ 450,00
			COSTOS TOTALES	\$ 5.100,50

Tabla 5-7Detalle de costos totales del Escenario 3

Haciendo la combinación de los escenarios anteriores Metalme incurriría en costos muy elevados para la ejecución del proyecto. Por disminuir 4 viajes y no realizar el control respectivo no se ejecuta satisfactoriamente el proyecto de Metalme.

Las multas de la CTE que adquiere el tercerizado son trasladadas a Metalme porque ellos son quienes exceden la capacidad del vehículo para entregar la mercadería.

Estos escenarios han sido propuestos con el fin de mostrar que el ahorro en ciertos rubros se puede incurrir en elevados costos adicionales, ajenos a las operaciones internas de las empresas.

CAPÍTULO 6

6. Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones

El análisis de la situación actual se realizó con la indagación y el respectivo seguimiento de los procesos de almacenamiento y distribución. Para la elaboración del scheduling de entrega del producto final se examinaron los factores que intervienen en dichos procesos como el tiempo de producción, tiempo de entrega del producto en Galvani, la hora de llegada del montacargas, tiempos de estiba/desestiba y tiempo de viaje.

Las conclusiones del proyecto son las siguientes:

- La asignación de un espacio físico para el almacenamiento del producto terminado ofrecerá regular el proceso de entrega. Además de contabilizar las cantidades a entregar cumpliendo la capacidad del vehículo y la fecha de ejecución.
- Para el almacenamiento de los materiales será necesario tener equipos de manipulación adecuados, tales como transpaletas y montacargas. Éstos ayudan a reducir los tiempos de ejecución de las operaciones.

- La salida de productos de la planta de producción de Metalme deben estar completas las cantidades de cada código. Para evitar la retención del mismo en las bodegas de Galvani o peor aun entregas incompletas al cliente final.
- La falta de control o seguimiento de los viajes repercuten directamente en la atención al cliente final; esto se evidencia en las devoluciones que Metalme deberá practicar, situación que infla los costos y además los tiempos de ejecución del proyecto.
- Al existir una planificación de la distribución del proyecto se puede llegar a tener una mejor relación con los partners como Galvani, el tercerizado que brinda el servicio de transporte y el alquiler de montacargas.
- El uso de las herramientas de optimización, modelos matemáticos y los programas de software como Gams yCube-IQ, facilitarán a obtener resultados óptimos para la ejecución del proyecto. Cada uno de ellos complementan el estudio puesto que sus resultados ayudan a una adecuada distribución de estos tipos de materiales respetando las restricciones como la capacidad del vehículo y sus dimensiones.
- Los escenarios propuestos en el capítulo 5 tienen el fin de mostrar que el ahorro en ciertos rubros internos de las operaciones son una amenaza para las empresas.

	COSTOS TOTALES
Situación Propuesta	\$ 3.712,50
Escenario 1	\$ 4.800,50
Escenario 2	\$ 4.937,50
Escenario 3	\$ 5.100,50

Tabla 6-1 Resumen de costos totales de los escenarios

6.2 Recomendaciones

Para efectuar estas operaciones de almacenamiento y distribución es necesaria una buena administración de éstos; el cual conlleva etapas de planificación para evidenciar posibles molestias, dificultades y restricciones que se pueden presentar durante la elaboración del proyecto. Así como el control de la operación para evitar inconvenientes durante la ejecución del mismo y a su vez el tener un correcto control de la información del proyecto que ayude a reconocer dificultades del entorno. Todo esto con la finalidad de satisfacer las necesidades requeridas del cliente en tiempo justo y en las especificaciones del producto que se pide.

Para el proceso de toma de decisiones de las principales operaciones como es el almacenamiento y la distribución, no se las debe realizar de manera empírica,

puesto que posee directamente relación con la atención al cliente final. Para lo cual se requiere personal capacitado con conocimientos técnicos para cumplir con las competencias propuestas.

El levantamiento y búsqueda de información es un proceso exhaustivo y riguroso para el cual se recomienda conocer bien los procesos y vivirlos para tener otro punto de vista.

La información, así como los objetivos del proceso, deberá ser clara, precisa y realizable para resolver la problemática y que los resultados evidencien las mejoras esperadas.

El uso de software y paquetes informáticos permiten especificar y resolver problemas de programación matemática, ayudan a la resolución de problemáticas de este tipo en tiempos cortos generando soluciones óptimas o cercanas al óptimo (soluciones factibles). Para una correcta planificación la cual respetará parámetros y restricciones producidas por el entorno cumpliendo con su función objetivo principal, para el estudio es la disminución de los costos.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] AMAYA, A., CARRUYO, M., GALLARDO, J., & PEREIRA, K. (Julio de 2006). Evaluar y optimizar el área de almacenamiento de ensamblaje y productos terminados de la empresa Comesó C.A. Puerto Ordaz , Guayana, Venezuela: Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José De Sucre".
- [2] CONSTITUYENTE, A. (24 de Jul de 2008). Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial. Montecristi, Manabí, República del Ecuador.
- [3] CRECE NEGOCIOS. (29 de Abril de 2012). *La distribución del producto*. Recuperado el 08 de Junio de 2012, de <http://www.crecenegocios.com>
- [4] CRONE, S. (s.f.). *Distribution & Logistic*. Recuperado el 08 de Junio de 2012, de Distribución: <http://www.distribucion-y-logistica.com/>
- [5] HILLIER, F., & LIEBERMAN, G. (2002). *Investigación de Operaciones*. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A.U.
- [6] LÓPEZ BARRERAS, J. A., OLGUÍN TIZNADO, J., & CAMARGO WILSON, C. (Segundo Semestre 2008). Modelo matemático de transporte aplicado a una compañía dedicada a la manufactura y distribución de juguetes, usando programación lineal entera. *Revista Ingeniería Industrial - Año 7, N° 2 , 8*.

- [7] MAULEÓN TORRES, M. (2003). *Sistemas de almacenaje y Picking*. Díaz de Santos.
- [8] MORA ESCOBAR, H. M. (Marzo de 2009). *GAMS, Ejemplo introductorios*. Recuperado el 02 de Junio de 2012, de http://matematicas.unal.edu.co/hmora/gams_ejem.pdf
- [9] MORA G., I. L. (2004). *Indicadores de Gestión Logística*. Recuperado el 08 de Junio de 2012, de <http://www.webpicking.com>
- [10] SYSTEAM LOGÍSTICA. (2011). *CUBE-IQ 4.0 Mini Tutorial*. Recuperado el 28 de Mayo de 2012, de http://www.system.com.ar/downloads/Tutorial_CubelQ_Spanish.pdf

ANEXOS

ANEXO I

METALME S.A.

Distribución de viajes

El numero de arreglos es = 27

Los arreglos planificados con capacidad de vehiculo : 13500.00

Arreglo1 El peso total a llevar es de = 13499.54

El numero total de angulos es de = 3575.00

El porcentaje de utilizacion del camion es de = 1.0000

Y su faltante es de = 0.46

ItemCodigo #	Numero de angulos	Peso total
TL1-100	58.00	485.59
TL1-110	29.00	196.69
TL1-115	29.00	102.99
TL1-12	4.00	48.24
TL1-124	174.00	216.36
TL1-12D	5.00	60.30
TL1-13	4.00	45.21
TL1-130	116.00	395.56
TL1-14	4.00	43.25
TL1-14D	4.00	43.25

TL1-15	4.00	40.75
TL1-16D	4.00	38.13
TL1-18	6.00	41.39
TL1-21	4.00	27.42
TL1-22D	8.00	68.77
TL1-23	2.00	9.80
TL1-24D	6.00	41.17
TL1-26	3.00	9.46
TL1-28	3.00	8.39
TL1-29	87.00	119.12
TL1-32	87.00	99.94
TL1-33	87.00	99.94
TL1-39	3.00	7.69
TL1-43	4.00	15.45
TL1-44	3.00	11.58
TL1-44D	3.00	11.58
TL1-45	3.00	10.86
TL1-45D	3.00	10.86
TL1-50	1.00	2.55
TL1-56	4.00	12.97
TL1-57	1.00	3.24
TL1-58	3.00	7.12
TL1-62D	5.00	47.08
TL1-63	5.00	48.71
TL1-65	3.00	21.37

TL1-67	4.00	20.14
TL1-68	5.00	28.09
TL1-69	4.00	36.19
TL1-7	4.00	64.59
TL1-70	5.00	45.24
TL1-70D	4.00	36.19
TL1-71	4.00	34.79
TL1-71D	8.00	69.57
TL1-72	3.00	20.92
TL1-72T	2.00	13.95
TL1-73	6.00	39.57
TL1-75	2.00	11.51
TL1-76	8.00	26.78
TL1-77	5.00	13.57
TL1-80	4.00	10.51
TL1-82	4.00	9.47
TL1-83	6.00	5.44
TL1-85	29.00	127.96
TL1-86	29.00	127.96
TL1-88	29.00	127.96
TL1-8D	4.00	61.93
TL1-9	4.00	55.88
TL1-91	29.00	160.19
TL1-94	29.00	160.19
TL1-9D	3.00	41.91

TR1-102	17.00	114.98
TR1-103	17.00	114.98
TR1-107	17.00	100.14
TR1-108	17.00	100.14
TR1-111	17.00	78.90
TR1-113	68.00	467.34
TR1-117	17.00	83.17
TR1-118	34.00	38.47
TR1-128	68.00	226.76
TR1-13	9.00	163.26
TR1-14D	4.00	68.03
TR1-15	4.00	64.26
TR1-21	3.00	31.88
TR1-21D	5.00	53.14
TR1-24T	34.00	216.43
TR1-25	51.00	350.62
TR1-30	51.00	67.15
TR1-33	51.00	55.91
TR1-34	51.00	55.91
TR1-37	51.00	104.10
TR1-38	51.00	104.10
TR1-39	51.00	132.38
TR1-40	51.00	132.38
TR1-41	4.00	82.23
TR1-42	4.00	82.23

TR1-43	3.00	31.14
TR1-44	51.00	195.14
TR1-44D	51.00	195.14
TR1-45D	51.00	195.14
TR1-47	51.00	56.01
TR1-48	51.00	56.01
TR1-49	51.00	104.32
TR1-50	51.00	104.32
TR1-51	51.00	129.70
TR1-52	51.00	129.70
TR1-57	51.00	164.93
TR1-58	51.00	164.93
TR1-59	51.00	118.45
TR1-60	51.00	66.94
TR1-78	68.00	113.10
TR1-80	68.00	59.69
TR1-81	68.00	104.96
TR1-82	68.00	30.56
TR1-84	17.00	74.69
TR1-88	34.00	63.42
TR1-90	17.00	78.31
TRE-2006	320.00	3137.99
TRE-206	2.00	4.32
TRE-213	1.00	3.64
TRE-221	40.00	57.27

TRE-411	1.00	4.10
TRE-412	1.00	4.27
TRE-415	1.00	3.82
TRE-416	40.00	160.59
TRE-419	40.00	57.27
TRE-420	40.00	53.13
TRE-421	40.00	57.27
TRE-422	40.00	57.27
TRE-606	2.00	4.32
TRE-608	4.00	4.49
TRE-609	40.00	131.46
TRE-610	40.00	131.46
TRE-614	1.00	4.69
TRE-620	40.00	51.31
TRE-8011	2.00	11.59
TRE-826	1.00	6.24
AS-18D	2.00	13.99
AS-43D	1.00	4.38
AS-78	120.00	405.90

Arreglo2 El peso total a llevar es de = 13431.74
El numero total de angulos es de = 1261.00
El porcentaje de utilizacion del camion es de = 0.9949
Y su faltante es de = 68.26

ItemCodigo #	Numero de angulos	Peso total
TL1-120	2.00	79.73
TL1-122	174.00	558.11
TL1-15D	116.00	1181.64
TL1-16	4.00	38.13
TL1-48	87.00	177.40
TL1-51	3.00	7.64
TL1-54	3.00	36.60
TL1-89	58.00	97.03
TR1-106	34.00	200.28
TR1-119E	34.00	6276.83
TR1-130	102.00	126.83
TR1-23D	5.00	65.02
TR1-26	34.00	235.65
TR1-35	51.00	113.31
TR1-92	17.00	89.29
TR1-93	17.00	89.29
TRE-1704	320.00	3137.99
TRE-2017	160.00	530.53
TRE-920	40.00	390.44

Arreglo3 El peso total a llevar es de = 13249.27

El numero total de angulos es de = 1712.00

El porcentaje de utilizacion del camion es de = 0.9814

Y su faltante es de = 250.73

ItemCodigo #	Numero de angulos	Peso total
TL1-101	116.00	1440.89
TL1-105	58.00	314.83
TL1-35	87.00	191.65
TL1-42	59.00	564.93
TL1-66	116.00	1045.19
TR1-114T	136.00	1055.70
TR1-131	102.00	126.83
TR1-19D	68.00	743.88
TR1-70D	68.00	850.51
TR1-73	34.00	227.47
TR1-9D	68.00	1728.98
TRE-2004	320.00	3137.99
TRE-2034	160.00	308.61
TRE-817	80.00	1074.63
AS-83	240.00	437.18

Arreglo4 El peso total a llevar es de = 13489.72

El numero total de angulos es de = 1482.00

El porcentaje de utilizacion del camion es de = 0.9992

Y su faltante es de = 10.28

ItemCodigo #	Numero de angulos	Peso total
TL1-116E	2.00	405.00
TL1-19	4.00	19.60
TL1-37	60.00	124.36
TR1-109	34.00	157.80
TR1-11	68.00	1599.26
TR1-31	51.00	1083.31
TR1-8	68.00	1801.04
TRE-424	40.00	330.19
TRE-818	40.00	402.45
TRE-915	80.00	365.42
AS-2E	40.00	3727.36
AS-65	968.00	2507.60
AS-7E	27.00	966.33

Arreglo5 El peso total a llevar es de = 13387.38
El numero total de angulos es de = 1369.00
El porcentaje de utilizacion del camion es de = 0.9917
Y su faltante es de = 112.62

ItemCodigo #	Numero de angulos	Peso total
TL1-125	87.00	368.79
TR1-115	408.00	7298.10

TR1-16	68.00	968.76
TR1-36	51.00	113.31
TR1-53	51.00	111.06
TR1-6	544.00	2386.80
TRE-1116	80.00	1947.81
TRE-209	40.00	135.48
TRE-219	40.00	57.27

Arreglo6 El peso total a llevar es de = 13472.40
El numero total de angulos es de = 917.00
El porcentaje de utilizacion del camion es de = 0.9980
Y su faltante es de = 27.60

ItemCodigo #	Numero de angulos	Peso total
TL1-10	4.00	52.59
TL1-111	29.00	196.69
TL1-121	58.00	1007.75
TL1-31	87.00	1681.82
TL1-66D	116.00	1045.19
TL1-90	58.00	97.03
TR1-121	34.00	6885.00
TR1-55	51.00	728.76
TRE-1015	40.00	692.33
TRE-2018	40.00	45.86

TRE-918	40.00	546.44
AS-85	360.00	492.94

Arreglo7 El peso total a llevar es de = 13346.32
 El numero total de angulos es de = 235.00
 El porcentaje de utilizacion del camion es de = 0.9886
 Y su faltante es de = 153.68

ItemCodigo #	Numero de angulos	Peso total
TL1-120E	2.00	79.73
TL1-24	3.00	20.58
TL1-74	2.00	10.32
TL1-93	29.00	160.19
TR1-120	68.00	12553.65
TR1-132	51.00	216.19
TRE-1729	80.00	305.66

Arreglo8 El peso total a llevar es de = 13477.10
 El numero total de angulos es de = 1464.00
 El porcentaje de utilizacion del camion es de = 0.9983
 Y su faltante es de = 22.90

ItemCodigo #	Numero de angulos	Peso total
--------------	-------------------	------------

TL1-106	29.00	157.42
TL1-131	116.00	385.73
TL1-132	116.00	399.94
TL1-63D	5.00	48.71
TL1-96	116.00	281.30
TL1-97	58.00	320.41
TR1-125	34.00	6374.36
TR1-66	68.00	471.31
TR1-68D	68.00	847.93
TR1-83	34.00	766.00
TR1-94	68.00	203.70
TR1-95	136.00	203.19
TR1-96	136.00	251.95
TRE-1111	160.00	233.05
TRE-936	320.00	2532.10

Arreglo9 El peso total a llevar es de = 13496.64
El numero total de angulos es de = 1090.00
El porcentaje de utilizacion del camion es de = 0.9998
Y su faltante es de = 3.36

ItemCodigo #	Numero de angulos	Peso total
TL1-103	29.00	242.79
TL1-46	87.00	95.00

TL1-64	116.00	1101.75
TL1-7D	5.00	80.73
TR1-15D	68.00	1092.36
TR1-25D	51.00	350.62
TR1-91	34.00	178.58
TRE-1102	40.00	5111.37
TRE-111	20.00	161.04
TRE-1113	80.00	895.17
TRE-1124	80.00	321.54
TRE-1604	320.00	3137.99
TRE-1615	80.00	326.28
TRE-1727	80.00	401.42

Arreglo10 El peso total a llevar es de = 13497.02

El numero total de angulos es de = 3737.00

El porcentaje de utilizacion del camion es de = 0.9998

Y su faltante es de = 2.98

ItemCodigo #	Numero de angulos	Peso total
TL1-99	29.00	160.20
TR1-105	68.00	1021.28
TR1-123	2.00	329.94
TR1-27	51.00	161.94
TR1-67	68.00	618.88

TR1-74	34.00	240.53
TR1-76	68.00	166.50
TR1-86	17.00	76.45
TR-7	1904.00	7425.60
TRE-1016	40.00	392.19
TRE-2022	80.00	84.84
TRE-410	40.00	132.57
TRE-607	80.00	179.85
AS-23	56.00	322.73
AS-72	118.00	318.72
AS-75	122.00	303.09
AS-77	120.00	406.94
AS-79	120.00	405.90
AS-84	720.00	748.87

Arreglo11 El peso total a llevar es de = 13271.44
El numero total de angulos es de = 3589.00
El porcentaje de utilizacion del camion es de = 0.9831
Y su faltante es de = 228.56

Item	Codigo #	Numero de angulos	Peso total
	TR1-97	68.00	366.10
	TR1-98	34.00	226.76
	TR1-99	17.00	113.38

TRE-1014	40.00	692.33
TRE-1017	40.00	392.19
TRE-1020	1.00	17.85
TRE-1024	40.00	234.83
TRE-1025	40.00	234.83
TRE-1026	40.00	293.00
TRE-1027	40.00	293.00
TRE-103	1.00	6.34
TRE-1032	2.00	15.62
TRE-1033	80.00	131.80
TRE-104D	80.00	209.71
TRE-108D	80.00	120.12
TRE-1106	48.00	81.96
TRE-110D	80.00	76.05
TRE-1121	40.00	567.87
TRE-1122	1.00	4.15
TRE-1126	80.00	31.65
TRE-1611	1.00	20.29
TRE-1612	160.00	318.89
TRE-1617	80.00	481.83
TRE-1618	80.00	481.83
TRE-1702	1.00	229.69
TRE-1705	2.00	10.63
TRE-1709	8.00	31.09
TRE-1710	1.00	8.14

TRE-1713	1.00	21.80
TRE-1714	25.00	135.94
TRE-1715	2.00	5.38
TRE-1722	80.00	316.51
TRE-1723	80.00	316.51
TRE-1724	160.00	431.61
TRE-1725	160.00	241.28
TRE-1728	80.00	401.42
TRE-1730	80.00	305.66
TRE-1732	160.00	482.00
TRE-1733	50.00	302.33
TRE-1739	160.00	218.73
TRE-1741	80.00	53.27
TRE-1742	80.00	53.27
TRE-1743	80.00	260.59
TRE-2	128.00	196.81
TRE-2002	1.00	229.69
TRE-2009	3.00	4.43
TRE-2012	1.00	2.80
TRE-2013	3.00	14.65
TRE-2014	4.00	16.51
TRE-2015	1.00	5.38
TRE-2016	22.00	68.04
TRE-2019	2.00	7.41
TRE-2021	1.00	3.53

TRE-2023	80.00	84.84
TRE-2024	80.00	88.76
TRE-2026	80.00	77.25
TRE-2027	80.00	77.25
TRE-223	40.00	406.28
TRE-405	80.00	214.61
TRE-409	40.00	132.57
AS-64	480.00	2402.40

Arreglo12 El peso total a llevar es de = 13245.88

El numero total de angulos es de = 707.00

El porcentaje de utilizacion del camion es de = 0.9812

Y su faltante es de = 254.12

ItemCodigo #	Numero de angulos	Peso total
TL1-10D	4.00	52.59
TL1-116	2.00	405.00
TR1-110	17.00	78.90
TR1-124	68.00	9790.47
TR1-67D	68.00	618.88
TR1-72	68.00	636.10
AS-70	240.00	831.97
AS-71	240.00	831.97

Arreglo13 El peso total a llevar es de = 13364.60
 El numero total de angulos es de = 649.00
El porcentaje de utilizacion del camion es de = 0.9900
 Y su faltante es de = 135.40

ItemCodigo #	Numero de angulos	Peso total
TL1-119	58.00	5821.75
TR1-10D	68.00	1631.83
TR1-12	68.00	1258.63
TR1-18	68.00	843.20
TR1-62	51.00	745.55
TR1-64	68.00	1074.01
TR1-64D	68.00	1074.01
TRE-423	40.00	330.19
TRE-619	40.00	51.31
TRE-910	40.00	414.66
TRE-935	80.00	119.46

Arreglo14 El peso total a llevar es de = 13492.50
 El numero total de angulos es de = 713.00
El porcentaje de utilizacion del camion es de = 0.9994
 Y su faltante es de = 7.50

ItemCodigo #	Numero de angulos	Peso total
TL1-104	116.00	491.72
TL1-107	29.00	157.42
TL1-117E	50.00	10125.00
TL1-20D	4.00	28.11
TL1-79	116.00	246.28
TR1-24	34.00	216.43
TR1-26T	34.00	235.65
TR1-46	51.00	182.82
TR1-56	51.00	728.76
TR1-72D	68.00	636.10
TRE-623	40.00	274.20
AS-81	120.00	170.01

Arreglo15 El peso total a llevar es de = 13333.11

El numero total de angulos es de = 1348.00

El porcentaje de utilizacion del camion es de = 0.9876

Y su faltante es de = 166.89

ItemCodigo #	Numero de angulos	Peso total
TL1-128	116.00	404.31
TL1-47	87.00	95.00
TL1-6	239.00	1048.61
TL1-98	29.00	160.20

TR1-122pri	34.00	6885.00
TR1-29	51.00	143.30
TR1-32	16.00	339.86
TR1-65D	68.00	1044.65
TR1-75	68.00	255.61
TRE-1031	80.00	134.47
TRE-1115	80.00	649.90
TRE-909	40.00	387.34
TRE-916	80.00	387.91
AS-69	240.00	1226.94
AS-80	120.00	170.01

Arreglo16 El peso total a llevar es de = 13409.32

El numero total de angulos es de = 3416.00

El porcentaje de utilizacion del camion es de = 0.9933

Y su faltante es de = 90.68

ItemCodigo #	Numero de angulos	Peso total
TL1-113	696.00	4343.56
TL1-126	29.00	133.59
TL1-43D	3.00	11.59
TL1-52	87.00	189.09
TL1-53	87.00	189.09
TL1-59	87.00	120.03

TL1-64D	116.00	1101.75
TL1-73D	21.00	138.48
TR1-133	102.00	432.38
TR1-17	68.00	907.70
TR1-46D	51.00	182.82
TR1-77	68.00	230.19
TRE-1607	1.00	2.20
TRE-816	80.00	172.50
AS-59	362.00	395.65
AS-60	358.00	391.28
AS-63	960.00	3240.48
AS-68	240.00	1226.94

Arreglo17 El peso total a llevar es de = 13400.29
El numero total de angulos es de = 790.00
El porcentaje de utilizacion del camion es de = 0.9926
Y su faltante es de = 99.71

ItemCodigo #	Numero de angulos	Peso total
TL1-102	29.00	242.79
TL1-121E	58.00	1007.75
TL1-20	60.00	421.72
TL1-25	2.00	10.93
TR1-10	68.00	1631.83

TR1-100	17.00	113.38
TR1-101	34.00	229.96
TR1-11D	68.00	1599.26
TR1-125E	34.00	6374.36
TR1-85	17.00	74.69
TRE-921	40.00	390.44
AS-21	62.00	390.82
AS-66	61.00	290.55
AS-73	118.00	318.72
AS-74	122.00	303.09

Arreglo18 El peso total a llevar es de = 13499.74

El numero total de angulos es de = 2046.00

El porcentaje de utilizacion del camion es de = 1.0000

Y su faltante es de = 0.26

ItemCodigo #	Numero de angulos	Peso total
TL1-108	58.00	393.38
TL1-13D	4.00	45.21
TL1-36	87.00	180.32
TL1-60	59.00	741.36
TL1-92	29.00	160.19
TR1-114	68.00	975.38
TR1-116	816.00	4752.96

TR1-19	68.00	743.88
TR1-63	68.00	1044.65
TR1-69D	68.00	876.31
TRE-1005	1.00	14.31
TRE-1019	40.00	714.18
TRE-106D	80.00	165.00
TRE-1117	80.00	1947.81
TRE-215	40.00	138.15
AS-82	480.00	606.65

Arreglo19 El peso total a llevar es de = 13499.41
El numero total de angulos es de = 372.00
El porcentaje de utilizacion del camion es de = 1.0000
Y su faltante es de = 0.59

ItemCodigo #	Numero de angulos	Peso total
TL1-117	46.00	9315.00
TL1-38	2.00	5.12
TR1-18D	68.00	843.20
TR1-65	68.00	1044.65
TR1-8D	68.00	1801.04
TRE-112	40.00	142.87
TRE-2036	80.00	347.53

Arreglo20 El peso total a llevar es de = 13439.01
El numero total de angulos es de = 706.00
El porcentaje de utilizacion del camion es de = 0.9955
Y su faltante es de = 60.99

ItemCodigo #	Numero de angulos	Peso total
TL1-81	22.00	33.73
TR1-123E	34.00	5608.98
TR1-126	34.00	2820.17
TR1-20	68.00	371.72
TR1-68	68.00	847.93
AS-62	480.00	3756.48

Arreglo21 El peso total a llevar es de = 13476.44
El numero total de angulos es de = 930.00
El porcentaje de utilizacion del camion es de = 0.9983
Y su faltante es de = 23.56

ItemCodigo #	Numero de angulos	Peso total
TL1-114	58.00	52.45
TL1-129	232.00	421.79
TL1-17D	58.00	428.79
TL1-18D	8.00	55.19

TL1-69D	6.00	54.29
TL1-95	232.00	874.18
TR1-112	68.00	467.34
TR1-17D	68.00	907.70
TRE-1114	80.00	895.17
TRE-1601	40.00	9187.60
TRE-933	80.00	131.94

Arreglo22 El peso total a llevar es de = 13411.44
El numero total de angulos es de = 917.00
El porcentaje de utilizacion del camion es de = 0.9934
Y su faltante es de = 88.56

ItemCodigo #	Numero de angulos	Peso total
TL1-109	116.00	1187.55
TL1-119E	58.00	5821.75
TL1-40	87.00	1633.97
TL1-55	3.00	36.60
TR1-12D	17.00	314.66
TR1-45	51.00	195.14
TR1-61	51.00	745.55
TR1-71	34.00	245.41
TRE-211	20.00	74.34
TRE-929	40.00	172.22

TRE-937	320.00	2577.31
AS-76	120.00	406.94

Arreglo23 El peso total a llevar es de = 13435.01
El numero total de angulos es de = 559.00
El porcentaje de utilizacion del camion es de = 0.9952
Y su faltante es de = 64.99

ItemCodigo #	Numero de angulos	Peso total
TL1-49	87.00	177.40
TL1-8	32.00	495.44
TR1-13D	68.00	1233.55
TR1-28	51.00	117.27
TR1-70	68.00	850.51
TR1-79	68.00	203.20
TR1-87	17.00	76.45
TRE-1602	40.00	9187.60
TRE-2033	80.00	347.53
TRE-919	40.00	546.44
AS-49D	6.00	108.70
AS-6E	2.00	90.92

Arreglo24 El peso total a llevar es de = 13476.81

El numero total de angulos es de = 533.00
El porcentaje de utilizacion del camion es de = 0.9983
Y su faltante es de = 23.19

ItemCodigo #	Numero de angulos	Peso total
TL1-22	6.00	51.58
TL1-30	87.00	1681.82
TL1-34	37.00	81.51
TL1-41	87.00	1633.97
TR1-126E	34.00	2820.17
TR1-127	34.00	989.40
TR1-22	68.00	471.31
TR1-89	34.00	67.64
TRE-1101	40.00	5111.37
TRE-210	40.00	135.48
TRE-624	40.00	274.20
AS-20	1.00	6.45
AS-35D	2.00	8.55
AS-4	1.00	30.18
AS-40	2.00	12.06
AS-40D	1.00	6.03
AS-41	5.00	29.46
AS-54D	6.00	36.78
AS-56	8.00	28.85

Arreglo25 El peso total a llevar es de = 13497.36
El numero total de angulos es de = 606.00
El porcentaje de utilizacion del camion es de = 0.9998
Y su faltante es de = 2.64

ItemCodigo #	Numero de angulos	Peso total
TL1-112	348.00	4979.88
TR1-121E	34.00	6885.00
TR1-127E	34.00	989.40
TR1-129	68.00	227.40
TRE-821	80.00	234.16
TRE-928	40.00	172.22
AS-15	1.00	7.97
AS-55	1.00	1.33

Arreglo26 El peso total a llevar es de = 13499.83
El numero total de angulos es de = 1182.00
El porcentaje de utilizacion del camion es de = 1.0000
Y su faltante es de = 0.17

ItemCodigo #	Numero de angulos	Peso total
TL1-62	32.00	301.33
TL1-87	29.00	127.96

TR1-104	136.00	589.32
TR1-119	34.00	6276.83
TR1-16D	68.00	968.76
TR1-63D	68.00	1044.65
TR1-9	68.00	1728.98
TRE-2025	80.00	88.76
TRE-222	40.00	57.27
TRE-813	80.00	178.38
TRE-814	80.00	172.60
TRE-815	80.00	183.45
TRE-819	40.00	402.45
TRE-822	40.00	197.87
TRE-823	40.00	197.87
TRE-828	25.00	159.66
TRE-830	80.00	117.83
TRE-914	80.00	365.42
TRE-926	40.00	163.30
TRE-927	40.00	163.30
AS-14D	1.00	8.16
AS-29	1.00	5.68

Arreglo27 El peso total a llevar es de = 13499.68

El numero total de angulos es de = 1469.00

El porcentaje de utilizacion del camion es de = 1.0000

Y su faltante es de = 0.32

ItemCodigo #	Numero de angulos	Peso total
TL1-123	174.00	216.36
TL1-27	3.00	7.01
TL1-78	5.00	15.34
TR1-122seg	34.00	6885.00
TR1-54	51.00	111.06
TR1-69	68.00	876.31
TR1-71D	34.00	245.41
TR1-83E	34.00	766.00
TRE-1012	80.00	546.51
TRE-1013	80.00	546.51
TRE-1616	80.00	326.28
TRE-1721	160.00	509.70
TRE-1726	80.00	530.38
TRE-212	20.00	77.85
TRE-220	40.00	53.73
TRE-224	40.00	406.28
TRE-407	80.00	179.85
TRE-621	40.00	50.71
TRE-622	40.00	50.71
TRE-809	40.00	388.71
TRE-829	80.00	130.00
TRE-906T	1.00	10.68

TRE-917	80.00	387.91
AS-33D	4.00	23.27
AS-46	1.00	4.38
AS-67	120.00	153.73

ANEXO II

