



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas

Departamento de Matemáticas

“Diseño de un almacén de productos incautados
provenientes del tráfico de combustible ubicado en el
cantón Catamayo”

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:

Rita Stefanía Reyes Herrera
Álvaro Andrés Suárez Chalén

Guayaquil – Ecuador

2014

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por llenar mi vida de dicha y bendiciones por tener a mis padres vivos y disfrutar de su compañía. A mi familia que siempre está en mis momentos de dificultad siendo la luz y guía de mi camino. A la familia Castro Pilozo por acogerme en su morada en mi vida universitaria, A mis amigos entre ella mi compañera de proyecto Rita Reyes con quien hemos compartido momentos de alegrías y tristezas desde que comenzamos la etapa universitaria, mi primer y ahora último trabajo han sido en su compañía. Al agradecer he descubierto que el tiempo avanza muy de prisa y en el camino se conocen a muchas personas, de manera muy especial al cerrar este círculo académico les agradezco a todas las personas que de una u otra manera han contribuido en ella.

Álvaro Suárez Chalén

Este equipo logró su objetivo pero no fuimos solo nosotros sino todos los que nos dieron la mano para que se nos hiciera un poco más sencilla la culminación del documento, gracias de todo corazón ya que no solo hemos aumentado nuestro conocimientos sino que hemos aprendido que varias cabezas piensa mejor que una.

Rita Reyes Herrera

DEDICATORIAS

Dedico este trabajo a mis padres Manuel Suárez y Mercedes Chalén por haberme formado como persona, ustedes son el pilar de mi vida, con sus valores, sus principios y la confianza que depositaron en mí, he culminado esta fase universitaria, ambos me enseñaron a seguir mi propia estrella, aprendiendo que el error más grande es darse por vencido aún estando en lucha, que con esfuerzo y dedicación se logran culminar las metas.

Álvaro Suárez Chalén

Dedico este trabajo a mi mamá ya que sin las enseñanzas de ella no lo hubiese logrado.

Rita Reyes Herrera

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

M.Sc. Guillermo Baquerizo Palma.

Director

M.Sc. José Villa Vásquez

Delegado de FCNM

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la FCNM (Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas) de la Escuela Superior Politécnica del Litoral

Rita Stefania Reyes Herrera

Álvaro Andrés Suárez Chalén

INTRODUCCIÓN

Este proyecto trata de usar recursos tecnológicos para un resultado idóneo y más rápido. Por lo que se hace una investigación exhaustiva de los métodos más usados pero eficaces y que son útiles en el transcurso del desarrollo del proyecto.

En el capítulo I se define el problema de la empresa, de acuerdo a los antecedentes que fueron expuestos por el encargado de la comercializadora, de aquí nace el objetivo principal del proyecto el cual se mantendrá presente hasta la finalización del mismo.

El desarrollo del Capítulo II abarca el material que respalda la metodología del trabajo para esto se buscó documentos que dieran sustento a los métodos usados en el proyecto, a su vez bibliografía diversa que ayude a dar un mejor enfoque a las técnicas propuestas y que más adelante fueron aplicadas para poder llevar a cabo cada uno de los objetivos planteados.

El capítulo III contiene el diagnóstico de la situación actual del negocio por ende describe el escenario que la empresa está cruzando, define el problema y se lo tipifica en este caso como un problema transcendental ya que al no

tener un área acondicionada para el almacenamiento de este tipo de productos está contrayendo varios problemas con el área que trata de evitar daños al ecosistema.

También se examina las actividades que está acaparando la empresa, el manejo que le da cada una y a su vez se describen los productos que están involucrados en el estudio.

El capítulo IV comprende el desarrollo de la propuesta que se ha planteado después de un análisis de los diversos métodos averiguados en el capítulo II.

Se busca una solución que maximice la funcionalidad de la bodega, la exploración no cesará hasta encontrar lo que se aspira, a esto se le da el nombre de retroalimentación.

Para concluir con el desarrollo del proyecto se postulan diversas recomendaciones que son de interés de diversas áreas que se pueden desarrollar a futuro para que el trabajo sea más completo y por ende mucho más apegado a la realidad. También este capítulo está dotado de conclusiones que van acorde a los objetivos propuestos en el capítulo I.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	17
ÍNDICE DE TABLAS	19
1. Planteamiento Del Problema	23
1.1 Antecedentes	23
1.2 Problemática	23
1.3 Hipótesis de trabajo	24
1.4 Justificación del problema	24
1.5 Objetivos	25
1.5.1 Objetivo general	25
1.5.2 Objetivos específicos	25
2. Marco Teórico	27
2.1 Estado del arte	27
2.2 Marco conceptual	30
2.2.1 Definición de diseño de bodega	30
2.2.2 Distribución de un almacén	30

2.3 Métodos de diseño de un almacén _____	31
2.3.1 Planeación sistemática de la distribución en planta (SLP) _____	31
2.3.2 Planeación de la Distribución Computarizada (CRAFT) _____	37
2.3.3 Planeación de la Distribución Computarizada (CORELAP) _____	39
2.3.4 Programa de Diseño de la Distribución Automatizada (ALDEP) _	40
2.4 Métodos clásicos de ubicación de productos en un almacén _____	41
2.4.1 Ley de Pareto (Análisis ABC) _____	41
2.4.2 Agrupación por familias _____	42
2.5 Pronóstico de Demanda _____	43
2.6 Metaheurísticas _____	48
2.6.1 Búsqueda Tabú _____	48
2.6.1.1 Tipos de Memoria _____	51
3. Diagnóstico de la situación actual _____	55
3.1 Descripción del terreno _____	55
3.3 Descripción General de los productos almacenados _____	57
3.3.1 Autos _____	57
3.3.2 Camionetas _____	57
3.3.3 Motos _____	57
3.3.4 Trailers _____	58

3.3.5 Cilindro doméstico GLP _____	58
3.3.6 Cisternas plásticas 1000 Lts _____	59
3.3.7 Tanques de lámina y plásticos 200 Lts _____	59
3.3.8 Tanques plásticos 5,8 y 15 gl _____	60
4. Metodología del trabajo _____	61
4.1 Diagrama de flujo de actividades _____	62
4.2 Calendario de actividades _____	64
4.3 Diagrama de bloques _____	66
4.4 Modelo Matemático _____	70
4.5 Inventario de productos incautados de la empresa _____	70
4.6 Predicción de datos _____	71
4.7 Modelo de Warehousing _____	78
4.7.1 Cálculo de los parámetros para el modelo de Warehousing: _____	79
4.8 Procedimiento SLP para la colocación de los departamentos _____	82
4.4 Función de diseño de bodega _____	87
Conclusiones _____	95
Recomendaciones _____	97
ANEXO 1 _____	99
ANEXO 2 _____	102

ANEXO 3 _____	105
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS _____	119

ABREVIATURAS EN INGLÉS

- ALDEP:** Automated Layout Design Program
(Programa de Diseño de la Distribución Automatizada).
- CORELAP:** Computerized Relationship Layout Planning
(Planeación de la Distribución Computarizada).
- CRAFT:** Computerized Relative location of Facilities Techniques
(Asignación Relativa de Instalaciones Computarizadas).
- QAP:** Quadratic Assignment Problem
(Problema de Asignación Cuadrática).
- SKU:** Stock Keeping Unit
(Unidad que se mantiene en existencia).
- SLP:** Systematic Layout Planning
(Diseño Sistemático de Planificación).

- ACF:** Autocorrelation Function
(Función de auto-correlación)
- PACF:** AutoRegressive Integrated Moving Average
(Modelo Autorregresivo Integrado de Media Móvil)
- FIFO:** First In First Out
(Primero en entrar primero en salir)
- ARMA:** AutoRegressive Moving Average
(Modelos mixtos autorregresivos de promedios móviles)
- AIC** Akaike information criterion
(Criterio de información de Akaike)

ABREVIATURAS EN ESPAÑOL

GLP: Gas licuado de petróleo

MH: Modelo de Warehousing

TIC's Tecnologías de información y comunicación

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Centroide: Centro de masa de un objeto con densidad uniforme.

Diagrama de Causa y Efecto (Ishikawa): Fue creado por Kaoru Ishikawa, Sirve para el análisis de mejora continua de la entidad.

Heurística: (*Significado Operativo*) Son algoritmos que dan como resultado n soluciones factibles minimizando el tiempo de generación de respuestas.

Picking: Preparación de órdenes.

Búsqueda Tabú: Es una metaheurística que se basa en la búsqueda local de soluciones.

Metaheurística: Son métodos de aproximación que sirven para resolver problemas difíciles en optimización combinatoria que generan mejores respuestas que las heurísticas.

Layout: Palabra inglesa utilizada para representar el diseño de un proyecto, usando la tecnología.

Tipifica: Ajustar las características de algo a un tipo común.

Oscilante: Proveniente de la palabra oscilar, que significa variación entre una cota superior e inferior.

Sinusoidal: Derivado de Sinusoide, que es la curva que representa la función Seno.

Correlación: Relación entre dos variables.

Disímil: Desemejante, diferente.

Ratio: Razón.

Warehousing: Almacenamiento.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Fases del SLP _____	32
Figura 2-2 Ley de Pareto _____	41
Figura 2-3 Agrupación por Familias _____	42
Figura 3-1 Esqueleto auto _____	57
Figura 3-2 Esqueleto camioneta _____	57
Figura 3-3 Esqueleto moto _____	57
Figura 3-4 Esqueleto trailer _____	58
Figura 3-5 Esqueleto cilindro GLP _____	58
Figura 3-6 Esqueleto cisterna 1000Lts _____	59
Figura 3-7 Esqueleto tanques lámina y plásticos 200 Lts _____	59
Figura 3-8 Esqueleto tanque 5, 8 y 15 gl _____	60
Figura 4-1 Flujograma de trabajo _____	62
Figura 4-2 Diagrama de Gantt de actividades _____	64
Figura 4-3 Cadena de Suministro Actual _____	66
Figura 4-4 Área afectada en la cadena de suministros actual _____	68

Figura 4-5 Cadena de suministros futura	69
Figura 4-6 Serie de tiempo de la demanda 2009 - Junio/2013	72
Figura 4-7 Serie de tiempo después de una diferenciación	72
Figura 4-8 Gráficas de ACF Y PACF	73
Figura 4-9 Gráficas de error de correlación	75
Figura 4-10 Gráficas de error de correlación M5	76
Figura 4-11 Serie de tiempo de la demanda pronosticada	77
Figura 4-12 Relación de área del producto $i; i=1, \dots, 7$	86
Figura 4-13 Gráfico Solución sin búsqueda tabú	93
Figura 4-14 Gráfico solución con búsqueda tabú	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Clasificación de modelos ARMA _____	47
Tabla 2-2 Áreas de aplicación _____	49
Tabla 3-1 Datos básicos autos _____	57
Tabla 3-2 Datos básicos camionetas _____	57
Tabla 3-3 Datos básicos moto _____	57
Tabla 3-4 Datos básicos trailer _____	58
Tabla 3-5 Datos básicos cisterna 1000 Lts. _____	59
Tabla 3-6 Datos básicos tanques 200 Lts. _____	59
Tabla 3-7 Datos básicos tanques 5,8 y 15 gl _____	60
Tabla 4-1 Tabla de demanda GLP _____	71
Tabla 4-2 Demanda Pronosticada garrafas plásticas 8 Gl _____	77
Tabla 4-3 Demanda total (aprox.) _____	78
Tabla 4-4 Detalle de datos del MH _____	80
Tabla 4-5 Resultado del MH _____	81
Tabla 4-6 Tipificación de productos _____	83

Tabla 4-7 Tabla cualitativa y cuantitativa _____ 83

Tabla 4-8 Matriz de relación entre productos _____ 84

RESUMEN

El Know – How de un almacén es el almacenamiento de los productos y su herramienta principal es la bodega, la distribución que se realice en ésta es de suma importancia porque al tener como objetivo principal optimizar los recursos a ser usados (maquinarias, operarios, etc.), la repartición será de tal modo que cumpla con la meta planteada caso contrario surgirán inconvenientes que a primera instancia parecen inofensivos pero con el transcurso del tiempo se van sintiendo, los cuales dan como resultado una bodega no funcional y de alto costo porque se tendrá que hacer diversas modificaciones para que el almacén cumpla con los objetivos propuestos, el uso de software para programar algoritmos de optimización de recursos facilita mucho el trabajo el cual disminuye el tiempo empleado y el personal involucrado en esta tarea, cabe recalcar que estos algoritmos se ajustan a cualquier campo por lo que se recomienda poseer información suficiente y real para que el resultado sea el más adecuado.

ABSTRACT

The know-how of a factory is the store of the products and its principal product is the storage, and the distribution done in it is of highest importance because the main goal is optimize the supplies to be used (machinery, operating, etc), the partition will be in fact accomplished to the main goal, if not there would be inconvenience, which at first sight, they seem to be inoffensive but at time passed they will be effective, giving as a result a non functional storage with higher costs because there must be several modifications in order to make the factory gain the goals. Using the software to program source optimization algorithms makes the work easier resting time of work and workers for those tasks. In addition, these algorithms can be applied to every field, therefore it is recommended to make sure you have enough and real information to reach adequate results.

CAPÍTULO 1

Planteamiento Del Problema

1.1 Antecedentes

Actualmente la empresa se encarga de almacenar y redistribuir combustible en la zona sur de Loja, ciertas partes de la provincia de El Oro y Zamora Chinchipe, pero autoridades externas al negocio tomaron la decisión de que la empresa debería hacerse cargo de la incautación de productos por tráfico de combustible. Al ser una decisión inesperada estos productos como bombonas de gas (llenas y vacías), cisternas transportadoras de combustibles, automotores, en los que se trataba de cometer el ilícito, se están almacenando en áreas del terreno alejadas de las actividades actuales del negocio, recalcando que el combustible producto de la incautación se devuelve a los tanques para ser distribuidos a los dueños de las gasolineras.

1.2 Problemática

El problema surge debido a que los bienes incautados que la compañía recibe, producto del tráfico de combustible, y la utilización inadecuada de bienes domésticos de empresas de carácter industrial, como bombonas de

gas doméstico, están siendo mal almacenados ya que se encuentran a la intemperie creando un problema con el Ministerio del Ambiente e inconvenientes con la sociedad.

1.3 Hipótesis de trabajo

Abundan métodos de diseño de bodega que hacen o no uso de un instrumento tecnológico. La metodología que se usará para solucionar este problema es diseñar una bodega bajo un criterio bastante simple para luego optimizar esta respuesta.

Lo que se pretende con esta metodología es obtener un diseño de bodegas funcional, sencillo y apto para el almacenamiento de productos incautados.

1.4 Justificación del problema

Un almacén es un eslabón primordial en la cadena de suministros, ya que si éste no está bien diseñado, ni utilizado, representará problemas, los cuales están ligados con costos que en este caso son de construcción de infraestructura que se provocaría de manera prematura, es decir que la planificación de largo plazo se realizará antes de tiempo con áreas no cubiertas en su totalidad.

Se realizará un diseño para que en el almacén se pueda guardar y ordenar productos de una manera eficiente en las áreas permitidas y poder tener una distribución efectiva. Además facilitar entradas y salidas tanto de bienes y de personal, por lo que se necesita una buena repartición de las áreas operativas y almacenamiento de una bodega, así lograr de forma eficaz la minimización de costos.

El arreglo que se pretende realizar obedece a las dimensiones del terreno apta para construir y a su vez planifica como el recurso humano y tecnológico debe operar.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Diseñar un almacén para la correcta ubicación y control de existencias de los productos.

1.5.2 Objetivos específicos

- Calcular el área que será utilizada por la bodega y el espacio que será usado por cada artículo.
- Realizar una proyección de los productos a almacenarse de los meses faltantes hasta llevar a cabo el proyecto.

- Identificar los productos de alto índice de incautación y alto nivel de inflamabilidad para construir la matriz de relación entre productos.
- Formular un algoritmo para encontrar una solución de partida.
- Mejorar la solución partida con una metaheurística.

CAPÍTULO 2

Marco Teórico

2.1 Estado del arte

Realizar una redistribución física es una actividad compleja y cuando es bien ejecutada genera beneficios a largo plazo ya que de un bosquejo de bodega se mide la eficiencia de la línea de producción, el número de trabajadores y maquinarias a usarse. De este concepto nace el tema “Análisis y rediseño de la distribución física de una metalmecánica” cuyos autores son: Krystel Margarita Mendoza Mera, Andrea Paola Ordóñez Rodríguez.

El resumen del proyecto se detalla a continuación:

“En los diferentes escenarios y soluciones planteadas se dedujo que el procedimiento para la mejora de la empresa era el rediseño de la distribución física de la planta para esto utilizaron el método SLP, se realizaron cálculos de distancias entre departamentos para lograr la mejor ubicación de cada uno de ellos, logrando colocarlos de manera adecuada. Con la implementación de este proyecto se obtuvieron tres diseños diferentes de planta del cual se escogió el que representa menos distancias recorridas.”[1]

El diseño de planta va de la mano con los costos y eficiencia; el motivo de realizar un bosquejo puede ser aumento de la familia de productos, crecimiento de la demanda o mejora de la eficiencia de la línea de producción, todo bosquejo puede sufrir un cambio al momento de aplicarse y debe ser una buena aproximación a lo deseado para no caer en gastos que serán arrastrados por toda la vida útil de la bodega. La autora Paulina Moreno ha realizado su tesis que se basa en el diseño de una bodega para el almacenamiento de materia prima que se usa en la fabricación de zapatos.

El resumen de esta tesis es la siguiente:

“Para poder llevar a cabo el objetivo se hizo uso de un método de diseño de planta como es la heurística CORELAP partiendo de una clasificación de inventario ABC el cual distribuye los SKU's de acuerdo a su rotación.” **[2]**

La mejora de una empresa conlleva cambios que serán drásticos y se tendrá que adaptar para ver frutos en sus utilidades, uno de los cambios más importantes es la realización de un diseño de bodega óptimo que se podrá llevar a cabo con la ayuda de métodos de diseño. Habiendo propuesto este concepto se planteó el tema “Propuesta de una mejora de almacén de las bodegas de materia prima de una empresa del sector químico y calzado”
Realizado por: Fiorella Contreras y Maryuri Quitero.

El resumen de esta tesis es la siguiente:

“Para aumentar los niveles de servicio al cliente se tuvo que plantear una mejora en la gestión de la bodega actual y la que se ha planificado construir, para esto se estudió la distribución correcta de los productos con una clasificación ABC y la adquisición de Racks estructurales para determinar donde se encuentra ubicado el producto, también colocando una codificación de colores para asegurar la metodología FIFO dentro de la empresa.” **[3]**

2.2 Marco conceptual

En esta sección se hace referencia a las técnicas y métodos que se podrían utilizar en la construcción del diseño para la correcta ubicación de productos, bienes, departamentos y espacios requeridos por un almacén.

2.2.1 Definición de diseño de bodega

La distribución de planta orientada al almacenamiento de productos es el repartimiento de un espacio en diversas áreas para determinada mercadería y persigue dos intereses: el interés económico porque con el diseño se desea abaratar costos y un interés social con el que se brinda buenas condiciones de trabajo al personal que labora en el almacén.

Un eficiente diseño provoca un buen desempeño laboral ya que cada área estará adecuada para el producto a almacenar y en la posición idónea para el acceso rápido al departamento, esto optimizaría el aprovechamiento de las maquinarias, el espacio y el recurso humano.[4]

2.2.2 Distribución de un almacén

La distribución de un almacén realizada de forma correcta ayuda para que los productos se conserven y el picking se lo realice de una manera eficiente y así disminuir demoras en la manipulación de productos.

2.3 Métodos de diseño de un almacén

2.3.1 Planeación sistemática de la distribución en planta (SLP)

El método SLP, es una forma organizada y efectiva de realizar la planeación de una distribución el cual fue realizado por Richard Muther & Associates, Inc.

El método está constituido por cuatro fases que no son más que procedimientos y normas que nos permitirá identificar todos los elementos que están involucrados en la planeación.

Esta técnica puede aplicarse a oficinas, laboratorios, áreas de servicio, almacén u operaciones manufactureras y es igualmente aplicable a mayores o menores readaptaciones que existan o nuevos edificios.

Con este y otros métodos se trata de ayudar, reduciendo los recursos pero es de mucha ayuda la experiencia ya que hay muchos factores que un principiante los puede pasar por alto. **[5]**

2.3.1.1 Fases del SLP

Las fases del SLP son 4 son muy generales y éstas se adaptan a las características de un problema en particular

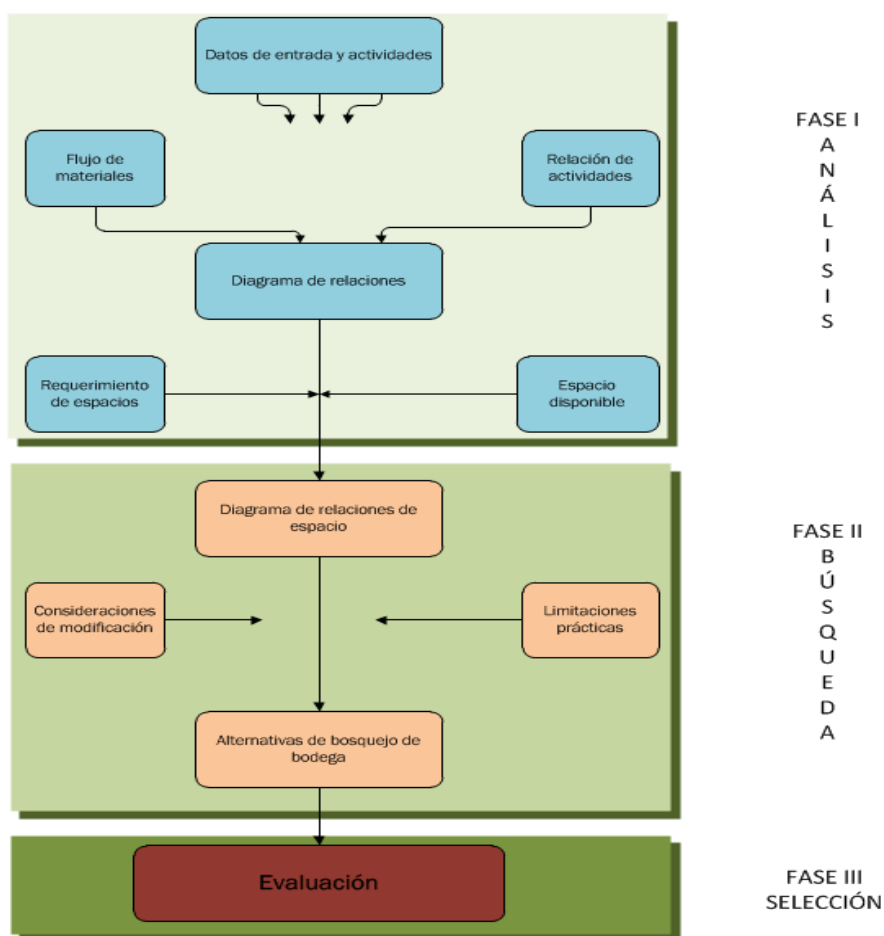


Figura 2-1 Fases del SLP

2.3.1.1.1 Fase 1 - Análisis

Esta fase trata de la recopilación de datos y su correcta tabulación para proceder a realizar una relación entre los departamentos (Diagrama REL) que se propone colocar en el almacén recalando que se toman en cuenta diversos factores que eliminarían recorridos ineficientes entre departamentos y muchos otros problemas que evitarían categorizar a la bodega como eficaz y eficiente.

Al tener conocimiento de los departamentos que se pretende colocar se debe ser racional con respecto a la extensión del terreno que se asignaría para este proyecto así como el espacio que requiere cada producto de acuerdo a la frecuencia de entrada de dicho SKU y las dimensiones del producto.

En el caso de Flujo de materiales es necesario hacer la dependencia de un departamento con otro al igual que la cantidad de productos que fluyen por los mismos.

El siguiente paso es la relación de actividades, éste involucra el grado de relación entre un departamento y otro, se toma en cuenta que el número de reparticiones es el que se considere conveniente.

Todas estas relaciones se simplifican en un esquema llamado REL.

Diagrama REL

La metodología de este esquema es:

- ✓ Convertir rasgos cuantitativos en rasgos cualitativos en palabras técnicas se le da el nombre de ratios de proximidad.
- ✓ Este cuadro puede ser representado por una matriz simétrica o en un esquema llamado casa de la calidad.

Lo que se hace es:

1. Enlistar los departamentos necesarios para la bodega.
2. Relacionar los departamentos de acuerdo a la conveniencia del proyecto.
3. Por último, a la relación entre dos departamentos se le asigna una ponderación que varía entre:

A: Absolutamente deseable

E: Especialmente deseable

I: Importante

O: Cercanía ordinaria

U: Sin importancia

X: Indeseable

4. Establecer una razón por la cual quisiera tener cerca un departamento del otro.
5. Evaluar la eficiencia del diagrama y realizar cambios si es necesario.
6. En este paso definimos la relación entre un departamento y otro.

2.3.1.1.2 Fase 2 - Búsqueda

Luego de creado el diagrama en base al cuadro REL se hacen análisis y si algo no está de acuerdo a las condiciones del terreno se hace una mejora, por ende se va analizando el área para no tener problemas con los límites del área dispuestos para la bodega.

El análisis P-Q ayuda al desarrollo de esta fase, y éste se lo detalla a continuación:

Análisis Producto (P) – Cantidad (Q)

La relación que existe entre estos dos datos es muy importante ya que para saber la manera de almacenamiento o las dimensiones del departamento se necesita conocer cuantas unidades de producto son elaboradas.

2.3.1.1.3 Fase 3 Selección

Se realiza un análisis para la localización de los productos de bodega, oficinas, servicios auxiliares.

Los pasos se deben realizar de acuerdo a su jerarquía ya que de esta manera se podrá realizar un diseño adecuado.

2.3.1.2 Datos de entrada del SLP

El método está sujeto a datos necesarios para completar las etapas antes mencionadas, llamados P.Q.R.S.T. que significan producto, cantidad, ruta, servicio y tiempo.

(P) Producto: Bien tangible a almacenar.

(Q) Cantidad: Número de unidades a almacenarse de cada producto.

(R) Ruta: Recorrido de las operaciones.

(S) Servicios: Actividades que están involucradas en este negocio.

(T) Tiempo: Trata de relacionar a los cuatro elementos anteriores ya que si sabe cuánto durará cada producto se podrá decir cuántas unidades fabricar y cada cuanto tiempo fabricarlas esto resultaría en un desplazamiento de punto de trabajo a otro más eficiente.

2.3.2 Planeación de la Distribución Computarizada (CRAFT)

Este modelo presentado por Armour, Buffa y Volman en el año 1963 tiene las siglas CRAFT el cual fue la inspiración de posteriores software al ser el primer programa informático de optimización de layout.

Para usar el método CRAFT se debe tener:

- Un bosquejo inicial con información real.
- Una matriz de movimientos que indique el flujo de materiales entre los departamentos.
- Una matriz de costos que muestre el valor que se incurre al mover una unidad.
- Dimensión del edificio y de los departamentos.

Se inicia con el bosquejo propuesto de bodega, luego se realizan intercambios entre 2 o 3 departamentos siempre y cuando éstos sean de la misma dimensión y adyacentes.

Se harán n -intercambios por lo que se deberá recalcular el centroide de cada departamento intercambiado al igual que la función de costos.

El proceso finalizará cuando no haya algún otro movimiento que reduzca la función objetivo.

Esta técnica puede manejar solo cuarenta instalaciones y funciona mejor cuando las áreas de las instalaciones son de áreas disímiles.

2.3.2.1 Características de CRAFT

- La solución final es función de la distribución.
- Usa distancias computarizadas entre puntos estimados. [6]

2.3.3 Planeación de la Distribución Computarizada (CORELAP)

Este programa es conocido como CORELAP, es un método computacional que puede resolver problemas como máximo 45 departamentos requiere como datos de ingreso las dimensiones del almacén y el tamaño de cada departamento.

La información de entrada es:

- Cuadro de relación.
- Restricciones en las superficies departamentales, etc.

2.3.3.1 Características de CORELAP

- Los departamentos que necesitan la bodega son de forma rectangular.
- Requiere poco tiempo de uso de computador.
- La forma de ubicación del primer departamento es desde el centro de la superficie, el siguiente será ubicado tal que al

menos tenga una esquina en común con el departamento anteriormente ubicado. [6]

2.3.4 Programa de Diseño de la Distribución Automatizada (ALDEP)

Se desarrolló en el año 1967 por IBM conocido como ALDEP, éste es un programa de construcción ya que hace elecciones sucesivas y emplazamientos de secciones partiendo del cuadro REL.

Los datos de entrada son:

- Dimensión y número de departamentos requeridos por la instalación.
- El espacio debe tener la descripción de uso.
- Cuadro REL.
- Cuadro de control para la activación de subrutinas.

2.3.4.1 Características de ALDEP

- El utilizar lotes no ubicables permite ajustar esas dimensiones al área real.
- No se puede controlar la forma geométrica del departamento.
- Produce respuestas de forma aleatoria, sin tomar en cuenta su interrelación.

- Arroja múltiples soluciones.
- La forma de ubicación de los departamentos es de Este a Oeste pero el primer departamento estará ubicado en la esquina noroeste. [6]

2.4 Métodos clásicos de ubicación de productos en un almacén

2.4.1 Ley de Pareto (Análisis ABC)

La ley de Pareto se basa en la clasificación de los productos de acuerdo a su rotación. En la figura 2-2 se observa como se tipifica la mercadería según la utilidad que aportan, en la zona A se encuentran productos de alta rotación, es decir que el 20 % de (SKU) representa el 80 % de las utilidades, la zona B contiene productos de rotación media y esto representa el 30 % de (SKU) contribuyen al 15% de las utilidades , y por último, en la zona C se alojan los productos de baja rotación la que contiene el porcentaje de productos restantes del inventario lo cual contribuye con un 5% a las utilidades.

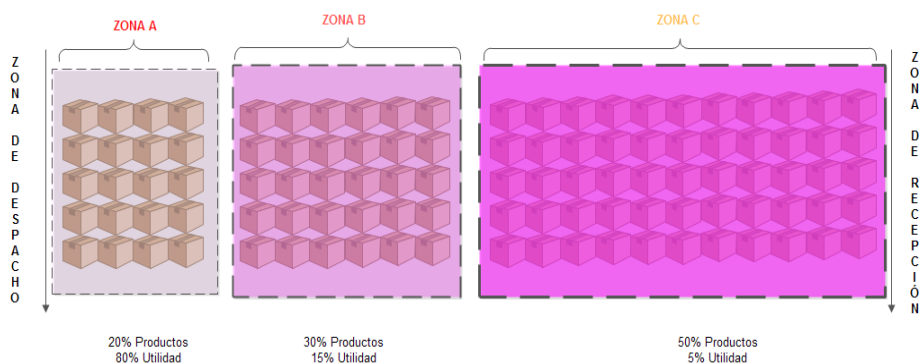


Figura 2-2 Ley de Pareto

2.4.2 Agrupación por familias

Para el diseño de una bodega, los productos a almacenar están clasificados de acuerdo al tipo de familia de productos a los cuales pertenece (figura 2-3), así como también puede ser agrupado por pesos similares o sus características, ya sean productos tóxicos o no tóxicos. Los productos de alto peligro a almacenar deben estar agrupados en unas zonas específicas con la seguridad adecuada para el bienestar de las personas que operan en la bodega y los requisitos que deben cumplir con las normas de seguridad.

[7]

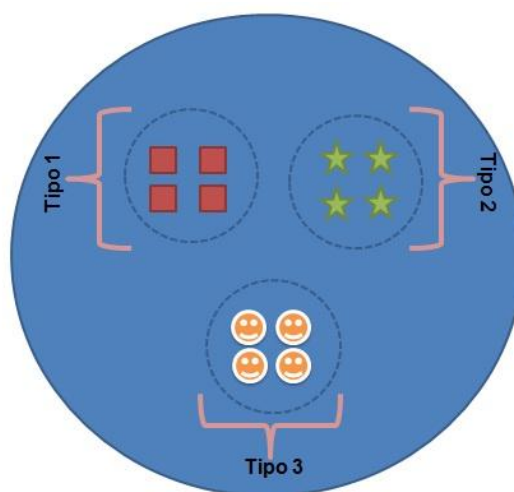


Figura 2-3 Agrupación por Familias

2.5 Pronóstico de Demanda

La correlación mide la asociación lineal entre un par de variables (x, y) , y se obtiene por 'normalizar' la covarianza, dividiendo la covarianza por las desviaciones estándar de las variables, se toma un valor entre -1 y 1, con un valor de 0 indica que no hay asociación lineal, un valor de 1 o -1 indica una relación lineal exacta con los pares (x, y) que pertenece a una línea recta de pendiente positiva o negativa, respectivamente.

La correlación entre un par de variables (x, y) se define por:

$$\text{Corr}(Z_t, Z_{t+k}) = \rho_k$$

En R, la correlación entre un par de variables (x, y) , con los datos almacenados en los vectores x e y , respectivamente, puede ser evaluada utilizando la función de `cor(x, y)`.

Observaciones: Las series de tiempo tenderán a correlación serial o auto correlación. Por ejemplo, pares de valores tomados en una diferencia de tiempo de retardo de 1 tenderán a tener una alta correlación cuando hay tendencias en los datos.

La auto correlación de retardo k se define por:

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Y_t - \bar{Y})(Y_{t+k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2}$$

Esta definición sigue naturalmente de la ecuación (1.2) mediante la sustitución de Y_t y \bar{Y} con x_t y x_{t+k} , y el uso de la x media global para la media de ambos x_t y x_{t+k} . Tenga en cuenta que ρ_0 es siempre 1.

En R, k auto correlación retraso puede obtenerse a partir de la función de auto correlación ACF. De forma predeterminada, la función ACF produce una auto correlación de ρ_k contra k .

Las auto correlaciones se almacenan en el vector de ACF (x) \$ acf, con la k auto correlación retraso situado en ACF (x) \$ acf [$k + 1$].

El eje x da el desfase (k) y el eje y da la auto correlación (ρ_k) en cada retardo, es decir, la función de auto correlación es una gráfica de ρ_k contra k . Ejemplo, las unidades en el eje x son 'años', los desfases 0,1,2,.. . . (en meses) aparecen a veces 0,1 / 12,2 / 12,.. . . (en años). La correlación es adimensional así que no hay unidades para el eje y .

Las líneas punteadas representan el nivel de significación del 5% para la prueba estadística: $\rho_k = 0$. Cualquier correlación que está fuera de estas

líneas son "significativamente" diferente de cero. Las líneas son solamente una guía general y no demasiado se deben leer en ellos. En particular, ya que representan múltiples pruebas de significancia del 5% de los valores se muestran como "significativo", debido a la variación de muestreo, incluso cuando sus valores subyacentes son cero. Esta voluntad se hará más evidente al hacer las simulaciones en R. Mientras tanto, vale la pena mirar para valores significativos a desfases importantes, como el retraso que se corresponde con el período estacional.

La auto correlación 0, el desfase siempre es 1 y se muestra en el diagrama. Se proporciona un indicador de los valores relativos de las otras auto correlaciones, si una correlación resulta ser estadísticamente significativa, pero en realidad es muy pequeña en magnitud, puede ser de poca o ninguna consecuencia práctica, y se verá 'insignificante' junto ρ_0 . Sin embargo, se requiere un poco de discernimiento para decidir lo que constituye una auto correlación "significativa" desde un punto de vista práctico. Cuadrar la auto correlación puede ayudar, ya que esto da el porcentaje de variabilidad "explicado" por una relación lineal entre las variables.

Por ejemplo, un retardo de 1, auto correlación de 0,1 implica que una dependencia lineal de x_t en x_{t-1} sólo explicaría 1% de la variabilidad entre las dos variables. Es un error común para el tratamiento de un resultado

estadísticamente significativo tan importante cuando se tiene casi ninguna consecuencia práctica.

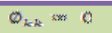

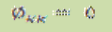
El ciclo anual aparece en el correlograma como un ciclo en el mismo periodo, con una correlación positiva significativa en el período de 1 año. Esto refleja una relación lineal positiva entre pares de variables (x_t, x_{t+12}) , separados por períodos de 12 meses. Por el contrario, valores separados por un período de 6 meses, tienden a tener una relación negativa, porque, por ejemplo, los valores más altos tienden a ocurrir en los meses de verano seguido por valores más bajos en los meses de invierno. Por tanto, una correlación negativa se produce en el retraso de 6 meses (o 0,5 años).

La auto correlación significativa en el retraso 1 mes es probablemente debido a la tendencia creciente durante el período de los datos. Por lo general, una tendencia en los datos se mostrará en la función de auto correlación como una lenta decadencia en las auto correlaciones, debido a los valores similares en la serie que ocurren cerca juntos en el tiempo. La auto correlación del ejemplo explicado se basa en tres años de datos porque sólo hay evidencia marginal de esto. Sin embargo, la función de auto correlación para el período completo, obtiene a partir de ACF (AP), exhibe una lenta decadencia en las auto correlaciones, debido a la tendencia, como se esperaba.

Los modelos ARMA se describen en la tabla 2-1 los cuales servirá para ajustar una serie de tiempo hasta que esté lista para ser usada como base para la predicción de los datos.

El tiempo que se quiera predecir será un lapso razonable para que la incertidumbre no aumente, es decir, los datos pronosticados sean aproximadamente reales.

Tabla 2-1 Clasificación de modelos ARMA

Modelo	ACF	PACF
(1, d, 0) AR(1)	Decaimiento exponencial u oscilante.	 para $p > 1$
(2, d, 0) AR(2)	Exponencial o deterioro de onda sinusoidal.	 para $p > 1$
(p, d, 0) AR(p)	Exponencial y / o de onda sinusoidal decaimiento.	 para $p > 1$
(0, d, 1) MA(1)	$P_k = 0$ para $k > 1$	Dominio es una exponencial amortiguada.
(0, d, 2) MA(2)	$P_k = 0$ para $k > 2$	Dominado por la onda exponencial o sinusoidal amortiguada.
(0, d, q) MA(q)	$P_k = 0$ para $k > q$	Dominado por combinación lineal de exponenciales amortiguadas y / u ondas sinusoidales.
(1, d, 1) ARM(1,1)	Decaimiento exponencial de retardo 1	retraso 1
(p, d, q) ARM(p,q)	Colas de decaimiento exponencial después de $q - p$ queda. Exponencial y / o sinusoidal disminución después de $q - p$ retrasos.	Después de $p - q$ rezagos. Dominado por exponenciales amortiguadas y / u ondas sinusoidales después de $p - q$ queda.

Fuente: Los autores

2.6 Metaheurísticas

Las técnicas metaheurísticas son aquellas que parten de soluciones pobres y que al poner en marcha el algoritmo arroja resultados no necesariamente óptimos pero si factibles. Las características primordiales de esta técnica son: Huyen de óptimos locales y son ciegos es decir, que necesitan un criterio de parada.

Las metaheurísticas más usadas son:

- ✓ Búsqueda Tabú
- ✓ Recocido Simulado
- ✓ Algoritmo genético
- ✓ Colonia de hormigas, entre otras.

2.6.1 Búsqueda Tabú

La Búsqueda Tabú es un procedimiento metaheurístico que tiene como objetivo mejorar una respuesta obtenida de una heurística.

La BT es el único método que usa memoria adaptativa y hace exploraciones más allá de la simple optimalidad local.

Este procedimiento fue descubierto afines de los años 80 por Glover el cual puede resolver problemas complicados (lineales, no lineales, continuos, no continuo, etc.) que están inmersos en diversas áreas como lo muestra la tabla 2-2.

Secuenciación	Telecomunicaciones
Flow-time Cell Manufacturing	Rutificación de llamadas
Procesadores Heterogéneos	Bandwidth Packing
Scheduling	Asignación de caminos
Planificación de la fuerza laboral	Diseño de redes para servicios
Horarios escolares	Planificación de descuentos a clientes
	Arquitectura inmune a fallos
	Redes ópticas síncronas
Diseño	
CAD	Producción, inventario e inversión
Redes tolerantes a allos	Fabricación flexible
Diseño de redes de transporte	JIT
Planificación del espacio en arquitectura	MRP con restricciones de capacidad
Diagrama de coherencia	Selección de componentes
Diseño de redes de carga fija	Planificación de inventarios
Problemas de corte irregular	Fixed mix Investment
Distribución en planta (layout)	
Localización	Rutificación
Multicommodity	Rutificación de vehículos
Asignación cuadrática	Time window routing
Semi - asignación cuadrática	Rutificación multi-modal
Asignación generalizada multinivel	Rutificación con flota fija
	TSP
Lógica e inteligencia artificial	Traveling purchaser problem
Stanfacción máxima	Secuenciación de convoyes
Lógica probabilística	
Clustering	Grafos
Reconocimiento / Clasificación de patrones	Partición de un grafo
Integridad de los datos	Coloración de un grafo
Entrenamiento de redes neuronales	Partición de clicas
Diseño de redes neuronales	Problemas de clicas máximas
	Grafos planares máximos
	Problemas de p-medianas
Tecnología	Optimización combinatorio en general
Inversión sísmica	Programación 0-1
Distribución de energía eléctrica	Optimización de carga fija
Diseño estructural de ingeniería	Programción no lineal no-convexa
Mínimo volumen de elipsoides	Redes Todo-nada
Construcción de estaciones espaciales	Optimización entera mixta
Colocación de células de circuitos	
explotación de crudo off-shore	

Tabla 2-2 Áreas de aplicación

Fuente: Optimización Heurística y Redes Neuronales

Se tiene una función $f(x)$ a ser optimizada, cada $x \in X$ tiene un entorno asociado a $N(x) \subseteq X$ y cada solución $x' \in N(x)$, para alcanzar x se usa una función llamada movimiento.

Cada vez que se emplea una estrategia de modificación $N(x)$ es reemplazada por $N^*(x)$, es decir, un nuevo conjunto de candidatos la que no debe contener elementos tabú. Para que los elementos tabú no sean escogidos como candidatos se formula incentivos para estimular la elección de nuevas soluciones.

Cabe recalcar que la exploración que realiza la búsqueda tabú es sensible ya que supone que es mejor una mala elección estratégica pues produce más información que una buena al azar, se hace esta analogía ya que al tener propuestas estratégicas malas tendremos un indicio de las modificaciones que se ejecutarían tomando en cuenta que todas estas actividades las realiza en un corto tiempo.

Lo descrito antes explica como la búsqueda tabú saca provecho de la memoria y evita ciclos ya que prohíbe visitar a las mismas propuestas por determinado tiempo.

2.6.1.1 Tipos de Memoria

La memoria en BT se diseña también para producir un efecto más sutil en la búsqueda a través del uso de una memoria basada en atributos, la cual guarda información sobre atributos de las soluciones que cambian al moverse de una solución a otra.

2.6.1.1.1 Según la extensión de almacenamiento

La memoria usada en BT puede ser explícita o basada en atributos (ambas modalidades no son excluyentes).

Memoria Explícita

La memoria explícita conserva soluciones completas, y consiste típicamente en una élite de soluciones visitadas durante la búsqueda (o entornos altamente atractivos pero inexplorados para tales soluciones). Estas soluciones especiales se introducen estratégicamente para ampliar $N^*(x)$, y así presentar opciones útiles que no se encuentran en $N(x)$.

Memoria basada en atributos

La memoria basada en atributos solo guarda ciertas cosas que parecen importantes es decir, no son soluciones completas. [8]

2.6.1.1.2 Según la recencia de la visita

Memoria a corto plazo

La BT trabaja con un entorno reducido señalando previamente a todas aquellas soluciones tabú para que estas no sean tomadas en cuenta por un periodo de tiempo la memoria a corto plazo está basada en atributos ya que solo almacena ciertas características.

Memoria a largo plazo

La memoria a largo plazo almacena frecuencias de atributos en las soluciones visitadas tratando de diferenciar regiones de soluciones. Este tipo de memoria tiene dos estrategias, la primera es realizar un análisis más profundo en regiones ya visitadas y la segunda es visitar nuevas regiones con características nuevas. [9]

El algoritmo de BT es muy general el cual al ser programado se acopla al problema que se intenta resolver logrando la optimización del mismo.

Esta estructura está compuesta por varios pasos y en cada uno se detalla lo que se debe lograr en cada uno.

Algoritmo Tabu Search

Paso 0: Inicialización.

$X :=$ solución inicial factible

$t_{\max} :=$ máximo número de iteraciones

mejor solución := X

número de soluciones = $t := 0$

lista tabu := vacía

Paso 1: Parada

Si cualquier movimiento posible de la solución actual es tabu o

si $t = t_{\max} \rightarrow$ entonces parar. Entregar mejor solución.

Paso 2: Mover

Elegir el mejor movimiento no-tabu factible $\Delta x(t+1)$

Paso 3: Iteración.

Modificar $X(t+1) := X(t) + \Delta x(t+1)$

Paso 4: Reemplazar el mejor.

Si el valor de la función objetivo de $X(t+1)$ es superior

a mejor solución entonces a mejor solución := $X(t+1)$

Paso 5: Actualizar Lista Tabu.

Eliminar desde la lista tabu cualquier movimiento que ha permanecido un suficiente número de iteraciones en la lista.

Agregar un conjunto de movimientos que involucran un retorno inmediato

desde $X(t+1)$ a $X(t)$

Paso 6: Incrementar

*$t := t+1$, Volver a **Paso 1**. [10]*

CAPÍTULO 3

Diagnóstico de la situación actual

3.1 Descripción del terreno

El terreno está ubicado al Sur del Ecuador en el Cantón Catamayo, éste es irregular y árido por lo que la presencia de flora es casi ausente provocando dificultad del crecimiento de sembríos que serviría para aplacar las altas temperaturas que en esta región se presentan.

En la periferia se visualiza asentamiento poblacional y las características del terreno posee las mismas cualidades.

Las dimensiones del terreno son:

La empresa actualmente se dedica a la comercialización de hidrocarburos, es decir, que cuenta con la infraestructura necesaria para operar en este lugar.

Se entiende como infraestructura al edificio administrativo, los tanques de almacenamiento, sistema contra incendios, área de circulación y parqueo de

vehículos extrapesados y bienes que facilitan la succión y expulsión del hidrocarburo a los vehículos que se encargan de la distribución.

Hace dos años atrás autoridades le dieron la responsabilidad de almacenar todos los artículos incautados que hayan estado involucrados en el tráfico de combustible esto ha causado inconvenientes con el departamento de Gestión Ambiental que a pesar de ayudar para que los artículos que ingresan se han acomodados de la mejor manera posible después de la extracción del combustible no cumple con la normativa ambiental que previene y controla la generación de contaminantes.

Se estima que en el año 2015 las operaciones serán llevadas a Loja por lo que el terreno de Catamayo quedará en desuso.

El terreno en formato AutoCad se encuentra en el Anexo1.

3.3 Descripción General de los productos almacenados

3.3.1 Autos

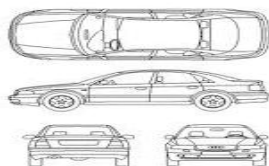


Figura 3-1 Esqueleto auto

Tabla 3-1 Datos básicos autos

DIMENSIONES Y PESOS DE AUTOS (aprox.)	
Largo total	4564,00 mm
Ancho total	1690,00 mm
Alto total	1790,00 mm
Peso neto	1007,00 kg

Fuente: Los autores

3.3.2 Camionetas

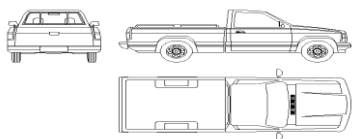


Figura 3-2 Esqueleto camioneta

Tabla 3-2 Datos básicos camionetas

DIMENSIONES Y PESOS DE CAMIONETAS (aprox.)	
Largo total	4920.00 mm
Ancho total	1690.00 mm
Alto total	1610.00 mm
Peso neto	1770.00 kg

Fuente: Los autores

3.3.3 Motos

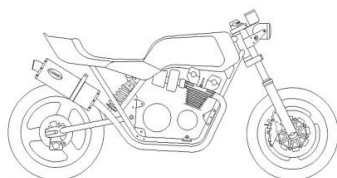


Figura 3-3 Esqueleto moto

Tabla 3-3 Datos básicos moto

DIMENSIONES Y PESOS DE MOTOS(aprox.)	
Largo total	2115.00 mm
Ancho total	810.00 mm
Alto total	1190.00 mm
Peso neto	128.00 kg

Fuente: Los autores

3.3.4 Trailers

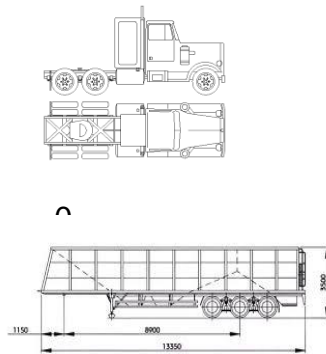


Figura 3-4 Esqueleto trailer

Tabla 3-4 Datos básicos trailer

DIMENSIONES Y PESOS DE TRAILERS(aprox.)	
Largo total	20500.00 mm
Ancho total	2600.00 mm
Alto total	4300.00 mm
Peso bruto	49500.00 kg

Fuente: Los autores

3.3.5 Cilindro doméstico GLP

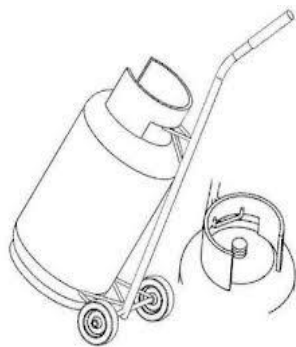


Figura 3-5 Esqueleto cilindro GLP

Estos cilindros de gas forman parte de los productos incautados debido al mal funcionamiento que la entidad pública, privada o personas que utilizan el gas doméstico para sectores industriales o negocios en los cuales generen dinero.

3.3.6 Cisternas plásticas 1000 Lts



Figura 3-6 Esqueleto cisterna 1000Lts

C

Tabla 3-5 Datos básicos cisterna 1000 Lts.

CARACTERÍSTICAS DE LAS CISTERNAS (aprox.)	
Contenedor	
Capacidad	1000 Lt
Dimensiones	1,2mts x 1,1mts x 1,0mts
Material	Plástico exterior
Jaula tabular de acero galvanizado	
Material	Acero (Reforzado) Canilla de desagote de 2
Uso	Naftas, gas-oil, químicos, agua para peces, cloro, lavandina, detergente, etc., etc.

Fuente: Los autores

3.3.7 Tanques de lámina y plásticos 200 Lts

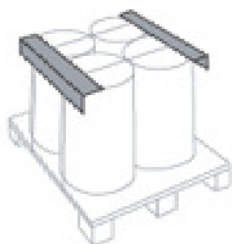


Figura 3-7 Esqueleto tanques lámina y plásticos 200 Lts

Tabla 3-6 Datos básicos tanques 200 Lts.

DIMENSIONES DE LOS TANQUES 200 Lt (aprox.)	
Ancho	59 cm
S ²	± 5 mm
Altura	91 cm
S ²	± 5 mm

Fuente: Los autores

3.3.8 Tanques plásticos 5,8 y 15 gl



Figura 3-8 Esqueleto tanque 5, 8 y 15 gl

Tabla 3-7 Datos básicos tanques 5,8 y 15 gl

DIMENSIONES DE LOS TANQUES 5 8 y 15 gl (aprox.)			
Cap (gl)	5	8	15
Cap (Lt)	18	30	57
Altura	38 cm	53 cm	60 cm
Diámetro	23 cm	27 cm	36 cm

Fuente: Los autores

CAPÍTULO 4

Metodología del trabajo

El objetivo de este trabajo es demostrar que se puede hacer una distribución del área usando las TIC's.

Por lo cual el primer software que se usará es Microsoft Excel el cual será de mucha ayuda ya que facilitará la tabulación de la información que se levantó en las instalaciones de la empresa, estos datos se usarán para pronosticar los meses restantes hasta la implementación del proyecto, este pronóstico y los datos levantados son el complemento del modelo de Warehousing el que dará como resultado las dimensiones de los departamentos.

Con esta base se procederá a ejecutar el algoritmo realizado en Wolfram Mathematica 8, el que servirá para hacer una simple comparación entre un diseño pobre y un diseño obtenido de una metaheurística.

4.1 Diagrama de flujo de actividades



Figura 4-1 Flujograma de trabajo

Fuente: Los autores

El método que se usa en el proyecto ya está previamente elegido al igual que la clasificación de los productos, es decir, que las actividades expuestas son dificultades que se presentaron antes de elegir el camino que dependería de

la facilidad de obtención de datos lo cual conlleva un tiempo de ejecución mayor del proyecto.

Para realizar este proyecto de graduación se tuvo que contar las existencias de cada producto que están siendo alojadas en las instalaciones de manera incorrecta, luego esa información fue tabulada para saber la distribución de la demanda existente y lograr una buena estimación de la demanda futura.

Indirectamente se realiza una clasificación por familias que es dado por el cuadro REL.

Luego, se pone en marcha los métodos electos para el desarrollo del proyecto, de este procedimiento se obtiene una respuesta que será analizada y si ésta solución es idónea se procederá al diseño para una mejor visualización del usuario.

4.2 Calendario de actividades

Las actividades que se pretende realizar para llevar a cabo este proyecto son las siguientes:

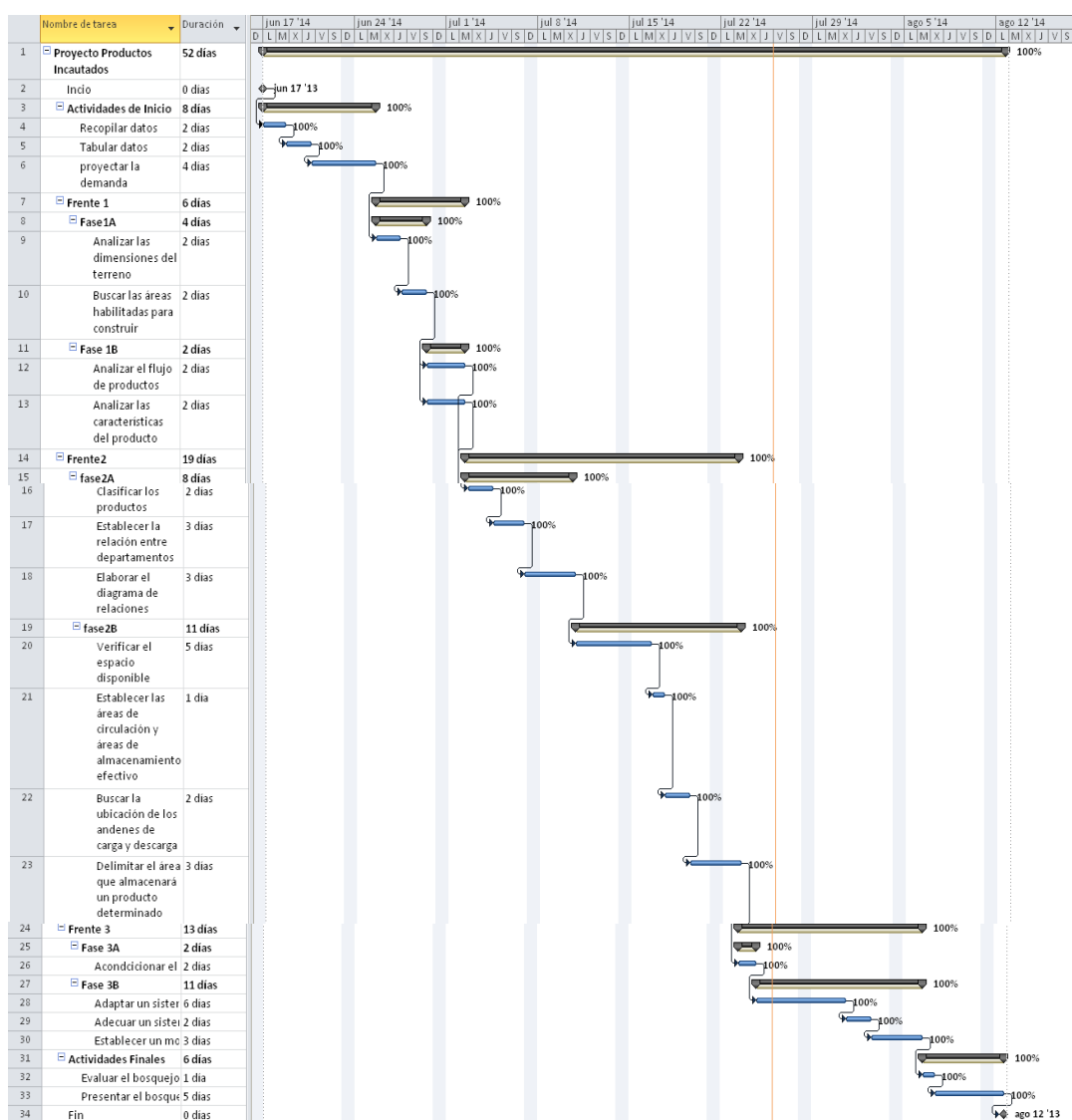


Figura 4-2 Diagrama de Gantt de actividades

Fuente: Los autores

Cada actividad toma un tiempo el cual es propuesto de acuerdo a visitas realizadas a la empresa, acceso a los datos y otros factores más que van apareciendo mientras el proyecto avanza.

Si alguna actividad no es cubierta en la fecha indicada por algún motivo ésta será realizada lo antes posible, se espera que esto no suceda así el trabajo quede culminado y si acaso hay alguna falencia o ambigüedad ésta pueda ser corregida con calma.

4.3 Diagrama de bloques

La cadena de suministros de la empresa comprende desde los proveedores que abastecen de combustible a los centros de distribución hasta la entrega del mismo a los clientes.



Figura 4-3 Cadena de Suministro Actual

Fuente: Los autores

La Figura 4-4 describe la cadena de suministros de la empresa, se debe tomar en cuenta que el peritaje y conteo son la actividades más importantes de la compañía ya que el combustible es un producto que si bien hay en abundancia la cantidad que se envía a cada uno de los centros de

distribución es poca y ya está debidamente repartida a los dueños de las gasolineras que son los clientes de la empresa que tienen la responsabilidad de retirar su producto con los cupones (indican la cantidad que le corresponde) que con anterioridad han adquirido.

Por cuestiones antes expuestas, desde el año 2009 la empresa también se encarga del almacenamiento de los productos incautados por el tráfico de combustible pero estos productos están siendo mal almacenados ya que no hay un área adecuada para éstos y son productos que pasan largos periodos dentro de la empresa hasta cuando el fiscal dictamine quien será el propietario del bien ya sea la compañía o el dueño del producto, cabe recalcar que el combustible que es también incautado regresa a las tanques para su pronta redistribución.

Al tener una idea del almacenamiento de estos productos es obvio que su deterioro será más acelerado y el producto se convierte en obsoleto por lo que se debe tener mucho cuidado en el traslado de estos artículos que pueden ser portadores de plagas pudiendo provocar daños al personal que estaría encargado del traslado.

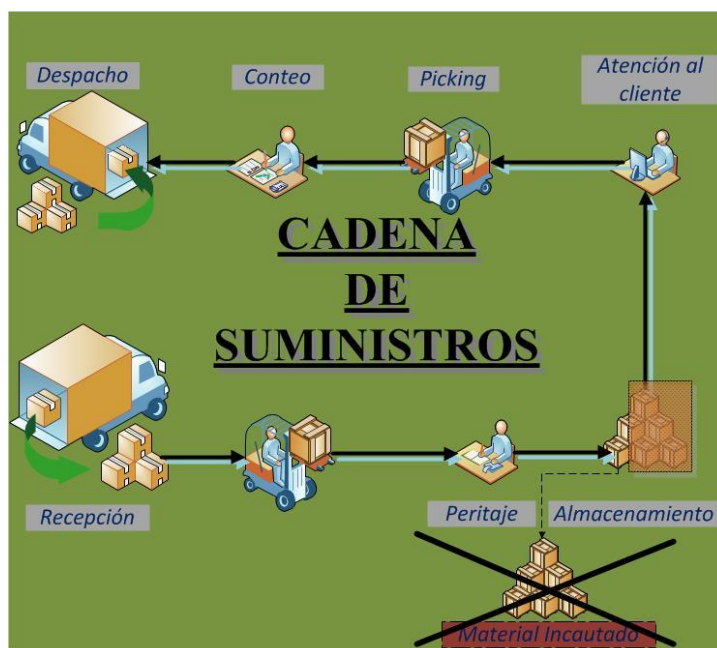


Figura 4-4 Área afectada en la cadena de suministros actual

Fuente: Los autores

Aún así al cambiar la razón social de la empresa que es el objetivo a corto plazo, la cadena de suministro de la nueva empresa será la misma ya que se tiene experiencia previa pero sí se sentirá afectada ya que el único producto que almacenaría sería los productos incautados menos el combustible que ha sido incautado que previamente ha sido extraído por los centros de distribución antes de llegar a la bodega.

Hay una actividad que sí tendrá un impacto mayor será el almacenamiento como se muestra en la Figura 4-5 debido a que la bodega estará diseñada

para almacenar estos productos con bajos índices de salida y con alto nivel de inflamabilidad.

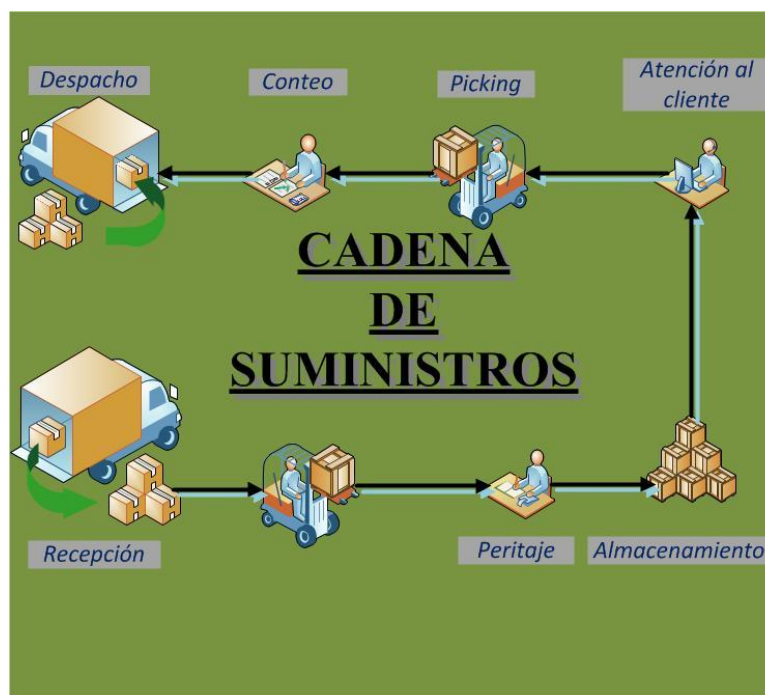


Figura 4-5 Cadena de suministros futura

Fuente: Los autores

La nueva cadena de suministros será la mostrada en la Figura 4-6, ya no tendrán actividades ajenas a la razón social de la empresa. Serán actividades muy claras por lo que se supone que cada actividad funcionaría de la mejor manera y como resultado se tendrá una bodega funcional y sencilla.

4.4 Modelo Matemático

La función Objetivo de este modelo es a mayor relación entre departamentos es mejor la elección.

$$Max = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (r_{i,j}) * x_{i,j}$$

Parámetro

$r_{i,j}$ = Matriz de relación entre producto i y el producto j .

Variables de decisión

$x_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{si el producto } i \text{ se relacionará con el producto } j \\ 0, & \text{si no} \end{cases}$

4.5 Inventario de productos incautados de la empresa

El inventario de productos incautados que entran a la empresa son productos que no se encuentran en base de datos alguna, los productos y bienes están registrados en apuntes de libretas, estos datos han sido digitalizados y son mostrados en tablas.

La tabla representa la demanda del artículo bombona de GLP desde el 2009, año en el que asignaron la tarea de almacenar los artículos incautados a la

empresa hasta junio/2013 fecha en la que se realizó el levantamiento de datos.

Tabla 4-1 Tabla de demanda GLP

Garrafas plásticas 8 Gl												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Octubre	Nov	Dic
2009	42	45	45	22	26	28	46	25	40	33	41	23
2010	22	42	31	25	21	45	35	48	32	37	23	35
2011	35	31	50	42	28	36	26	25	33	29	39	46
2012	39	46	34	21	23	20	24	39	39	37	26	36
2013	35	8	16	15	10	5						

Fuente: Los autores

Las demandas de los demás artículos están colocadas en el Anexo 2.

4.6 Predicción de datos

El objetivo de esta parte del trabajo es planificar las necesidades de almacenamientos futuras con el fin de determinar una ampliación de la bodega si la situación lo amerita para que no exista un mal dimensionamiento de la capacidad existen algunos métodos para predecir un comportamiento de la demanda en los datos a predecir tenemos inventarios de productos incautados desde el año 2009 hasta junio del 2003, los informes están en meses de cuanta cantidad de productos fueron decomisados y colocados en la empresa encargada de su detención.

El producto que entra en análisis son las garrapas 8 gl

Para realizar la predicción la serie tiene que ser estacionaria ya que si ésta no es estacionaria se realiza una diferenciación que remueve una tendencia lineal a constantes y las tendencias cuadráticas las hace lineales.

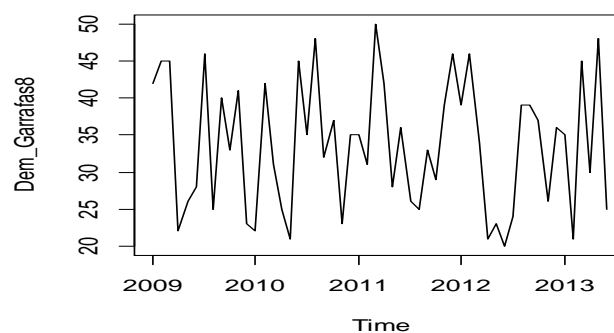


Figura 4-6 Serie de tiempo de la demanda 2009 - Junio/2013

Fuente: Los autores

El modelo aparte de ser estacionario tiene que ser estacional que significa que hay un patrón que se repite todos los años que son los meses.

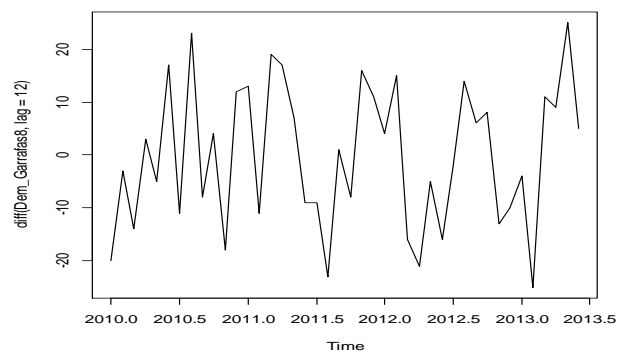


Figura 4-7 Serie de tiempo después de una diferenciación

Fuente: Los autores

Para procesos estacionales se pronostica con modelos SARIMA que en lenguaje de programación se denomina ARIMA mismo pero con la diferencia que tiene una parte en la que se toma en cuenta la frecuencia de los datos el modelo es SARIMA $(p,d,q):(P,D,Q)_f$.

Con el grafico del modelo estacional se procede a realizar los gráficos de ACF y PACF para poder determinar la parte P,Q del problema.

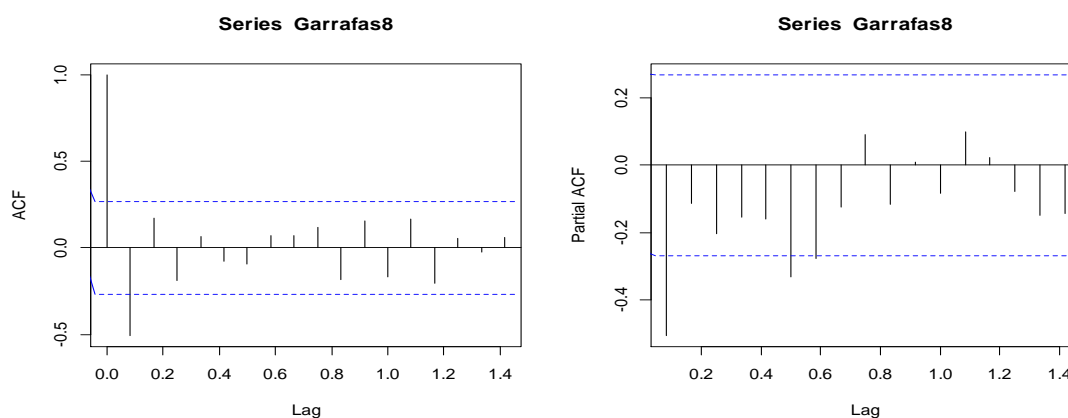


Figura 4-8 Gráficas de ACF Y PACF

Fuente: Los autores

En la figura 4-8 primer cuadro (gráfico del ACF) se nota que la segunda línea sale de las cotas se entiende que tal vez sea un modelo SMA de orden 1, la

primera línea no se la toma en cuenta porque siempre será uno ya que es una correlación consigo mismo.

En el segundo cuadro de la figura 4-8 (gráfico del PACF) sobresalen las líneas 6 y 7, esto sugiere un modelo SAR orden 2.

El criterio que se utilizará para determinar cuál es el mejor modelo que se ajusta es el AIC (Criterio de selección del modelo)

El criterio observa cuál de los valores de los coeficientes hace que las observaciones sean los más probables.

$$\mathbf{AIC} = -2(L - K)$$

K: número de parámetros

L: algoritmo de la verosimilitud

Se procede a analizar modelos para observar cual se ajusta mejor, utilizando teoría de la información también conocida como teoría matemática de la comunicación, esta teoría mide la información del modelo que trata de ver cuál se ajusta mas según la muestra.

M1<-arima(Dem_Garrafas8,c(0,0,0),c(0,1,0)) AIC= 339.1224

M2<-arima(Dem_Garrafas8,c(0,0,0),c(2,1,0)) AIC= 325.5082

M3<-arima(Dem_Garrafas8,c(0,0,0),c(0,1,1)) AIC= 325.7203

El mejor modelo es el que tiene menor AIC, en este caso M2 es el apropiado.

Una vez obtenido el modelo M2 se realiza un análisis de error de correlación, para poder observar los errores del modelo, si los errores no están auto correlacionados se procede a realizar la predicción caso contrario significa que existe otro modelo que se ajusta mejor.

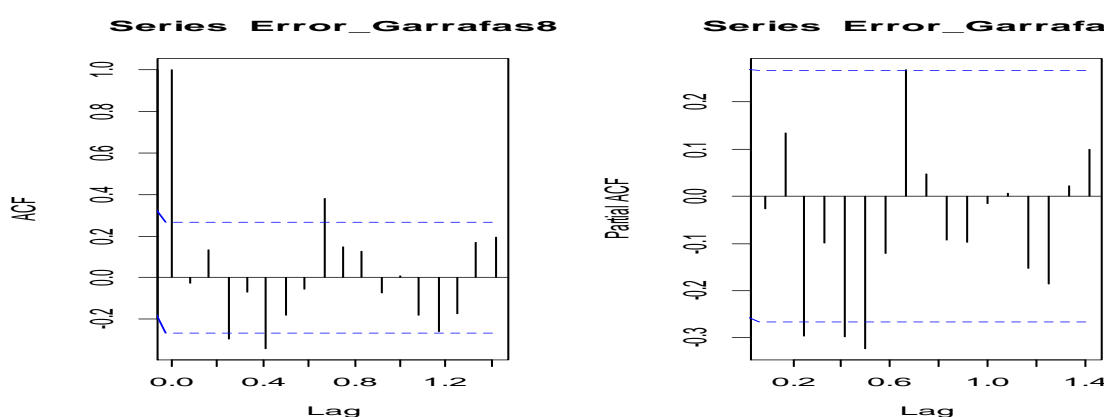


Figura 4-9 Gráficas de error de correlación

Fuente: Los autores

En el gráfico de auto correlación se observa que hay líneas que sobresalen las bandas de los márgenes de error, significa que son líneas significativas. Para este caso en la parte ACF hay tres líneas que sobresalen los límites de errores que significa que la parte Ma es 3 y en el gráfico del PACF hay tres

barras que sobresalen que sería un AR se prueban los dos modelos para comprobar cuál es el modelo que se ajusta mejor.

M4<-arima(Dem_Garrafas8,c(3,0,0),c(2,1,0)) AIC 328.6812

M5<-arima(Dem_Garrafas8,c(0,0,3),c(2,1,0)) AIC 323.591

El modelo que mejor se ajusta e M5.

Como en el modelo explicado anteriormente obtenido M5 se procede a analizar las graficas de errores del modelo M5.

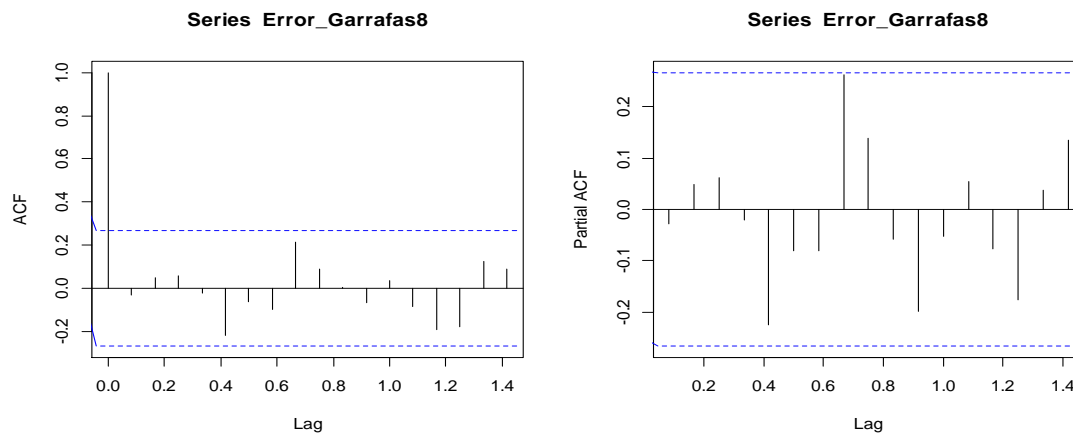


Figura 4-10 Gráficas de error de correlación M5

Fuente: Los autores

Si en los gráficos de los errores no hay línea alguna que sobresale significa que el modelo se ajusta y se pasaría a pronosticar.

La siguiente tabla 4-2 muestra la demanda pronosticada

Tabla 4-2 Demanda Pronosticada garrafas plásticas 8 GI

Garrafas plásticas 8 GI												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Octubre	Nov	Dic
2013							31	25	39	32	33	42
2014	37	39	39	27	28	24	26	34	38	34	30	39
2015	36	29	42	27	39	24	29	29	39	34	31	40

Fuente: Los autores

La gráfica representa una serie de tiempo de la demanda ajustada y la demanda pronosticada para los 2 años y medio (aprox.) las líneas azules representan un intervalo en el que fluctúa la demanda futura representada por la línea roja.

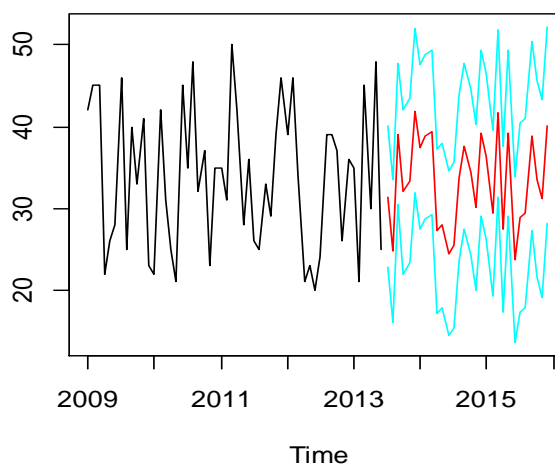


Figura 4-11 Serie de tiempo de la demanda pronosticada

Fuente: Los autores

Las gráficas de los artículos restantes se encuentran en el Anexo 3, el análisis es el mismo.

El resultado obtenido tras las predicciones realizadas y la tabulación de datos de lo almacenado en el terreno hasta Junio es mostrado en la tabla

Tabla 4-3 Demanda total (aprox.)

Productos	Promedio demanda anual (unidades)	Capacidad (Lts)	Demanda (Lts)
Gas licuado de petróleo	1,705.75	28	47,417
Tanques metálicos de 200 Lt	486	200	97,365
Tanques plásticos de 200 Lt	82	200	16,409
Garrafas plásticas de 5 Gl	440	18	7,923
Garrafas plásticas de 8 Gl	386	30	11,584
Garrafas plásticas de 15 Gl	408	57	23,267
Cisternas plásticas de 1000 Lt	94	1000	93,935

Fuente: Los autores

4.7 Modelo de Warehousing

Se tiene que determinar el espacio disponible que se utilizará para el almacenamiento físico del producto también llamado área efectiva en el cual no se incluyen el espacio que ocupa el montacargas para deslizarse el cual determina el espacio de los pasillos.

Se considera una proporción de 60/40 que significa (60% de almacén efectivo / 40 % de espacios necesarios para la operación).

4.7.1 Cálculo de los parámetros para el modelo de Warehousing:

✓ **Peso unitario (Lts.)**

El peso de cada producto será debidamente investigado.

✓ **Litros /Pallet por SKU**

Fórmula=(# de SKU a agrupar) * (# de SKU por pallet) *
(Lts. por sku)

✓ **Niveles de inventario Lts.**

Fórmula= $\left(\frac{\text{dem producto}}{365}\right) * (\text{max capacidad de almacenamiento})$

✓ **Número de pallets necesarios**

Número-pallets=(Lts. demandados)/(lt/pallet)

✓ **m²/pallets**

Para determinar la dimensión de cada pallet en m² se necesita la medidas del pallet, el pallet escogido será la que se acople a cada problema por lo que dependerá del tipo de producto, en el

caso de estudio se trabajará con pallet de 1mx1,20m y 1,20mx1,20m

Dato importante: considerar el ratio de pallet.

✓ **Niveles**

El nivel de apilamiento estará acorde al peso, resistencia, es decir, características del producto.

✓ **Número de m² necesarios para cada SKU**

$$\cdot \text{Total de m}^2 \text{ a usarse} = \frac{(\text{Pallet demandados}) * \left(\frac{\text{m}^2}{\text{pallet}}\right)}{\# \text{ de pallets a apilarse}}$$

Al calcular cada uno de los parámetros de cada producto se obtiene los resultados que se muestran en la tabla 4-4.

Tabla 4-4 Detalle de datos del MH

Producto	Peso unitario (Lts)	Lts/Pallet	Inventario (Lts)	Pallet (unidades)	m ² /pallet	Niveles	M ² requeridos
Gas licuado de petróleo	28	445	46,767.78	105	1.5	3	52.57
Tanques metálicos de 200 Lts	200	800	96,032.2	120	1.5	3	60.02
Tanques plásticos de 200 Lts	200	800	16,185.2	20	1.5	3	10.11
Garrafas plásticas de 5 Gl	18	1296	7,815.37	6	1.25	3	2.51
Garrafas plásticas de 8 Gl	30	720	11,425.94	16	1.25	3	6.61
Garrafas plásticas de 15 Gl	57	684	22,948.49	34	1.25	3	13.97
Cisternas plásticas de 1000 Lts	1000	1000	92,648.91	93	1.25	3	38.6
Total			29,3823.91	394		Total	184.41

Fuente: Los autores

Los resultados al ejecutar el Modelo con sus respectivos parámetros son:

Tabla 4-5 Resultado del MH

HL/m²	1,593.24
HI/pallet	746.65
Área efectiva	184.41
Área total requerida	307.36
Galpones modelo (30x60)	1800
Total galpones	1
Total Lts	293,823.91
Total pallets	393.52

Fuente: Los autores

La cantidad almacenada en cada m² será 1,593.24 Hectolitros y por cada pallets 746.65 HI. El área que se usará para la construcción de la bodega será de 307.36 m², 184.41 m² será destinado al almacenamiento y el espacio restante es exclusivamente para la circulación, el número de galpones que necesitaremos será 1 con una dimensión de 1800 m². El total de litros a almacenarse en este lugar será 293,823.91 lo que representa 393.52 pallets.

4.8 Procedimiento SLP para la colocación de los departamentos

El elemento principal y que se usará en este proyecto será la matriz de correlación el cual usa diversos criterios para su desarrollo.

Los pasos para el desarrollo de la matriz:

1^{er} paso: Enlistar una serie de criterios que servirá para relacionar una pareja de productos.

2^{do} paso: Formular una tabla que muestre el peso que se colocará a cada tipo de proximidad, el color con el que se identificará a cada uno y la letra que se asignará según Murther.

En el caso de estudio se ha clasificado a los productos en 7, con un área efectiva de 184.4 m² (13 m de ancho y 15 m (aprox.) de largo) este valor es la suma de cada espacio físico asignado a un producto determinado a ser ubicado en la bodega.

La tabla 4-6 muestra los criterios que se usarán en este caso. Uno de los criterios que se usarán para formar la matriz será el nivel de inflamabilidad entre un par de artículos distintos el cual fue obtenido de la Norma Técnica

Ecuatoriana Obligatoria “Transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos”..[11]

Tabla 4-6 Tipificación de productos

Código	Razón
1	Productos peligrosos
2	Productos similares
3	Tamaño
4	Peso del producto
5	Colores
6	Utilización de material común

Fuente: Los autores

La tabla 4-7 muestra el color que se le asigna a cada proximidad el cual es representado por una letra, la última columna contiene el peso que se le dará a cada una, a mayor proximidad el peso que se le colocará será proporcional. Estos valores son muy importantes ya que serán de mucha ayuda para la función objetivo del programa que tratará de encontrar una solución factible siempre y cuando la relación entre productos sea alta.

Tabla 4-7 Tabla cualitativa y cuantitativa

Letra	Proximidad	Cualitativo	Cuantitativo
A	Absolutamente necesaria		1000
E	Específicamente necesaria		200
I	Importante		50
O	Ordinaria		20
U	Sin importancia		0
X	No deseable		-1000

Fuente: Los autores

La tabla 4-8 muestra la matriz de relación llamada REL resultante que se usará para posteriores análisis.

Tabla 4-8 Matriz de relación entre productos

Código		1	2	3	4	5	6	7
	Producto	Gas licuado de petróleo	Tanques metálicos de 200 Lt	Tanques plásticos de 200 Lt	Garrafas plásticas de 5 Gl	Garrafas plásticas de 8 Gl	Garrafas plásticas de 15 Gl	Cisternas plásticas de 1000 Lt
1	Gas licuado de petróleo		i	i	u	u	u	u
2	Tanques metálicos de 200 Lt			a	u	u	u	u
3	Tanques plásticos de 200 Lt				o	o	o	u
4	Garrafas plásticas de 5 Gl					e	e	o
5	Garrafas plásticas de 8 Gl						e	o
6	Garrafas plásticas de 15 Gl							o
7	Cisternas plásticas de 1000 Lt							

Fuente: Los autores

El producto 1 con el producto 2 pueden ir juntos al igual que el producto 3 debido a la similitud del material, el producto 1 con los productos 4,5,6 y 7 no aporta ninguna relación ya que el peso, el tamaño y la peligrosidad son factores que afectan su relación. Para el producto 2 y el producto 3 es absolutamente necesaria su relación por los tamaños y con los productos 4,5,6 y7 no es recomendable ir juntos por el material y tamaño. El producto 3

con los productos 4,5 y 6 tienen una relación un poco pobre ya que la única relación que se puede hallar en estos artículos es la similitud del material y con el producto 7 no hay relación por el tamaño de los mismos. El producto 4 tiene una relación específicamente necesaria con los productos 5 y 6 debido a la similitud del material y el tamaño, con el producto 7 no provee una relación por el tamaño de los artículos. El producto 5 tiene una relación específicamente necesaria con el producto 6 ya que son productos similares pero con el producto 7 no posee una relación que beneficie porque la diferencia de tamaños son enormes. Por último, el producto 6 y el producto 7 no poseen una relación mutuamente benéfica la gran diferencia de tamaños.

Grafo de Relación

Luego de haber construido la matriz de relación se procede a graficar un diagrama de nodos el cual representa el grado de relación entre nodos, este grafo lo hacemos con la ayuda de la función GRAFRELA la que se detallará en el literal 4.4 el resultado luego de haber ejecutado esta función se muestra en la figura 4-12.

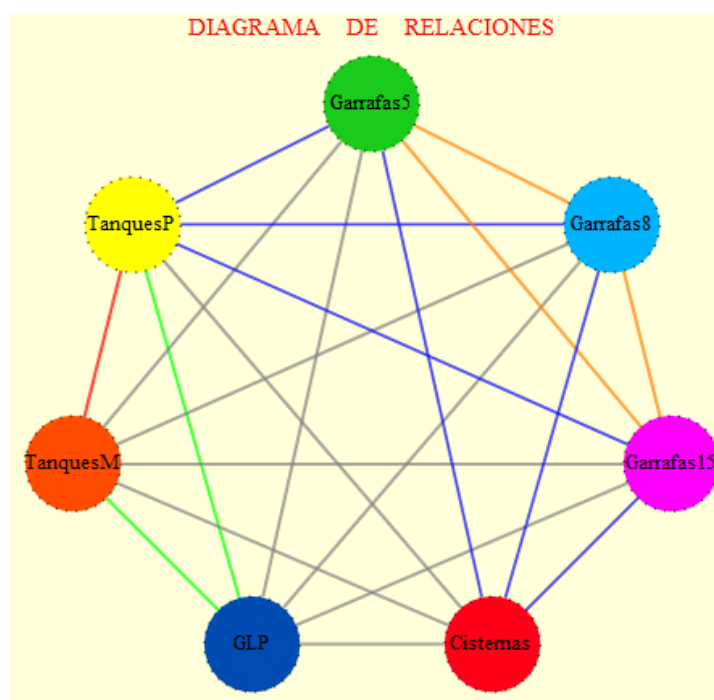


Figura 4-12 Relación de área del producto $i; i=1, \dots, 7$

Fuente: Los autores

Para el caso de estudio se le asignará a cada nodo (producto) un color específico al igual que cada arista.

Los colores de las aristas que unen los nodos están asignados de acuerdo a la relación que existe entre cada producto que se encuentran en la tabla 4.9, rojo significa que el producto i es absolutamente necesario con el producto j , naranja que el producto i tienen que ir específicamente necesario con el producto j , verde que la relación de cercanía del producto i con el producto j es importante, azul que la relación entre los productos es ordinaria, plomo que su relación es sin importancia, y negro el producto i y j son totalmente incompatibles.

4.4 Función de diseño de bodega

El conjunto de soluciones fue construido en Wolfram Mathematica 8. Las cuales son:

1. Función grafica de relación

GRAFRELA[mat_]:= Grafica de acuerdo a la relación entre los productos dependiendo de su índice de correlación.

2. Función de relación entre productos

RELA[mat_]= Transforma los datos de manera cualitativa a una forma cuantitativa.

3. Función de cambio

CAMBIO[vector_, posición1_, posición2_]= Esta función tiene como parámetros iniciales un vector y dos diferentes posiciones en las cuales el vector será intercambiado la posición1 con la posición2.

4. Función de intercambio

INTERCAMBIO[numero_, área_, color_, producto_]= Esta función recibe los productos, la dimensión de cada área y el color que se le ha establecido a cada producto para una información visual y nombre de cada producto.

El objetivo es hacer intercambios para que en cada iteración se pueda obtener una vecindad nueva es decir intercambiar posiciones de productos sin perder información del orden a que se le asigno.

Obs-El primer intercambio es la solución inicial de la **función SOLU**.

5. Función solución

SOLU[VEINI_, VaLoR_] = Los parámetros de esta función son un vector solución inicial y el área del departamento de cada producto. SOLU tiene una matriz binaria que divide la bodega en dos columnas y asigna a cada producto el área que le corresponde y la ubicación en la que se debe de encontrar esto se realiza con el método del máximo común divisor que hace que las dimensiones no se desproporcionen.

6. Función valor de relación entre productos

VALOR[VECTOR_] = Función objetivo que maximiza las relaciones de los productos.

7. Función de gráfico.

GRAFOSOL[matri_, MACOLOR_, Nproduc_] = Esta función muestra la ubicación de los departamentos dentro del área efectiva.

Tiene como input la matriz de coordenadas que hace que no exista sobredimensionamiento entre departamentos esta matriz se obtuvo de la función solución inicial, el vector de colores que se asignaron a cada producto y por último los nombres de los mismos.

8. Función ordena

ORDENA[vect_, vect1_, vect2_, vect3_, vect4_, vecprod_]= Esta función desempeña un papel importante tiene como aliado el método de la burbuja que ordena los vectores internos sin perder la información.

9. Función candidato.

CANDIDATO[sac_, tam_]= Esta función tiene como parámetros el conjunto de solución inicial y el tamaño de soluciones factibles que se van a realizar para cada iteración, para generar candidatos realiza intercambios en cada iteración obteniendo soluciones nuevas dependiendo del tamaño de vectores que se desee obtener.

10. Función memoria.

ACTMEMORIA[largo_, n1_, n2_, ttime_]= Esta función guarda las posiciones asignadas en una matriz para que el próximo movimiento no sea uno de los que está guardado.

La memoria tabú asignada para este trabajo es una memoria de corto plazo el cual después de un periodo de tiempo el movimiento asignado como tabú (prohibido) vuelva a formar parte de una solución.

11. Función vector tabú

VTABU[lcandi_]= Tiene como parámetros de entrada una lista de candidatos que serán categorizadas como movimientos prohibidos o

disponibles la función ACTMEMORIA es el complemento de esta función.

12. Función de selección

SELECCIONAR[lcand_, vtabu_, vectors_, valoreS_, COLOOR_, PROD_]= Está función selecciona de la lista candidatos una buena solución factible que se la compara con la solución inicial, si valor de relación es mayor que la solución inicial el candidato seleccionado pasa a ser la nueva solución del problema.

13. Función tabú search de dimensionamiento de espacios

TABUSEARCHBODEGA[soli_, tenureTime_, nit_]= Integra todas las funciones mencionadas, tiene como parámetros de entrada la solución inicial obtenida del primer intercambio que se realizó el límite que puede guardar un movimiento la memoria de corto plazo y el número de iteraciones a realizarse en el programa.

Todas estas función trabajan en forma de cadena ya que cada una tiene una tarea, si la función anterior no ha sido ejecutada el resto de las funciones no podrán obtener una respuesta se toma en cuenta que el tiempo de ejecución de cada una son de segundos, es decir, que el costo computacional no es significativo.

Solución Inicial

Al ejecutar las funciones previas al tabú se obtiene resultados muy malos y buenos pero cabe recalcar que cualquier resultado que un simple algoritmo dé no es un buen candidato a ser mejorado por una metaheurística por lo que se procede a realizar algunas iteraciones y se escogerá la que tenga mayor relación.

Para la relación de área se realizará una distribución de bloque, la figura 4-13 muestra la solución antes de ser introducida en la función

El color café representa área que no va ser ocupada por estanterías, el color café del medio es el área que será para que los montacargas circulen y el color café que se encuentra en los laterales es la distancia que estará separado el departamento de las paredes del galpón distancia que corresponde a un 1 metro la cual está estipulada en la ley de hidrocarburos. Al sumar estas dimensiones y las de cada departamento se obtendrá el área total requerida.

Al hacer las respectivas iteraciones obtenemos:

La relación de compatibilidad es de 1290 es un número alto lo que indica que no es mala la solución y la convierte en una candidata a ser mejorada. Cabe recalcar que la solución es factible más no la óptima.

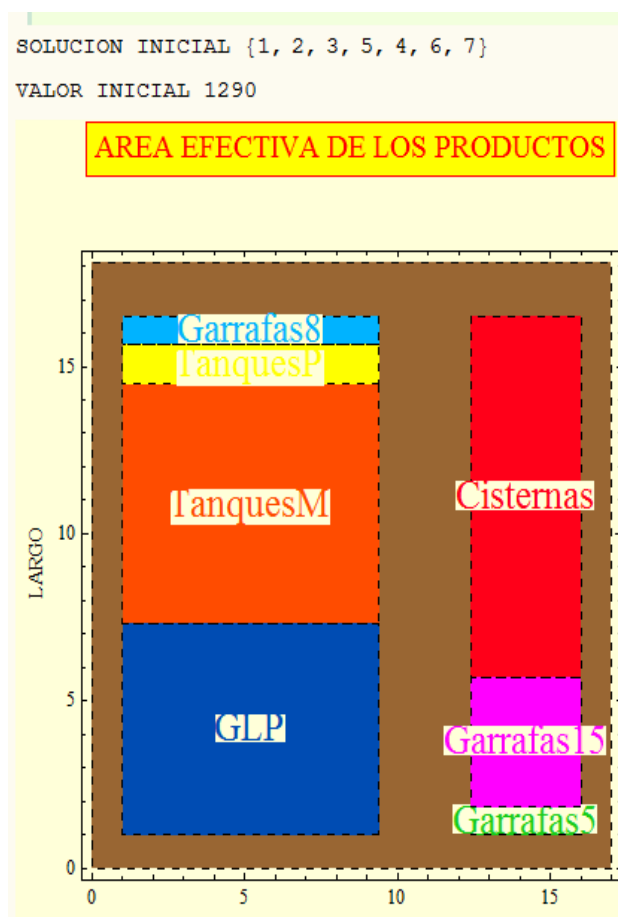


Figura 4-13 Gráfico Solución sin búsqueda tabú

Fuente: Los autores

Solución final

Para el trabajo respectivo se utilizó un procedimiento metaheurístico (Tabú Search TS) que se utilizó para guiar un algoritmo de heurística de búsqueda local con el fin de exponer una solución global del problema planteado.

La figura 4-14 muestra como la solución mejoró al dar como resultado una relación de 1450 esto representa 12.40% mejor que la solución inicial.

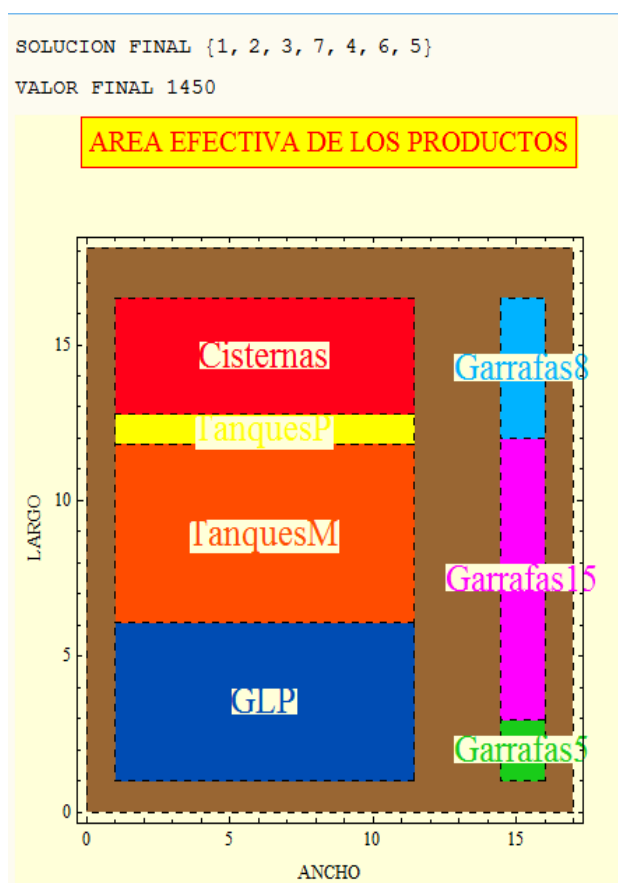


Figura 4-14 Gráfico solución con búsqueda tabú

Fuente: Los autores

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. El diseño de una bodega se puede realizar por algunos métodos que se clasifican de acuerdo a la complejidad pero el fin es el mismo, al elegir un método se debe tener en cuenta los recursos con los que se cuenta para el problema se lo más apegado a la realidad.
2. El algoritmo que se usó para obtener la solución inicial no es relevante, es completamente sencillo ya que la BT es el que optimiza la solución bajo los criterios estudiados en el Capítulo 2
3. Un programa optimiza recursos como el tiempo y la cantidad de personas que podrían estar involucradas para construir un proyecto además que éste se basaría en la intuición sino en todos los parámetros que se deben cumplir para que el diseño sea el ideal, tomando en cuenta que el programa que se formula tiene un enfoque general lo que es muy ventajoso porque se lo adaptaría a cualquier situación.
4. Si un diseño es realizado de forma irresponsable las consecuencias serían fatales especialmente si hablamos de materiales inflamables, debido a el costo que generaría a un mediano plazo ya que se tendría que hacer cambios como mínimo de adyacencia de departamentos

porque en el caso estudiado la ley de hidrocarburos exige la relación y separación de ciertos productos para evitar catástrofes.

5. La gráfica va a tener siempre puertas paralelas en el lado superior e inferior de la misma, es decir, que los departamentos se acomodarán respetando la línea central (espacio de circulación) .

Recomendaciones

1. El personal que labore en esta empresa debe tener la capacitación necesaria para la manipulación de estos materiales.
2. No se debe colocar artículos en departamentos ajenos ya que estarían poniendo en riesgo la vida de las personas que laboren en la bodega y las que llegasen a vivir en la periferia (la invasiones son factor incontrolable).
3. Posterior a la descargar los artículos deben ser clasificados y rápidamente rotulados para que no hayan ninguna confusión al almacenarlos.
4. El almacén que será construido debe poseer paredes que aislen la llama en caso de que algún departamento adyacente esté incendiado.
5. La ventilación debe ser buena por lo que la altura de cada departamento es considerable y debe poseer extractores de escape o respiraderos, esto provocaría que el nivel de temperatura baje y los riesgos de incendio disminuyan.
6. Cuando exista más de un galpón la conexión entre ellos será con rampas las cuales tendrán una altura de 10 cm y una inclinación no más del 10% según la Ley de hidrocarburos.
7. La bodega debe poseer puertas de emergencia, siempre deben estar despejadas, abrirse hacia afuera y poseer un sistema de abertura rápida.

8. Este proyecto sirve para muchos estudios entre ellos está el sistema contra incendios que es el sistema más importante para esta bodega.
9. El área donde circularán los vehículos cargados debe estar señalizado así como el área donde podrían circular las personas al estar en las afueras de las oficinas.

ANEXO 1

ANEXO 2

Tanques lámina 200 Lts												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Octubre	Nov	Dic
2009	47	46	41	45	42	46	39	41	36	44	46	36
2010	47	42	39	37	49	45	37	44	43	47	35	43
2011	35	40	45	35	47	31	33	49	35	39	31	37
2012	49	37	49	37	50	35	36	47	47	37	45	31
2013	34	33	31	44	42	40						

Tanques plásticos 200 Lts												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Octubre	Nov	Dic
2009	6	5	5	6	6	5	7	7	7	8	8	6
2010	9	6	6	9	6	5	9	9	9	7	6	8
2011	6	7	8	7	6	5	8	7	6	5	8	6
2012	9	9	5	7	7	5	5	9	7	7	8	6
2013	9	5	5	6	7	7						

Garrafas plásticas de 5 Gl.												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Octubre	Nov	Dic
2009	47	25	30	22	28	37	28	50	30	50	49	20
2010	44	34	27	50	25	46	35	27	49	37	35	40
2011	44	23	40	46	49	36	40	27	44	48	33	29
2012	27	28	50	21	23	47	38	41	50	25	22	24
2013	29	49	42	45	47	48						

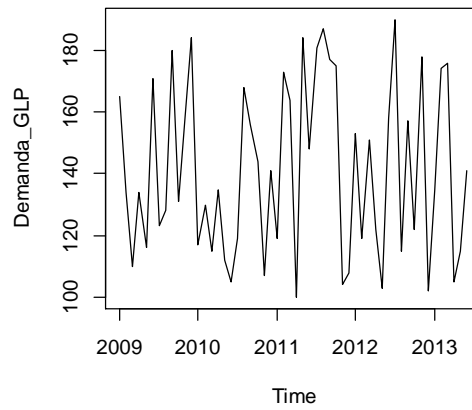
Garrafas plásticas 8 Gl												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Octubre	Nov	Dic
2009	42	45	45	22	26	28	46	25	40	33	41	23
2010	22	42	31	25	21	45	35	48	32	37	23	35
2011	35	31	50	42	28	36	26	25	33	29	39	46
2012	39	46	34	21	23	20	24	39	39	37	26	36
2013	35	8	16	15	10	5						

Garrafas plásticas 15 Gl.												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Octubre	Nov	Dic
2009	38	28	47	32	33	27	44	36	23	29	41	21
2010	40	25	20	34	24	49	40	38	25	23	31	48
2011	46	41	30	32	34	38	38	28	50	34	37	37
2012	31	21	31	42	50	20	24	42	24	38	27	48
2013	44	21	34	40	32	23						

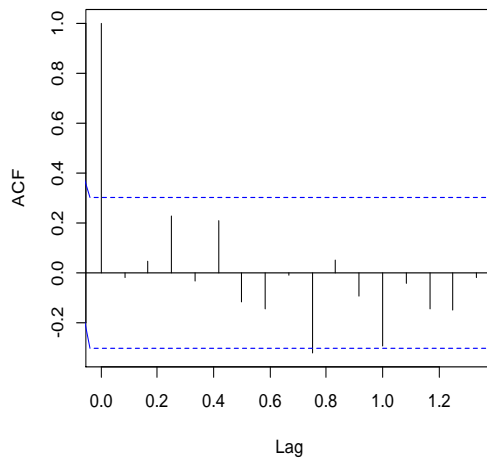
Cisternas plásticas 1000 Lts.												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Octubre	Nov	Dic
2009	12	7	8	9	6	9	9	11	5	6	5	4
2010	11	8	8	10	7	4	7	4	10	4	8	8
2011	10	10	5	6	10	10	11	6	4	4	9	4
2012	11	8	10	6	5	12	12	9	7	4	10	12
2013	9	7	10	12	9	5						

ANEXO 3

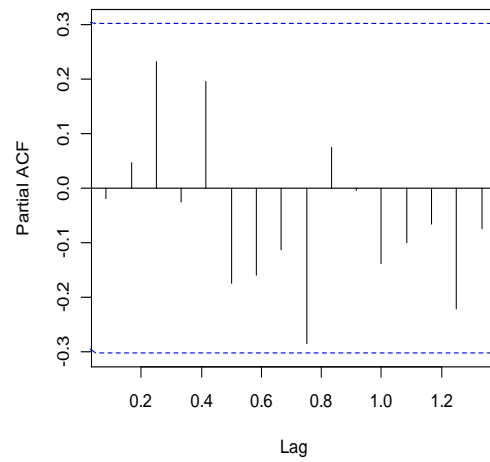
Bombonas GLP



Series glp



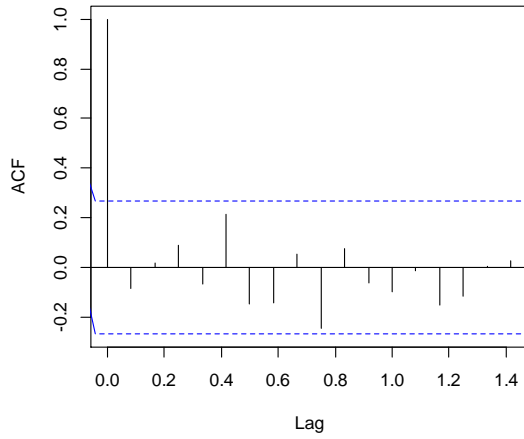
Series glp



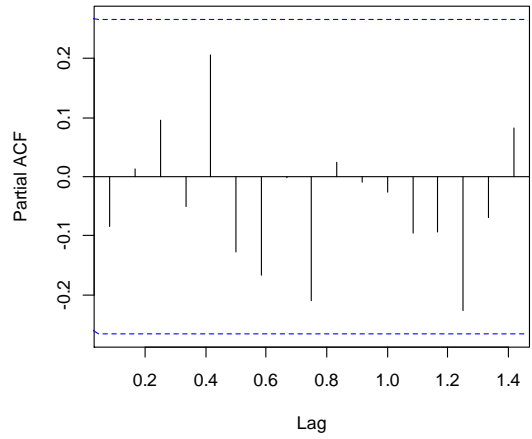
```
M2<-arima(Demanda_GLP,c(0,0,0),c(1,1,0))
```

```
Error_GLP=residuals(M2)
```

Series Error_GLP

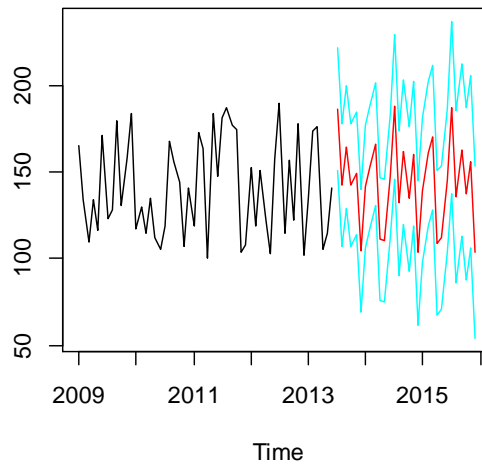


Series Error_GLP

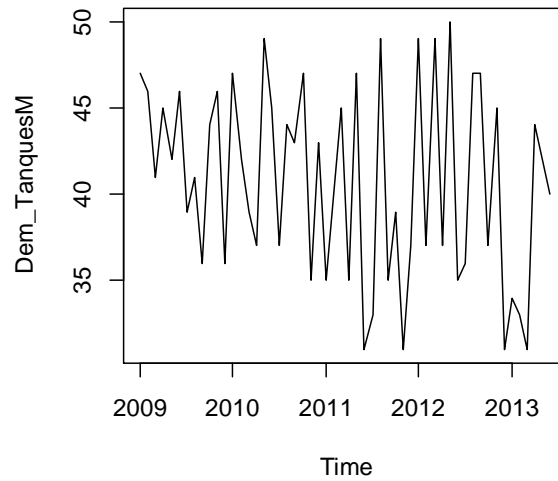


Bombonas												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Octubre	Nov	Dic
2013							187	143	165	142	150	104
2014	142	153	166	112	110	148	188	132	162	135	160	103
2015	139	161	170	109	112	145	187	136	163	138	156	104

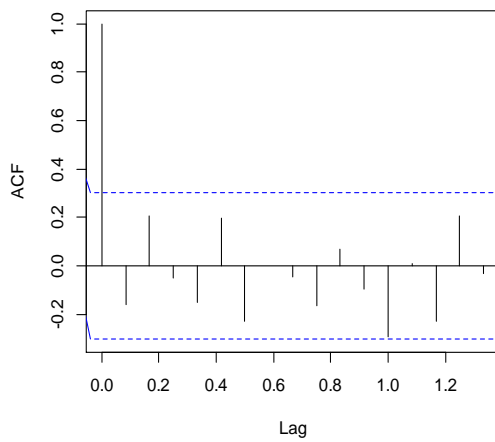
Predicción_GLP



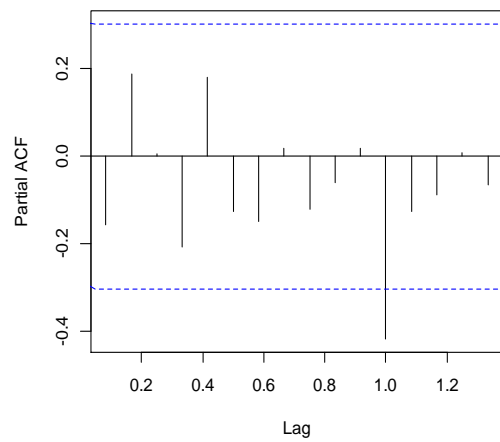
Tanques lámina 200 Lts



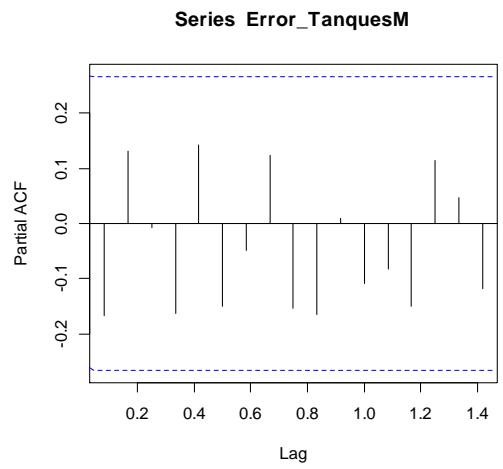
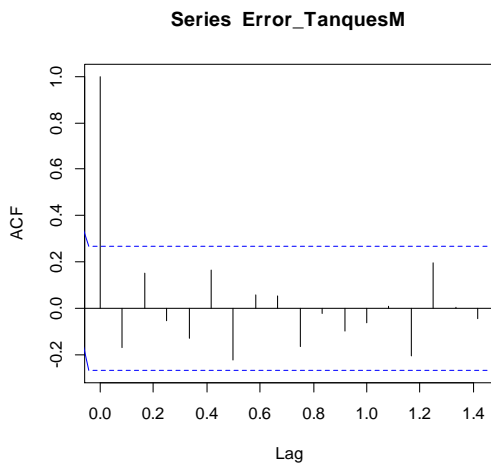
Series TanquesMD



Series TanquesMD

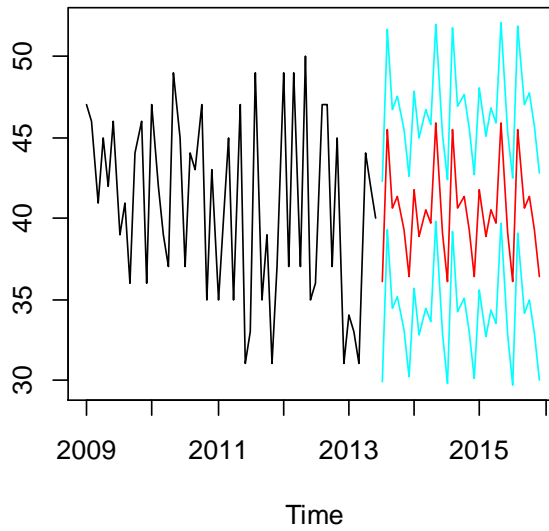


```
M3<-arima(Dem_TanquesM,c(0,0,0),c(0,1,1))
```

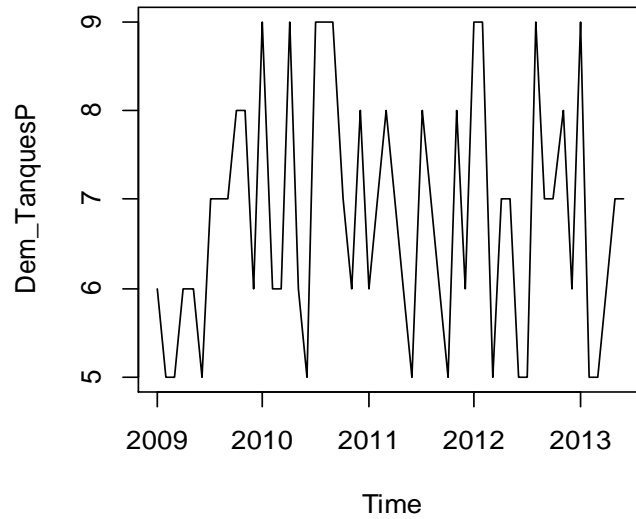


Tanques lámina 200 Lts												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Octubre	Nov	Dic
2013							36	45	41	41	39	36
2014	42	39	41	40	46	39	36	45	41	41	39	36
2015	42	39	41	40	46	39	36	45	41	41	39	36

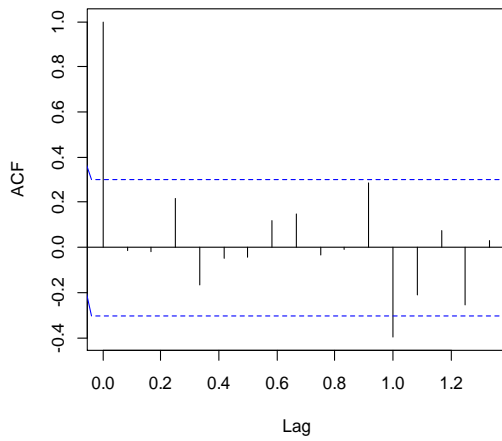
Predicción_TanquesM



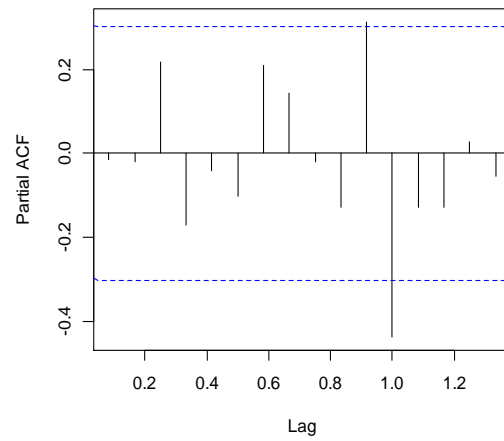
Tanques plásticos 200 Lts



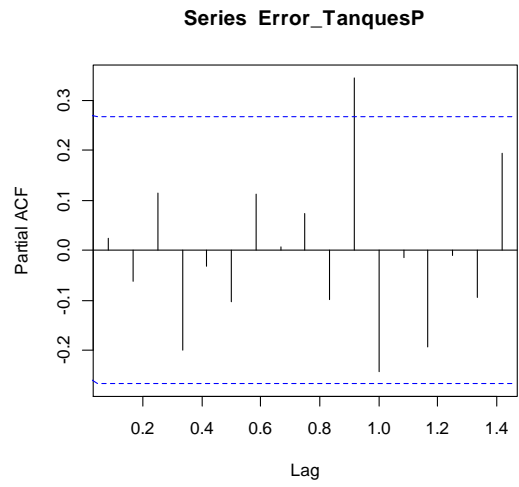
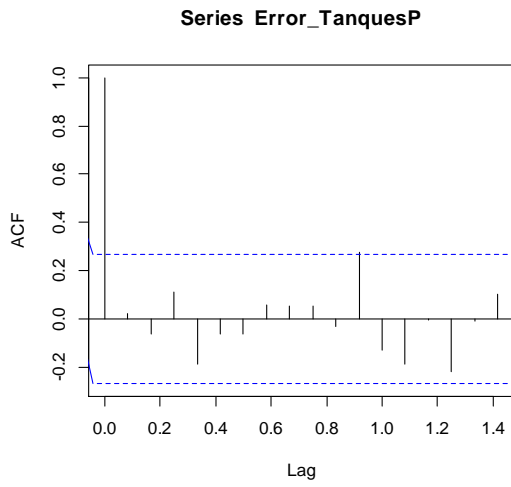
Series TanquesPD



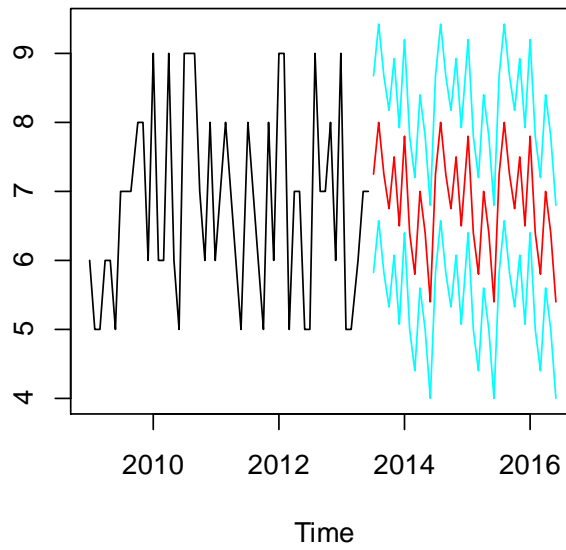
Series TanquesPD



```
M3<-arima(Dem_TanquesP,c(0,0,0),c(0,1,1))
```

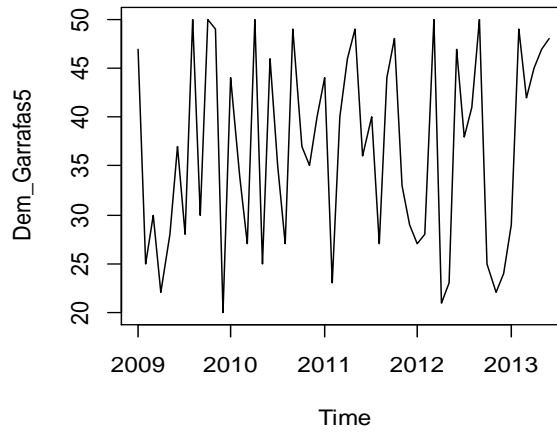


Predicción_tanques_p

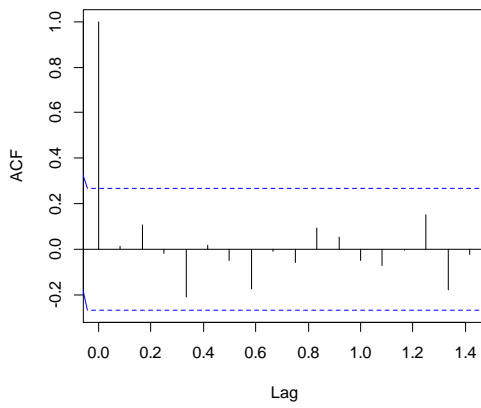


Tanques plásticos 200 Lts												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Octubre	Nov	Dic
2013							7	8	7	7	7	6
2014	8	6	6	7	6	5	7	8	7	7	7	6
2015	8	6	6	7	6	5	7	8	7	7	7	6

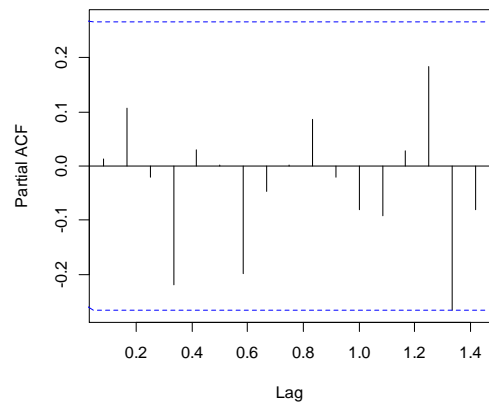
Garrafas plásticas de 5 Gl.



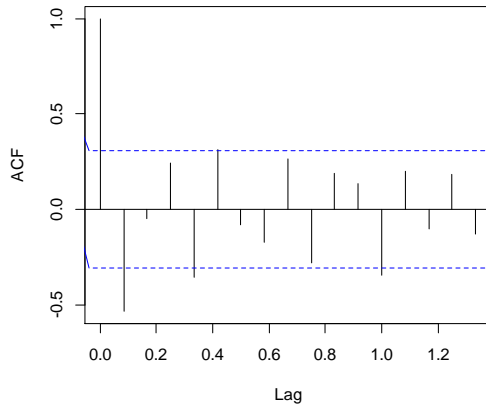
Series Error_Garrafas5



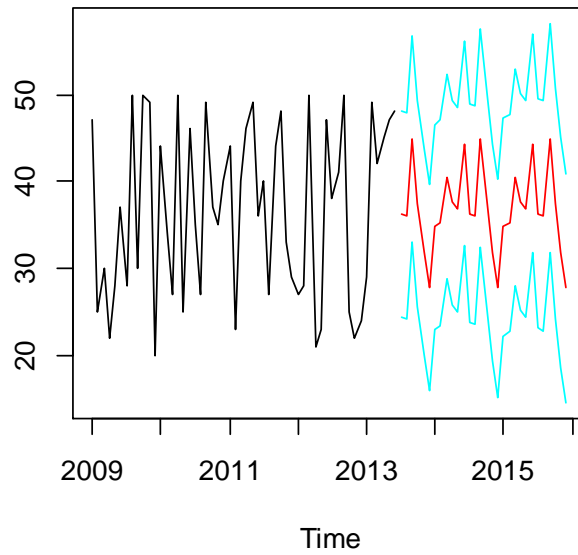
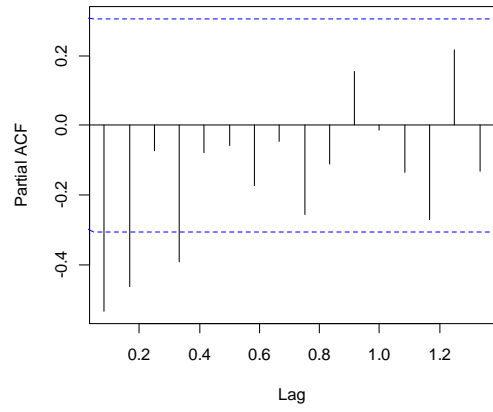
Series Error_Garrafas5



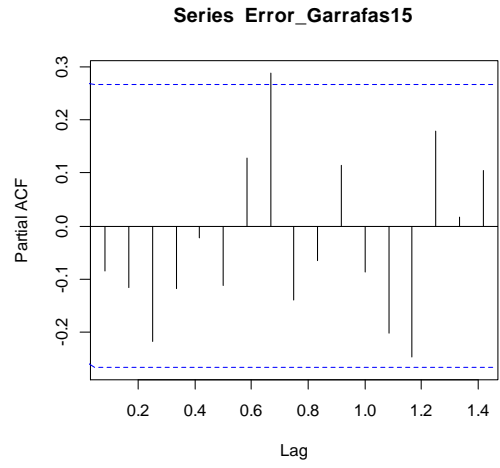
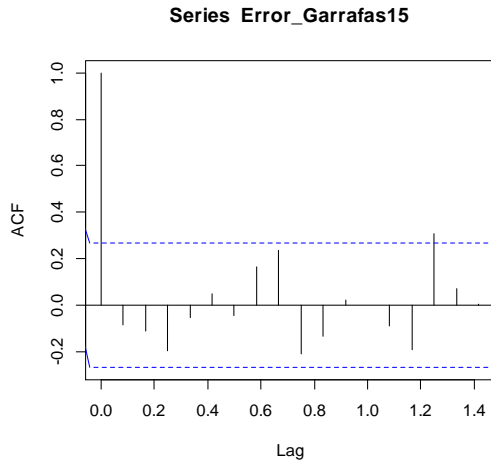
Series Garrafas5



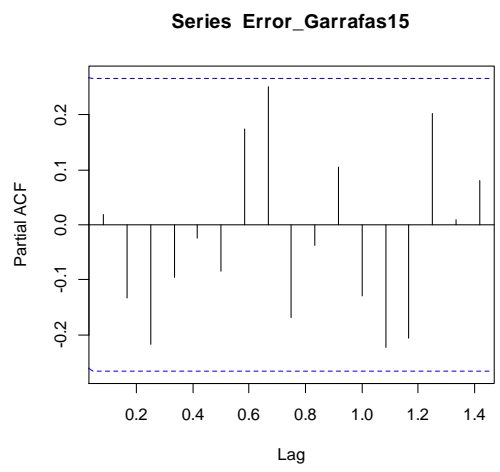
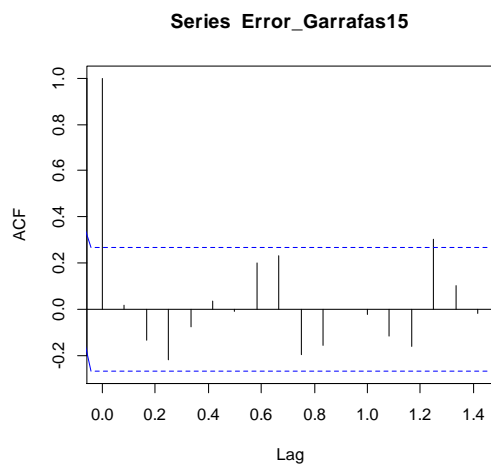
Series Garrafas5

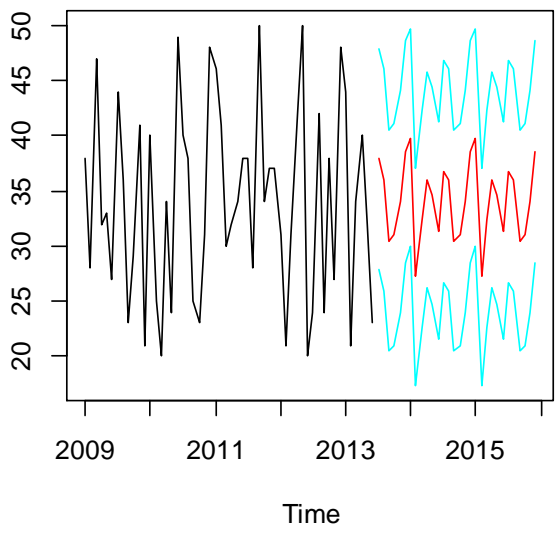


Garrafas plásticas de 5 Gl.												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Octubre	Nov	Dic
2013							37	35	46	36	31	27
2014	34	36	41	38	37	45	37	36	46	37	31	28
2015	34	36	41	38	37	45	37	36	46	37	31	28



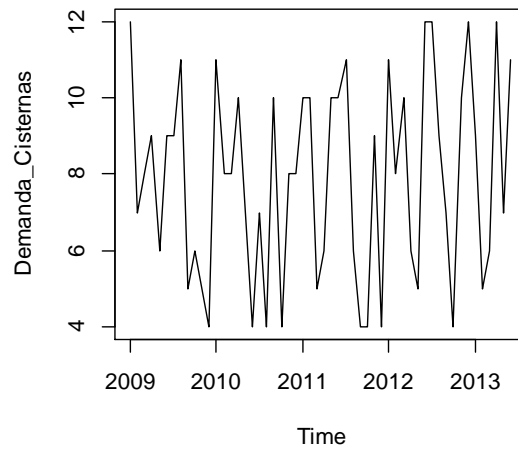
M5<-arima(Dem_Garrafas15,c(0,0,1),c(0,1,1))



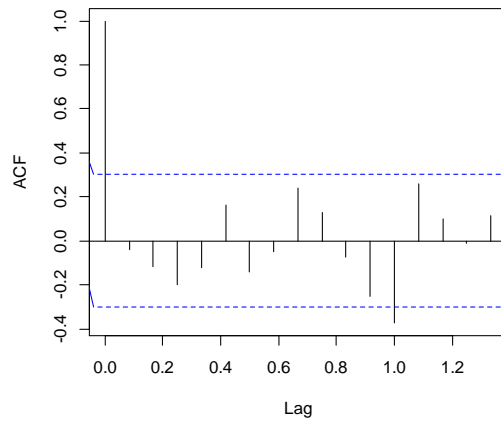


Garrafas plásticas 15 Gl.												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Octubre	Nov	Dic
2013							38	36	30	31	34	39
2014	40	27	32	36	35	31	37	36	30	31	34	39
2015	40	27	32	36	35	31	37	36	30	31	34	39

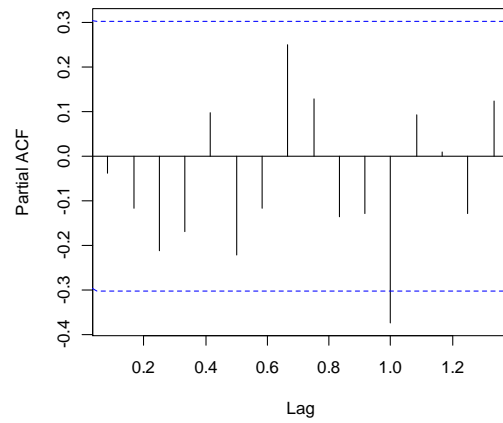
Cisternas plásticas 1000Lts.



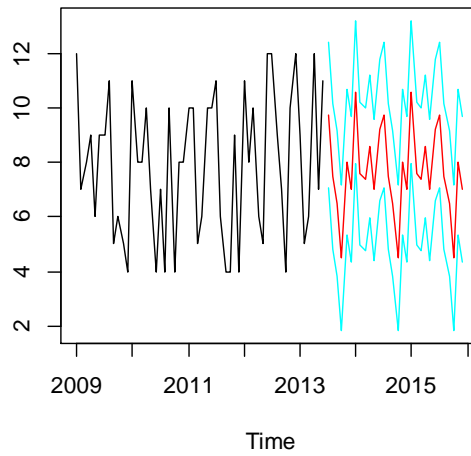
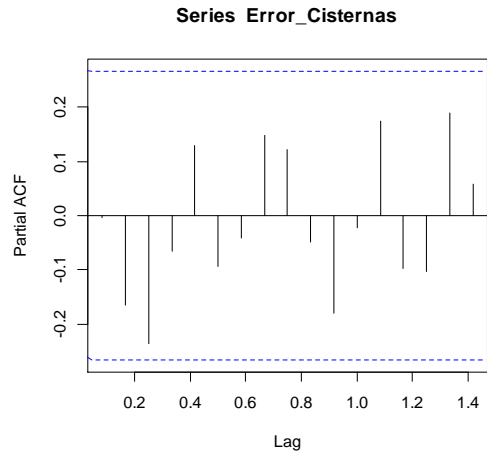
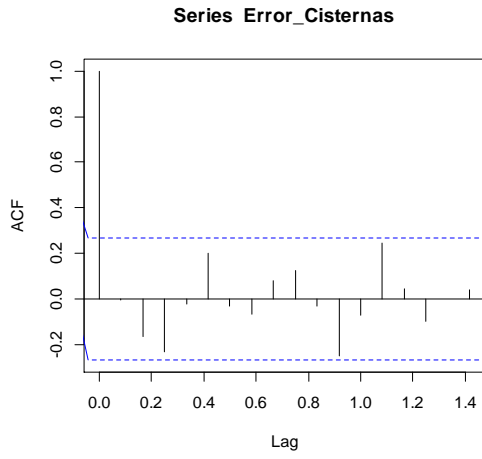
Series Cisternas



Series Cisternas



Error_Cisternas=residuals(M3)



Cisternas plásticas 1000 Lts.												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Octubre	Nov	Dic
2013							10	7	6	4	8	7
2014	11	8	7	9	7	9	10	7	6	4	8	7
2015	11	8	7	9	7	9	10	7	6	4	8	7

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Mendoza, K. M., & Ordóñez, A. P. (2009). Análisis y rediseño de la distribución física de una Metalmecánica. Guayaquil, Guayas, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- [2] Moreno, G. P. (2009). Diseño de la bodega de materia prima del área de calzado en una industria plástica. Guayaquil, Guayas, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- [3] Contreras, F., & Quintero, M. (Septiembre de 2012). Propuesta de una mejora de almacén de las bodegas de materia prima de una empresa del sector químico y calzado. Caracas, Venezuela: Universidad Católica Andrés Bello.
- [4] Ministerio de Salud de Costa Rica. (Enero de 2009). Planeación Sistemática de Distribución de Instalaciones. San José, Costa Rica.
- [5] Bello, C. (2006). En *Manual de Producción. Aplicado a la PYME* (págs. 15 - 29). Colombia: ECOE EDICIONES.
- [6] De la Fuente, D., & Fernández, I. (2006). En *Distribución en planta* (págs. 31-99). España: ediuno.

- [7] David, M. E. (1994). *Warehouse, Distribution & Operation Handbook*. McGraw Hill.
- [8] Glove, F., M. Ghaziri, H., Gonzáles, J., Laguna, M., Moscato, P., & T. Tseng, F. (1996). En *Optimización Heurística y Redes Neuronales* (págs. 105-118). España: Paraninfo.
- [9] Martín, E., & Valeiras, G. (2004). En *Sistemas Evolutivos y Selección de Indicadores* (págs. 27 - 28). España: Universidad de Sevilla.
- [10] C., C., & C., R. M. (2005). *A Genetic Local Search Algorithm for Solving the Multiple Balanced Academic Curriculum Problem*. Chile: Universidad Técnica Federico Santa María.
- [11] INEN. (2011). *Transporte, Almacenamiento y Manejo de Materiales Peligrosos*. Quito: INEN.