

**ANÁLISIS Y MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO Y GESTIÓN DE  
ALMACENAMIENTO DEL PRODUCTO TERMINADO PARA LA EMPRESA GAS  
DE SANTANDER S.A. E.S.P.**



**JULIE TATIANA PINZON CARRILLO  
DIANA CAROLINA RINCÓN CARDOZO**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS  
BUCARAMANGA  
2010**

**ANÁLISIS Y MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO Y GESTIÓN DE  
ALMACENAMIENTO DEL PRODUCTO TERMINADO PARA LA EMPRESA GAS  
DE SANTANDER S.A. E.S.P.**

**JULIE TATIANA PINZÓN CARRILLO  
CÓD. 2031627**

**DIANA CAROLINA RINCÓN CARDOZO  
CÓD. 2031629**

**Trabajo de grado para optar al título de:  
INGENIERA INDUSTRIAL**

**Director  
ING. EDWIN ALBERTO GARAVITO HERNÁNDEZ**

**Codirector  
ING. JAVIER ARIAS OSORIO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
BUCARAMANGA  
2010**

## DEDICATORIA

*A mis padres por enseñarme todo lo que soy,  
por ayudarme y apoyarme en cada momento de mi vida ,  
a pipe por ser esa lucecita que ilumina siempre mi vida ,  
a Giovany por escucharme y protegerme,  
A Leandro por todo su amor, paciencia y compañía,  
A Diana por enfrentar este reto conmigo,  
por tolerarme y enseñarme tantas cosas,  
Ya Diosito por permitirme tener a estas personas a mi lado  
que han hecho de mi vida algo inolvidable. . .*

***Tatiana***

*Dedico este trabajo en primer lugar a Diosito,  
quien fué mi aliento cuando creía desfallecer,  
mi fuerza cuando me embargaba la debilidad y  
toda mi felicidad.*

*A mi familia, a los cuatro, este logro también es suyo,  
gracias por su amor y paciencia inquebrantables.*

*A Tatis por permitirme escribir entre las dos,  
este hermoso libro llamado amistad.*

*Los amo.*

***Diana***

## **AGRADECIMIENTOS**

La elaboración de este proyecto no hubiera sido posible sin aquellas personas que nos brindaron su apoyo y colaboración durante el transcurso de esta experiencia.

Al Ingeniero Fernando Olaya por haber creído en nosotras y darnos la oportunidad de crecer junto a la familia GASAN S.A.

A todas aquellas personas que conforman esta empresa puesto que con su calidez, alegría y enseñanzas nos hicieron sentir parte de ellos.

A los Ingenieros Edwin Garavito, Javier Arias, Juan B, Carlos Díaz, Néstor Raúl y todo el grupo docente que de una u otra forma nos ayudaron en la elaboración de este proyecto y en la construcción de unas bases solidas en el proceso de formación como ingenieras industriales.

A Linita Osorio por sobrepasar las fronteras de la amistad...

A todos nuestros amigos que nos acompañaron durante la carrera, por sus risas, llantos, apoyo incondicional y recuerdos que marcaron una huella en nuestros corazones...

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	1
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO .....	2
1.1. OBJETIVOS .....	2
1.1.1 Objetivo general .....	2
1.1.2 Objetivos específicos .....	2
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	2
1.3. METODOLOGÍA.....	3
1.4. CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	5
1.5. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA.....	6
1.5.1 Reseña histórica.....	6
1.6. ESTADO ACTUAL .....	8
1.6.1 Misión.....	9
1.6.2 Visión .....	9
1.7. VALORES CORPORATIVOS:.....	9
1.8. POLÍTICA DE CALIDAD.....	9
1.9. OBJETIVOS DE CALIDAD.....	10
1.10 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	10
1.11 UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES .....	10
1.12 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO .....	12
2. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	15
2.1 CONOCIMIENTO GENERAL DE LA EMPRESA.....	15
2.2 DESCRIPCIÓN DE PROCESOS.....	15
2.2.1 Proceso Comercial.....	16
2.2.2 Aprovisionamiento. ....	19
2.2.3 Descripción del proceso de envasado. ....	21
3. DIAGNOSTICO GENERAL.....	28
3.1 LAS CINCO ESES .....	28
3.1.1 Análisis de las 5 S's: .....	31

3.1.2 Diagnóstico del estado actual de las 5 S's en la plataforma de Gasan SA:..	31
3.1.3 Resultados del diagnostico. ....	36
3.2 ANÁLISIS DE DESPILFARRO.....	41
3.2.1 Análisis 5 MQS. ....	42
3.3. PROPUESTAS DE MEJORA 5S .....	49
3.4 PROPUESTAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL DESPILFARRO:.....	50
4. ANÁLISIS DE CAPACIDAD .....	51
4.1 ESTUDIO DE TIEMPOS.....	51
4.2 DOCUMENTACIÓN ESTUDIO DE TIEMPOS .....	56
4.3 CAPACIDAD INSTALADA .....	61
4.3.1 Situación uno. ....	66
4.3.2 Situación dos. ....	68
4.3.3 Situación tres. ....	69
4.4 CAPACIDAD UTILIZADA.....	71
5. GESTIÓN DE INVENTARIOS.....	73
5.1 PRONÓSTICOS .....	73
5.1.1 Pronósticos de la demanda en GASAN S.A. ....	75
5.1.2 Elección del modelo de pronóstico para cada tipo de producto. ....	79
5.2 INVENTARIOS.....	83
5.2.1 Gestión de inventarios. ....	85
5.3 SIMULACIÓN.....	89
5.4 SITUACIÓN ACTUAL. ....	90
5.5 PROPUESTA INVENTARIO DE PRODUCTO TERMINADO .....	94
5.5.1 Política de inventarios.....	97
5.6 ALMACENAMIENTO .....	97
5.6.1 Sistema De Almacenamiento.....	98
5.6.2. Mantenimiento de Inventarios .....	98
5.6.3 Manejo de Materiales.....	99
5.6.4 Costos.....	100

5.6.5 Sistema de Almacenamiento .....	101
5.7 ANÁLISIS DE COSTO .....	112
5.7.1 Análisis para la Situación Actual .....	112
5.7.2 Análisis Doble Turno .....	115
5.7.3 Análisis Propuesta Producto Terminado .....	116
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	120
BIBLIOGRAFÍA .....	123
ANEXOS .....	126

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Entrada Principal Gasan S.A .....	11
Figura 2. Organigrama GASAN S.A.....	13
Figura 3. Mapa de procesos GASAN S.A .....	16
Figura 4. Cadena comercial.....	17
Figura 5. Cobertura nacional .....	18
Figura 6. Diagrama de flujo del proyecto .....	21
Figura 7. Conteo portería.....	22
Figura 8. Conteo y CG1 de operaciones.....	23
Figura 9. Descargue del vehículo .....	24
Figura 10. Operación drenado .....	24
Figura 11. Envasado.....	25
Figura 12. Sellado.....	26
Figura 13. Cargue de cilindros.....	26
Figura 14. Liquidación.....	27
Figura 15. Resultados del diagnóstico 5'S.....	36
Figura 16 Almacenamiento de herramienta para mantenimiento.....	36
Figura 17. Estante sin uso para almacenamiento de cilindros.....	37
Figura 18. Condiciones del suelo en plataforma.....	38
Figura 19. Manejo y almacenamiento de los residuos no evaporables.....	38
Figura 20. Condiciones de limpieza Plataforma de envasado .....	39
Figura 21. Inventarios de cilindros de marca y universales .....	40
Figura 22. Implementos de seguridad en los operarios .....	41
Figura 23. Comportamiento de inactividad .....	48
Figura. 24. Demanda referencia 15 Kg.....	76
Figura 25. Demanda de cilindros referencia 45kg.....	76
Figura 26. Demanda de cilindros referencia 45kg.....	77

Figura 27. Comportamiento de la Media M. con tendencia referencia 15kg .....	81
Figura 28. Comportamiento de la Media M. con tendencia referencia 45kg .....	82
Figura 29. Comportamiento de la Media M. con tendencia referencia 15kg .....	82
Figura 30. Utilización de las estaciones de trabajo .....	91
Figura 31. Diagrama de recorrido situación actual.....	104
Figura 32. Diagrama recorrido propuesta producto terminado Fuente: Autoras del proyecto .....	105
Figura 33. Prototipos estiba de tacos.....	106
Figura 34. Vista superior rejilla aseguramiento de cilindros .....	108
Figura 35. Vista frontal de estiba de tacos.....	108
Figura 36. Vista general estiba de tacos y rejilla de aseguramiento .....	109
Figura 37. Funcionamiento de rejilla de aseguramiento .....	110
Figura 38. Estibadora manual hidráulica.....	111
Figura 39. Vista del sistema general de traslado .....	111
Figura 40. Estante de almacenamiento referencia 15 kg.....	112
Figura 41. Contraste de costos .....	113

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cumplimiento de objetivos .....	5
Tabla 2. Descripción del envase .....	14
Tabla 3. Proceso para el entorno de trabajo ideal .....	30
Tabla 4. Diagnóstico inicial de las cinco eses .....	32
Tabla 5. Lista de Chequeo de las 5 eses .....	34
Tabla 6. Lista de chequeo 5 MQS.....	43
Tabla 7. Registro de actividad e inactividad de envasado .....	45
Tabla 8. Resumen promedio de inactividad.....	47
Tabla 9. Suplementos de la OIT .....	55
Tabla 10. Diseño del formato de registro de datos .....	59
Tabla 11. Tiempo normalizado promedio.....	59
Tabla 12. Asignación de los suplementos.....	60
Tabla 13. Tiempo estándar .....	60
Tabla 14. Tiempos de ciclo de envasado.....	63
Tabla 15. Tiempos de flujo por referencia.....	63
Tabla 16. Tiempos de desplazamiento y aprovisionamiento solución agua-jabón (Seg.) .....	63
Tabla 17. Tiempo disponible inicial situación 1 .....	66
Tabla 18. Capacidad instalada situación 1 .....	67
Tabla 19. Tiempo disponible situación dos .....	68
Tabla 20. Capacidad instalada diaria situación dos .....	69
Tabla 21. Tiempo disponible inicial situación 3 .....	70
Tabla 22. Capacidad instalada diaria situación 3.....	70
Tabla 23. Resumen de capacidad instalada para las tres situaciones planteadas .....	71
Tabla 24. Tasa de utilización .....	71
Tabla 25. Errores de los modelos para cilindro 15Kg. ....	80
Tabla 26. Errores de los modelos para cilindro 45Kg .....	80

Tabla 27. Errores de los modelos para cilindro avícolas.....	81
Tabla 28. Resumen del pronóstico de la demanda diaria por referencia. ....	83
Tabla 29. Resumen: características de clientes y comportamientos de llegada ...	91
Tabla 30. Validación de la capacidad utilizada .....	92
Tabla 31. Validación de los tiempos inactivos .....	92
Tabla 32. Validación de la capacidad instalada .....	93
Tabla 33. Unidades a invertir para inventario .....	95
Tabla 34. Unidades a invertir para inventario .....	96
Tabla 35. Costos proyectados de la situación actual .....	114
Tabla 36. Variables de comparación para situación actual.....	114
Tabla 37. Costos proyectados para el doble turno.....	115
Tabla 38. Variables de comparación para el doble turno.....	116
Tabla 39. Costos proyectados de la situación 1.....	118
Tabla 40. Variables de comparación para situación 1 .....	119

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Toma De Tiempos .....	127
Anexo 2. Pronósticos .....	151
Anexos 3. Determinacion de la frecuencia de llegada para cada tipo de cliente y la cantidad de vehiculos que ingresan diariamente de cada uno de ellos .....	160
Anexo 4- Determinacion Del Costo De Capital .....	170
Anexo 5. Estimación Del Costo Por Galón De La Materia Prima.....	175
Anexo 6 . Estimación de la cantidad de horas extras laboradas actualmente ....	178

## RESUMEN

**TÍTULO:** ANÁLISIS Y MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO Y GESTIÓN DE ALMACENAMIENTO DEL PRODUCTO TERMINADO PARA LA EMPRESA GAS DE SANTANDER S.A. E.S.P.\*

**AUTOR:** JULIE TATIANA PINZÓN CARRILLO  
DIANA CAROLINA RINCÓN CARDOZO\*\*

**PALABRAS CLAVE:** Mejoramiento, Inventarios, Simulación, Capacidad, Tiempos, Almacenamiento, Gas.

### **DESCRIPCIÓN:**

Este proyecto tiene como finalidad analizar y mejorar el proceso productivo de la empresa GAS DE SANTANDER S.A. E.S.P. a través de un sistema de gestión de almacenamiento de producto terminado, generando alternativas que permitan incrementar su capacidad productiva, la eficiencia de los recursos y la respuesta al cliente.

El desarrollo de este proyecto inicia con un diagnóstico general del proceso de envasado, que permitió visualizar los aspectos de mayor incidencia en el buen manejo del proceso productivo. El libro consta de cinco capítulos, en cada uno de los cuales se expone una etapa del proyecto. Los dos primeros capítulos contienen la descripción de la empresa y las generalidades del proyecto. El tercer capítulo describe la metodología desarrollada para la obtención del diagnóstico general. En el cuarto capítulo se plantea por medio del estudio de tiempos la capacidad instalada de la planta y la tasa de utilización de ésta. Finalmente el quinto capítulo comprende todos los elementos necesarios para el planteamiento de un sistema de gestión de inventarios entre los cuales se encuentran los pronósticos de la demanda, la política de inventarios establecida por medio de simulación, el sistema de almacenamiento, y el análisis de costos de la propuesta.

Por último se exponen las conclusiones que pretenden retomar los aspectos de mayor importancia en la elaboración del proyecto y las recomendaciones necesarias para la implementación y el mejoramiento de las condiciones actuales de la empresa.

---

\* Proyecto de Grado

\*\* Facultad De Ingenierías Físico – Mecánicas; Escuela de Estudios Industriales y Empresariales;  
Ing. Edwin Alberto Garavito Hernández.

## ABSTRACT

**TITLE:** ANALYSIS AND IMPROVEMENT OF PRODUCTION PROCESS AND MANAGEMENT OF THE FINISHED PRODUCT STORAGE FOR THE GAS DE SANTANDER S.A. E.S.P COMPANY.\*

**AUTHOR:** JULIE TATIANA PINZÓN CARRILLO  
DIANA CAROLINA RINCÓN CARDOZO\*\*

**KEY WORDS:** Improvement, Inventory, Simulation, Capacity, Time, Storage, Gas.

### DESCRIPTION:

This project aims to analyze and improve the production process of the company GAS DE SANTANDER S.A. E.S.P. through a storage management system of the finished product, generating alternatives that let the company to increase their productive competence, resource efficiency and customer responsiveness.

The development of this project begins with a general analysis of the packaging process, which allowed visualizing aspects of higher incidence in the appropriate management of the production process. This book consists of five chapters, in which a stage of the project is exposed. The first two chapters enclose the description of the company and an overview of the project. The third chapter describes the methodology developed for obtaining a general diagnosis. The chapter four raises the installed capacity of the plant and its utilization rate by a study of times. Finally the fifth chapter covers all the necessary elements for designing an inventory management system among which the forecasts of demand is included, the established inventory policy by means of simulation, the storage system, and cost analysis of the proposal.

Finally the conclusions seek to carry on the most important aspects in developing the project and recommendations for implementing and improving the current conditions of the company.

---

\* Project degree

\*\* Faculty of engineerings Physique Mechanics; School of Industrial and Managerial studies;  
Ing. Edwin Alberto Garavito Hernández.



## INTRODUCCIÓN

Las empresas independientemente del sector al que pertenecen deben trabajar en función del cumplimiento de los objetivos misionales de la empresa, como en la búsqueda constante de la fidelización del cliente, por medio del pleno conocimiento de sus fortalezas y debilidades así como de las condiciones que le presenta el entorno para generar una ventaja competitiva sostenible y establecer estrategias que le permitan defenderse frente a situaciones de riesgo.

Uno de los sectores económicos que ha enfrentado grandes cambios es la industria del GAS LICUADO DEL PETRÓLEO (GLP), pasando de ser el recurso más demandado para el uso domiciliario, a tener que disminuir su cobertura por la presencia del gas natural, desatando de esta manera una fuerte competencia entre muchas empresas que disputan un mismo mercado cada día más pequeño. A pesar de la entrada del gas natural y su alta penetración en los grandes centros urbanos, la industria del GLP se mantiene competitiva por diferentes razones como sus precios frente a otros combustibles, su enfoque comercial (que no solo está basado en el uso doméstico), la estructura de su cadena logística en cuanto a la distribución, almacenamiento y suministro para abastecer lugares distantes de las grandes metrópolis, pequeñas poblaciones y comunidades de bajos ingresos.

Impulsado por la necesidad de la empresa GAS DE SANTANDER S.A. de aumentar y consolidar su liderazgo en el mercado del GLP, surge el planteamiento de este proyecto, enfocándose en el análisis y mejoramiento del proceso productivo y su gestión de almacenamiento del producto terminado, optimizando de esta manera su capacidad de producción, así como la calidad brindada y la disponibilidad del producto, traducido en una mayor efectividad de respuesta al cliente final.



## **1. GENERALIDADES DEL PROYECTO**

### **1.1 OBJETIVOS**

#### **1.1.1 Objetivo general**

Analizar y mejorar el proceso productivo y la gestión de almacenamiento del producto terminado en la empresa GAS DE SANTANDER S.A. E.S.P

#### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Realizar un diagnóstico de la situación actual del manejo de existencias, y almacenamiento de los elementos necesarios para el proceso de envasado.
- Efectuar el estudio de tiempos de las operaciones del proceso de envasado.
- Determinar la capacidad instalada de la planta.
- Seleccionar y aplicar la técnica de predicción estadística acorde con las características de la demanda según las referencias que maneja y los mercados que atiende.
- Establecer una política de inventarios de producto terminado que se adecue a la demanda y condiciones actuales de la empresa.
- Determinar el sistema de almacenamiento mas adecuado según la política de inventarios planteada, requerimientos del producto y espacio disponible.
- Validar los modelos planteados por medio de herramientas de simulación.

### **1.2 JUSTIFICACIÓN**

GASAN S.A. es una empresa que se preocupa por el mejoramiento continuo de su sistema. La certificación en la norma de calidad ISO 9001, transmitió a la empresa la iniciativa de seguir mejorando todos sus procesos misionales y consiente de la importancia del cliente para su empresa, plantea el desarrollo de este proyecto buscando disminuir los costos de producción a través de la nivelación de la



capacidad productiva con inventario de producto terminado y por ende mejorar los siguientes aspectos:

- Minimizar tiempos de permanencia de los vehículos en el sistema, brindando de esta manera mayor efectividad en la respuesta al cliente y ofreciendo productos con altos y consistentes estándares de calidad.
- Optimizar la capacidad productiva, de modo que se obtenga tasas de producción más confiables, se disminuyan largas jornadas de trabajo, tiempos inactivos y por ende menor consumo de horas extras.
- Minimizar los costos del producto por mano de obra debido a la disminución de interrupciones del flujo continuo en el sistema.
- Reducir absentismo de los operarios, que afecta el rendimiento de los mismos.

### **1.3 METODOLOGÍA**

- **Diagnóstico general de la empresa**

Se reciben capacitaciones que permitan obtener un conocimiento general tanto de la empresa como del producto, así como el reconocimiento directo del proceso de envasado, los aspectos críticos y todas las actividades relacionadas con este, lo cual permitirá junto con la gerencia, identificar y estructurar las metas de acuerdo al diagnóstico y necesidades observadas por ambas partes.

- **Determinación de la capacidad instalada de la planta.**

Una vez establecido el diagnóstico general se procede a realizar una toma de tiempos sobre los procesos vinculados al envasado. A su vez se determinará la incidencia que presentan los recursos disponibles sobre la capacidad identificando las restricciones del sistema. Teniendo en cuenta los dos elementos anteriores se establecerá la capacidad instalada de la planta y posibles propuestas de mejora.

- **Selección del Método de Pronóstico**

Basados en técnicas estadísticas, se evaluarán los modelos de pronóstico que se ajusten para el cálculo de la demanda que presenta la empresa. Se recopilará la información histórica necesaria para analizar la tendencia, ciclo, estacionalidad y la regularidad de la demanda, determinando los componentes mencionados e implicaciones de estos dentro del análisis de la serie. Finalmente se validará la capacidad predictiva del método seleccionado, realizando los ajustes necesarios.

- **Estimación de la política de inventarios**

Con base al estudio del estado de la demanda y las características presentes en la gestión de inventarios de GASAN S.A. se seleccionará el modelo de aprovisionamiento que se ajuste a éste. Una vez seleccionado el modelo de aprovisionamiento, se define la política de inventario en base a los datos históricos recopilados.

- **Determinación del sistema de almacenamiento**

Con base a la política de inventario establecida, se realizará un análisis del producto, el espacio disponible, disposiciones externas e internas del proceso. Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, se diseñará el sistema de almacenamiento más acorde a las características establecidas, igualmente se seleccionará el espacio destinado para cargue y descargue, determinando finalmente los costos de almacenaje del producto terminado.

- **Validación del impacto de las propuestas**

En esta etapa se definirá la metodología para la validación del impacto de las propuestas de mejora por medio de herramientas informáticas de simulación.

Una vez recolectados los datos se procede a:

- a. Desarrollo del modelo
- b. Verificación

- c. Validación
- d. Experimentación
- e. Análisis y presentación de resultados

#### 1.4 CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO

La siguiente tabla se realizó con el fin de visualizar los capítulos donde se desarrolló y cumplió cada uno de los objetivos específicos del proyecto:

**Tabla 1. Cumplimiento de objetivos**

Objetivo	Descripción	Cumplimiento Del Objetivo
1	Realizar un diagnóstico de la situación actual del manejo de existencias, y almacenamiento de los elementos necesarios para el proceso de envasado.	Capitulo 3
2	Efectuar el estudio de tiempos de las operaciones del proceso de envasado.	Capitulo 4
3	Determinar la capacidad instalada de la planta.	Capitulo 4
4	Seleccionar y aplicar la técnica de predicción estadística acorde con las características de la demanda según las referencias que maneja y los mercados que atiende.	Capitulo 5
5	Establecer una política de inventarios de producto terminado que se adecue a la demanda y condiciones actuales de la empresa.	Capitulo 5

Objetivo	Descripción	Cumplimiento Del Objetivo
6	Determinar el sistema de almacenamiento más adecuado según la política de inventarios planteada, requerimientos del producto y espacio disponible.	Capitulo 5
7	Validar los modelos planteados por medio de herramientas de simulación.	Capitulo 5

Fuente: Autoras del proyecto

## 1.5 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

**1.5.1 Reseña histórica.** El Gas Licuado del Petróleo ó G.L.P., más conocido como Gas Propano, ha sido durante más de 70 años la solución a las necesidades de cocción, calefacción y producción industrial en el país; a raíz de esto y acompañada de una excelente idea nació GAS DE SANTANDER "GASAN" , S.A. E.S.P. en el año de 1965. Su objetivo principal era el almacenamiento, envase y distribución del GLP, en sus diferentes presentaciones para el servicio doméstico, comercial e industrial en la ciudad de Bucaramanga.<sup>1</sup>

Dos años después, GASAN, S.A. E.S.P. fue adquirida por un grupo de inversionistas que creyeron en el desarrollo del sector y cuyas empresas se encuentran afiliadas a CONFEDEGAS.

Tradicionalmente los distribuidores de G.L.P tenían asignados cupos mensuales de gas y zonas de distribución restringidas, siendo para GASAN, S.A. E.S.P. de 582.000 galones en 1977, y que gracias a los excelentes resultados y a la buena aceptación de su producto fue ampliado a través de los años hasta llegar en 1991 a 940.000 galones, asignados en todos los municipios de Santander y el

<sup>1</sup> [www.gasan.com.co](http://www.gasan.com.co)



municipio de San Martín en el departamento del Cesar. A partir del mes de Abril de 1992 y como consecuencia del racionamiento eléctrico y la apertura económica fueron liberados los cupos y las zonas de distribución, lo cual le permitió a GASAN, S.A. E.S.P. proyectar su fortalecimiento y consolidación empresarial.

A raíz de la liberación de zonas y teniendo en cuenta la reducción de los márgenes de comercialización, GASAN, S.A. E.S.P. tuvo que entrar en un proceso de negociación con el sindicato de la compañía el cual terminó con gran éxito; de esta forma, la distribución de gas, que la empresa realizaba directamente con empleados, se fortaleció por medio del esquema de contratistas.

A partir de este momento, GASAN S.A. E.S.P. inició su proceso de expansión, para lo cual se adquirió una compañía paralela que se llamó GASCOL, iniciando sus actividades en julio 14 de 1988, con domicilio principal en la ciudad de Cúcuta y con la facultad de establecer agencias en cualquier lugar del territorio nacional. Un año más tarde, GASCOL abre su primera agencia en el municipio de San Martín en el departamento del Cesar, posteriormente adquiere la agencia de Málaga, de propiedad del señor Adalberto Camperos; de igual forma se compra el cupo de gas del señor Efraín Molían, en Ciénaga, abriendo otra agencia en dicho municipio. El 27 de diciembre de 1993 se decide inscribir como domicilio principal la ciudad de Bucaramanga.

Finalmente a raíz de los nuevos cambios en la regulación del sector y teniendo en cuenta que el proceso de expansión estaba consolidado, la empresa cede sus actividades a GASAN, S.A. E.S.P. a finales del año 1996, la cual inicialmente distribuía la marca registrada GASCOL.

GAS DE SANTANDER S.A. E.S.P. " GASAN ", con su nueva infraestructura de agencias, depósitos y más de 4800 expendios, actualmente es la empresa líder en la participación del mercado potencial de distribución y venta de gas propano en



Cilindros de 5, 9, 15, 18, 35, 45 kilos en todo el Nororiente Colombiano, cubriendo los departamentos de Santander, Cesar, Bolívar, Guajira, Magdalena, Antioquia, principalmente. En los últimos 7 años, GASAN S.A., ha incrementado sus volúmenes de venta y participación gracias a una sólida estrategia de expansión de mercados y al apoyo incondicional de su excelente recurso humano, lo cual ha llevado a GASAN S.A., a ser la segunda empresa en el manejo de volúmenes de venta a nivel nacional.

GASAN S.A. E.S.P. una empresa santandereana que goza de buen prestigio basado en su trayectoria de mas de 40 años, ofreciendo siempre el mejor servicio a sus clientes, fomentando el desarrollo dentro de un marco de profesionalismo y búsqueda de mejoramiento continuo.

## **1.6 ESTADO ACTUAL**

En este momento la empresa GASAN S.A. acaba de ser certificada en la norma de calidad ISO 9001:2000, resultado del constante enfoque hacia el mejoramiento continuo. Además se encuentra en periodo de transición consecuencia de la expedición de la ley 1151 de 2008 la cual “introdujo un esquema de responsabilidad de marca en los cilindros de propiedad de los distribuidores que haga posible identificar el prestador del servicio público del GLP y que deberá responder por la calidad y seguridad del combustible distribuido”<sup>2</sup>. Este proceso de transición culminará en el año 2010, puesto que es la fecha límite establecida por el gobierno nacional.

Las directrices institucionales se plasman en la visión y misión descritas a continuación:

---

<sup>2</sup> [www.minminas.gov.co/gas](http://www.minminas.gov.co/gas)



**1.6.1 Misión.** Proporcionar una alternativa de energía limpia y segura que contribuya al bienestar y desarrollo de la humanidad.<sup>3</sup>

**1.6.2 Visión.** Ser la marca preferida por los colombianos en el mercado del Gas Licuado del Petróleo.

Consolidarnos tecnológica y financieramente.

Ser un grupo reconocido como referente internacional en la investigación, seguridad y desarrollo del sector energético.<sup>4</sup>

## **1.7 VALORES CORPORATIVOS:**

Compromiso

Responsabilidad

Lealtad

Honestidad<sup>5</sup>

## **1.8 POLÍTICA DE CALIDAD**

Envasamos gas licuado del petróleo en recipientes seguros que cumplen con las necesidades del cliente y las exigencias de las entidades regulatorias, mejorando continuamente el sistema de gestión de la calidad y garantizando la disponibilidad del producto.<sup>6</sup>

---

<sup>3</sup> [www.gasan.com.co](http://www.gasan.com.co)

<sup>4</sup> Idem 3

<sup>5</sup> Tomado de: Manual de calidad Gasan SA.

<sup>6</sup> Idem 5



## **1.9 OBJETIVOS DE CALIDAD**

- Disminuir el número de cilindros devueltos por los usuarios.
- Disminuir el número de producto no conforme en el proceso de envasado de los cilindros.
- Aumentar la satisfacción del cliente externo.
- Aumentar la satisfacción del cliente interno.
- Disminuir los tiempos de despacho en planta.
- Disminuir el índice de PQR totales.
- Disminuir los tiempos de mantenimiento.
- Disminuir los tiempos de equipos fuera de servicio.<sup>7</sup>

## **1.10 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL**

GASAN S.A cuenta con 101 empleados directos y temporales en la sede principal y 224 repartidos en las diferentes agencias del país. (Ver gráfico 1)<sup>8</sup>

## **1.11 UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES**

Su planta principal se encuentra ubicada en la zona industrial del municipio de Girón, en el Km 2 vía Chimitá donde realiza sus labores tanto administrativas como operativas.

---

<sup>7</sup> Idem 6

<sup>8</sup> Tomado de: [www.tuscompetencias.com/archivos](http://www.tuscompetencias.com/archivos)

**Figura 1. Entrada Principal Gasan S.A**



**Fuente: Autoras del proyecto**



## 1.12 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

El Gas Licuado del Petróleo GLP. Es un hidrocarburo, derivado del petróleo, se produce como resultado del proceso de refinación de la gasolina; en estado de vapor pero se convierte en líquido mediante compresión y enfriamiento, se condensa hasta convertirse en líquido. Se compone de butanos  $C_4H_{10}$  y propanos  $C_3H_8$ , en proporción variable.

El GLP es un combustible limpio, eficiente y multipropósito. Es inoloro, incoloro, explosivo y expansivo.

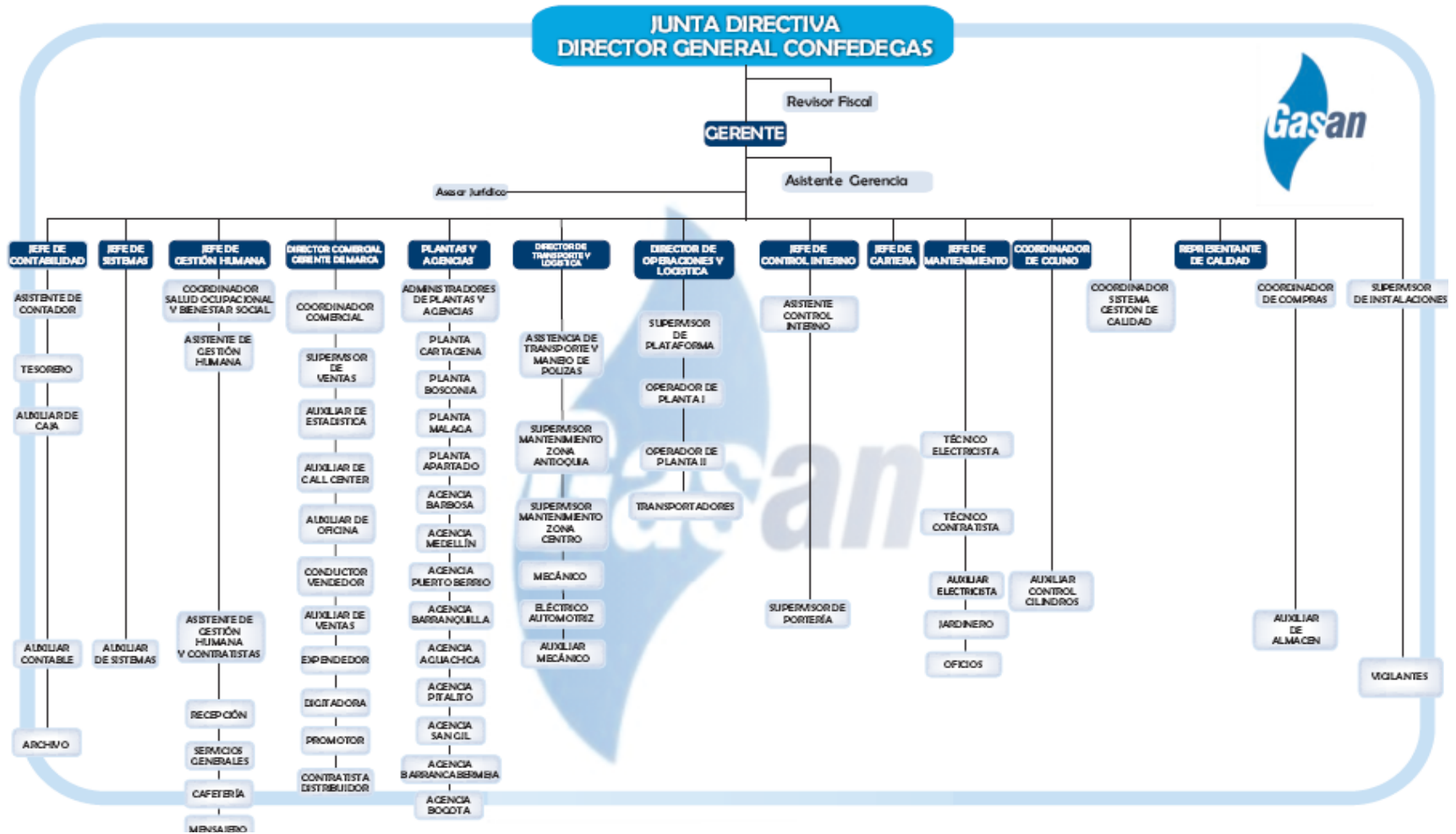
Permite un almacenaje y un transporte fácil y se puede utilizar de manera generalizada para producir todo tipo de servicios eficaces de energía.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> Tomado de: [www.tuscompetencias.com/archivos](http://www.tuscompetencias.com/archivos)



Figura 2. Organigrama GASAN S.A




Fuente: Manual de Calidad GASAN S.A

Además, el GLP posee la concentración energética específica más elevada de los combustibles tradicionales más comúnmente utilizados en las zonas rurales por ejemplo, 5 veces más que la leña.

Este producto es envasado en cilindros de diferentes tamaños y se clasifican por referencias según la cantidad a distribuir:

**Tabla 2. Descripción del envase**

Partes del Cilindro	Específic	15 Kg	45 Kg
	Diámetro	304 mm	368 mm
	Material	Acero con costuras para gases licuados del petróleo	
	Presión	Están diseñados para resistir una presión máxima de 240 Psi	
	Conexión para válvula	Brida roscada de tipo 19,05mm-1,81mm.	

**Fuente: Manual de calidad GASAN S.A.**

Las tapas y fondos son de forma semielipsoidal. El aro base es rebordeado en su extremo inferior y lleva perforaciones para ventilación y desagüe. El cilindro se protege con una capa de pintura anticorrosiva bajo condiciones previamente establecidas en la norma.



## **2. DESARROLLO DEL PROYECTO**

### **2.1 CONOCIMIENTO GENERAL DE LA EMPRESA**

En esta fase se adquirió el conocimiento global de la empresa, así como de los procesos fundamentales para el logro de su razón social. En este capítulo se explican dichos procesos, haciendo énfasis y profundizando la descripción del proceso productivo y los elementos necesarios para su ejecución.

### **2.2 DESCRIPCIÓN DE PROCESOS**

La columna vertebral de la empresa la comprenden tres procesos los cuales son: comercializar, abastecer, y envasar el GLP.

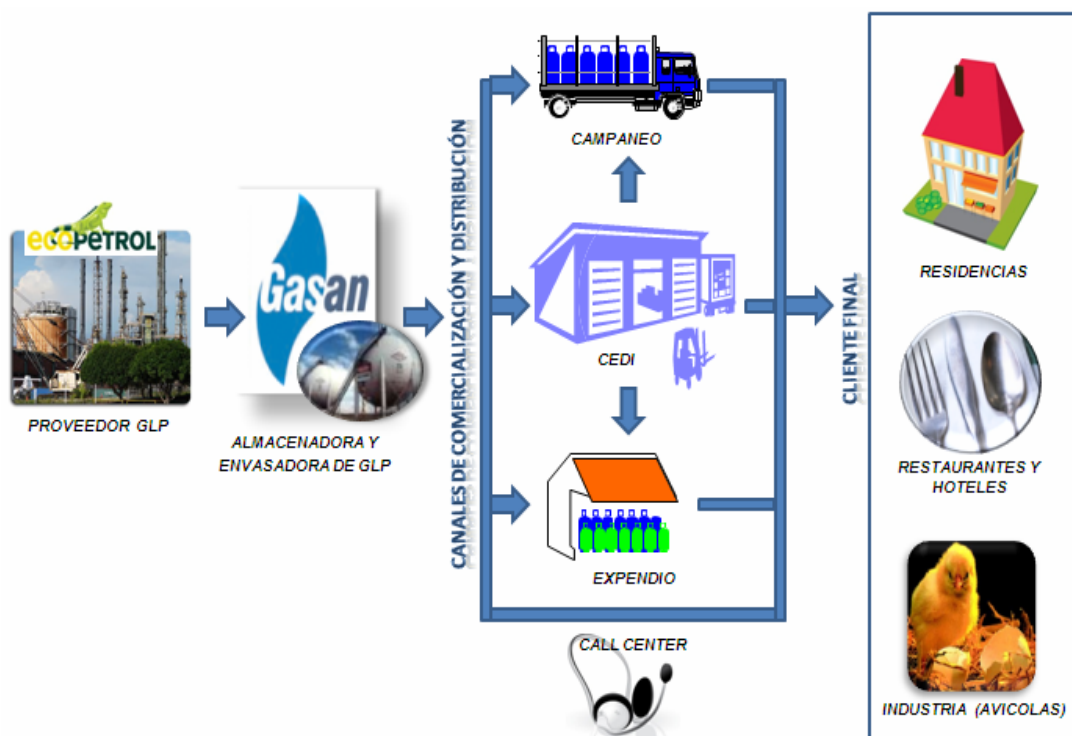
Figura 3. Mapa de procesos GASAN S.A



Fuente: Manual de calidad GASAN S.A.

**2.2.1 Proceso Comercial.** Para la distribución del GLP en toda la extensión de su área de influencia, GASAN S.A cuenta con 5 plantas envasadoras, 14 Centros de distribución y más de 4800 expendios minoristas de GLP que son soporte importante en la cadena de distribución de la compañía. A su vez dispone de una flota de transporte con 225 vehículos de los cuales 135 son propios y los restantes son de contratistas.

Figura 4. Cadena comercial



Fuente: Autoras del proyecto

GASAN S.A tiene una cobertura nacional que incluye principalmente las zonas norte y centro-oriente del país y gracias a la colaboración existente entre las empresas del grupo CONFEDEGAS, ha podido ampliar su mercado en departamentos como Cundinamarca y Antioquia. En la figura 5 se muestra los principales mercados atendidos en el país.

Figura 5. Cobertura nacional



Fuente: Autoras del proyecto

Los clientes de GASAN S.A. se dividen en tres grandes grupos, según el destino del producto:



- **Ventas:** Lo conforma principalmente el mercado domiciliario y los restaurantes del área de influencia, la venta del producto se realiza por medio del campaneo o venta libre, la venta a expendios y domicilios a través del call center.
- **Transporte:** Está establecido por el abastecimiento por parte de la planta principal a las agencias que se encuentran fuera del área de cobertura de ventas (San Gil, Barbosa, Málaga, Aguachica, Barrancabermeja).
- **Avícolas:** Pertenece al mercado industrial que es abastecido por la empresa, siendo el GLP de vital importancia para su proceso productivo pues es el recurso energético por excelencia para llevar a cabo la incubación de los huevos. GASAN S.A. se ha convertido líder de este mercado en el departamento de Santander, abarcando el 85% de la demanda de GLP para esta industria.

La referencia de 45 Kg. presenta una sub clasificación, puesto que este sector por cuestiones de bioseguridad requiere de cilindros de uso exclusivo para el desarrollo de su actividad productiva. :

**2.2.2 Aproveccionamiento.** Todo el proceso comienza con el aprovisionamiento de la materia prima principal que es el Gas Licuado del Petróleo GLP, para este proceso se realiza una nominación mensual con bombeos semanales programados conjuntamente entre ECOPETROL (su único proveedor) y la empresa. La nominación mensual para la sede principal (Bucaramanga), consta de la demanda existente en la ciudad, los los centros de distribución que tiene la empresa en los municipios (San Gil, Barranca, Barbosa, Aguachica y Zapatoca) y envasadoras a las que les provee el GLP. Esta cantidad a pedir debe ser aprobada por el proveedor, puesto que ellos



verifican la capacidad de almacenamiento de la empresa y la capacidad que ellos tienen para abastecerlo.

El medio de abastecimiento para la planta de Bucaramanga es realizado a través del poliducto (en donde no solo circula gas propano), por lo que se debe establecer un turno de recibimiento en cada bombeo, en el cual ECOPETROL asigna una orden de entrega entre las empresas interesadas en los diferentes productos derivados del petróleo, de las cuales cabe mencionar aquellas vinculadas con el GLP como Gasan S.A., Norgas planta 1, Plexa, Norgas planta 2 y Gasmag. Los turnos de abastecimiento están predeterminados y van rotando. Por consiguiente el tiempo de recibimiento también varía, si 36 horas aprox. demora el transporte de GLP desde Barrancabermeja a Bucaramanga, dependiendo del puesto que tenga asignado, se debe sumar los tiempos que demoran los turnos anteriores más el de la empresa durando cada descarga entre 8 y 10 horas.

Para el abastecimiento de los insumos, GASAN S.A cuenta con una lista de proveedores de insumos seleccionados y con los cuales mantiene relaciones a largo plazo. Por esta razón maneja básicamente dos parámetros para realizar la orden de compra:

- Disponibilidad del producto
- Precio

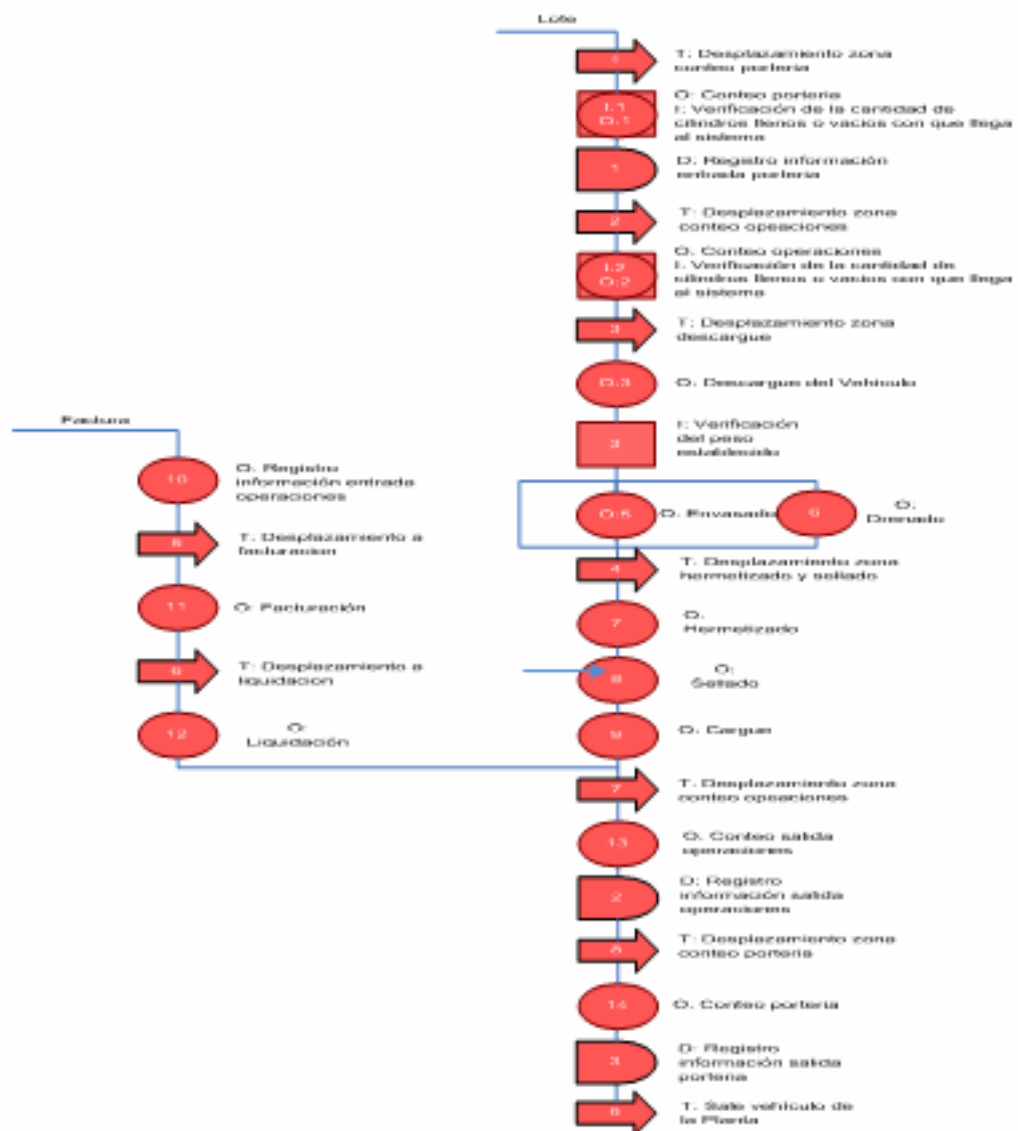
Algunos proveedores de insumos con los que actualmente cuenta la empresa son:

- Antorcha Ingeniería
- Cinsa
- Provisell Ltda.
- Reycol
- Saena de Colombia S.A.

**2.2.3 Descripción del proceso de envasado.** Este proceso es el que define la dinámica de la empresa y es fundamental para el desarrollo del proyecto.

A continuación se muestra el diagrama de flujo del proceso de envasado y las operaciones concernientes al seguimiento de los cilindros desde que entran a la planta hasta que salen de la misma.

**Figura 6. Diagrama de flujo del proyecto**



Fuente: Autoras del proyecto

- **Conteo Portería**

Es el primer y último control que se realiza a los vehículos en la planta, a su vez es un apoyo para el conteo efectuado en el Departamento de operaciones.

Esta operación es realizada por un operador quien debe verificar la cantidad de cilindros tanto vacíos como llenos con los que un vehículo ingresa o sale del sistema. A su vez debe revisar y diligenciar la información en el sistema (CG1) teniendo en cuenta que si existen devoluciones se debe imprimir y hacer firmar una factura con la información anteriormente expuesta así como la placa del carro, la fecha y hora de impresión etc. El vehículo no puede realizar el conteo de portería de salida si no ha sido liquidado ni obtenido su respectivo paz y salvo del departamento de operaciones.

**Figura 7. Conteo portería**



**Fuente: Autoras del proyecto**

- **Conteo Departamento de Operaciones:**

Esta operación es realizada dos veces durante el proceso global. Además de corroborar las unidades que lleva el camión, el supervisor de plataforma debe ingresar al sistema ésta información, la cantidad de cilindros a envasar, y la comprobación del pago de su respectivo viaje. Un vehículo que vaya a portería sin pasar por operaciones, no puede salir de la planta dado que el sistema queda inhabilitado para hacer la salida al carro.

**Figura 8. Conteo y CG1 de operaciones**



**Fuente: Autoras del proyecto**

- **Descargue del vehículo:**

En esta operación los carros después de parqueados en la plataforma, son descargados por los auxiliares de los correspondientes vehículos. A su vez los auxiliares deben desplazar los cilindros a las baterías y a la zona de cargue para que los cilindros sean taponados, sellados y se carguen nuevamente al vehículo.

**Figura 9. Descargue del vehículo**



Fuente: Autoras del proyecto

- **Drenado:**

Esta operación solo se realiza cuando los cilindros no cumplen con el peso establecido pues en la base del cilindro se encuentran residuos no evaporables que se han acumulado de otros productos en el abastecimiento.

**Figura 10. Operación drenado**



Fuente: Autoras del proyecto

- **Envasado:**

Sobre la plataforma existen 4 baterías de llenado, cada una de ellas cuenta con 6 básculas y sistemas de llenado automáticos. Una vez descargados los cilindros, el operario de planta los coloca sobre cada una de las básculas, instala la válvula sobre el cilindro y programa el sistema dependiendo de la referencia a cargar. Esta programación llega a un sistema llamado TROYA, que trabaja conjuntamente con las básculas por medio de una válvula solenoide, suministrando la cantidad exacta exigida por cada cilindro.

**Figura 11. Envasado**



**Fuente: Autoras del proyecto**

- **Hermetizado y sellado:** Una vez llenado el cilindro pasa a la zona de cargue, donde se ejecuta el último proceso que garantiza los aspectos fundamentales en la calidad brindada al cliente final, siendo éstos la inviolabilidad y hermeticidad del producto, esto se realiza cubriendo la boquilla de la válvula con un tapón y un sello termoencogible.

Figura 12. Sellado



Fuente: Autoras del proyecto

- **Cargue:** Al finalizar el proceso de hermetizado y sellado, los auxiliares de los camiones proceden a cargar los cilindros correspondientes, teniendo en cuenta que los cilindros deben colocarse sobre su base y no deben remontarse.

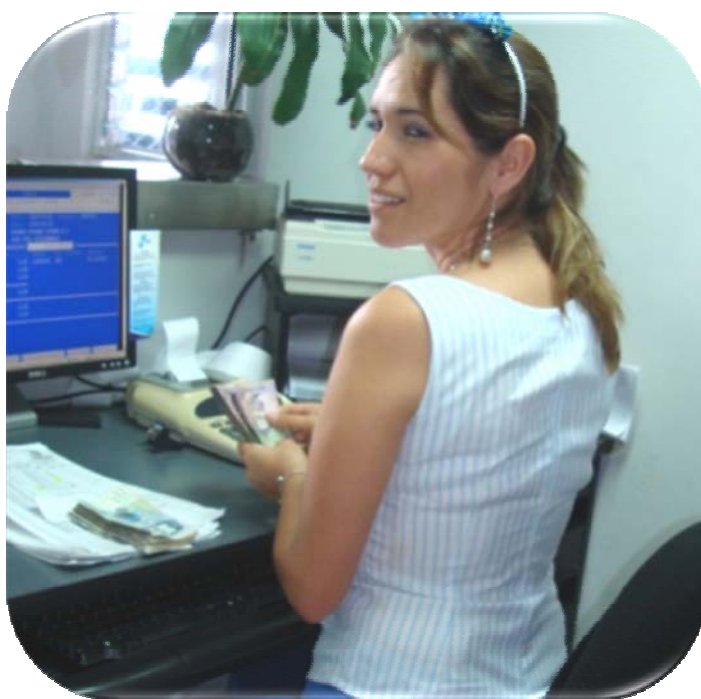
Figura 13. Cargue de cilindros



Fuente: Autoras del proyecto

- **Liquidación:** Esta operación se puede realizar de forma simultánea con las operaciones descargue, llenado, taponado, sellado y cargue. Para los camiones destinados a ventas, se debe cancelar el valor de la carga vendida, habilitando de esta manera la salida del vehículo de la planta. Los vehículos destinados a avícolas y transporte no deben liquidar para habilitar la salida del sistema. Sin embargo los primeros deben presentar una planilla de cargue a liquidación para llevar la correspondiente contabilidad de la carga puesto que estos trabajan con un sistema a crédito.

**Figura 14. Liquidación**



**Fuente: Autoras del proyecto**



### **3. DIAGNOSTICO GENERAL**

En este capítulo se iniciará el análisis de procesos partiendo de un diagnóstico general basado en la observación del proceso productivo, y en las técnicas de producción justo a tiempo: cinco eses y 5MQS.

El mejoramiento continuo se define como el análisis del proceso ejecutado y la detección de fallas, tareas inadecuadas o despilfarros presentes, de tal modo que se diseñen propuestas de mejoramiento basadas en el modelo actual y enfocado a eliminar aquellos factores que restan valor al proceso.

La productividad puede definirse como una medida de eficiencia empresarial para un periodo de tiempo determinado. Esta medida evalúa la gestión de la empresa en términos de aprovechamiento de recursos para cumplir con las actividades normales del trabajo.

La estrategia empleada para aprovechar los recursos y por consiguiente incrementar la productividad es el estudio del trabajo, su análisis y mejoramiento.

#### **3.1 LAS CINCO ESES**

Las empresas son organismos vivientes que están moviéndose y necesitan tener una relación flexible con el medio para poder sobrevivir y crecer.

En Japón las empresas y la cultura en general manejan la fórmula de “Organizaciones Organizadas” y aplicar el concepto de las cinco eses les recuerda esta insignia, les da las bases para lograr cero defectos, reducción de costos, mejoras incrementales y cero accidentes.

Detrás de todo éxito y fracaso en el lugar de trabajo se encuentran las 5 s's. La fuerza de producción de una empresa se puede observar mediante el estado de las cinco eses.<sup>10</sup>

Su implementación es el punto de partida para desarrollar las mejoras que garanticen la supervivencia de la organización. Las mejoras deben empezar por eliminar todo lo que no sea útil y hacer que lo realmente necesario tenga un fácil acceso.

Si la estrategia de las cinco eses no tiene unas bases fuertes en la organización y se limita a una simple jornada de aseo, nunca se alcanzará un sistema justo a tiempo, y se vendrán al suelo las mejoras implementadas sobre esta base. Aunque la limpieza es importante, lo fundamental en las cinco eses es la actitud ante la limpieza, el orden y en si, la consolidación de la estrategia en la cultura organizacional.<sup>11</sup>

Las 5 s's hacen referencia a cinco palabras en japonés:<sup>12</sup>

**SEIRI (despejar):** En el lugar de trabajo solo deben estar los elementos absolutamente necesarios para llevar a cabo en forma satisfactoria las tareas cotidianas.

**SEITON (ordenar):** Aquellos elementos que son necesarios en el puesto de trabajo deberán ser organizados de tal forma que se facilite su localización, utilización y devolución.

**SEISO (limpiar):** Los empleados deben mantener pulcros y limpios sus puestos de trabajo, pasillos y demás áreas de la empresa.

---

<sup>10</sup> HIRANO, Hiroyuki. 5 pilars of the visual workplace. Editorial Productivity Press. Pgs. 1,18,19

<sup>11</sup> Idem 10

<sup>12</sup> ORTIZ, Néstor Raúl. Análisis y Mejoramiento de los procesos de la empresa. Publicaciones UIS. Pgs. 32-35

**EIKETSU (Estado de limpieza):** Deben crearse los mecanismos de verificación y seguimiento para asegurar el cumplimiento de las tres eses operativas.

**SHITSUKE (Disciplina):** Consiste en crear el ambiente propicio para que las cinco eses se conviertan en un hábito y puedan posteriormente hacer parte de la cultura organizacional.

Tabla 3. Proceso para el entorno de trabajo ideal

	1	2	3	4
	Limpieza inicial	Optimización	Formalización	Continuidad
<b>Organización y selección</b>	Separar lo que sirve de lo que no sirve	Clasificar lo que sirve	Implantar normas de orden en el puesto	Estabilizar y mantener lo alcanzado en las etapas anteriores  Practicar la mejora  Cuidar el nivel de referencia alcanzado  Evaluar (Auditoría 5S)
<b>Orden</b>	Tirar lo que no sirve	Definir la manera de dar un orden a los objetos	Colocar a la vista las normas así definidas	
<b>Limpieza</b>	Limpiar las instalaciones/ máquinas/ equipos	Identificar focos de suciedad y localizar los lugares difíciles de limpiar y buscar una solución	Buscar las causas de suciedad y poner remedio para evitarlas	
<b>Mantener la limpieza</b>	Eliminar todo lo que no sea higiénico	Determinar las zonas sucias	Implantar y aplicar las gamas de limpieza	
<b>Rigor en la aplicación</b>	Acostumbrarse a aplicar la 5S en el seno del puesto de trabajo y respetar los procedimientos en vigor en el lugar de trabajo			

Fuente: Las 5s Orden y limpieza en el puesto de trabajo<sup>13</sup>

<sup>13</sup> Sacristán Rey Francisco, Editorial FC Pág. 22



**3.1.1 Análisis de las 5 S's:** En septiembre del año 2008 fue implementada en GASAN S.A. la estrategia de las 5 S's por parte de la aseguradora de riesgos profesionales Colpatría, tanto en el área administrativa como en la plataforma. Se realizaron capacitaciones, inspecciones y seguimiento del cumplimiento de las S's.

Una de las mejoras a resaltar fue la implementación de los cascos de protección para el personal que tiene contacto con la plataforma de llenado.

En marzo de 2009 se realizó la demarcación de los pasillos y de las zonas destinadas para la ubicación de los elementos de seguridad (extintores).

**3.1.2 Diagnóstico del estado actual de las 5 S's en la plataforma de Gasan SA:** Para evaluar el estado actual en que se encuentra la plataforma y la continuidad que se le ha dado al programa de las cinco eses implementado por la empresa, se realizó una lista de chequeo basadas en la observación directa de los procesos relacionados al envasado.

Se tomó como base las preguntas planteadas en la lista de chequeo, evaluando y registrando el cumplimiento o no de cada punto del formato. Para esto se realizaron cinco visitas de las cuales tres de ellas el personal tenía conocimiento y dos sin previo aviso.

A continuación se muestra el formato utilizado para el diagnóstico inicial de las cinco eses:

Tabla 4. Diagnóstico inicial de las cinco eses

Diagnóstico Inicial De Las Cinco Eses	Fecha:	Sección: Plataforma	
	Revisado por: Practicantes Gasan		
<b>Despejar (Arreglo Apropiado)</b>			
		<b>Cumple</b>	<b>No Cumple</b>
Encuentra solo los elementos necesarios en el lugar de trabajo			
No hay productos obsoletos mezclados en la producción actual			
No hay papeles, cables, desechos irados en el piso, detrás de las maquinas o encima de ellas			
No hay herramientas o materiales colocados sobre el piso			
No hay huecos, suciedad y pisos que inciten al desorden y apatía			
No se encuentran herramientas/maquinas dañadas en los lugares de trabajo			
No existe material apilado obstaculizando el paso			
<b>ORDEN</b>			
Es fácil encontrar herramientas, materiales e insumos al ser utilizados			
Los lugares de trabajo están claramente señalizados			
No hay operarios recorriendo la planta buscando cosas			
Se encuentran organizadas las pertenencias de los trabajadores			
Las herramientas tienen un sitio de almacenamiento			
Existe un sitio para el almacenamiento de los desechos del proceso			
Existe control sobre los materiales y herramientas utilizadas en el proceso			
El fácil el acceso a extintores			
Las herramientas necesarias están adecuadamente colocadas y ordenadas			
Ruidos de planta controlados, en donde no afecten la salud de los trabajadores ni alteren la atención del personal responsable de control.			
<b>LIMPIEZA</b>			
El piso y los pasillos se encuentran aseados			
Las maquinas tienen un buen mantenimiento de limpieza			

Diagnóstico Inicial De Las Cinco Eses	Fecha:	Sección: Plataforma
	Revisado por: Practicantes Gasas	
No se percibe agua u otros líquidos regados en el piso		
Las boquillas de las maquinas están completamente libres y limpias		
<b>ESTADO DE LIMPIEZA</b>		
El personal usa dotaciones aportadas por la empresa		
La iluminación, calor, ruido, polvo o vibraciones de los puestos de trabajo es adecuada		
Existen canecas suficientes para la basura		
Hay jornadas de orden y aseo		
Se respetan las áreas de trabajo		
<b>DISCIPLINA</b>		
Las personas no hacen limpieza si no se les recuerda		
El personal de la planta carece de uniformes e implementos de seguridad		
Existe un programa periódico para el mantenimiento de la maquinaria utilizada		
El personal no llega a tiempo a su trabajo		
Se percibe en el personal interés por mantener las áreas de trabajo limpias ordenadas?		
Se nota cordialidad en las relaciones laborales entre trabajadores y jefes?		

**Fuente: Autoras del proyecto**

A partir de la información recolectada durante los cinco días de inspección, se desarrolló un sistema de calificación que estableció la escala de cumplimiento para los diferentes ítems correspondientes a cada ese (S), dando la calificación cinco (5) al ítem que tuvo un cumplimiento afirmativo en cada uno de los cinco días y uno a aquel que solo tuvo un día de cumplimiento o ninguno en las inspecciones efectuadas.

Los resultados de las inspecciones se observarán en la siguiente Lista de Chequeo:

Tabla 5. Lista de Chequeo de las 5 eses

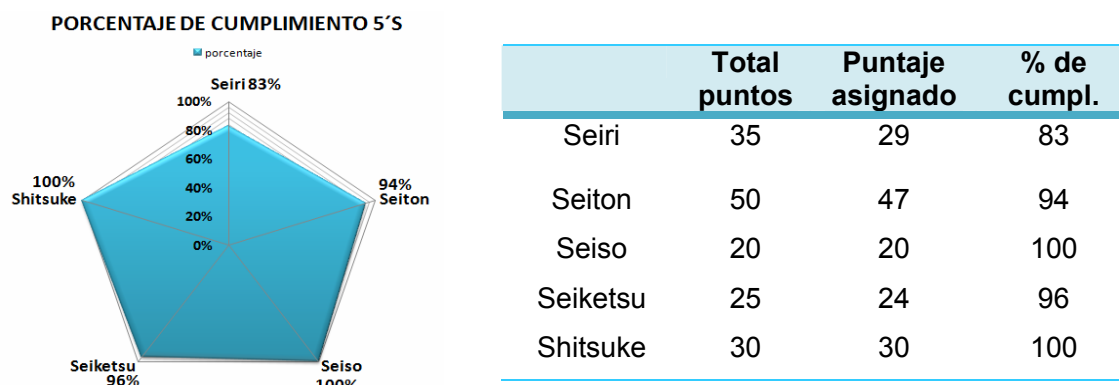
Lista de chequeo de cinco puntos 5's	Fecha: 29 Abril de 2009		Sección: Plataforma		
	Revisado por: Practicantes Gasán				
Asignar calificación de cumplimiento a cada pregunta siendo 1=muy bajo, 2=bajo, 3=regular, 4=alto, 5=muy alto					
<b>DESPEJAR (ARREGLO APROPIADO)</b>					
Encuentra solo los elementos necesarios en el lugar de trabajo	1	2	3	4	5
No hay productos obsoletos mezclados en la producción actual	1	2	3	4	5
No hay cajas, papeles, cables, desechos tirados en el piso, detrás de las maquinas o encima de ellas?	1	2	3	4	5
No hay herramientas o materiales colocados sobre el piso?	1	2	3	4	5
No hay huecos, suciedad y pisos que inciten al desorden y apatía?	1	2	3	4	5
No se encuentran herramientas o maquinas dañadas en los lugares de trabajo?	1	2	3	4	5
No existe material apilado obstaculizando el paso?	1	2	3	4	5
<b>Total Seiri</b>	<b>29</b>				
<b>ORDEN</b>					
Es fácil encontrar herramientas, materiales e insumos cuando van a ser utilizados?	1	2	3	4	5
Los lugares de trabajo están claramente señalizados?	1	2	3	4	5
No hay operarios recorriendo la planta buscando cosas?	1	2	3	4	5
Se encuentran organizadas las pertenencias de los trabajadores?	1	2	3	4	5
Las herramientas tienen un sitio de almacenamiento?	1	2	3	4	5
Existe un sitio para el almacenamiento de los desechos del proceso?	1	2	3	4	5
Existe control sobre los materiales y herramientas utilizadas en el proceso?	1	2	3	4	5
Es fácil el acceso a extintores?	1	2	3	4	5
Las herramientas necesarias están adecuadamente colocadas y ordenadas	1	2	3	4	5

Lista de chequeo de cinco puntos 5's	Fecha: 29 Abril de 2009		Sección: Plataforma		
	Revisado por: Practicantes Gasan				
Ruidos de planta controlados, en donde no afecten la salud de los trabajadores ni alteren la atención del personal responsable de control.	1	2	3	4	5
<b>Total Seiton</b>	<b>47</b>				
<b>LIMPIEZA</b>					
El piso y los pasillos se encuentran aseados?	1	2	3	4	5
Las maquinas tienen un buen mantenimiento de limpieza?	1	2	3	4	5
No se percibe agua u otros líquidos regados en el piso?	1	2	3	4	5
Las boquillas de las maquinas están completamente libres y limpias	1	2	3	4	5
<b>Total Seiso</b>	<b>20</b>				
<b>ESTADO DE LIMPIEZA</b>					
El personal usa dotaciones aportadas por la empresa?	1	2	3	4	5
La iluminación, calor, ruido, polvo o vibraciones de los puestos de trabajo es adecuada	1	2	3	4	5
Existen canecas suficientes para la basura?	1	2	3	4	5
Hay jornadas de orden y aseo?	1	2	3	4	5
Se respetan las áreas de trabajo?	1	2	3	4	5
<b>Total Seiketsu</b>	<b>24</b>				
<b>DISCIPLINA</b>					
Las personas no hacen limpieza si no se les recuerda?	1	2	3	4	5
El personal de la planta carece de uniformes e implementos de seguridad?	1	2	3	4	5
Existe un programa periódico para el mantenimiento de la maquinaria utilizada?	1	2	3	4	5
El personal no llega a tiempo a su trabajo?	1	2	3	4	5
Se percibe en el personal interés por mantener las áreas de trabajo limpias ordenadas?	1	2	3	4	5
Se nota cordialidad en las relaciones laborales entre trabajadores y jefes?	1	2	3	4	5
<b>Total Shitsuke</b>	<b>30</b>				

Fuente: Mejoramiento de Procesos Néstor Raúl Ortiz

**3.1.3 Resultados del diagnóstico.** A continuación se presenta el resultado del diagnóstico inicial de acuerdo al porcentaje de cumplimiento de cada una de las estrategias

**Figura 15. Resultados del diagnóstico 5'S**



**Fuente:** Autoras del proyecto

- **Seiri:** En la zona de drenado se encuentran tres compartimientos que se utilizan para almacenar herramientas necesarias para esta operación e igualmente para el mantenimiento además de objetos personales de los operarios.

En estos compartimientos también se almacenan objetos innecesarios como tuercas, tornillos, recipientes, etc.

**Figura 16 Almacenamiento de herramienta para mantenimiento.**



**Fuente:** Autoras del proyecto

En la zona de almacenamiento de cilindros se encuentran un prototipo de estante, que se fabricó con el objeto de aprovechar el espacio vertical de la plataforma sin embargo este es costoso e ineficiente dado que cuenta con tres pisos de almacenamiento y el último piso es muy alto para que los operarios puedan alzar un cilindro hasta ese nivel.

**Figura 17. Estante sin uso para almacenamiento de cilindros.**



**Fuente: Autoras del proyecto**

Por último se debe resaltar las condiciones en que se encuentra el piso de la plataforma puesto que este presenta desniveles en ciertas áreas y resaltos que son fuentes de riesgo para el personal que transita en esta zona.

**Figura 18. Condiciones del suelo en plataforma.**



Fuente: Autoras del proyecto

- **Seiton:** La Plataforma se encuentra bien organizada, los operarios de llenado tienen las cosas necesarias, ubicadas donde fácilmente puedan utilizarlas, los residuos del proceso como (pesados no evaporables) que se componen de ACPM o Gasolinas tienen un lugar específico para depositarlos y devolverlos a ECOPETROL.

**Figura 19. Manejo y almacenamiento de los residuos no evaporables**



Fuente: Autoras del proyecto

- **Seiso:** Aunque la plataforma es propensa al polvo por ser un lugar abierto a la interperie y altamente transitado (aprox. 60 personas por día), no se encuentran basuras en el suelo y proyecta condiciones aceptables de limpieza.

**Figura 20. Condiciones de limpieza Plataforma de envasado**



**Fuente: Autoras del proyecto**

- **Seiketsu:** La zona de llenado cuenta con el suficiente número de canecas (3 canecas para un área de 19\*12 metros). La empresa además de estar en constante control del estado de limpieza de las instalaciones, el personal, y el reaprovisionamiento de dotaciones para el mismo, realiza jornadas de aseo, salud física y seguridad.

Aunque las zonas de trabajo se respetan, hay gran número de inventario de cilindros de marca que llegaron en el mes de marzo y este ocupó toda la zona de almacenamiento disponible. Esta situación no deja otra opción a los conductores que depositar los cilindros en la zona de llenado puesto que necesitan cambiar de cilindros para vender a otro mercado o hacer viajes con otros fines como llevar

chatarra etc. Sin embargo con la eliminación del mercado de los cilindros de 18 kg. y la puesta en marcha del programa de siembra, la plataforma tendrá mayor disponibilidad de almacenamiento y no habrá necesidad de depositar los cilindros en la zona de llenado.

**Figura 21. Inventarios de cilindros de marca y universales**



**Fuente: Autoras del proyecto**

- **Shitsuke:** A pesar de que el casco fue implementado en septiembre, los operarios lo usan sin tener que recordarles así como los demás implementos de seguridad (tapa oídos, guantes botas punta de acero); en sus tiempos libres asean su lugar de trabajo y barren su puesto. Existe igualmente programas de seguimiento del mantenimiento de las maquinas ejecutados por dos departamentos: Departamento de Operaciones y mantenimiento. Anualmente se realiza una calibración a las básculas por parte de PROMETALICAS el cual es un ente calificado para hacerlo.

**Figura 22. Implementos de seguridad en los operarios**



**Fuente: Autoras del proyecto**

### **3.2 ANÁLISIS DE DESPILFARRO**

Los enfoques más avanzados de la gestión de los sistemas productivos se basan en la filosofía de la producción ajustada, es decir, tratan de alcanzar su mayor eficiencia y competitividad en base a la implantación de procesos integrados por actividades que añadan valor al producto y en general, un consumo de recursos minimizados.<sup>14</sup> Esto conlleva a mencionar el término despilfarro definido por Toyota como “todo lo que no sea la cantidad mínima de equipo, materiales, piezas, espacio y tiempo laborado, que resulten absolutamente esenciales para añadir valor al producto”.

Existen diferentes métodos de clasificación de los despilfarros. Taiichi Ohno en el desarrollo del modelo Toyota conceptualizó siete tipos de despilfarro como los más importantes: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, procesos,

---

<sup>14</sup> ARBOS, Luis Cuatrecasas. Organización de la producción y dirección de operaciones. Editorial universitaria Ramón Areces. Pg 110.



inventarios, movimientos y defectos. Para la filosofía Kaizen los despilfarros se pueden clasificar en tres grandes categorías según el manejo de la capacidad: <sup>15</sup>

- Muda (despilfarro): cuando la capacidad instalada excede la capacidad utilizada.
- Mura (inconsistencia o variación): Cuando la capacidad instalada en ocasiones excede la capacidad utilizada o viceversa.
- Muri (tensión): Cuando la capacidad utilizada excede la capacidad instalada.

Por último la técnica de 5 MQS es una de las más utilizadas para la detección de los diferentes despilfarros, la cual consiste en clasificarlos en siete tipos según la fuente en la cual se originan: cinco que inician por **M**, una por **Q** y una por **S**.

- Man: Personas
- Machine: Máquinas
- Material: Materiales
- Method: Métodos
- Management: Dirección
- Quality: Calidad
- Security: Seguridad

**3.2.1 Análisis 5 MQS.** Para la determinación de los posibles despilfarros y su incidencia en el sistema productivo de GASAN S.A. Se realizó el análisis de todo el proceso vinculado al envasado, identificando las diferentes fuentes y tipos de despilfarro, basadas en los puntos de una lista de chequeo mostrada en la tabla 6.

---

<sup>15</sup> THE PRODUCTIVITY PRESS DEVELOPMENT TEAM. Identifying waste on the shopfloor. Editorial Productivity Press. Pg 7



Posteriormente a la fase de identificación se evaluó la magnitud y. el grado de incidencia que posee cada uno de los despilfarros detectados anteriormente.

Para esto, se estableció un porcentaje que muestra la magnitud del despilfarro sobre cada variable.

La siguiente la lista de chequeo fué realizada para el diagnóstico e identificación de los despilfarros en GASAN S.A

**Tabla 6. Lista de chequeo 5 MQS**

<b>Lista de Chequeo de Identificación de Despilfarro para Gas de Santander S.A. E.S.P</b>		
<b>Fuente</b>	<b>Descripción Del Despilfarro</b>	<b>¿Existe?</b>
PERSONAS	Desplazamientos constantes para traer herramientas o insumos	<b>No</b>
	Búsqueda de herramientas	<b>No</b>
	Tiempos inactivos por demoras en tareas anteriores	<b>Si</b>
	Observaciones cuando se trabajan con máquinas automáticas	<b>No</b>
MAQUINAS	Grandes máquinas que hacen obligatorio el trabajo por lotes	<b>No</b>
	Máquinas en mal estado	<b>Si</b>
	transportadores automáticos	<b>No</b>
	Ausencia de mantenimiento de las máquinas	<b>No</b>
	Empleo de partes que no agreguen valor al producto	<b>No</b>
MATERIALES	Empleo de partes que no satisfacen la función básica del producto	<b>No</b>
	Empleo de partes que costosas que pueden se reemplazas por otras	<b>No</b>
	Producción en grandes lotes	<b>No</b>
METODOS	Muchos desplazamientos del producto hasta llegar al cliente final	<b>No</b>
	Métodos y practicas inadecuadas de trabajo	<b>No</b>
	exceso de inventarios	<b>No</b>
	Producción de defectuosos	<b>No</b>
CALIDAD	Inspecciones	<b>Si</b>
	Reparación de productos	<b>No</b>

Lista de Chequeo de Identificación de Despilfarro para Gas de Santander S.A. E.S.P		
Fuente	Descripción Del Despilfarro	¿Existe?
	Ausencia de zonas detalladas para procesos con alto nivel de riesgo	No
SEGURIDAD	<b>Extintores en zonas obstaculizadas</b> <b>Falta dotación para el personal de la planta necesario para su protección</b>	No

Fuente: Libro Análisis y mejoramiento de procesos de la empresa, Néstor Raúl Ortiz

Una vez realizado el diagnóstico, se han detectado tres fuentes de despilfarro en la empresa, a continuación se estudiará la magnitud y causa de cada una de ellas:

- **Despilfarro relacionado con personas:**

**Tiempos inactivos:** Para obtener una mayor información sobre el impacto que tienen estos tiempos inactivos sobre la producción y sus posibles causas, se realizó un estudio basado en la técnica de muestreo del trabajo.

Para la determinación del número de observaciones realizadas se tomó una muestra y se estableció por medio de la siguiente fórmula:

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

En donde:

Z. indica el valor obtenido de la distribución normal estándar para el nivel de confianza deseado en el estudio.

P. indica el porcentaje de actividad obtenido a partir de unas observaciones de muestra.



E. indica el error máximo permitido para la estimación final ( $p$ ), se expresa en porcentaje.

Se programaron 3 instantes de observación en forma aleatoria por cada hora laborada para conservar la parcialidad del estudio.

A continuación se mostrará un formato, donde se registró la actividad e inactividad de cada una de las baterías de envasado en la plataforma. Este estudio se hizo en base al proceso de envasado puesto que en él se evidencia claramente este despilfarro siendo el punto crítico del sistema y la actividad que determina la efectividad del mismo.

**Tabla 7. Registro de actividad e inactividad de envasado**

DIA:								
	ACTIVIDAD				INACTIVIDAD			
HORA	BAT 1	BAT 2	BAT 3	BAT 4	BAT 1	BAT 2	BAT 3	BAT 4
8:30								
8:42								
8:58								
9:36								
9:40								
9:50								
10:29								
10:32								
10:37								
11: 10								
11: 44								
11: 56								
12: 21								
12: 34								
12: 55								

DIA:								
	ACTIVIDAD				INACTIVIDAD			
HORA	BAT 1	BAT 2	BAT 3	BAT 4	BAT 1	BAT 2	BAT 3	BAT 4
1: 01								
1: 14								
1: 30								
2: 13								
2: 44								
3: 11								
3: 29								
4: 08								
4: 48								

Fuente: Autoras del proyecto

Para sacar el porcentaje de inactividad por batería se tomó como base la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de actividad} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de observaciones en actividades relacionadas con el trabajo}}{\text{N}^\circ \text{ de observaciones totales}} * 100$$

$$\% \text{ de inactividad} = 1 - \% \text{ de actividad}$$

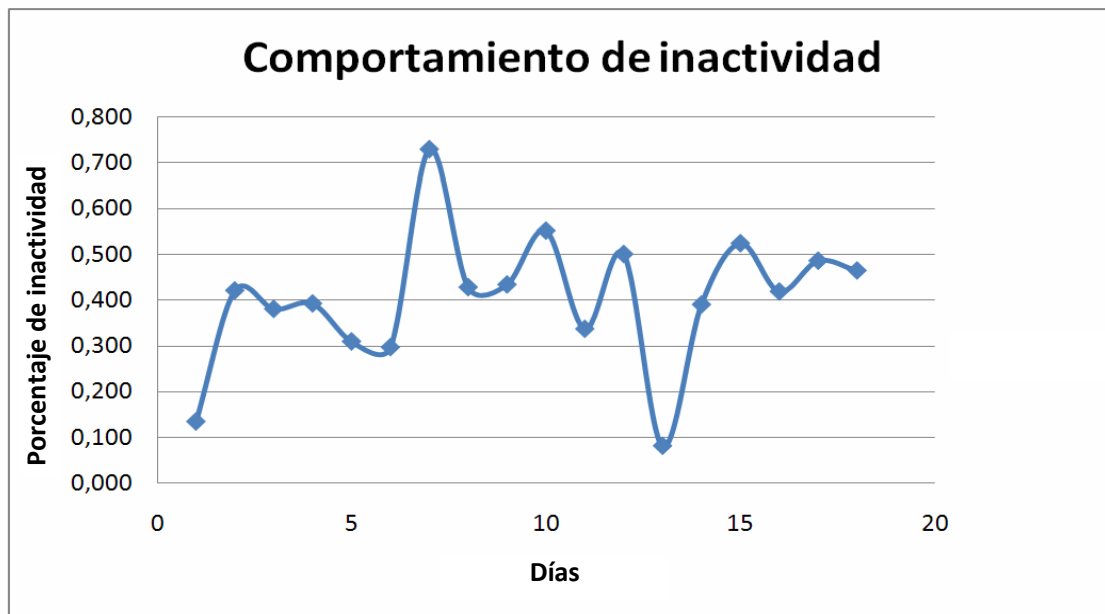
Del comportamiento diario observado de las cuatro baterías se calculó un promedio para contemplar la inactividad del proceso de envasado total del cual se obtuvieron los siguientes resultados.

**Tabla 8. Resumen promedio de inactividad**

Días	Fecha	% Actividad Bat 1	% Actividad Bat 2	% Actividad Bat 3	% Actividad Bat 4	Promedio	Inactividad
1	6 de mayo	0,864	0,864	0,783	0,955	0,866	0,134
2	7 de mayo	0,571	0,619	0,524	0,600	0,579	0,421
3	8 de mayo	0,571	0,714	0,619	0,571	0,619	0,381
4	11 de mayo	0,571	0,571	0,619	0,667	0,607	0,393
5	12 de mayo	0,571	0,762	0,714	0,714	0,690	0,310
6	14 de mayo	0,750	0,563	0,688	0,813	0,703	0,297
7	15 de mayo	0,250	0,167	0,333	0,333	0,271	0,729
8	18 de mayo	0,500	0,500	0,786	0,500	0,571	0,429
9	19 de mayo	0,667	0,500	0,571	0,524	0,565	0,435
10	20 de mayo	0,421	0,526	0,421	0,421	0,447	0,553
11	21 de mayo	0,923	0,480	0,556	0,692	0,663	0,337
12	26 de mayo	0,368	0,526	0,600	0,500	0,499	0,501
13	27 de mayo	0,944	0,944	0,889	0,900	0,919	0,081
14	28 de mayo	0,438	0,563	0,813	0,625	0,609	0,391
15	29 de mayo	0,450	0,500	0,450	0,500	0,475	0,525
16	1 de junio	0,609	0,524	0,619	0,571	0,581	0,419
17	2 de junio	0,577	0,476	0,476	0,524	0,513	0,487
18	3 de junio	0,520	0,571	0,571	0,476	0,535	0,465

**Fuente: Autoras del proyecto**

**Figura 23. Comportamiento de inactividad**



**Fuente: Autoras del proyecto**

Del estudio realizado se determinó que el porcentaje de inactividad durante la jornada laboral (8 h) es significativo puesto que el 41.1% del tiempo las baterías se encuentran inactivas. Esto se ve reflejado en la disminución de la productividad y en el aumento de las horas extras necesarias para cumplir con la demanda diaria.

Al indagar las causas de los tiempos inactivos el 100% de ellas correspondía a la falta de producto para envasar puesto que la llegada de los vehículos es la que determina la dinámica de la producción pues son los que proporcionan el insumo principal (cilindros) para iniciar el proceso de envasado.

Dado lo anterior, se estudió el comportamiento de los vehículos y se observó que el mayor número de estos corresponde a aquellos cuyo destino es ventas, para los cuales por condiciones establecidas del mercado su horario de ventas se restringe



a las horas de la mañana, formando en las horas de la tarde colas en espera de llenado.

- **Despilfarro relacionado con máquinas:**

Desde agosto del año 2008 la báscula número veintiuno, no se encuentra en funcionamiento, esto repercutió en la disminución de un 4,17% de la capacidad actual de llenado.

- **Despilfarro relacionado con calidad:**

**Realización de inspecciones constantemente:**

Como se observó en el diagrama de flujo existen dos inspecciones llamadas conteo portería y conteo operaciones las cuales son utilizadas como control del manejo interno de los cilindros cumpliendo las mismas funciones. Sin embargo para el proceso de facturación solo es necesario el conteo operaciones, razón por la cual la inspección de portería se considera como un despilfarro.

### **3.3. PROPUESTAS DE MEJORA 5S**

1. Realizar una separación de las herramientas necesarias para el proceso y aquellas que no tienen un uso frecuente para el mismo (si la frecuencia de uso es menor a un año se deben desechar, por lo menos una vez al año colocarlas en el almacén de insumos, si su uso máximo es cada seis meses, se deben colocar en la plataforma pero no cerca al sitio de trabajo y por último si su frecuencia es diaria, las herramientas se deben llevar o ubicarlas muy cerca del puesto de trabajo). Esta clasificación se puede realizar por medio de la asignación de tarjetas rojas a los elementos de menor uso, estas tarjetas pueden contener el nombre del elemento, la razón, el periodo de retención y la ubicación posterior, entre otros.
2. Estantes desocupados: Mientras se evalúa qué sistema de almacenamiento es el más conveniente para la empresa, destinar un uso adecuado de almacenaje



al prototipo numero uno o utilizarse en el proceso de pintado de cilindros etc. Evitando que este obstaculice la zona de almacenamiento.

3. Condiciones del piso: Realizar un mantenimiento general en las láminas de caucho procesado que cubre el piso de la plataforma, estirando las zonas donde se presentan ondulaciones, y eliminado los resaltos metálicos, que se encuentran cerca de la batería numero 4.
4. Asignar para los compartimientos que se encuentran en la zona de drenado, un lugar específico por tipo de herramienta y por frecuencia de uso, indicando en cada cajón por medio de tarjetas de diferentes colores qué se debe depositar y por ende encontrar en cada uno de ellos.
5. Asignar una zona específica para el almacenamiento provisional de los cilindros universales, señalando y sensibilizando el fin de esta zona para que se le de el uso correspondiente y evitar obstaculizaciones en la zona de llenado, mientras se da el proceso de transición a cilindros de marca en la empresa.

#### **3.4 PROPUESTAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL DESPILFARRO:**

1. Establecer una estrategia con inventarios, realizando un análisis costo/beneficio de manera que en tiempos de inactividad los operadores completen la cantidad necesaria para abastecer la demanda y a su vez que los vehículos al llegar a plataforma se despachen inmediatamente. Esta propuesta se contemplara en el desarrollo de este proyecto
2. Agilizar los procesos de mantenimiento correctivo para la báscula veintiuno de manera que se recupere el porcentaje de productividad perdido por esta falla.



## 4. ANÁLISIS DE CAPACIDAD

En este capítulo se determinará la capacidad instalada de la empresa Gasán S.A. basada en el estudio de tiempos realizado para cada una de las operaciones involucradas con el proceso de envasado. A su vez se analizará la capacidad utilizada que actualmente presenta la planta y se contrastará con la capacidad instalada para determinar el porcentaje de utilización de la misma.

### 4.1 ESTUDIO DE TIEMPOS

El objetivo del estudio de tiempos es determinar tan exactamente como sea posible el tiempo requerido para que una persona realice una determinada operación<sup>16</sup>

Este tiempo establecido es utilizado en diferentes aspectos de una empresa, de las cuales es importante mencionar<sup>17</sup>:

- Programar el trabajo y asignar la capacidad.
- Proporcionar la base de un objetivo con el fin de motivar a los trabajadores y medir su desempeño.
- Licitar y obtener nuevos contratos y evaluar el desempeño de los anteriores.
- Proporcionar puntos de comparación para el mejoramiento.

- **Tiempos por cronómetro**

El estudio de tiempos con cronómetro fue concebido en 1880 por Frederick W. Taylor y fue la primera técnica utilizada para establecer estándares de tiempo de ingeniería<sup>18</sup>.

---

<sup>16</sup> VAUGH, R.C. Introducción a la ingeniería industrial. Editorial Reverté, s.a. Pg 401

<sup>17</sup> CHASE, Richard. AQUILANO, Nicolás. JACOBS, Robert. Administración de Producción y Operaciones. santa Fe de Bogotá: 2001.Pg 150

Estos estándares son determinados a través de un registro de tiempos de ciclo de una actividad, estableciendo como ciclo la sucesión completa de acciones necesarias para ejecutar una tarea y durante la cual se obtiene una unidad de producción, aunque se debe aclarar que una unidad de producción no siempre es una unidad de producto ya que es posible que en un ciclo se produzcan varias piezas a la vez.

Según la norma de terminología de la ingeniería industrial ANSI Z94.12, “si la tarea es lo suficientemente larga se dividirá en elementos de trabajo más cortos y relativamente más homogéneos, cada uno de los cuales se trata por separado así como en combinación de los demás.”

Para la determinación del número de ciclos a registrar, se debe tener en cuenta la cantidad de datos tomados en la muestra, puesto que eso definirá el tipo de distribución que presenta la variable, ya sea normal (30 o más datos) o t-student (menor a 30 datos). Igualmente se debe tener en cuenta el grado de variación que presenten los tiempos de ciclo, la precisión que se exija a la estimación y el nivel de confianza que se establezca en el estudio.

Una de las formas para determinar el tamaño de la muestra es por medio de la siguiente fórmula estadística para muestreo de datos, con una muestra de ocho (8) a quince (15) ciclos:<sup>19</sup>

$$N = \frac{(s * t_{\alpha/2, n-1})^2}{e^2}$$

---

<sup>18</sup> MEYERS, Fred. Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil. Editorial Pearson educación. Pg. 134

<sup>19</sup> ORTIZ, Néstor Raúl. Análisis y Mejoramiento de los procesos de la empresa. Publicaciones UIS. Pg. 152

En donde:

**N:** es el número de observaciones a tomar para el cálculo del tiempo de ciclo.

**S:** es la desviación estándar obtenida en la muestra.

**T:** es el valor obtenido en la tabla para la distribución t-student al nivel de confianza fijado.

**e:** representa el margen de error asignado en unidades de tiempo (segundos o minutos)

- **Valoración:** Se entiende como valoración al índice de desempeño o medida de rapidez con que el operador realiza una actividad. Este proceso es importante para el estudio de tiempos, puesto que el hecho de elegir un operador promedio (trabajador capacitado, interesado en su labor, con un método estándar de trabajo), no indica que éste siempre trabaje al mismo ritmo. Puede que en ocasiones su ritmo de trabajo sea mayor al normal o lo contrario, y esto altere la regularidad del estudio estableciendo tiempos lejanos a la realidad.

**Tiempo normal:** Es el tiempo observado de un ciclo de trabajo por un factor de corrección o índice de desempeño, que se califica según la rapidez con que se realiza la labor:

$$TN = TO * V$$

En donde:

TN: Tiempo normalizado

TO: Tiempo observado por el analista

V: Valoración



### **Determinación del tiempo tipo**

Para la determinación del tiempo tipo, se deben establecer ciertos suplementos por descanso y necesidades personales. Este porcentaje incrementa el tiempo normalizado promedio, buscando que el operario se recupere de los efectos fisiológicos y psicológicos causados por la ejecución del trabajo bajo determinadas condiciones de su entorno, obteniendo de esta manera un valor “más real” del tiempo empleado por una persona para realizar una operación.

En la siguiente tabla se presentan los suplementos por descanso y necesidades personales establecidos por la OIT.

**Tabla 9. Suplementos de la OIT**

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES		Hombres	Mujeres			Hombres	Mujeres
<b>A. Suplemento por necesidades personales</b>		5	7				
<b>B. Suplemento base por fatiga</b>		4	4				
2. SUPLEMENTOS VARIABLES							
<b>A. Suplemento por trabajar de pie</b>		2	4	4			45
<b>B. Suplemento por postura anormal</b>				2			100
Ligeramente incómoda		0	1	<b>F. Concentración intensa</b>			
incómoda (inclinado)		2	3	Trabajos de cierta precisión		0	0
Muy incómoda (echado, estirado)		7	7	Trabajos precisos o fatigosos		2	2
<b>C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)</b>				Trabajos de gran precisión o muy fatigosos		5	5
Peso levantado [kg]				<b>G. Ruido</b>			
2,5		0	1	Continuo		0	0
5		1	2	Intermitente y fuerte		2	2
10		3	4	Intermitente y muy fuerte		5	5
25		9	20	Estridente y fuerte		5	5
35,5		22	máx	<b>H. Tensión mental</b>			
<b>D. Mala iluminación</b>				Proceso bastante complejo		1	1
Ligeramente por debajo de la potencia calculada		0	0	Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos		4	4
Bastante por debajo		2	2	Muy complejo		8	8
Absolutamente insuficiente		5	5	<b>I. Monotonía</b>			
<b>E. Condiciones atmosféricas</b>				Trabajo algo monótono		0	0
Índice de enfriamiento Kata				Trabajo bastante monótono		1	1
16			0	Trabajo muy monótono		4	4
8			10	<b>J. Tedio</b>			
				Trabajo algo aburrido		0	0
				Trabajo bastante aburrido		2	1
				Trabajo muy aburrido		5	2

Introducción al Estudio del trabajo – segunda edición, OIT.

Fuente: Montt Balmaceda Manuel, principios de derecho internacional la O.I.T ,Editorial jurídica de Chile

## 4.2 DOCUMENTACIÓN ESTUDIO DE TIEMPOS

El estudio de tiempos por cronómetro se estableció como punto de partida en la determinación de la capacidad instalada de la planta. Para esto se fijaron ciertos pasos que se irán describiendo a continuación:

1. **Selección del operador:** para esta selección se tuvo en cuenta la asesoría del supervisor de planta puesto que este conoce de manera precisa el ritmo de trabajo de cada uno de ellos, eligiendo así a Arnulfo Galviz como el operador promedio en este proceso.

### 2. Determinación de la actividad a cronometrar:

Existen tres actividades fundamentales a cronometrar para la determinación de la capacidad del sistema:

- **Tiempo de ciclo:** En este punto debe especificarse que para los cilindros de 15 Kg. se cronometró el tiempo que tarda una batería en sacar una unidad del sistema. Para los cilindros de 45 Kg. se tomó registro del tiempo que demora una batería en sacar la totalidad de unidades que ésta pueda envasar según su capacidad. Puesto que el tiempo de ciclo para una unidad de producción está restringido por la máquina y no por el operador, surge un tiempo de espera de llenado para completar el ciclo anteriormente mencionado. Durante el estudio se observó que el tiempo de ciclo para una batería sin importar el número de máquinas de llenado que se encuentren en ella, es igual al tiempo de operación para una unidad; este tiempo se dividirá en cinco unidades de producto para la cuarta batería y seis unidades para las demás, determinando así el tiempo de ciclo para una unidad en esta referencia.



- **Tiempo de abastecimiento de agua-jabón:** En este tiempo se contempló el desplazamiento desde la batería hasta el lugar de abastecimiento y su regreso, además del tiempo que demora en realizar la actividad. Como la distancia existente entre cada batería y el lugar donde se realiza el aprovisionamiento no es la misma, se registró un estudio de tiempos para cada una de ellas.
- **Tiempo de preparación:** Para la determinación de la capacidad se definió el tiempo de preparación como el tiempo de primera corrida donde el operador realiza las actividades necesarias para que el sistema se normalice. En Gasán S.A. este tiempo está restringido por la duración del llenado de la máquina puesto que el operador, una vez completada la batería con las unidades iniciales, debe esperar a que culmine el trabajo de la máquina donde se encuentra la primera unidad que se introdujo a la batería para retirarla y regular el sistema.

### 3. Descripción de los elementos

Como el tiempo de ciclo para el cilindro de 15 Kg. es corto (ver anexo 1C), la división de éste en elementos dificultaría la toma de tiempos, restándole precisión al estudio. Por lo tanto la valoración y los suplementos se asignan al tiempo total del ciclo.

Al definir el tiempo de ciclo para la referencia de 45 Kg. por batería se estableció el tiempo de operación para una unidad de producto, el cual se dividió en dos elementos:

- **Trabajo del operario:** Esta actividad inicia desde que el operario se desplaza para tomar una unidad, la deposita en la bascula, la instala, programa el llenado, aplica la solución de agua jabón hasta que desconecta la pistola y desplaza el cilindro a la salida de la batería.

- **Trabajo de la máquina:** Empieza desde que ésta es programada, hasta que ha culminado el llenado del cilindro. Durante este tiempo el operador instala las unidades en las máquinas de llenado restantes y espera que el proceso en la primera haya finalizado.

4. **Determinación de número de ciclos a registrarse:** Para la obtención del número de observaciones necesarias se tomo una muestra de 8 observaciones para cada referencia y un porcentaje de confiabilidad del 95%. (ver anexo 1)

#### 5. **Selección del sistema de medición y de escala de valoración**

Para el estudio de tiempos se eligió el sistema de medición repetitivo o de vuelta a cero puesto que da mayor precisión a los datos registrados. La escala de valoración porcentual fue seleccionada para la normalización de los datos observados; para los tiempos de trabajo de la máquina se asignó una valoración del 100 %, asumiendo que las máquinas trabajan a un ritmo estable en situaciones normales de presión y temperatura.

#### 6. **Diseño del formato de registro de datos**

Para el registro de tiempos se diseñó el siguiente formato que incluye el tiempo observado en la operación, la valoración que se le da al envasador según la velocidad en que realice la operación y por último el tiempo normalizado de cada ciclo de estudio.

Tabla 10. Diseño del formato de registro de datos

<b>Formato De Observación De Estudio De Tiempos Por Cronometro</b>			
<b>Fecha:</b>		<b>Operación:</b>	<b>Hora de inicio:</b>
<b>Nombre del analista:</b>		<b>Operador:</b>	<b>Hora fin:</b>
<b>CICLO</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>TIEMPO OBSERVADO</b>	<b>TIEMPO NORMALIZADO</b>
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
<b>Tiempo normalizado promedio</b>			

Fuente: Autoras del proyecto

### 7. Tiempo normalizado promedio

A continuación se establece el cálculo de los tiempos promedio después de realizar la valoración (ver anexo 1) para los tiempos del operario así como el tiempo que tarda la máquina en la operación de llenado.

Tabla 11. Tiempo normalizado promedio

<b>Actividad</b>	<b>TN Promedio (Seg.)</b>
T. Ciclo unidad ref.15 Kg	20.36
T. Operario ref.45 Kg	43.5
T. Maquina ref.45 Kg.	262.23
T. Aprovevisionamiento agua jabón batería 1	47.1
T. Aprovevisionamiento agua jabón batería 2	54.01
T. Aprovevisionamiento agua jabón batería 3	63.5
T. Aprovevisionamiento agua jabón batería 4	67.38
T. Flujo ref. 15 Kg.	112.09
T. Flujo ref. 45 Kg.	303.59

Fuente: Autoras del proyecto

## 8. Asignación de los suplementos

Para la asignación de los suplementos se tuvo en cuenta la tabla establecida por la OIT de la cual se establecieron los siguientes suplementos para la referencia de 15 Kg.

**Tabla 12. Asignación de los suplementos**

	% de suplementos						
	Constantes	Posición	Postura	Fuerza	Ruido	Monotonía	Total
<b>Ciclo 15 Kg.</b>	<b>9</b>	2	2	5	2	1	21%
<b>Ciclo 45 Kg.</b>	<b>9</b>	2	0	5	2	1	19%
<b>Abastecimiento</b>	<b>9</b>	0	0	0	2	0	11%

Fuente: Autoras del proyecto

## 9. Tiempo estándar

Se debe resaltar que el tiempo estándar de ciclo para una unidad de referencia de 45 Kg cambia para la batería número cuatro, dividiendo el tiempo de ciclo por batería en cinco unidades.

**Tabla 13. Tiempo estándar**

Actividad	TN Promedio (Seg.)	Suplemento %	Tiempo Tipo (Seg.)
T. Ciclo unidad ref. 15Kg.	20.36	21	24.63
T. Operario ref. 45Kg.	43.5	19	51.765
T. Maquina ref. 45Kg.	262.23		262.28
T. Ciclo por batería ref. 45Kg.			314.045
T. Ciclo unidad ref. 45Kg.			52.34
T. Ciclo unidad ref. 45Kg. Batería 4			62.809
T. aprovisionamiento agua jabón batería 1	47.1	11	52.281
T. aprovisionamiento agua jabón batería 2	54.01	11	59.951
T. aprovisionamiento agua jabón batería 3	63.5	11	70.485
T. aprovisionamiento agua jabón batería 4	67.38	11	74.791
T. Flujo ref. 15 Kg.	112.09		112.09
T. Flujo ref. 45 Kg.	303.59		303.59

Fuente: Autoras del proyecto

### 4.3 CAPACIDAD INSTALADA

Para determinar la capacidad productiva de la planta hay que definir la cantidad máxima de output<sup>20</sup>, que el proceso en su conjunto funcionando en base a una utilización ideal de las instalaciones, será capaz de generar por unidad de tiempo.<sup>21</sup>

La capacidad delimita la oferta de la empresa, por lo tanto a la hora de definirla es de suma importancia tener en cuenta la demanda de los mercados que la empresa planea abarcar. De lo contrario pueden presentarse dos situaciones:

1. Capacidad menor a la demanda: Una parte de la demanda queda insatisfecha, pues la empresa por unidad de tiempo no está generando el producto que reclama el mercado, esta situación es perjudicial puesto que además de dejar de recibir ingresos, da lugar a que aumente la competencia y pueda perder posicionamiento en el mercado.
2. Capacidad mayor a la demanda: Cuando se sobredimensiona la capacidad de la empresa, un porcentaje de los recursos termina ocioso. Esta subutilización de los recursos implica asumir mayores costos fijos, una inversión en activos fijos innecesaria, bajar los precios para aumentar sus ventas y por ende la utilización de los recursos, mantener altos volúmenes de inventario, etc.

El término capacidad implica un ritmo alcanzable de producción, sin embargo no dice nada respecto al tiempo que puede sostenerse ese ritmo.

Para esto se contempla el nivel óptimo de operación, que representa el nivel de capacidad para lo cual el proceso fue diseñado y con el cual se minimiza el costo

---

<sup>20</sup> Output: Resultado de la transformación de las materias primas por medio de los factores productivos.

<sup>21</sup> LLERA, Carlos Rodrigo. GANCEDO PRIETO, Antonio. Aspectos estratégicos de la dirección de producción. Editorial Centro de Estudios Ramón Areces. Pgs. 129-157



unitario promedio del volumen de producción. Al comparar el nivel operativo que tiene la empresa en determinado periodo de tiempo con la capacidad de diseño para este mismo periodo, se establece la tasa de utilización de la capacidad, que determina que tan lejos está la empresa de alcanzar su mejor nivel operativo.<sup>22</sup>

Tasa de utilización de la capacidad = Capacidad utilizada / Nivel óptimo de operación

En GASAN S.A. La capacidad de producción está limitada por el proceso misional de la empresa: el envasado de GLP en sus diferentes referencias.

- Recurso disponible:
- GASAN S.A. cuenta para el envasado con veintitrés máquinas de llenado y sus respectivas básculas.
- En cada batería hay un operador de planta, quien es el encargado de realizar el envasado.
- Todos los camiones cuentan con un auxiliar que se encarga de depositar los cilindros desde el camión hasta la batería y viceversa para que el llenado sea continuo, a diferencia del doble troque que por su gran capacidad tiene tres auxiliares para esta función.

### **1. Tiempos:**

Para el cálculo de la capacidad se definió como recurso restrictivo el proceso de llenado que se realiza por medio de las baterías de envasado puesto que este representa el mayor tiempo de procesamiento en el sistema (ver anexo 1). se escogieron del estudio de tiempos las dos referencias más representativas de la empresa (cilindros de 15 y 45 kg.). Aunque el tiempo de ciclo de los cilindros de 18Kg es igual al de 15 kg. no se tuvieron en cuenta para el estudio debido a que la

---

<sup>22</sup> CHASE, Richard B. JACOBS Robert. AQUILANO Nicholas. Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva. Editorial Mc graw hill. Pg. 434

demanda de éste en la planta principal tiende a disminuir por el proceso de siembra<sup>23</sup>. Los cilindros de 35 Kg. tienen una baja rotación debido a la falta de aceptación del mercado. Esta referencia solo es utilizada por una empresa del sector avícola lo cual no tiene relevancia para incluirla en la determinación de la capacidad.

**Tabla 14. Tiempos de ciclo de envasado**

Referencia	Tiempo De Ciclo Por Unidad (Seg.)
Cilindro de 15	24.63
Cilindro de 45 Kg.	52.34
Cilindro de 45 Kg. Batería # 4	62.809

**Fuente: Autoras del proyecto**

**Tabla 15. Tiempos de flujo por referencia**

Referencia	Tiempo De Flujo (Seg.)
Cilindro de 15	112.09
Cilindro de 45 Kg.	303.59

**Fuente: Autoras del proyecto**

**Tabla 16. Tiempos de desplazamiento y aprovisionamiento solución agua-jabón (Seg.)**

Batería 1	Batería 2	Batería 3	Batería 4
52,281	59,951	70,485	74,791

**Fuente: Autoras del proyecto**

Consideraciones para el cálculo de capacidad instalada:

- GASAN S.A dispone de una jornada laboral de ocho (8) horas al día. Los días de trabajo semanal son de lunes a sábado.

<sup>23</sup> Es el cambio de cilindro que anteriormente se utilizaba en el mercado por uno remarcado con su nombre.



- Para cumplir con la demanda requerida diariamente, la jornada de trabajo se extiende generalmente hasta las ocho de la noche, incurriendo en horas extras diurnas. Igualmente deben trabajar el último domingo de cada mes y los festivos en donde el horario para este, es hasta las dos de la tarde.
- La jornada laboral tiene un descanso de 30 minutos que empieza a las nueve de la mañana. Para el almuerzo se asigna una hora donde los operarios se turnan de dos en dos para ir a almorzar de modo que no se acumule trabajo en las cuatro baterías. A demás de esto puesto que deben trabajar mas de ocho horas diarias se asigna un descanso de quince minutos a partir de las 5 p.m.
- La jornada laboral de los operarios de plataforma empieza a las siete (7) de la mañana y los operarios llegan antes de la hora establecida para comenzar sus labores puntualmente.
- Para cumplir con la demanda requerida diariamente, la jornada de trabajo se extiende generalmente hasta las ocho de la noche, incurriendo en horas extras diurnas.
- La jornada laboral tiene un descanso de 30 minutos que empieza a las nueve de la mañana. Para el almuerzo se asigna una hora donde los operarios se turnan de dos en dos para ir a almorzar de modo que no se acumule trabajo en las cuatro baterías.
- El tiempo para el aseo general de la plataforma se realiza en las horas libres de los operarios o terminada la jornada laboral.
- Los días lunes los operarios entran a las cinco (5) a.m. excepto los lunes posteriores al último domingo de cada mes, donde el horario de entrada corresponde al horario normal.



- Los operarios deben suspender el envasado cada 158 cilindros indiferentemente de la referencia, para reaprovisionar su recipiente con solución agua–jabón y realizar la inspección de fugas para el control de calidad.
- La ubicación de la provisión de agua jabón se encuentra junto a la batería número uno y el operario que se encuentre en esta batería (Dado que estos rotan de puesto semanalmente) debe llenar el balde 2 veces diarias. Los operarios de las otras baterías deben desplazarse hasta el lugar de aprovisionamiento aumentando los tiempos de desplazamiento por batería, a medida que esta se aleja.

Al tiempo de la jornada laboral se le debe sustraer el periodo de descanso establecido, además del tiempo de preparación y el tiempo que gasta el operario en aprovisionarse de la solución agua-jabón para poder determinar la capacidad del sistema.

Para determinar la capacidad instalada, primero se estableció:

- **Tiempo Laboral (TL):** Este tiempo es el punto de partida al definir las tres situaciones que fueron planteadas durante el proyecto. No varía para ninguna situación puesto que resulta de restarle a la jornada laboral el tiempo de descanso y determinar el tiempo disponible con el que realmente cuentan los operarios para su labor.
- **Tiempo disponible inicial (TDI):** Este tiempo surge de sustraer al tiempo laboral determinado anteriormente, el tiempo de preparación planteado según la referencia establecida para cada situación.
- **Tiempo de aprovisionamiento:** En la determinación del tiempo de aprovisionamiento para cada situación, primero se establece la frecuencia en la

que un operario debe abastecerse de la solución en una jornada laboral. Para esto se tomó el tiempo disponible inicial y se dividió entre el tiempo de ciclo correspondiente a la referencia seleccionada por situación, obteniendo de esta manera un estimado de las unidades a envasar por día. Este valor se dividió entre 158 puesto que un recipiente de un litro de agua jabón alcanza para este número de cilindros. Una vez determinada la frecuencia que debe ir el operario para abastecerse de la solución, se multiplica el tiempo que demora en realizar esta operación según la batería determinando así el tiempo total que abarca esta operación por jornada.

- **Tiempo disponible neto (TDN):** Es el resultado de restarle al tiempo de la jornada laboral el descanso establecido, el tiempo de la primera corrida para cada referencia y los tiempos de aprovisionamiento de agua jabón según la batería. Cabe resaltar que este último varía en cada situación puesto que la frecuencia de abastecimiento depende de la referencia contemplada.

A continuación se presenta tres situaciones para establecer la capacidad instalada, funcionando a su mejor nivel operativo.

4.3.1 Situación uno. Se establecerá la capacidad instalada del sistema asumiendo que solo se envasa cilindros de 15 Kg. Para esta situación se contempla preparación de la referencia mencionada y los correspondientes tiempos de reaprovisionamiento de solución agua-jabón.

**Tabla 17. Tiempo disponible inicial situación 1**

	<b>Tiempo (Seg)</b>
<b>Jornada laboral</b>	28800
- <b>Descanso</b>	1800
<b>Tiempo laboral</b>	27000
- <b>Tiempo de flujo</b>	112.09
<b>Tiempo disponible inicial</b>	26887.91

Fuente: Autoras del proyecto

Al tiempo disponible (TDI) se le debe restar el tiempo que demora un operador en reaprovisionar el envase de la solución durante la jornada laboral, sin embargo este tiempo depende de las unidades envasadas diariamente. Por esto se planteó la siguiente fórmula que permite determinar las unidades que es capaz de producir el sistema teniendo en cuenta la variable mencionada:

$$X_{15} * T_{C_{15Kg}} = TDI - \underbrace{\left[ \frac{X_{15Kg}}{FR_i} * TR_i \right]}$$

Tiempo total de reabastecimiento de agua-jabón

Donde:

$X_{15Kg}$ : Unidades a envasar para la referencia de 15 Kg

$T_{C_{15Kg}}$ : Tiempo de ciclo para la referencia 15 Kg

$TDI$ : Tiempo disponible inicial

$FR_i$ : Frecuencia de reaprovisionamiento de agua-jabón para la batería "i".

$TR_i$ : Tiempo de reaprovisionamiento de agua-jabón para la batería "i"

Como se mencionó en el capítulo anterior, el tiempo que tarda un operario en reaprovisionarse de la solución agua-jabón varía según la batería puesto que éste es proporcional a la distancia, de manera que la cantidad de unidades a envasar se determinó para cada una de las baterías y con esto se estableció la capacidad total del sistema.

**Tabla 18. Capacidad instalada situación 1**

Situación # 1	Batería 1	Batería 2	Batería 3	Batería 4
Capacidad diaria	1104	1108,75	1111,81	1113,06
Capacidad Total Diaria	<b>4437</b>			

Fuente: Autoras del proyecto

4.3.2 Situación dos. Para esta situación se asume el llenado exclusivamente para los cilindros de 45 Kg. con sus respectivos tiempos de flujo para la primera corrida y el aprovisionamiento de solución de agua-jabón.

Se debe tener en cuenta que para el cálculo de la capacidad en esta situación se contempla una tasa de producción menor en la batería número cuatro, debido a que solo cuenta con 5 básculas de llenado

**Tabla 19. Tiempo disponible situación dos**

	Tiempo (Seg)
Jornada laboral	28800
- Descanso	1800
Tiempo laboral	27000
- Tiempo de flujo	303.59
Tiempo disponible inicial	26696.41

**Fuente: Autoras del proyecto**

Al igual que en la situación anterior se determina la capacidad para cada una de las baterías y luego la capacidad total del sistema.

$$X_{45Kg} * T_{C_{45Kg}} = TDI - \left[ \frac{X_{45Kg}}{FR_i} * TR_i \right]$$

Donde:

$X_{45Kg}$ : Unidades a envasar para la referencia de 45 Kg

$T_{C_{45Kg}}$ : Tiempo de ciclo para la referencia de 45 Kg.

$TDI$ : Tiempo disponible inicial

$FR_i$ : Frecuencia de reaprovisionamiento de agua-jabón para la batería "i".

$TR_i$ : Tiempo de reaprovisionamiento de agua-jabón para la batería "i".

**Tabla 20. Capacidad instalada diaria situación dos**

Situación # 2	Batería 1	Batería 2	Batería 3	Batería 4
Capacidad diaria	513,33	513,78	505,67	428.26
Capacidad Total diaria	<b>1961</b>			

**Fuente: Autoras del proyecto**

4.3.3 Situación tres. En este caso se realizó una combinación de la producción de las dos referencias, tomando como punto de partida el comportamiento de la demanda desde junio de 2007 hasta junio de 2009. Observando los datos de la demanda se estableció que el 79.05% corresponde a las referencias de 15 y 18 Kg. El porcentaje restante (20.95%) hace parte de las ventas de la referencia de 45Kg. Al igual que en las situaciones anteriores se determinó la capacidad para cada una de las baterías, con la particularidad que se determinó dividir la capacidad diaria en base a los porcentajes anteriormente establecidos, teniendo en cuenta las siguientes restricciones:

1. El 79,05% del total producido diariamente debe ser igual a la cantidad producida por día de la referencia de 15 Kg.
2. La sumatoria de los tiempos totales de producción de cada referencia será igual al tiempo disponible inicial menos el tiempo de reaprovisionamiento de agua-jabón diario según la cantidad total de unidad a envasar.

$$(1) \quad 0,7905 * (X_{15Kg} + X_{45Kg}) = X_{15}$$

$$(2) \quad X_{15} * Tc_{15Kg} + X_{45Kg} * Tc_{45Kg} = TDI - \left[ \frac{X_{15Kg} + X_{45Kg}}{FR_i} * TR_i \right]$$

Donde:

$X_{15Kg}$ : Unidades a envasar para la referencia de 15 Kg

$X_{45\text{ Kg}}$ : Unidades a envasar para la referencia de 45 Kg

$TC_{15\text{Kg}}$ : Tiempo de ciclo para la referencia 15 Kg.

$TC_{45\text{Kg}}$ : Tiempo de ciclo para la referencia de 45 Kg.

$TDI$ : Tiempo disponible inicial

$FR_i$ : Frecuencia de reaprovisionamiento de agua-jabón para la batería "i".

$TR_i$ : Tiempo de reaprovisionamiento de agua-jabón para la batería "i".

Se debe resaltar que en la batería número cuatro el tiempo de ciclo cambia para la referencia de 45 Kg como se ha venido mencionando durante el presente capítulo. El tiempo disponible para la realización de estas referencias en cada batería es:

**Tabla 21. Tiempo disponible inicial situación 3**

	Tiempo (Seg.)
Jornada laboral	28800
- Descanso	1800
Tiempo laboral	27000
- Tiempo de flujo cil. 45Kg.	303.59
- Tiempo de flujo cil. 15Kg.	112.09
Tiempo disponible inicial	26584.32

Fuente: Autoras del proyecto

**Tabla 22. Capacidad instalada diaria situación 3**

Situación # 3	Batería 1	Batería 2	Batería 3	Batería 4	Total
Capacidad ref 15 Kg(unidades)	683	682	680	635	<b>2680</b>
Capacidad ref 45 Kg(unidades)	181	181	180	168	<b>710</b>

Fuente: Autoras del proyecto

**Tabla 23. Resumen de capacidad instalada para las tres situaciones planteadas**

	<b>15 Kg</b>	<b>45 Kg</b>
Situación 1	4437	
Situación 2		1961
Situación 3	2680	710

Fuente: Autoras del proyecto

#### **4.4 CAPACIDAD UTILIZADA**

Para la determinación de la capacidad utilizada de la planta se llevo un registro durante mes y medio de la cantidad de unidades por referencia producidas hasta el momento de culminar las ocho horas de jornada laboral. A continuación se presenta la tabla con los datos registrados y la cantidad determinada según estos:

**Tabla 24. Tasa de utilización**

<b>Fecha</b>	<b>Ref 15 kg</b>	<b>Ref 45 kg</b>
09/07/2009	2419	553
10/07/2009	2451	471
13/07/2009	1637	571
14/07/2009	1730	510
16/07/2009	1550	439
17/07/2009	1597	296
21/07/2009	1305	504
22/07/2009	947	288
23/07/2009	1415	233
24/07/2009	1483	357
27/07/2009	984	325
28/07/2009	1038	498
29/07/2009	1769	420

Fecha	Ref 15 kg	Ref 45 kg
30/07/2009	1476	406
31/07/2009	1180	364
03/08/2009	1998	536
04/08/2009	1589	602
05/08/2009	1768	484
06/08/2009	1395	415
10/08/2009	2119	564
11/08/2009	1441	511
13/08/2009	1736	505
14/08/2009	1680	246
18/08/2009	1093	524
19/08/2009	698	102
PROMEDIO	1539,92	428,96

Fuente: Autoras del proyecto

Con este dato se determinó el nivel de utilización del llenado pues es el proceso que implica mayor tiempo de procesamiento:

$$Tasa\ de\ utilización = \frac{Capacidad\ utilizada}{Mejor\ Nivel\ operativo}$$

	15kg	45kg	Total
Capacidad utilizada	1539,92	428,96	1969
Capacidad instalada	2680	710	3390
Tasa de utilización			0,581

Fuente: Autoras del proyecto

El porcentaje de utilización hallado anteriormente del 58.1%, refleja que los recursos no están siendo usados eficientemente. Este resultado es coherente con la situación actual de la empresa, dado que el sistema productivo que maneja se restringe a la llegada de los vehículos, dando lugar a tiempos inactivos.

## 5. GESTIÓN DE INVENTARIOS

Este capítulo inicia con un análisis de demanda, la cual será evaluada a través de varios métodos predictivos con el fin de estimar los comportamientos futuros que esta presenta. Se replanteará el sistema productivo con el que actualmente trabaja la empresa de tal modo que por medio de un sistema de inventarios pueda nivelar su capacidad productiva. A partir de esto se evaluará la pertinencia de los modelos teóricos de inventarios que mejor se ajusten a los parámetros presentados por la planta productiva.

Cabe resaltar la utilización de la herramienta de simulación Promodel durante el desarrollo del capítulo para la validación de modelos analíticos planteados en el proyecto.

Seguidamente del establecimiento del nivel de inventario a manejar, se planteará el sistema de almacenamiento más adecuado para cada una de las referencias, finalizando con la evaluación de las diferentes propuestas generadas para un mejoramiento continuo.

### 5.1 PRONÓSTICOS

Los pronósticos son métodos mediante los cuales se intenta conocer el comportamiento futuro de alguna variable con algún grado de certeza.<sup>24</sup> Estos se pueden clasificar en cuatro tipos básicos: cualitativos, análisis de series de tiempo o cuantitativos, relaciones causales y simulación.

---

<sup>24</sup> Tomado de: [www.elprisma.com](http://www.elprisma.com)

Las técnicas cualitativas son de carácter subjetivo y se basan en estimaciones y opiniones. El análisis de series de tiempo se basa en la idea de que se pueden usar los datos relacionados con la demanda del pasado para realizar pronósticos. Los pronósticos causales suponen que la demanda esta relacionada con uno o más factores del ambiente. Por último los modelos de simulación permiten al pronosticador recorrer una gama de suposiciones sobre la condición del pronóstico.

Los modelos de pronósticos más utilizados son los modelos cuantitativos debido a la facilidad de consecución de datos y exactitud que proporcionan en su predicción.

### **Modelos comunes para pronósticos cuantitativos**

- **Promedio Móvil Simple:** Se promedia un periodo que contiene varios puntos de datos, dividiendo la suma de los valores de los puntos entre el número de puntos. Así, cada punto tiene la misma influencia.
- **Promedio Móvil Ponderado:** La diferencia entre este modelo y el e promedio móvil simple es que permite otorgar pesos porcentuales a los valores dependiendo de su relevancia.
- **Suavización Exponencial:** Este modelo le da mayor importancia a los puntos de datos más recientes, este peso se reduce exponencialmente cuantos más antiguos son los datos.
- **Análisis de Regresiones:** Ajusta una línea recta a datos pasados, por lo general relacionando el valor del dato con el tiempo. El método de ajuste más común es el de mínimos cuadrados.

- **Serie de Tiempo de Shiskin:** Eficaz para descomponer una serie de tiempo en estacionalidad, tendencia e irregulares. Requiere por lo menos tres años de datos históricos. Muy bueno para identificar puntos de cambio, por ejemplo, en ventas de una compañía.
- **Proyección de Tendencias** Ajusta una línea de tendencia matemática a puntos de datos y la proyecta hacia el futuro.

5.1.1 Pronósticos de la demanda en GASAN S.A. El planteamiento de los pronósticos de demanda en la empresa sirve como punto de partida para establecer el modelo de inventarios puesto que el permite conocer el comportamiento de la demanda a través del tiempo y proyectarlo al futuro.

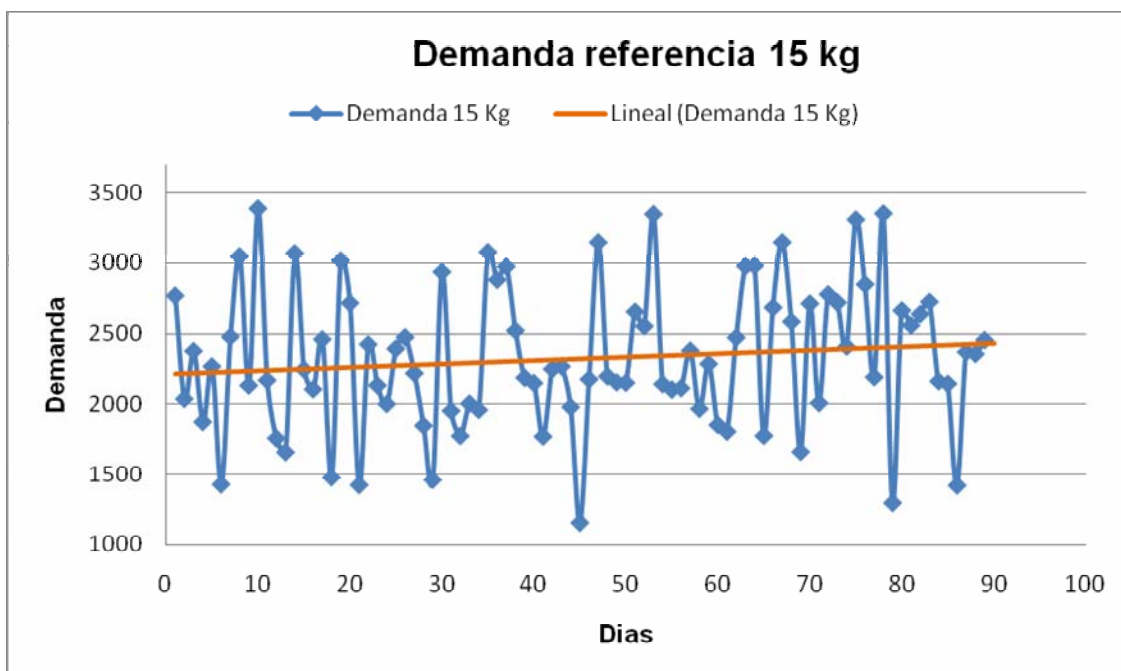
Para el desarrollo de los modelos de pronósticos se tomaron datos históricos de la demanda diaria correspondiente a los tres tipos de producto que maneja la empresa (ver descripción del producto capítulo 1) a partir de junio de 2009 hasta septiembre del mismo año, los cuales fueron suministrados por el sistema de contabilidad de la empresa (CG1) y los informes de envasado del departamento de operaciones.

Estos pronósticos servirán como base para la determinación de la demanda que se utilizará en el establecimiento de la política de inventario necesaria para la propuesta de mejoramiento de procesos planteada por las autoras del proyecto.

Para la determinación de los pronósticos de la demanda para cada producto, se determinó utilizar técnicas cuantitativas o series de tiempo puesto que son las que mejor se ajustan a la predicción basada en datos históricos.

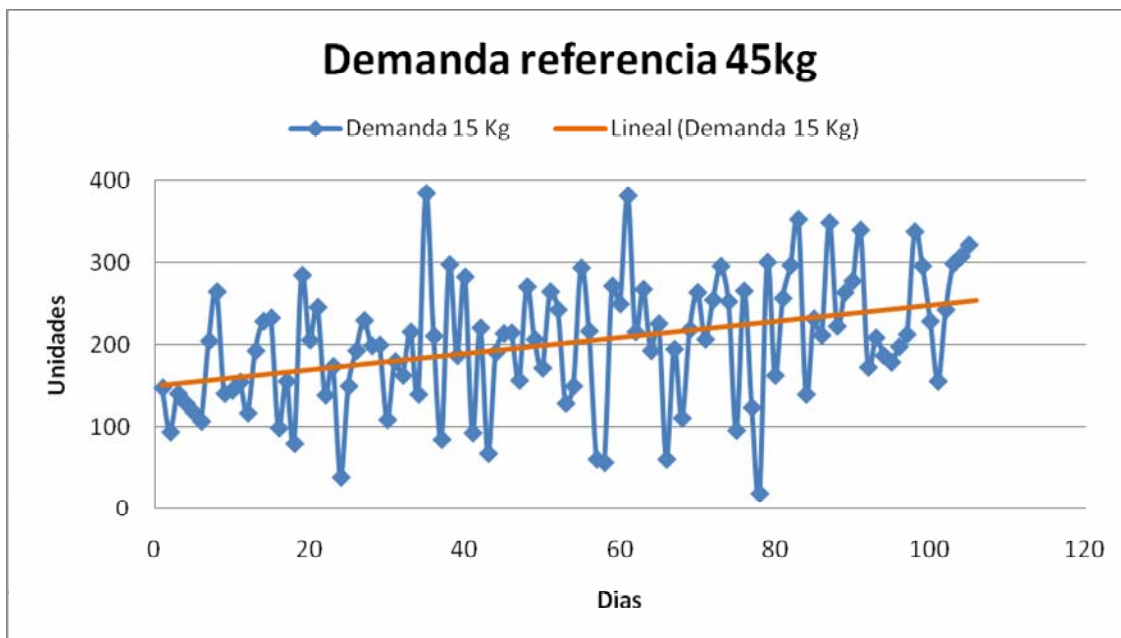
Para seleccionar el tipo de pronósticos a utilizar, se analizó en primera instancia el comportamiento de los datos de cada producto teniendo en cuenta la tendencia, estacionalidad o ciclo que presentó cada una de ellas.

Figura. 24. Demanda referencia 15 Kg



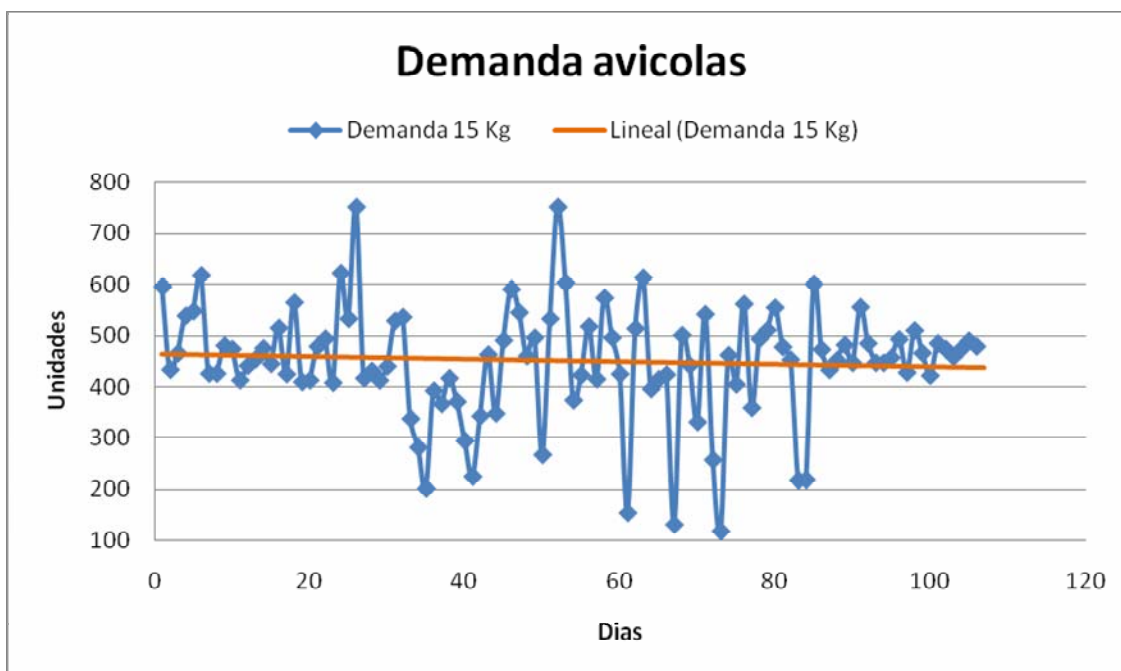
Fuente : Autoras de proyecto

Figura 25. Demanda de cilindros referencia 45kg



Fuente: Autoras de proyecto

Figura 26. Demanda de cilindros referencia 45kg



Fuente : Autoras de proyecto

Los datos de la demanda tanto para el cilindro de 15 Kg. como para el de 45 Kg. presentaron tendencia positiva. Por el contrario la demanda de los cilindros para las avícolas presentó tendencia negativa. Dado que los datos muestran tendencia lineal, se seleccionaron los siguientes modelos de pronósticos: Media móvil con tendencia, alisado exponencial doble y exponencial aminorado con tendencia.

**Media móvil con tendencia:** Este modelo calcula las medias móviles según el periodo n de tiempo establecido ajustando estos datos a una recta de regresión que determinará el valor futuro de la variable.

Para este modelo se eligieron dos periodos de tiempo (n=3 y n=5) los cuales se desarrollaron en la siguiente fórmula:

$$F_t = \overline{MM} + \frac{Cov(MM,t)}{Var(t)} * (t - \bar{t})$$

Donde:

$\overline{MM}$  = media de las medias móviles

$Cov(MM,t)$  = Covarianza entre las medias móviles y los tiempos utilizados

$Var(t)$  = Varianza de los tiempos utilizados

$\bar{t}$  = Valor medio del rango de tiempo utilizado

**Alisado exponencial doble:** Consiste en aplicar a los datos históricos dos ajustes según la constante de suavización elegida ( $\alpha$ ), uno a los datos originales y el segundo a los resultados del primer alisado.

Para este modelo se eligieron dos constantes  $\alpha=0.3$  y  $\alpha=0.5$ , los cuales se desarrollaron en las siguientes fórmulas que se utilizan para determinar los parámetros  $b0_t$  y  $b1_t$  que contiene la ecuación de predicción:

$$Z_t = \alpha * y_t + (1 - \alpha) * Z_{t-1}$$

$$\hat{y}_t = \alpha * Z_t + (1 - \alpha) * \hat{y}_{t-1}$$

El pronóstico se calcula mediante la ecuación de la recta descrita a continuación:

$$\hat{y}_{t+h} = b0_t + b1_t * h$$

Siendo,

$$b0_t = 2 * (Z_t - \hat{y}_t)$$

$$b1_t = \frac{\alpha}{1 - \alpha} * (Z_t - \hat{y}_t)$$

El método se inicia asignado a  $Z_0$  y  $\hat{y}_0$  el dato inicial de la demanda ( $y_0$ )

**Exponencial aminorado con tendencia:** Este modelo consiste en la disminución de  $(1 - \alpha)$  por cada incremento de los datos de la demanda pasada. Para esto se definen dos constantes de atenuación alfa ( $\alpha$ ) y beta ( $\beta$ ); la primera controla la velocidad de reacción ante las diferencias entre los pronósticos y la demanda real por ende a mayor alfa ( $\alpha$ ), mayor ajuste tendrán los pronósticos a la realidad y la segunda disminuye el error presentado en la primera.<sup>25</sup>

$$\begin{aligned}FIT_t &= F_t + T_t \\FT_t &= FIT_{t-1} + \alpha (A_{t-1} - FIT_{t-1}) \\T_t &= T_{t-1} + \beta (FT_t - FIT_{t-1})\end{aligned}$$

$F_t$  = Pronóstico aminorado exponencialmente para el periodo t

$T_t$  = Tendencia aminorada exponencialmente para el periodo t

$FIT_t$  = Pronóstico que incluye la tendencia para el periodo t

$FIT_{t-1}$  = Pronostico que incluye la tendencia para el periodo pasado

$A_{t-1}$  = Demanda real para el periodo pasado

$\alpha$  = constante de atenuación

$\beta$  = constante de atenuación

5.1.2 Elección del modelo de pronóstico para cada tipo de producto. Una vez establecido los tipos de pronósticos a contrastar, se procedió a la evaluación de los modelos y la selección del más adecuado para cada uno de los productos manejados por la empresa. Para esta discriminación, se tuvieron en cuenta dos parámetros: el MAD (Desviación media absoluta) y la desviación estándar de la relación entre el valor real y el pronosticado.

---

<sup>25</sup> Chase B. Richard. Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva. Ed. Mc Graw Hill. 10ª edición. Pág. 534.

Se crearon hojas de Excel con el cálculo de los diferentes modelos, las cuales quedaran a disposición de la empresa para la actualización de estos. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 25. Errores de los modelos para cilindro 15Kg.**

Cilindro 15 Kg.	Mad	
Media móvil con tendencia	n=3 398.118	n=5 398.124
	$\alpha=0.3$	$\alpha=0.5$
Alisado exponencial doble	519.382	591.626
Exponencial aminorado con tendencia.	$\alpha=0.2,$ $\beta=0.3$ 505.725	$\alpha=0.3,$ $\beta=0.5$ 547.625

Fuente: Autoras del proyecto

**Tabla 26. Errores de los modelos para cilindro 45Kg**

Cilindro 45 Kg.	Mad	
Media móvil con tendencia	n=3 56.324	n=5 56.623
	$\alpha=0.3$	$\alpha=0.5$
Alisado exponencial doble	71.541	81.333
Exponencial aminorado con tendencia.	$\alpha=0.2,$ $\beta=0.3$ 65.822	$\alpha=0.3,$ $\beta=0.5$ 78.146

Fuente: Autoras del proyecto

**Tabla 27. Errores de los modelos para cilindro avícolas**

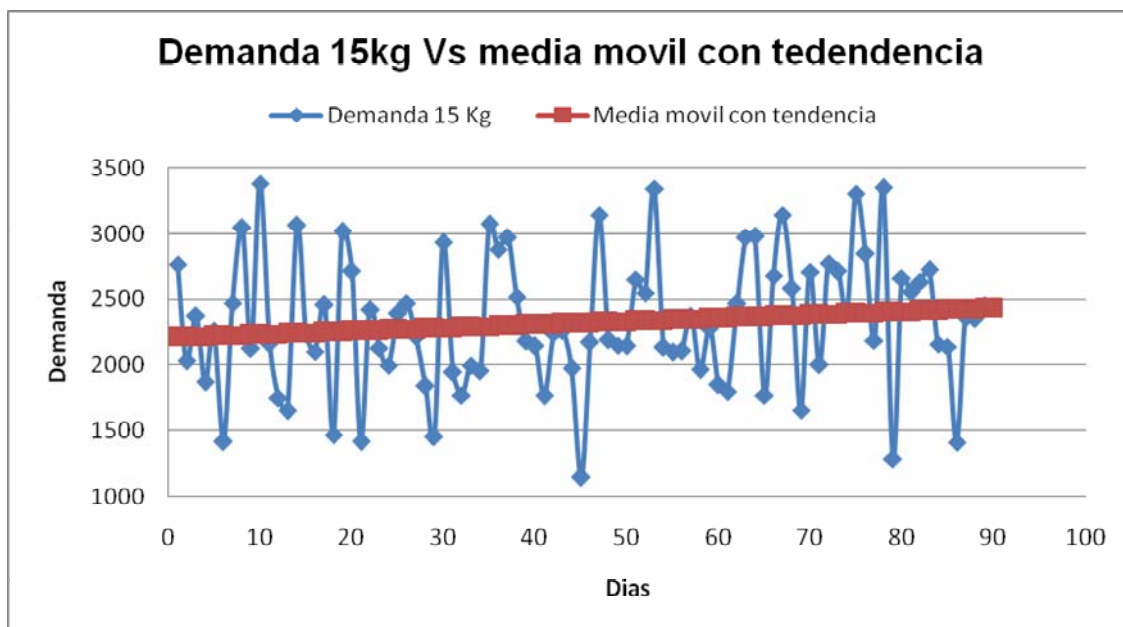
Cilindro Avícolas	Mad	
Media Móvil Con Tendencia	N=3 81.962	N=5 81.726
Alisado exponencial doble	$\alpha=0.3$ 99.608	$\alpha=0.5$ 109.778
Exponencial aminorado con tendencia.	$\alpha=0.2,$ $\beta=0.3$ 232.642	$\alpha=0.3,$ $\beta=0.5$ 109.197

**Fuente: Autoras del proyecto**

Según los resultados obtenidos se seleccionó la media móvil con tendencia para predecir la demanda de los tres productos, con un periodo de 3, 3 y 5 días para las referencias de 15 kg, 45 kg y avícolas respectivamente

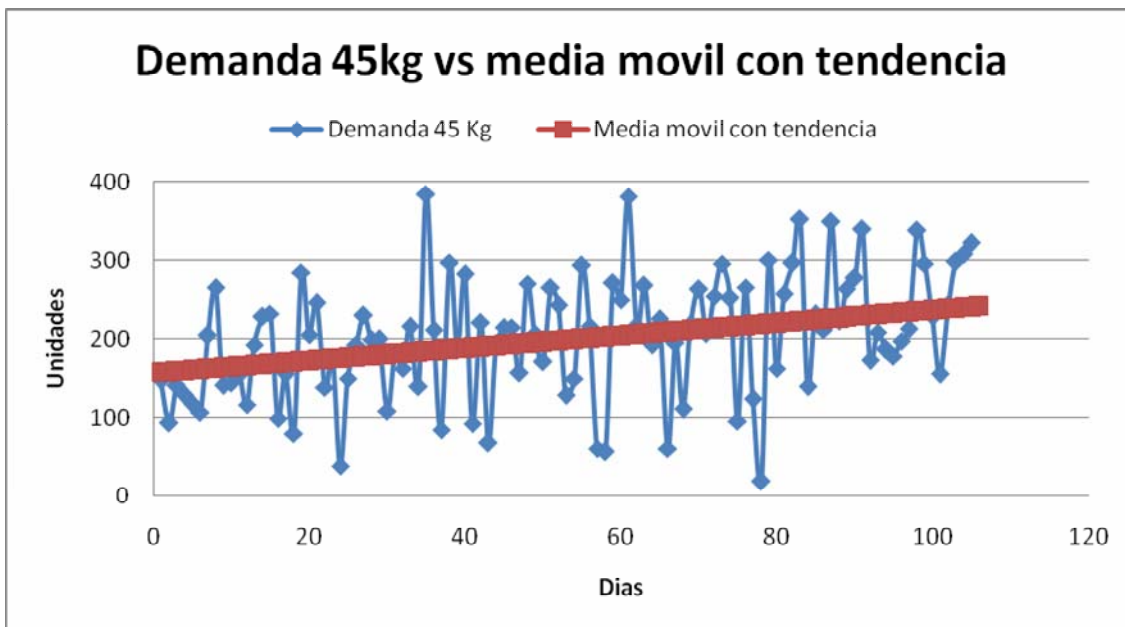
A continuación se muestran las Gráficas del pronóstico seleccionado para cada uno de los productos y una tabla resumen con el resultado de las predicciones, las tablas con el desarrollo de los modelos seleccionados se muestran (ver anexo 2).

**Figura 27. Comportamiento de la Media M. con tendencia referencia 15kg**



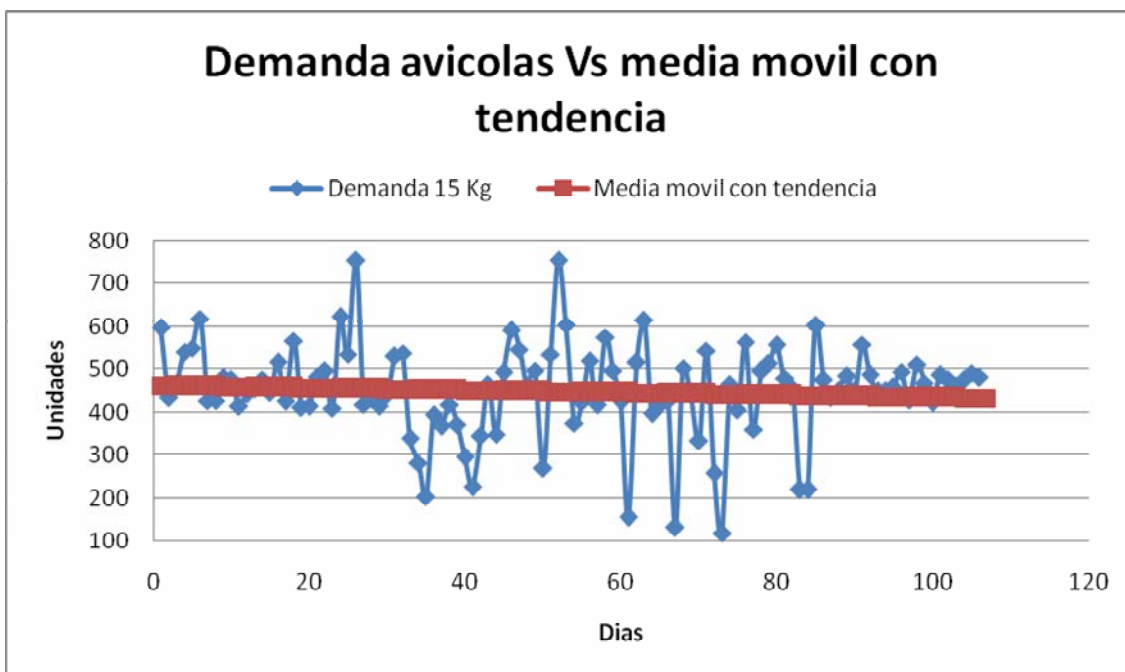
**Fuente: Autoras del proyecto**

Figura 28. Comportamiento de la Media M. con tendencia referencia 45kg



Fuente: Autoras del proyecto

Figura 29. Comportamiento de la Media M. con tendencia referencia 15kg



Fuente: Autoras del proyecto



**Tabla 28. Resumen del pronóstico de la demanda diaria por referencia.**

	<b>Referencia 15 Kg.</b>	<b>Referencia 45 Kg.</b>	<b>Referencia avícola.</b>
Pronóstico	2430	241	432
Desviación	506.308	77.803	110.068

**Fuente: Autoras del proyecto**

Estos resultados se tomarán como base para la elaboración del modelo de inventarios de la empresa.

## **5.2 INVENTARIOS**

La nivelación de la capacidad se centra en el volumen y tiempo de producción, la utilización de la capacidad de los recursos, el establecimiento de un equilibrio entre los productos y el logro de competir adecuadamente.

Las empresas que utilizan inventarios para nivelar su capacidad de producción pueden utilizar 3 estrategias: haciendo ajustes en la dimensión de su fuerza de trabajo, la constitución de inventarios y la utilización de la fuerza de trabajo, estas se pueden combinar para tener una mejor organización en la producción.<sup>26</sup>

El manejo de la producción actualmente en GASAN S.A. se basa en un sistema de fabricación bajo pedido o Make to order (MTO) puesto que el insumo principal para empezar la producción (cilindros) está ligado a la llegada de los clientes internos (vehículos destinados a ventas directa, transporte entre agencias y distribución para avícolas) pues estos son los que entregan directamente el producto terminado (cilindro lleno) y reciben otro que deberá ser llevado y procesado en

---

<sup>26</sup>ADAM E. Everett. Administración de la producción y las operaciones. 4ta edición Pg. 419



planta para una nueva entrega. Este sistema presenta las siguientes características:

- No se inicia la producción hasta no tener el pedido en firme del cliente.
- Se recomienda para los productos de menor rotación.
- Fabricación tipo taller donde al llegar la orden de pedido inicia la producción completa del lote, ajustándose a los elementos de justo a tiempo como pueden ser los módulos de manufactura.
- No tienen inventarios de producto terminado sino que las órdenes de los clientes se surten con retrasos.
- Dado que el cliente debe esperar por el producto se debe respetar y garantizar el cumplimiento de las fechas de entrega pactadas.
- El proceso de producción debe presentar flexibilidad, para garantizarle al cliente una entrega oportuna sin tener que recurrir en inventarios.

Actualmente Gasan S.A por el sistema de producción que maneja, incurre en diferentes aspectos como la sub-utilización de recursos, aumento de costos por horas extras, transporte nocturno y generación de tiempos de espera para los clientes, debido a esto se deben crear nuevas estrategias que contrarresten los efectos que genera la fabricación bajo pedido.

Para esto se propone aplicar las últimas dos estrategias mencionadas por Everett Adam, que son la constitución de inventarios y la utilización de la fuerza de trabajo para evitar la generación de filas de espera en las horas de congestión y tiempos ociosos, donde cada uno de estos aspectos repercute en un costo de oportunidad y la inestabilidad del ritmo de trabajo de los operadores.

Estas estrategias se unirán para formar una sola. Como se validó en el capítulo 5 según la capacidad instalada, la planta podría abastecer la demanda diaria si trabajara a un ritmo constante. Para esto se necesitaría definir la cantidad de

cilindros que utilizaría en tiempos en donde la demanda fuera baja y la fuerza de trabajo estuviera inactiva; además se emplearía la estrategia dos que consiste en mantener inventarios de producto terminado como colchón en respuesta a la fluctuación de la demanda y las horas de llegada una vez finalizada la jornada de trabajo.

Durante los periodos en que la demanda es mayor que la capacidad productiva, el requerimiento de cilindros puede ser satisfecho en base a inventarios. El resultado son niveles fluctuantes en estos a lo largo del horizonte de planeación que ayudan a la nivelación de la producción. Al implementar las dos estrategias su sistema productivo se transformaría, pasando de producir por pedido a producir para almacenar. Este sistema es conocido como make to stock.

5.2.1 Gestión de inventarios. Un sistema de inventarios es una serie de políticas y controles que monitorean los niveles de inventario y determinan los niveles que se deben de mantener, el momento en que las existencias se deben reponer y el tamaño de los pedidos<sup>27</sup>. Hay dos tipos básicos de sistemas de inventario: el sistema continuo, o de cantidad fija de pedido (se pide siempre la misma cantidad cuando las existencias alcanzan un cierto nivel), y el sistema periódico, o de período constante de pedido, en el que cada cierto tiempo se encarga una cantidad variable de material<sup>28</sup>. Para encontrar la cantidad óptima de inventario se utilizan generalmente los modelos analíticos de inventarios clasificados en Modelos determinísticos y probabilísticos según la demanda.

---

<sup>27</sup> Chase, Richard b. Aquilano, Nicholas. Jacobs, Robert f. administración de la producción y operaciones, octava edición, Bogotá. Mc Graw hill,2000

<sup>28</sup> [vmbenet.iespana.es/IMG/pdf/Gestion\\_de\\_inventarios\\_tm\\_9.pdf](http://vmbenet.iespana.es/IMG/pdf/Gestion_de_inventarios_tm_9.pdf)

## MODELOS DETERMINISTICOS

Los modelos determinísticos de inventario se dividen en dos clases: estáticos y dinámicos. Los modelos estáticos tienen una demanda constante en función del tiempo. En los modelos dinámicos la demanda cambia en función del tiempo.<sup>29</sup>

- **Modelo clásico de cantidad económica de pedido (CEP)**

Es el modelo más sencillo de inventario que implica una tasa constante con el surtido instantáneo y sin faltantes. Cuando el inventario llega al valor cero, se coloca un pedido y se recibe en forma instantánea. La Existencia se consume uniformemente a una tasa constante de demanda.

- **Modelo de CEP con discontinuidades de precio**

Este modelo tiene las mismas características del modelo clásico con la excepción que el artículo en inventario se puede comprar con descuento si el tamaño de pedido es mayor que determinado límite definido previamente.

- **Modelo CEP de varios artículos con limitación de almacén**

Este modelo se aplica cuando existe más de un artículo en cuyo inventario individual no se permiten faltantes. A su vez estos artículos compiten por espacio limitado de almacenamiento.

- **Modelos dinámicos**

Difieren de los modelos estáticos en dos aspectos: 1. El inventario se revisa en forma periódica durante una cantidad finita de periodos iguales. 2. La demanda por periodo, aunque es determinista, es dinámica en el sentido que puede cambiar de un periodo al siguiente. Este modelo se puede dividir en dos clases: modelos sin costo de preparación y con costo de preparación. Para ellos se plantean los siguientes supuestos generales:

---

<sup>29</sup> TAHA, Hamdy A. Investigación de operaciones 7ma edición

- No se permiten faltantes
- La función de costo unitario de producción es constante en cualquier periodo
- El costo unitario de almacenamiento en cualquier periodo es constante.

## **MODELOS PROBABILÍSTICOS**

En estos modelos estocásticos la demanda se describe mediante una distribución de probabilidades.

- **Modelo de revisión continúa**

- **Modelo probabilizado de CEP**

Usa una existencia de reserva para tener en cuenta la demanda probabilista

La hipótesis principal del modelo es que la variable aleatoria que representa la demanda durante el tiempo de entrega tiene distribución normal.

- **Modelo probabilístico de CEP**

Este modelo incluye la demanda probabilística directamente en la formulación y a diferencia del anterior permite faltante durante la demanda. Presenta tres hipótesis:

- La demanda no satisfecha durante el tiempo de entrega se acumula.
- No se permite más de un pedido vigente.
- La distribución de la demanda durante el tiempo de entrega permanece estacionaria.
- Modelo de un solo periodo

Los modelos de inventario para un solo artículo se presentan al pedir este solo una vez, para satisfacer la demanda del periodo. Determina el valor óptimo de la cantidad pedida que minimiza la suma de los costos esperados de compra o de



producción, almacenamiento y faltante. La demanda se presenta en forma instantánea al comenzar el periodo inmediatamente después de que se recibió el pedido. Este se divide en dos modelos uno sin preparación y otro que incurre en costos de preparación.

- **Modelo de varios periodos**

En este modelo no hay costo de preparación, además permite acumular la demanda y supone cero retraso en la entrega, también supone que la demanda en cualquier periodo se describe con una función estacionaria de distribución de probabilidades.

## **COSTOS DEL INVENTARIO**

Los costos más importantes relacionados con el inventario son: los costos por producir o comprar, por realizar un pedido, costos por mantener el inventario y los costos incurridos por escasez de material.

- **Costo por pedir o por organizar una tanda de producción.** Son los costos asociados con el reabastecimiento del inventario. Estos varían con el número de pedidos colocados, y comprenden los costos de requisición, de inspección al recibir y colocar los artículos en inventario, costos contables, administrativos, los salarios del personal involucrado, etc.
- **Costos de mantenimiento.** Estos costos se asocian a mantener un nivel de inventarios disponible y varían con el periodo de tiempo y la cantidad de artículos que se mantienen en inventario. Incluye costos de deterioro u obsolescencia del producto, impuestos, depreciación, seguros, entre otros.



- **Costos por quedarse sin producto.** Son los costos de penalización en los que se incurre cuando se queda sin mercancía cuando esta se necesita. Estos costos se dan por pérdidas de clientes o utilidades al perder una venta.
- **Costes de preparación (o de cambio en la producción):** cada vez que se decide elaborar un lote de un producto determinado, se incurre en costes derivados de obtener los materiales precisos, disponer el equipo necesario, etc.<sup>30</sup>

## **PLANTEAMIENTO DE UN MODELO DE INVENTARIOS GASAN SA**

Se indagó sobre los posibles modelos de inventarios que pudieran ajustarse al comportamiento de GASAN S.A, considerando las siguientes restricciones:

- Manejo de múltiples referencias
- Comportamiento variable de la demanda de cada una de las referencias
- Modelo de producción, el inventario será reabastecido directamente de la línea de producción.

Los modelos analíticos evaluados no se ajustaron, pues ninguno reunió todas las características necesarias, expuestas anteriormente. Al no encontrar un modelo que se ajuste a estas características, se determinó evaluar una política de inventarios validada por medio de la simulación.

### **5.3 SIMULACIÓN**

La finalidad de la simulación es crear un ambiente en el que sea posible obtener información sobre acciones alternativas a través de la experimentación. Desde el punto de vista del análisis cuantitativo, la simulación viene a representar la

---

<sup>30-17</sup> [Catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lii/luna\\_m\\_d/capitulo4.pdf](http://Catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lii/luna_m_d/capitulo4.pdf)



experimentación basada en modelos matemáticos, en la que el analista proporciona las decisiones (entradas) recibiendo (como salidas) una o varias medidas de la eficacia que pueden ser utilidades, costos o cuantificación de variables que se hayan involucrado en el modelo y de las cuales nos interesa conocer su comportamiento luego de los cambios efectuados en la experimentación.<sup>31</sup>

#### **5.4 SITUACIÓN ACTUAL.**

Para realizar el modelamiento de la situación actual se utilizó la herramienta de simulación Promodel, que permitirá representar y pronosticar el comportamiento del sistema productivo.

Para la validación de cada uno de los modelos se establecieron cinco réplicas con las cuales se determinó si los cálculos analíticos de capacidad y tiempos inactivos planteados durante el proyecto, se encuentran dentro de los intervalos de confianza arrojados por la simulación.

Gasán S.A. cuenta con una flota vehicular que representa a los clientes de la empresa. Puesto que cada uno de ellos cuenta con capacidades y destinos diferentes se repartieron en cuatro grupos (ver tabla 29). Una vez clasificados los carros, se definió para cada cliente la cantidad de vehículos que llegan a la planta por día o frecuencia de vehículos por día, así como su respectiva frecuencia de llegada, y cantidad promedio de orden de pedido en base a los pronósticos de demanda desarrollados en el capítulo anterior. Para ampliar cómo se determinaron las cantidades y la frecuencia remitirse al anexo 3.

En la tabla 29 se muestra el resumen con las características de los clientes y sus correspondientes comportamientos de llegada.

---

<sup>31</sup> ARENAS DÍAZ, Piedad; GARAVITO HERMADEZ, Edwin Alberto. Simulación de Procesos de Manufactura, 2008

**Tabla 29. Resumen: características de clientes y comportamientos de llegada**

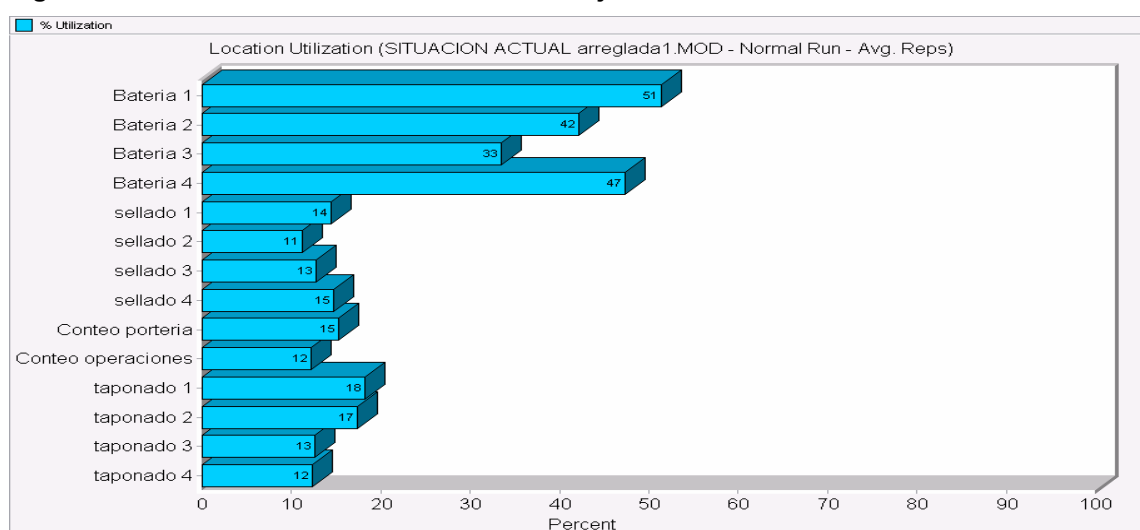
Cliente	Tipo	Frecuencia de vehículos por día	Cantidad a pedir promedio		Carga total
			15 Kg	45 Kg	
1	Ventas	12	69	9	78
2	Ventas contratistas	2	198	14	112
3	Transporte	3	400	35	435
4	Avícolas	8		54	54

Fuente: Autoras del proyecto

Los tiempos utilizados para la simulación fueron obtenidos del estudio de tiempos y ajustados a una distribución del usuario. En el anexo 1 se plantea de forma detallada el estudio de tiempos.

- **Validación de la capacidad utilizada.** La figura a continuación mostrará una tabla obtenida por medio de la herramienta de simulación, con las capacidades promedio utilizadas por operación. Estas fueron establecidas corriendo el programa nueve (9) horas durante las cinco réplicas para evaluar con los mismos parámetros el desempeño durante la jornada laboral.

**Figura 30. Utilización de las estaciones de trabajo**



Fuente: Autoras del proyecto

Como se observa, los recursos tienen un nivel bajo de utilización promedio en la jornada laboral normal, siendo este menor al 55%. Las barras igualmente proyectan que las estaciones de trabajo que son más utilizadas en toda la jornada son las baterías de llenado lo que verifica su condición de recurso restrictivo.

En la tabla a continuación se contrastan las capacidades utilizadas para la situación actual, tomando el resultado mostrado en el capítulo 3, y el intervalo de confianza con un nivel de confiabilidad del 95% de los resultados obtenidos en la simulación y su respectiva desviación estándar.

**Tabla 30. Validación de la capacidad utilizada**

Capacidad Utilizada	Intervalo de confianza Simulación	Desviación estándar Simulación
1969	1887 < 2104 < 2320	147.14

Fuente: Autoras del proyecto

De igual forma al correr la simulación nueve horas (ocho laborales y una de refrigerio), y se establece el intervalo de confianza para la inactividad presentada por los recursos restricción (baterías de llenado) y se compara con el porcentaje de inactividad tomado del estudio de muestreo realizado en el capítulo uno, los resultados se muestran a continuación:

**Tabla 31. Validación de los tiempos inactivos**

Porcentaje de inactividad (%) Estudio muestreo	Intervalo de confianza Simulación	Desviación estándar Simulación
41.1	27 < 35.08 < 42.4	4.29

Fuente: Autoras del proyecto

Los datos obtenidos en los estudios de capacidad utilizada y tiempos inactivos, quedan validados dado que, se encuentran en la zona de aceptación de los intervalos de confianza planteados para cada uno de ellos.

- **Validación de la capacidad instalada.** Como se determinó en el capítulo 5, el recurso restrictivo de capacidad son las baterías por ende se creó un escenario en la simulación en donde se tomó la referencia de 15 kg. Y se depositó gran cantidad de unidades de la referencia de 15kg. En la zona anterior a este proceso, de tal manera que sea constante su abastecimiento.

A continuación se mostraron los resultados que arrojó el programa en comparación de los planteados en el análisis de capacidad:

**Tabla 32. Validación de la capacidad instalada**

Capacidad Instalada	Simulación	Diferencia Porcentual %
4437	4786	7.8

**Fuente: Autoras del proyecto**

Las diferencias porcentuales de la capacidad instalada son aceptables puesto que los tiempos observados de ciclos (plasmados en la simulación mediante distribuciones del usuario) oscilan entre los valores 16 y 26 segundos, además la capacidad instalada se calculó en base a un tiempo tipo de 24 segundos, esta variabilidad se refleja en la diferencia porcentual presentada entre los datos del modelo analítico y la simulación.

Al validar los datos obtenidos en la situación actual, se toman como base para el planteamiento de la propuesta de mejora.

## 5.5 PROPUESTA INVENTARIO DE PRODUCTO TERMINADO

- **Escenario 1 de la propuesta.** El objetivo del escenario fue determinar la cantidad de cilindros mínima que la empresa debe invertir para nivelar la capacidad utilizando su fuerza actual de trabajo.

Esta cantidad fue hallada teniendo en cuenta el análisis de las horas extra trabajadas durante un mes, dado que entre más tiempos inactivos se presenten durante la jornada laboral, mayor será la cantidad de horas extra que la empresa deberá asumir. A estos datos se les aplicó una prueba de normalidad para estudiar el comportamiento de estos y el intervalo de confianza en el que puede oscilar la cantidad de horas extra laboradas, teniendo en cuenta el nivel de significancia de Shapiro-Wilk puesto que este se ajusta a una muestra con 50 o menos observaciones,<sup>32</sup> siendo este de 0.53 lo cual ajusta los datos a un comportamiento normal con un nivel de confianza del 0.95%. Por ende la cantidad de horas extras promedio trabajadas diariamente son de 4.1473 horas, fluctuando entre 3.569 y 4.7256 hrs.

Este tiempo calculado es el tiempo utilizado para suplir las órdenes de pedido que llegan fuera de la jornada laboral normal (8 horas). Con este tiempo se estimará de la misma forma que se planteó en el capítulo cuatro de capacidad, las unidades que puede procesar la planta en este tiempo, teniendo en cuenta que el 79.05% corresponde a la demanda de la referencia de 15 kg. Y el 20.95% corresponde a los cilindros de 45kg. Repartida entre las referencias de 45kg. Y avícolas, puesto que el tiempo de procesamiento es el mismo.

Según las fórmulas planteadas en el capítulo 4 se determinó que la capacidad para cada batería es de:

---

<sup>32</sup> [http://www.ugr.es/~imartin/TEMA5\\_2P.pdf](http://www.ugr.es/~imartin/TEMA5_2P.pdf)

- Batería 1  
15 kg = 384 unidades  
45 kg = 101 unidades
- Batería 2  
15 kg = 383 unidades  
45 kg = 101 unidades
- Batería 3  
15 kg = 383 unidades  
45 kg = 101 unidades
- Batería 4  
15 kg = 357 unidades  
45 kg = 94 unidades

Por ende la cantidad de cilindros a comprar para establecer una nivelación de capacidad es:

**Tabla 33. Unidades a invertir para inventario**

Referencia	Unidades
Cilindros ref 15 kg	1507
Cilindros ref 45 kg	143
Cilindros avícolas	254

**Fuente: Autoras del proyecto**

Las cantidades para las referencia de 45kg. Y avícolas, fueron repartidas, teniendo en cuenta la demanda presentada en el anexo 2, estableciendo los porcentajes de participación de cada uno de ellos: 36% y 64% para las referencias de 45 Kg. y avícolas respectivamente.

Estas cantidades fueron contempladas en el modelo de simulación, estableciendo escenarios que permitieran ajustar las cantidades halladas al comportamiento de la producción, dando como resultado las siguientes unidades:

**Tabla 34. Unidades a invertir para inventario**

Referencia	Unidades
Cilindros ref 15 kg	1490
Cilindros ref 45 kg	156
Cilindros avícolas	248

**Fuente: Autoras del proyecto**

Durante los escenarios se programaron diferentes secuencias de producción teniendo en cuenta dos parámetros:

- Procesar primero aquellas unidades con menor tiempo de operación, conocido por sus siglas en inglés SOT (Shortest Operation Time).<sup>33</sup>
- Evitar que las tareas que requieren más tiempo se retrasen demasiado, procesando tandas que tengan en cuenta la proporción demandada por los clientes.

Estas cantidades determinadas por medio de simulación, abarcan el mismo tiempo de procesamiento hallado mediante las horas extra. Por ende estas unidades además de nivelar la capacidad, permitirán que la empresa cumpla con su demanda diaria dentro de las ocho horas laborales contemplando las fluctuaciones de la demanda.

<sup>33</sup> Chase, Richard b. *Aquilano*, Nicholas. Jacobs, Robert f. administración de la producción y operaciones, décima edición, Bogotá. Mc Graw hill,2004. Pg.694



Dado que la empresa cuenta con la cantidad de cilindros destinados para avícolas, no invertirá en la compra de éstos.

**5.5.1 Política de inventarios.** Una vez determinado este inventario se establece la necesidad de la contratación de tres (3) operadores para el manejo de producto terminado, dos de los cuales se encargarían del transporte de los cilindros entre las baterías y el almacén de producto terminado y el operador restante deberá trasladar los cilindros vacíos desde el almacén destinado para éste hasta la zona de llenado, abasteciendo las baterías.

Para la implementación de esta propuesta se deben seguir los parámetros que se mencionarán a continuación:

- Las baterías de llenado deberán ser abastecidas continuamente de cilindros de tal manera que queden inactivas el menor tiempo posible.
- La secuencia de abastecimiento deberá empezar llevando 298 unidades de 15kg. seguidas de 78 de 45Kg y 62 de avícolas.
- El cilindro de 45kg. deberá ser abastecido preferiblemente en las baterías de llenado uno dos y tres a menos que se presente un tiempo inactivo en la batería numero cuatro.
- Si un cliente ingresa a la planta y encuentra las zonas de descargue ocupadas, deberá desocupar su carga en otra zona destinada para cilindros vacíos. Ver anexo 7.

## 5.6 ALMACENAMIENTO

Es el conjunto de actividades que se realizan para mantener y preservar artículos en condiciones óptimas para su utilización desde que son producidos hasta que son requeridos por el usuario o el cliente.<sup>34</sup>

---

<sup>34</sup> Tomado de [Gavilan.uis.edu.co/~garavito](http://Gavilan.uis.edu.co/~garavito)

5.6.1 Sistema De Almacenamiento. Proporciona los elementos necesarios para recibir, almacenar, y embarcar materia prima, productos en proceso y productos terminados. Las instalaciones, el equipo y técnicas de almacenamiento, varían mucho dependiendo de la naturaleza del material que se van a manejar. El sistema de almacenamiento tiene dos funciones primordiales: *el mantenimiento de inventarios* (almacenamiento) y *el manejo de mercancías*. El manejo de mercancías comprende todas las actividades de carga y descarga, y el traslado del producto a las diferentes zonas del almacén y a la zona de preparación de pedidos. Por su parte, el almacenamiento es simplemente la acumulación de mercancías durante un periodo de tiempo.

Al implementar un sistema de almacenamiento se incurre en costos pero no se agrega ningún valor a los productos. Por lo tanto, la inversión en equipos de almacenamiento y manejo de materiales, así como en superficie de bodega, deberán tener como base la reducción máxima de los costos unitarios de almacenamiento y manejo

5.6.2. Mantenimiento de Inventarios. Para la planificación del almacenamiento se analizan ciertas consideraciones que sirven como guía:

1. Características de los productos

- *Características físicas*
- Caducidad y obsolescencia
- De gestión de stock
- De transporte
- De manejo
- Operatividad
- Demanda

2. Tipo y número de materiales
3. Andenes para embarque y recepción
4. Distribución del almacén
  - Ubicación de los elementos en el almacén
  - Pasillos
  - Ubicación y acomodo del equipo para almacenamiento
  - Andenes
  - Características del edificio

5.6.3 Manejo de Materiales. El manejo de materiales es una actividad que al igual que el almacenamiento genera costos, por ende al pensar en un diseño para esto, se debe establecer como objetivo la reducción de costos.

Para esta actividad se deben determinar cuatro elementos clave:

Unidad carga: Para determinar la unidad de carga se debe tener en cuenta la premisa, que entre mayor sea el tamaño de la carga, menos traslados serán necesarios y por ende menos tiempo será invertido en esta actividad. Las unidades de carga mas utilizadas actualmente, son los pallet y contenedores. Los primeros son apoyo para la actividad de traslado de mercancía, permitiendo el traslado de una gran variedad de productos en un equipo de manejo estándar.

Los contenedores son grandes cajas que pueden almacenar una gran variedad de productos, protegiéndolos de la intemperie. Aunque aún no se ha establecido una unidad estándar, este sistema se presta para ser intercambiado entre diferentes tipos de transporte.

- **Ubicación**

A la hora de realizar el diseño de la distribución del almacén se debe establecer un equilibrio, entre los costos del manejo de mercancía y la distribución del mismo,



teniendo en cuenta que entre mayor sea la transferencia y movimientos dentro del almacén mayor será el espacio utilizado para el tránsito y menor la altura de almacenamiento.

- **Elección del equipo de almacenamiento**

Los dispositivos de almacenamiento ayudan a conseguir la distribución plena del espacio y a mejorar la eficiencia en el manejo de la mercancía.

Es importante tener en cuenta el aprovechamiento del espacio vertical en la zona de almacenamiento y un equipo muy utilizado para esto son los rack o estantería, de manera que cualquier producto sin importar su ubicación esté accesible.

- **Elección del equipo de traslado**

Existen diferentes tipos de equipos utilizados para el cargue y descargue, traslado interno de mercancía. Estos están distribuidos en diversas categorías según el grado de especialización que se desee.

Entre estos podemos encontrar equipos manuales, equipos asistidos o totalmente mecanizados. El grado de elección de alguno de estos, depende de los costos en que se puede incurrir, de la variedad de productos que se maneja, del grado de dificultad que presenta un producto de acuerdo a sus condiciones físicas etc.

5.6.4 Costos. Generalmente estos factores de costo se agrupan en tres categorías principales: almacenamiento, manejo de la mercancía y costos accesorios. Para el establecimiento de la tarifa de almacenamiento, generalmente se analizan factores tales como:

- El volumen de la mercancía a tratar y almacenar
- El tiempo que va a estar en el almacén
- El número de artículos diferentes en la mercancía



- Cualquier restricción o requerimiento especial para el almacenamiento
- El tamaño medio de salida de los pedidos
- La cantidad de trabajo administrativo que necesite la operación

### **5.6.5 Sistema de Almacenamiento**

**Condiciones iniciales.** El primer paso para establecer un adecuado sistema de almacenamiento para GASAN S.A es conocer a fondo las características de los productos, que se almacenaran allí.

Como se ha mencionado en el desarrollo del proyecto la empresa estableció almacenar tres tipos de productos terminados, según sus características físicas cada uno cuenta con un peso de aproximadamente 28 y 80 kg para las referencias de 15 y 45 respectivamente. A su vez la tabla 2 nos muestra las características físicas de cada uno de los productos, necesarias para la estructuración del sistema de almacenamiento.

La materia prima por ser un recurso no renovable no presenta depreciación alguna, caso contrario ocurre con el insumo principal del producto terminado, puesto que la vida útil del cilindro es de 10 años.

Se debe resaltar que por cuestiones de seguridad el producto no puede ser apilado protegiendo al máximo la válvula para evitar escapes del líquido dado que es el medio de salida más vulnerable del cilindro.

Igualmente este no debe ser almacenado de forma horizontal puesto que la parte líquida del GLP entraría en contacto con la válvula y aumentaría el riesgo de accidentes.



Un aspecto a tener en cuenta en el manejo de los cilindros es que se debe evitar el contacto brusco con superficies metálicas, si esto ocurriera originaría un riesgo de chispa y por ende de accidentes. A demás se debe evitar el almacenamiento en zonas con alta humedad dado que el material del cilindro puede corroerse.

### **Aspectos necesarios para inventario de producto terminado:**

- **Andenes para embarque y recepción**

La empresa cuenta con una zona asignada para cada una de las actividades de cargue y descargue, y por el proceso actual que maneja la empresa cada batería de llenado cuenta con una zona de cargue permitiendo una distribución lineal.

En periodos de congestión, estas zonas no son suficientes para despachar a la totalidad de los vehículos, formando colas en el sistema.

Dada la situación anterior se planteó una zona de cargue y descargue en base a la propuesta de inventario para producto terminado. (ver figura 32).

### **Distribución del almacén**

La zona de almacenamiento que se propone, se ubica en la plataforma de envasado, que es una superficie expuesta a la intemperie, techada para la protección del sol y la lluvia. La altura de la plataforma fue diseñada para quedar al mismo nivel de la carrocería de los vehículos y de esta manera facilitar las operaciones de cargue y descargue de los productos. Para facilitar el cargue de los vehículos y disminuir el riesgo que un cilindro caiga de la plataforma, se planeó un espacio entre el vehículo y el primer estante de almacenamiento de 1,5 mts. Los pasillos entre estantes de almacenamiento se definieron de 1,2 mts <sup>35</sup> dado

---

<sup>35</sup> Según la resolución número 02400 de 1979 (Mayo 22) del estatuto de seguridad industrial



que esta zona será altamente transitada y la distancia establecida permitirá al operador de cargue desplazarse cómodamente con el producto.

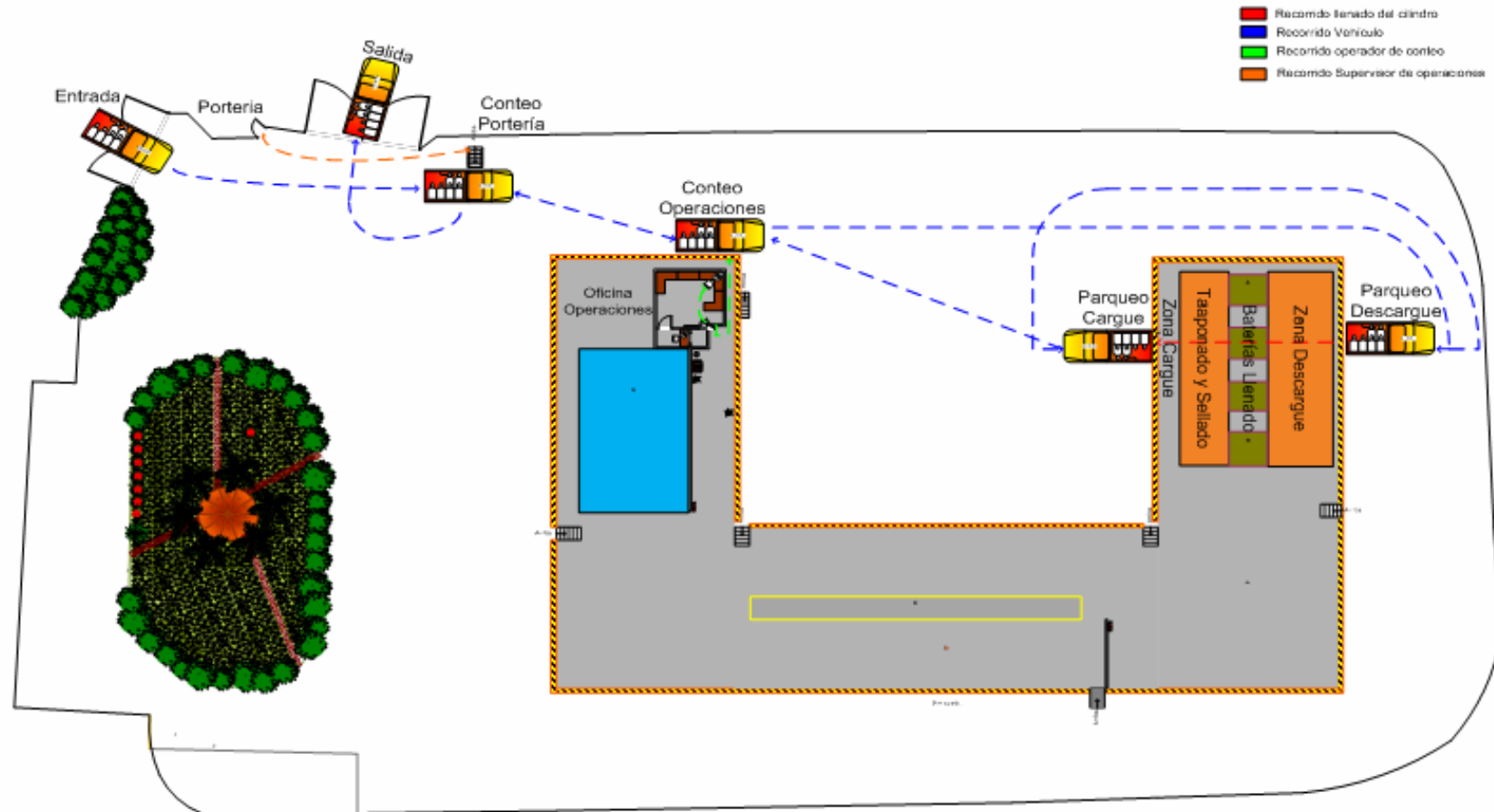
Dadas las condiciones de los estantes disponibles, estos permiten agrupar un bloque de cuatro estantes con un pasillo en cada lado, permitiendo tener el acceso fácil a cualquier cilindro que allí se encuentre.

Para la distribución de las zonas de almacenamiento se propusieron las siguientes pautas:

- Señalizar las zonas de estacionamiento de cargue y descargue de cilindros tanto en la zona de envasado como de almacenamiento, de manera que ninguna de éstas interfiera con la operación de la otra.
- Asignar a los doble troques el estacionamiento más cercano a la oficina de operaciones para recibir producto terminado.
- Designar 4 espacios de almacenamiento de manera que tres de ellos se destinarán para el mantenimiento de producto terminado y el cuarto para la recepción de cilindros vacíos. El área de cada uno de estos espacios depende de la cantidad de cilindros que se pretende almacenar. A continuación se establece el área que abarca cada referencia:
  - Almacén avícolas: 32.24
  - Almacén producto terminado 15 Kg.: 70.68
  - Almacén producto terminado 45 Kg.: 20.28
  - Almacén cilindros vacíos: 65

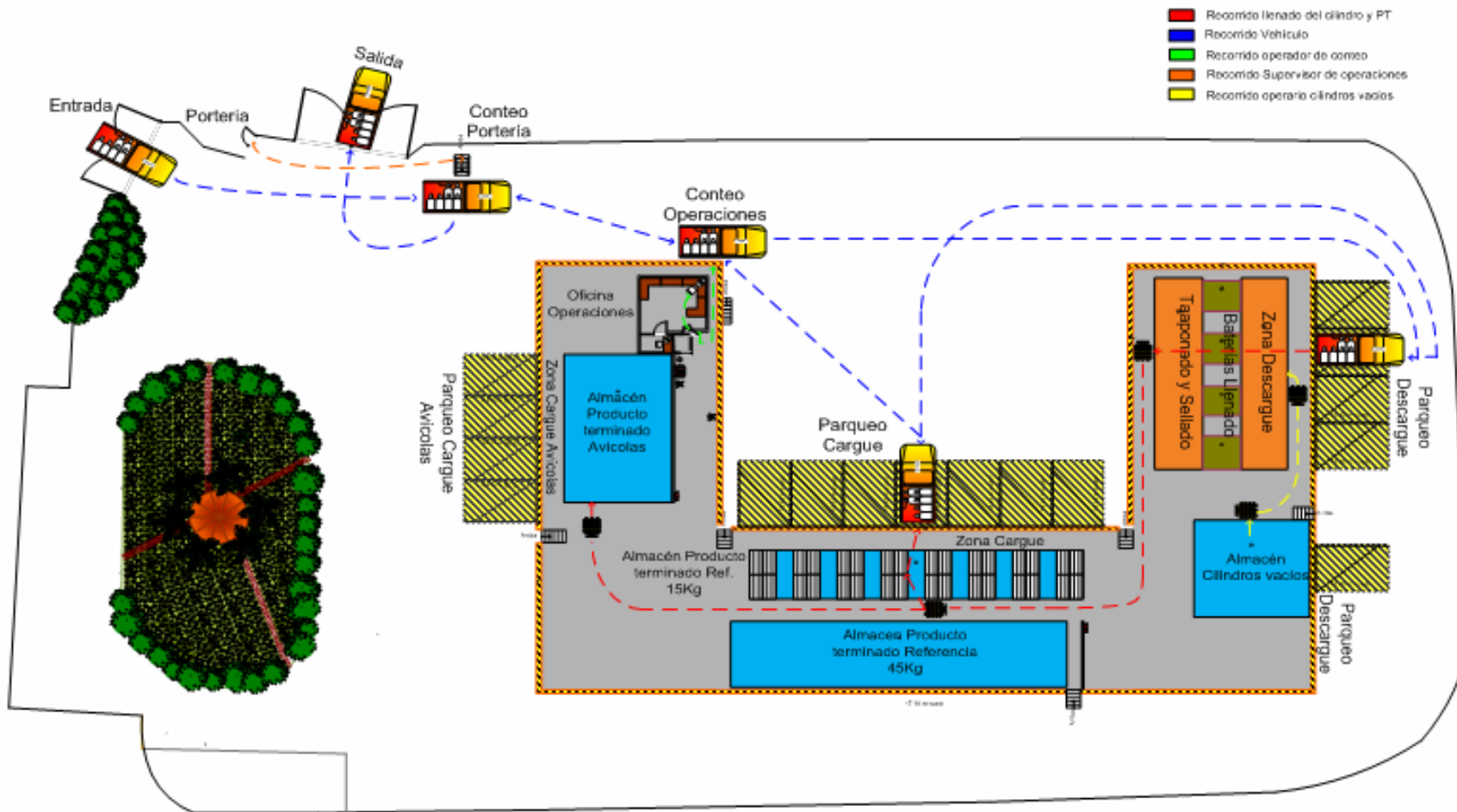
Estos espacios así como las nuevas zonas de parqueo serán plasmados en el plano de distribución que se muestra en la figura 32.

Figura 31. Diagrama de recorrido situación actual



Fuente: Autoras del proyecto

Figura 32. Diagrama recorrido propuesta producto terminado

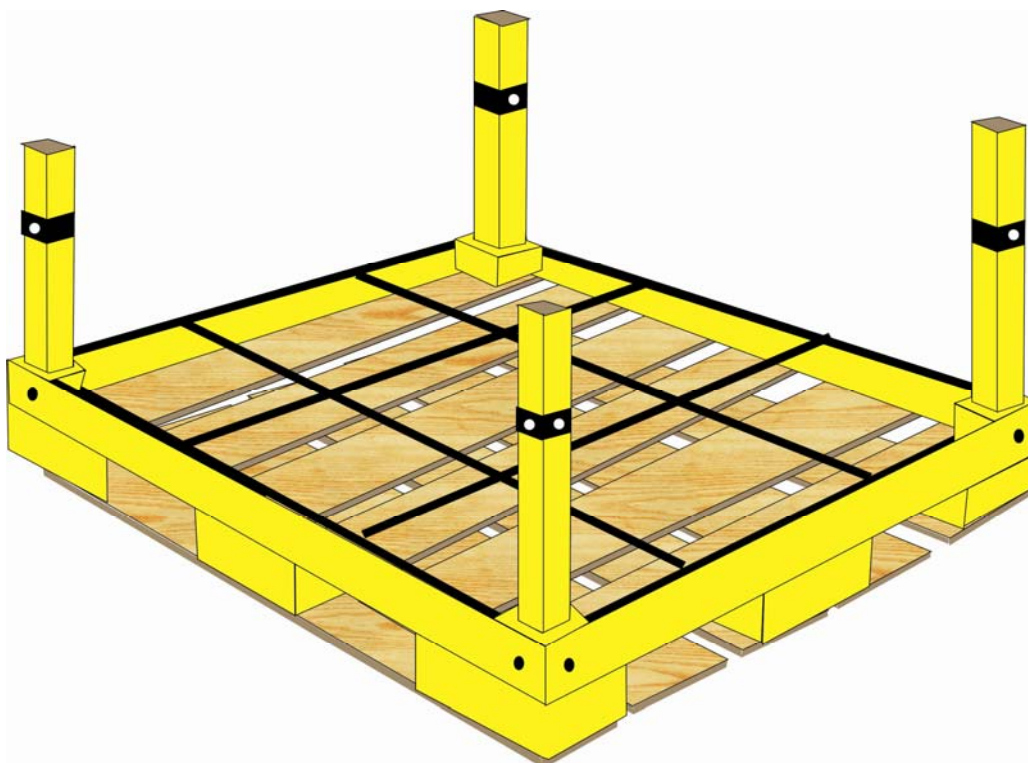


Fuente: Autoras del proyecto

- **Manejo de materiales**

Para el manejo de los cilindros dentro de la empresa y su traslado entre la zona de envasado y los respectivos almacenes se propone adquirir tres estibas de tacos desempeñando un papel importante en el buen manejo de inventarios.

**Figura 33. Prototipos estiba de tacos**



**Fuente: Autoras del proyecto**

Esta estiba se diseñó en función de las condiciones de los cilindros, teniendo en cuenta aspectos como la estabilidad de los cilindros, la flexibilidad en el manejo de varias referencias, la capacidad de carga, la adaptabilidad a sistemas de transporte estándar, la facilidad de manejo de producto y la sencillez y costo que implica su construcción.



A continuación se mostrarán las consideraciones técnicas en la elaboración del sistema propuesto.

## **ESTIBAS DE MADERA PLÁSTICA**

Presenta grandes ventajas como la resistencia a la humedad, ayuda en el proceso de conservación de la naturaleza porque puede sustituir en muchas aplicaciones donde no se justifica sacrificar la madera natural, reciclable al 100%, larga vida, no contiene productos tóxicos ni peligrosos, se puede trabajar igual que la madera, serrar, clavar, encolar, etc, no se astilla ni se agrieta, resiste la acción del sol y los rayos UV, no le atacan los hongos ni los insectos, no se pudre, no es conductor de la electricidad, es aislante térmico y acústico.

La estiba debe presentar resistencia adecuada a cargas de compresión:  $\geq 1,500$  Kg.( Las estibas deben diseñarse para que soporten el peso de la carga que van a sostener, más un factor de seguridad).<sup>36</sup>

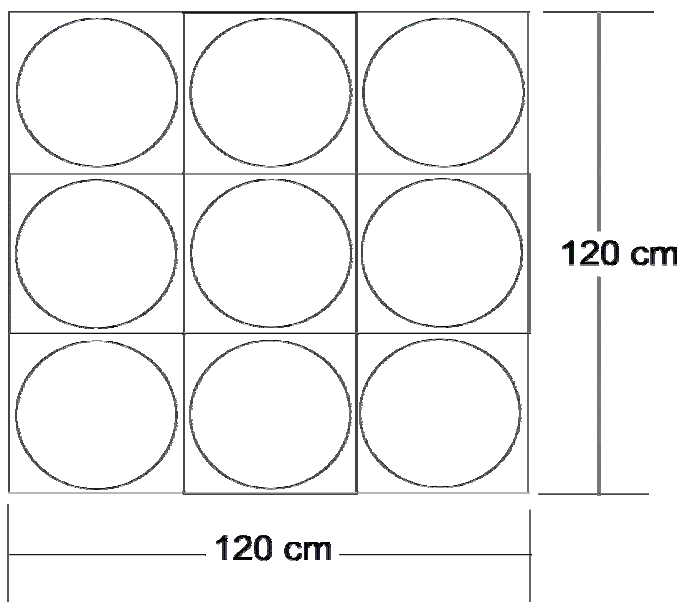
Para determinar la cantidad máxima de unidades a almacenar se tuvo en cuenta las dimensiones de los productos, y los diferentes tamaños de estibas según los estándares establecidos. Se decidió almacenar nueve (9) unidades en una estiba de 1200 X 1200 m.m. recomendada para Colombia según la IAC( Instituto colombiano de codificación y automatización comercial) la cual es una estiba estándar compatible con estándares internacionales, con suficiente superficie de carga y compatible con dimensiones de contenedores.

---

<sup>36</sup> [www.analdex.org/eContent/.../DocNewsNo733DocumentNo726.PPT](http://www.analdex.org/eContent/.../DocNewsNo733DocumentNo726.PPT)

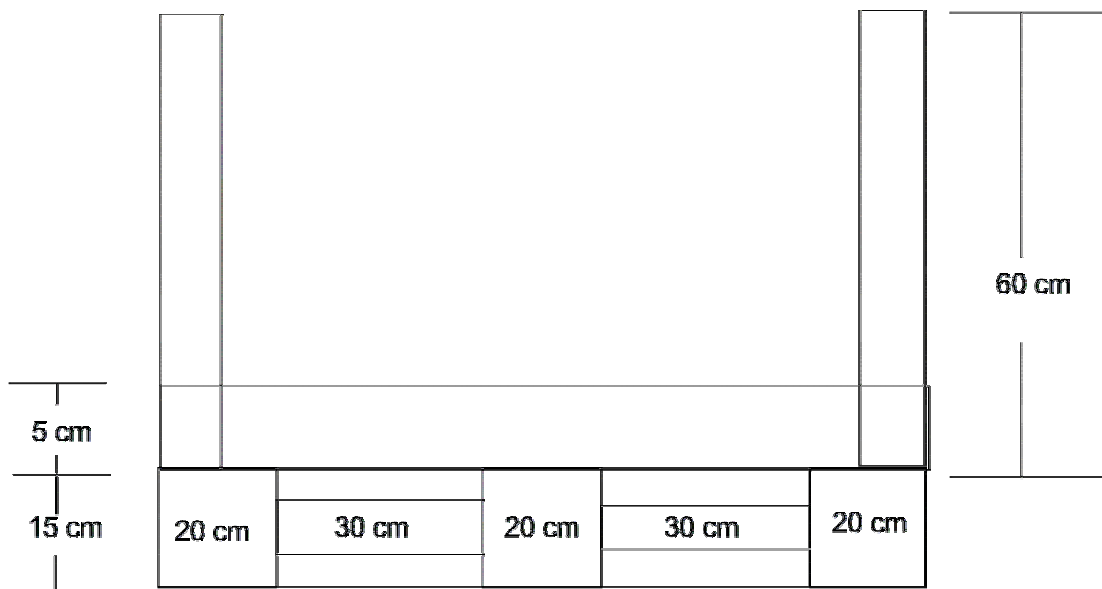
**Plano de construcción**

**Figura 34. Vista superior rejilla aseguramiento de cilindros**



Fuente: Autoras del proyecto

**Figura 35. Vista frontal de estiba de tacos**



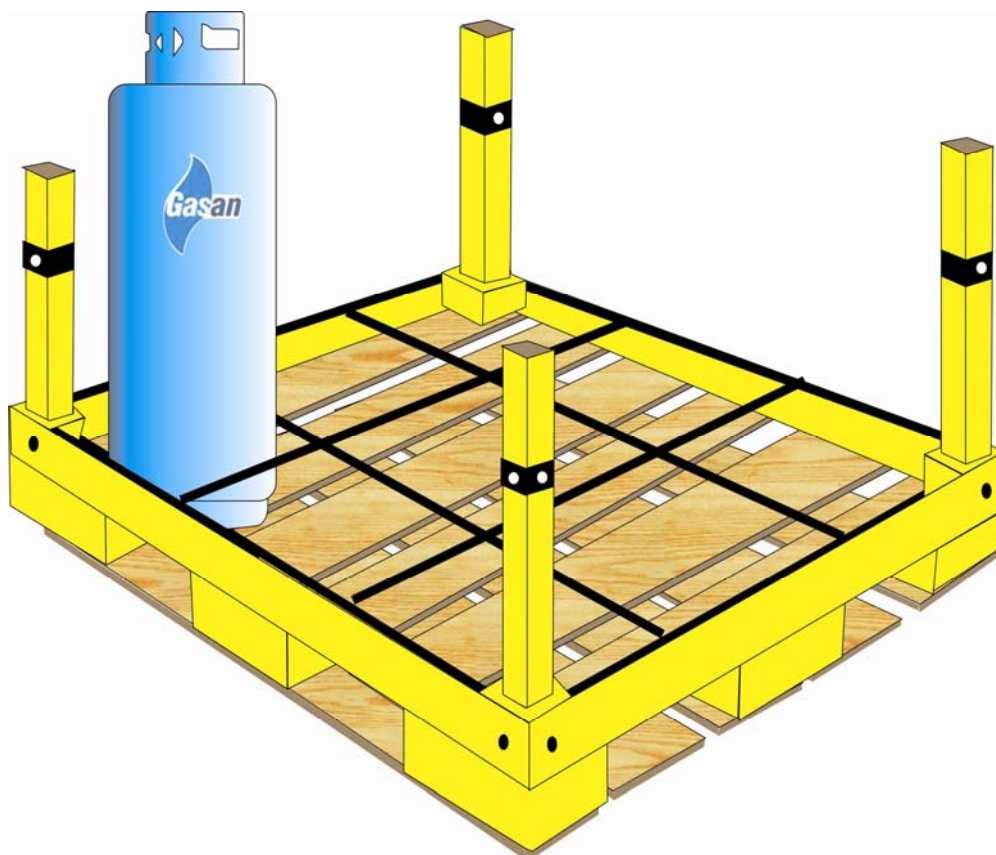
Fuente: Autoras del proyecto

### **Sistema de funcionamiento:**

Para el desplazamiento de los 9 cilindros es necesario un sistema de ajuste en la estiba, comprendida por una estructura de tacos que son parales de soporte de la barra deslizadora de ajuste superior. El ajuste es un sistema de pasador, ubicado a 50 cm. desde la superficie de la estiba y la reja se constituye de una cuadrícula formada por varillas de acero.

La barra deslizadora da la posibilidad de situarse sobre la superficie de la estiba lo cual facilita la ubicación de los cilindros sobre la misma.

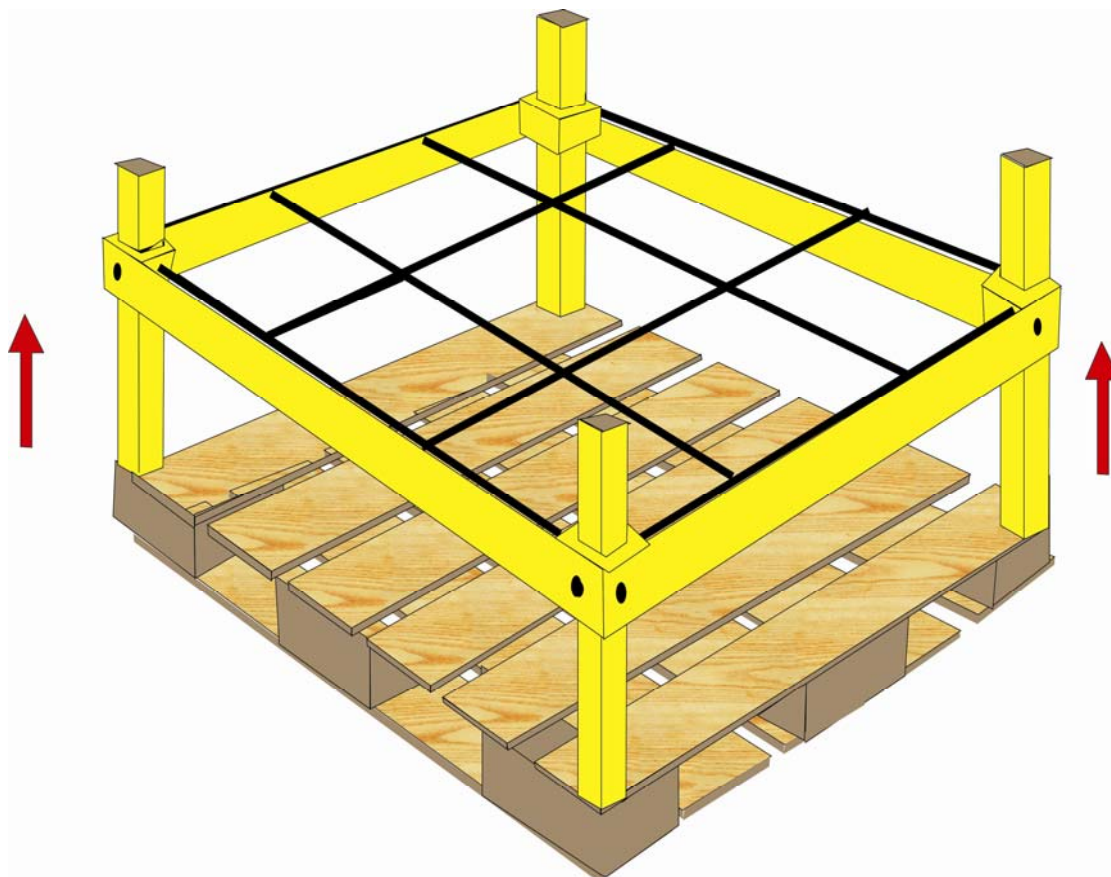
**Figura 36. Vista general estiba de tacos y rejilla de aseguramiento**



**Fuente: Autoras del proyecto**

A su vez ofrece estabilidad a cada uno de los cilindros, pues cuenta con una barra deslizadora en forma de malla que los mantiene en su puesto.

**Figura 37. Funcionamiento de rejilla de aseguramiento**



**Fuente:** Autoras del proyecto

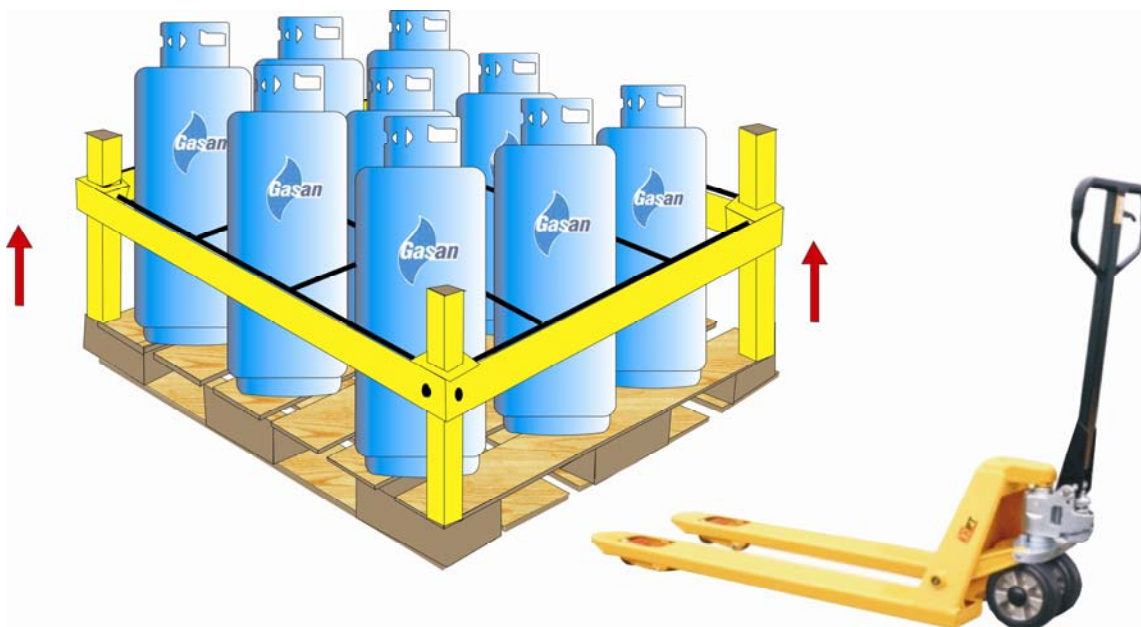
### **Sistema de Traslado:**

Para el desplazamiento de dichas estibas es indispensable la compra de un montacargas hidráulico manual, con capacidad mayor a 1000 Kg, largo de uñas 1200 mm, ancho 680 o 550 mm, con ruedas y rodillos en tandem de hierro con banda de rodamiento revestida en poliuretano sobre rodamientos blindados, y pistones con baño de cromo platinado.

Figura 38. Estibadora manual hidráulica



Figura 39. Vista del sistema general de traslado



Fuente: Autoras del proyecto

### **Elección del equipo de almacenamiento**

La empresa cuenta con un equipo de almacenamiento para la referencia de 15 Kg. que se caracteriza por la sencillez del diseño y su bajo costo. Cuenta con dos niveles de almacenamiento en los cuales se puede depositar hasta 18 cilindros en cada uno de ellos.

Consta de cuatro tubos metálicos de pulgada y media, calibre 0.9 para el soporte y ángulos de pulgada y media por un cuarto que forman la base para colocar los cilindros. Sus dimensiones son: 1.85 x 0.9. x 0.8 (mt.)

**Figura 40. Estante de almacenamiento referencia 15 kg**



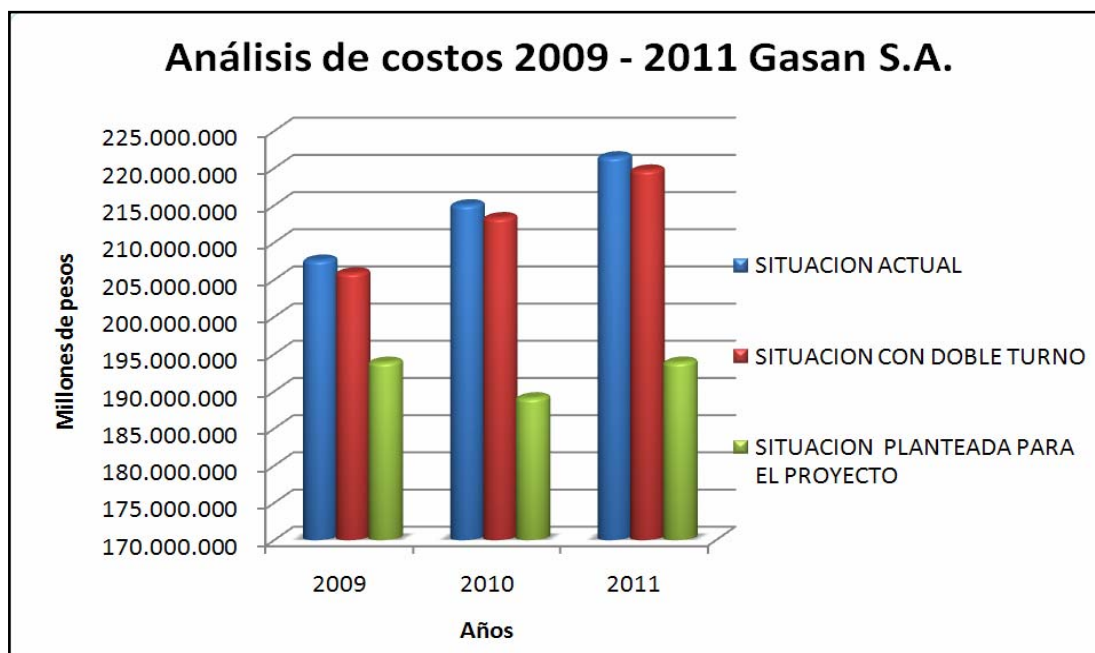
Fuente: Autoras del proyecto

## **5.7 ANÁLISIS DE COSTO**

5.7.1 Análisis para la Situación Actual. Para la realización del análisis de costos se tomaron tres situaciones proyectadas a tres años, las cuales comprenden los

costos de producción, que para el proyecto son más significativos a la hora de realizar su ejecución tales como mano de obra directa, energía eléctrica y costos de la inversión.

**Figura 41. Contraste de costos**



**Fuente: Autoras del proyecto**

La situación actual muestra el sistema de liquidación de los siete operarios quienes son encargados del llenado, sellado, taponado, drenado y supervisión de calidad. Estos laboran 12 horas y media aproximadamente de la cuales cuatro horas y media hacen parte de las horas extra necesarias para poder cumplir con la demanda diaria. Esto implica que se analicen otros costos en el proyecto como el valor de energía eléctrica y el costo del doble auxilio de transporte, uno que es obligatorio por ley y el otro que es el auxilio de transporte nocturno el cual es subsidiado con “tickets” de una empresa prestadora de este servicio.

**Tabla 35. Costos proyectados de la situación actual**

CONCEPTO	Costos Proyectados (\$)		
	2009	2010 <sup>37</sup>	2011 <sup>38</sup>
COSTO DIRECTO DE FABRICACIÓN	207.612.335	215.043.179	221.494.475
MANO DE OBRA DIRECTA	164.412.335	170.331.179	175.441.115
SALARIO BÁSICO	53.665.200	55.597.147	57.265.062
AUX. DE TRANS.	5.166.000	5.351.976	5.512.535
HORAS EXTRAS	45.274.788	46.904.680	48.311.821
AUXILIO DE TRANSPORTE NOCTURNO	17.472.000	18.100.992	18.644.022
ALIMENTACIÓN	15.288.000	15.838.368	16.313.519
PARAFISCALES (9%)	4.829.868	5.003.743	5.153.856
COTIZACIONES PATRONALES	11.001.366	11.397.415	11.739.338
PRESTACIONES	11.715.113	12.136.857	12.500.963
<b>ENERGÍA</b>	<b>43.200.000</b>	<b>44.712.000</b>	<b>46.053.360</b>

Fuente: Autoras del proyecto

**Tabla 36. Variables de comparación para situación actual**

Variables	Cantidad
Operarios	7
Supervisor	1
Horas laborales diarias	13,5
Valor hora extra	\$3583
Valor hora energía eléctrica	\$10256
Días laborados en el mes	26
Horas laboradas al año	4212

Fuente: Autoras del proyecto

<sup>37</sup> El incremento del 2009 al 2010 de todas las tablas de costos está basado en el incremento del SMMLV.

<sup>38</sup> El incremento del 2010 - 2011 de todas las tablas de costos está basado en el incremento del 3% según rango meta del Banco de la República.

5.7.2 Análisis Doble Turno. La segunda situación incurre con los mismos costos de la situación actual duplicando el número de operarios debido a que la gerencia propuso implementar una doble jornada laboral, esta estrategia elimina el pago de las horas extras las cuales representa el 22% del total de los costos de la situación actual. Las horas laborales presentan un aumento impactando directamente el consumo de la energía eléctrica en un 19%.

En esta situación la empresa deja de incurrir en el costo de alimentación y transporte de los operarios que trabajan las horas extras. Sin embargo el costo de mantener el personal con prestaciones de ley causa un incremento que no se plasmó en las tablas pero, si planteamos un supuesto de una posible liquidación, la empresa tendría que desembolsar más dinero por el incremento de los operarios comparado con la situación actual.

**Tabla 37. Costos proyectados para el doble turno**

CONCEPTO	Costos Proyectados (\$)		
	2009	2010*	2011**
<b>COSTO DIRECTO DE FABRICACIÓN</b>	<b>211.935.084</b>	<b>219.564.747</b>	<b>226.151.689</b>
<b>MANO DE OBRA DIRECTA</b>	<b>160.735.084</b>	<b>166.521.547</b>	<b>171.517.193</b>
SALARIO BÁSICO	95.404.800	98.839.373	101.804.554
AUX. DE TRANS.	10.332.000	10.703.952	11.025.071
HORAS EXTRAS	-	-	-
ALIMENTACIÓN	-	-	-
PARAFISCALES (9%)	8.586.432	8.895.544	9.162.410
COTIZACIONES PATRONALES	19.557.984	20.262.071	20.869.934
PRESTACIONES	20.826.868	21.576.635	22.223.934
<b>ENERGÍA</b>	<b>51.200.000</b>	<b>53.043.200</b>	<b>54.634.496</b>

Fuente: Autoras del proyecto

**Tabla 38. Variables de comparación para el doble turno**

<b>Variables</b>	<b>Cantidad</b>
Operarios	14
Supervisor	1
Horas laborales diarias	8
Valor hora energía eléctrica	\$10256
Días laborados en el mes	26
Horas laborales al año	4992

**Fuente: Autoras del proyecto**

5.7.3 Análisis Propuesta Producto Terminado. En la primera situación planteada se puede observar que la energía eléctrica muestra una reducción de un 33% frente a la situación actual esto se debe a que no se tendría tiempo extra por lo que al año refleja un gran ahorro.

De igual manera presenta un salario del personal, mayor en comparación a la situación actual a causa del incremento de tres nuevos operarios encargados del manejo, transporte y embalaje del inventario del producto terminado. Aunque se incrementen los costos por la contratación de 3 operarios más, esta propuesta resulta más económica que la situación actual y la empresa estaría generando más empleo (impacto social).

Esta situación implica un nuevo costo que es la inversión necesaria para poder implementar la estrategia propuesta. La inversión presenta una participación del 38.4% con respecto al total del costo. Del costo de inversión se desprenden dos costos que son el costo de materia prima en donde se proyectó a dos años en



base al incremento por comportamientos históricos de las ventas de la empresa y el costo de mantener el inventario.

El costo de mantener el inventario comprende costos tales como el de conservación que a su vez es el resultado de la sumatoria del costo de oportunidad y de obsolescencia. El costo de oportunidad fue determinado en el anexo 4 y se define como el costo que la empresa incurre por invertir en este proyecto y no en otra actividad. Para este proyecto se requiere de la compra de 1490 cilindros de 15 kg y 156 cilindros de 45 kg. en el cual la empresa asumiría un costo de oportunidad de un 9.97% sobre el valor de la compra.

Otro costo es el de manipulación en donde la empresa compraría 3 estibas y 3 estibadoras para el desplazamiento de los cilindros y la manipulación de ellos y tres operadores anteriormente mencionados para el aprovisionamiento de producto terminado. El costo de manipulación es el mayor costo de inversión que la empresa incurriría con un 50.6% sobre el costo de mantener inventarios.

El costo de las instalaciones se refiere a los estantes necesarios para ubicar los cilindros en el almacén de producto terminado que serían 42 estantes donde cada uno tiene una capacidad de almacenar 36 cilindros, pero 15 de estos 42 estantes serían tomados de la empresa, por lo que se calculó el costo de oportunidad de asignar esos 15 estantes a este proyecto en vez de utilizarlos en otra tarea, este costo de oportunidad es de \$284.518 pesos al año. Los otros 27 estantes tienen un costo de \$5.136.750 pesos que quedarían en las instalaciones de la empresa.

Tabla 39. Costos proyectados de la situación 1

CONCEPTO	Costos Proyectados (\$)		
	2009	2010	2011
<b>COSTO DIRECTO DE FABRICACIÓN</b>	<b>193.881.636</b>	<b>189.091.442</b>	<b>193.895.016</b>
<b>MANO DE OBRA DIRECTA</b>	<b>92.146.079</b>	<b>95.463.338</b>	<b>98.327.238</b>
SALARIO BÁSICO	53.665.200	55.597.147	57.265.062
HORAS EXTRA	0	0	0
AUXILIO DE TRANSPORTE	5.904.000	6.116.544	6.300.040
ALIMENTACIÓN	0	0	0
PARAFISCALES (9%)	4.829.868	5.003.743	5.153.856
COTIZACIONES PATRONALES	11.001.366	11.397.415	11.739.338
PRESTACIONES	11.715.113	12.136.857	12.500.963
<b>ENERGÍA</b>	<b>28.800.000</b>	<b>30.528.000</b>	<b>31.443.840</b>
<b>COSTO DE INVERSIÓN</b>	<b>72.935.557</b>	<b>63.100.104</b>	<b>64.123.938</b>
MATERIA PRIMA	8.957.494	9.067.671	9.179.204
<b><u>COSTO DE MANTENER EL INVENTARIO</u></b>	<b>63.978.063</b>	<b>54.032.433</b>	<b>54.944.734</b>
<b>COSTO DE CONSERVACIÓN</b>	<b>20.613.869</b>		
a)COSTO DE OPORTUNIDAD	20.613.869		
b)COSTO DE OBSOLESCENCIA Y DETERIORO		20.675.896	20.675.896
<b>COSTO DE MANIPULACIÓN</b>	<b>32.367.796</b>		
3 ESTIBAS	368.880		
3 ESTIBADORAS	2.714.400		
DEPRE. MAQUI Y EQUIP		308.328	308.328
3 OPERADORES	29.284.516	30.338.759	31.248.921
<b>COSTO DE INSTALACIONES</b>	<b>5.421.268</b>		
17 ESTANTES	5.136.750		
DEPRECIACIÓN		799.050	799.050
COSTO DE OPORTUNIDAD DE 15 ESTANTES	284.518		
<b>COSTO DE ESPACIO</b>	<b>5.575.130</b>		
IMPUESTO PREDIAL	68.802	71.279	73.417
DEPRECIACIÓN	1.839.121	1.839.121	1.839.121
COSTO DE OPORTUNIDAD DEL INMUEBLE	3.667.207		

Fuente: Autoras del proyecto

**Tabla 40. Variables de comparación para situación 1**

<b>Variables</b>	<b>Cantidad</b>
Operarios	10
Supervisor	1
Horas laborales diarias	8
Valor hora energía eléctrica	\$10256
Días laborados en el mes	26
Horas laboradas al año	2964
Incremento de materia prima según las ventas	1,0123
WACC	9,97%

**Fuente: Autoras del proyecto**



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Por medio del diagnóstico general se lograron detectar significativas oportunidades de mejora encontrando tiempos inactivos del 41.1%, largas jornadas de trabajo aproximadamente de 12 horas y media y filas de espera por parte de los vehículos para ser atendidos.
- Existen dos inspecciones que son utilizadas para control del manejo interno de los cilindros las cuales cumplen las mismas funciones. Dado que esta operación no le agrega valor al producto tener dos de ellas se considera como despilfarro. Sin embargo para la empresa es muy importante mantener las dos operaciones puesto que los cilindros son recursos indispensables para iniciar la producción y al ser limitados podría conducir a la pérdida de una venta.
- El recurso que define la capacidad productiva son las baterías de llenado puesto que son las que presentan mayores tiempos de operación por unidad de producto.
- Por medio del análisis de capacidad se determinó que la empresa utilizando el 100% de los recursos, puede abastecer la demanda diaria de 2430 unidades de la referencia de 15 kg, y 679 de 45 kg y avícolas, dado que su capacidad de producción es de 2680 unidades de 15kg y 710 de 45kg.
- En el estudio de pronósticos se encontró que a diferencia de las demás referencias, la demanda de avícolas presenta un comportamiento con tendencia negativa, y al indagar sobre esto, se encontró que este mercado está mejorando sus procesos de incubación, necesitando menos consumo de energía a base de GLP.



- Al implementar un sistema enfocado a producir para almacenar, la empresa obtendrá beneficios como niveles de producción más estables, recursos utilizados eficientemente y costos operativos más bajos con la reducción de las horas extras representados en la disminución del 22% sobre el costo total de fabricación.
- Por medio de la utilización de la herramienta de simulación Promodel, se determinó que la cantidad de cilindros necesarios para la nivelación de la capacidad es de 1490 cilindros de 15 Kg., 156 cilindros de 45 kg. Y 248 cilindros para avícolas.
- Se establecieron espacios de almacenamiento para las tres referencias que abarca un área total de 123.2 . Para la referencia de 15kg. Se definió un sistema de almacenamiento de estanterías fija, aprovechando de esta forma el espacio vertical.
- La propuesta de doble turno comparada con la situación actual, aunque presenta un mejor desempeño en costos y capacidad productiva, genera mayores niveles de inactividad, dado que se incurriría en un tiempo mayor (16 horas) para cumplir con la misma demanda.
- Si la empresa quisiera aumentar su capacidad en un 40%, la mejor estrategia sería la implementación de dos propuestas contempladas en el proyecto: el manejo de inventario de producto terminado y el establecimiento de dos turnos de trabajo. Dado que si se implementa solo la primera estrategia, su capacidad productiva no alcanzaría a aumentarse en este porcentaje y como se analizó en el capítulo 9, incurrir en un doble turno es más económico que asumir horas extras.



- Para mejorar la seguridad de los trabajadores y hacer buen uso del sistema de transporte destinado para producto terminado se recomienda mejorar las condiciones del piso en donde se desarrollan las operaciones concernientes al proceso de envasado.
- Es importante mantener calibrados y reparados los recursos necesarios para la producción, especialmente aquellos que directamente definen la capacidad de la empresa. Para Gasan SA este recurso son las básculas de llenado, las cuales actualmente de las 24 maquinas de envasado, funcionan únicamente 23, perdiendo de esta forma una capacidad productiva del 4.17%.
- La reducción de horas extra generaría un fuerte impacto negativo en el nivel de vida de los operarios pues sus ingresos disminuirían en un 43.7%. Dado lo anterior se sugiere a la gerencia desarrollar un programa de gestión humana que permita mantener el nivel de vida de los trabajadores, repercutiendo en la motivación de ellos y por ende en los niveles de producción.
- La realización del proyecto le permite a la empresa Gasan S.A. mejorar su sistema productivo, aumentando la eficiencia de los recursos pues se lograría abastecer las necesidades de producción en un menor tiempo y con menores costos. Igualmente permitió a la empresa dimensionar su capacidad productiva para saber como responder ante una estrategia de aumento del mercado.
- La realización de la práctica empresarial y el desarrollo de este proyecto permitió aplicar los conocimientos adquiridos durante la formación como ingenieras industriales al entorno empresarial. Igualmente fortalecer aptitudes como el liderazgo y trabajo en equipo que permitieron obtener resultados pertinentes para una futura implementación.



## BIBLIOGRAFÍA

ADAM E. Everett. Administración de la producción y las operaciones. 4ta edición  
Pg. 419

ARENAS DÍAS, Piedad; GARAVITO HERMADEZ, Edwin Alberto. Simulación de  
Procesos de Manufactura, 2008

ARBOS, Luis Cuatrecasas. Organización de la producción y dirección de  
operaciones. Editorial Universitaria, Ramon Areces. Pg 110.

ARENAS DÍAZ, Piedad; GARAVITO HERMADEZ, Edwin Alberto. Simulación de  
Procesos de Manufactura, 2008

DIEBOLD, F. (1999). Elementos de Pronostico. Mexico D.F.: Internacional  
Thomson

CHASE, Richard. AQUILANO, Nicolás. JACOBS, Robert. Administración de  
Producción y Operaciones. Santa Fe de Bogotá: octava edición Mc Graw Hill,  
2000. Pg 150

CHASE B. Richard. Administración de la producción y operaciones para una  
ventaja competitiva. Ed. Mc Graw Hill. 10º edición. Pág. 534.

CHASE, Richard B. JACOBS Robert. AQUILANO Nicholas. Administración de la  
producción y operaciones para una ventaja competitiva. Editorial Mc Graw Hill. Pg.  
434



HIRANO, Hiroyuki. 5 pilars of the visual workplace. Editorial Productivity Press. Pgs. 1,18,19

LLERA, Carlos Rodrigo. GANCEDO PRIETO, Antonio .Aspectos estratégicos de la dirección de producción. Editorial Centro de Estudios Ramón Areces. Pgs. 129-157

MAKRIDAKIS, S. W. (2000). Metodos de Ponósticos. Mexico D.F: Limusa

Manual de calidad Gasan SA.

MEYERS, Fred. Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil. Editorial Pearson educación. Pg. 134

NIEBEL B. W., FREIVALDS A. ingeniería industrial, métodos estándares y diseño del trabajo. ed. alfaomega. ed. 11 a. México 2004.

ORTIZ, Néstor Raúl. Análisis y Mejoramiento de los procesos de la empresa. Publicaciones UIS. Pgs. 32-35

Output: Resultado de la transformación de las materias primas por medio de los factores productivos.

RONALD H. BALLOU. 2005. logística: administración de la cadena de suministro. 5a ed. Pearson prentice hall: México.

SACRISTÁN REY, Francisco, Editorial FC Pág. 22

TAHA, Hamdy A. Investigación de operaciones. 7ma edición



The productivity press development team. Identifying waste on the shopfloor.  
Editorial Productivity Press. Pg 7

VAUGH, R.C. Introducción a la ingeniería industrial. Editorial reverté, s.a. Pg 401

### **Medios electrónicos**

CATARINA.udlap.mx/u\_dl\_a/tales/documentos/lii/luna\_m\_d/capitulo4.pdf

[http://www.upme.gov.co/Docs/Glp\\_web.pdf](http://www.upme.gov.co/Docs/Glp_web.pdf)

[http://www.superservicios.gov.co/siteSSPD/documentos/documentos\\_pub/41\\_371\\_1.pdf](http://www.superservicios.gov.co/siteSSPD/documentos/documentos_pub/41_371_1.pdf)

[www.minminas.gov.co/gas](http://www.minminas.gov.co/gas)

[www.gasan.com.co](http://www.gasan.com.co)

[www.tuscompetencias.com/archivos](http://www.tuscompetencias.com/archivos)

[www.tuscompetencias.com/archivos](http://www.tuscompetencias.com/archivos)

# ANEXOS

## ANEXO 1

### TOMA DE TIEMPOS

- Baterías de llenado

#### TIEMPOS DE CICLO

Premuestra para tiempos de ciclo por referencia

Observaciones registradas (Seg)	1	2	3	4	5	6	7	8
Referencia								
15 Kg	20	19	23	18	17	17	25	19
45 Kg Tiempo del operario	36	55	46	45	59	32	40	58
45 Kg. Tiempo de maquina	255	257	262	268	266	274	248	254

Fuente: Autoras del proyecto

#### Número de datos a registrar para tiempo de ciclo por referencia

Referencia	n observ.	Desviac.	Error(seg)	$t_{\alpha/2}$	N
15Kg	8	3.664	+/- 2	2.365	12
45Kg Tiempo del operario	8	10.183	+/- 3	2.365	3
45Kg. Tiempo de maquina	8	8.522	+/- 5	2.365	16

Fuente: Autoras del proyecto

**Registro de datos de tiempos de ciclo referencia 15 kg**

<b>REGISTRO DE DATOS REFERENCIA 15 kg</b>			
<b>Ciclo</b>	<b>Valoración</b>	<b>TO(seg)</b>	<b>TN(Seg)</b>
1	120	17	20.4
2	100	20	20
3	110	19	20.9
4	110	19	20.9
5	100	21	21
6	120	17	20.4
7	110	18	19.8
8	120	16	19.2
9	130	15	19.5
10	110	18	19.8
11	100	23	23
12	130	15	19.5
Tiempo normalizado promedio			20.36

Fuente: Autoras del proyecto

**Tiempo de ciclo para la referencia de 45 Kg.**

<b>REGISTRO DE DATOS REFERENCIA 45Kg</b>			
<b>Ciclo</b>	<b>Valoración %</b>	<b>TO(seg)</b>	<b>TN(Seg)</b>
1	80	53	42.4
2	110	40	44
3	90	49	44.1
Tiempo normalizado promedio			43.5

Fuente: Autoras del proyecto

## TIEMPOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA JABÓN

### Premuestra para tiempos de abastecimiento de agua jabón por batería

Observaciones registradas (seg)	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Batería</b>								
1	53	42	54	48	51	45	43	43
2	59	54	48	46	50	55	57	54
3	60	66	61	62	67	63	62	64
4	73	67	65	63	73	68	75	76

Fuente: Autoras del proyecto

### Resumen del número de datos a registrar para tiempos de agua jabón por batería

Batería	n observ.	Desviac.	Error(seg)	ta/2	N
1	8	4.808	+/- 4	2.365	8
2	8	4.690	+/- 4	2.365	7
3	8	2.416	+/- 4	2.365	2
4	8	4.869	+/- 4	2.365	8

Fuente: Autoras del proyecto

### . Tiempos de abastecimiento de agua jabón batería 1

Ciclo	Valoración	TO(Seg)	TN(Seg)
1	0.95	54	51.3
2	1	42	42
3	0.9	57	51.3
4	1	49	49
5	0.85	65	55.3
6	1	42	42
7	1	44	44
8	1	42	42
Tiempo normalizado promedio			47.1

Fuente: Autoras del proyecto

### Tiempos de abastecimiento de agua jabón batería 2

<b>REGISTRO DE DATOS BATERIA 2</b>			
<b>Ciclo</b>	<b>Valoración</b>	<b>TO(Seg)</b>	<b>TN(Seg)</b>
1	0.85	63	53.55
2	1	54	54
3	1.15	44	50.6
4	1.15	46	52.9
5	1.1	50	55
6	1	55	55
7	1	57	57
Tiempo normalizado promedio			54.01

Fuente: Autoras del proyecto

### Tiempos de abastecimiento de agua jabón batería 3

<b>REGISTRO DE DATOS BATERIA 3</b>			
<b>Ciclo</b>	<b>Valoración</b>	<b>TO(Seg)</b>	<b>TN(Seg)</b>
1	1	64	64
2	1	63	63
Tiempo normalizado promedio			63.5

Fuente: Autoras del proyecto

### . Tiempos de abastecimiento de agua jabón batería 4

<b>REGISTRO DE DATOS BATERIA 4</b>			
<b>Ciclo</b>	<b>Valoración</b>	<b>TO(Seg)</b>	<b>TN(Seg)</b>
1	1	69	69
2	1.1	53	58.3
3	1.2	56	67.2
4	1.2	55	66
5	1	72	72
6	1	70	70
7	0.9	75	67.5
8	1	69	69
Tiempo normalizado promedio			67.38

Fuente: Autoras del proyecto



## TIEMPO DE FLUJO

### Premuestra para tiempos de flujo por referencia

Observaciones registradas (Seg)	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Referencia</b>								
<b>15 Kg</b>	118	114	114	111	111	113	108	112
<b>45 Kg</b>	299	283	281	289	281	272	280	295

Fuente: Autoras del proyecto

Estos datos obtenidos fueron reemplazados en la formula planteada anteriormente para obtener el siguiente número de ciclos a registrar:

### Resumen numero de datos a registrar para para tiempos de flujo por referencia

Referencia	n observ.	Desviac.	Error(seg)	$t\alpha/2$	N
<b>15Kg</b>	8	2.924	+/- 2	2.365	12
<b>45Kg</b>	8	8.709	+/- 5	2.365	17

Fuente: Autoras del proyecto

### Tiempo de flujo referencia 15 Kg.

Registro De Datos Ref: 15 Kg.				
Ciclo	Valoración	TO(Seg)	TN(Seg)	
1	100	111	111	
2	100	114	114	
3	100	102	102	
4	100	102	102	
5	100	115	115	
6	100	113	113	
7	100	114	114	
8	100	112	112	
9	100	132	132	
10	100	114	114	
11	100	102	102	
12	100	116	116	
<b>Tiempo normal promedio</b>			112.09	

Fuente: Autoras del proyecto

**Tiempo de flujo referencia 45 Kg.**

<b>REGISTRO DE DATOS REF: 45 Kg.</b>			
<b>Ciclo</b>	<b>Valoración</b>	<b>TO(Seg)</b>	<b>TN(Seg)</b>
1	100	296	296
2	100	284	284
3	100	335	335
4	100	326	326
5	100	321	321
6	100	298	298
7	100	303	303
8	100	309	309
9	100	336	336
10	100	307	307
11	100	315	315
12	100	315	315
13	100	289	289
14	100	283	283
15	100	272	272
16	100	285	285
17	100	288	288
Tiempo normal promedio			303.59

Fuente: Autoras del proyecto

- **Tiempo de llenado de la maquina**

<b>REGISTRO DE DATOS REFERENCIA 45Kg</b>			
<b>Ciclo</b>	<b>Valoración</b>	<b>TO(seg)</b>	<b>TN(Seg)</b>
1	100	254	254
2	100	239	239
3	100	240	240
4	100	240	240
5	100	243	243
6	100	276	276
7	100	274	274
8	100	267	267
9	100	283	283
10	100	266	266
11	100	261	261
12	100	259	259
13	100	280	280

REGISTRO DE DATOS REFERENCIA 45Kg			
14	100	287	287
15	100	247	247
16	100	286	286
17	100	257	257
Tiempo normalizado promedio			262.23

Fuente: Autoras del proyecto

- **Entrada portería ventas**

**Premuestras entrada porteria ventas**

Nº Observ.	Nº elementos
1	120
2	118
3	123
4	98
5	100
6	100
7	113
8	120

Fuente: Autoras del Proyecto

**Numero de la muestra entrada portería ventas**

Desvest	t	e <sup>2</sup>	N
10,4744587	2,365	36	17,046019

Fuente: Autoras del Proyecto

### Muestras entrada portería ventas

MUESTRA CONTEO ENTRADA PORTERIA VENTAS			
Nº Observ.	Elementos		
	Valoracion	E2	TN
1	1	126	126
2	1	115	115
3	0,9	180	162
4	1	124	124
5	1	110	110
6	1,1	103	113,3
7	1	138	138
8	1,1	100	110
9	1	122	122
10	1,1	96	105,6
11	1	117	117
12	1,1	102	112,2
13	1,1	99	108,9
14	1	136	136
15	1	115	115
16	1,1	129	141,9
17	1,1	101	111,1

Fuente: Autoras del Proyecto

### Suplementos y tiempo tipo entrada porteria ventas

Elementos	Suplementos			% SUPLM
	Constantes	Trabajar de pie	Ruido	
Elemento 2	9	2	2	1,13
Elementos	TN prom	Suplementos	Nº de veces q se repite	TiempoTipo
2	121,6470588	1,13	1	137,46

Fuente: Autoras del Proyecto

- Conteo Portería Entrada avícolas

### Premuestras Portería Entrada avícolas

Nº Observ.	Nº elementos
	<b>2</b>
1	60
2	59
3	60
4	55
5	88
6	60
7	67
8	59

Fuente: Autoras del Proyecto

### Numero de muestras Portería Entrada avícolas

NUMERO DE MUESTRA CONTEO ENTRADA			
Desvest	t	e <sup>2</sup>	N
10,4334626	2,365	36	16,912847

Fuente: Autoras del Proyecto

### Muestras Portería Entrada avícolas

MUESTRA CONTEO ENTRADA PORTERIA AVICOLAS			
Nº Observ.	Nº elementos	E2	TN
	Valoración		
1	1	59	59
2	1	60	60
3	0,8	70	56
4	1	64	64
5	1	62	62
6	1,1	52	57,2
7	1	50	50
8	1	54	54
9	0,8	73	70
10	1	61	63

<b>MUESTRA CONTEO ENTRADA PORTERIA AVICOLAS</b>			
N° Observ.	N° elementos		TN
	Valoración	E2	
11	0,8	71	66
12	0,7	72	50,4
13	0,9	56	50,4
14	1	62	62
15	0,9	66	59,4
16	1	55	55
17	1	54	54

Fuente: Autoras del Proyecto

#### Suplementos y tiempo tipo conteo operaciones entrada ventas

	Constantes	Trabajar de pie	Ruido	
Elemento 2	9	2	2	1,13
Elementos	TN prom	Suplementos	N° de veces q se repite	Tiempo Tipo
2	58,37647059	1,13	1	65,97

Fuente: Autoras del Proyecto

- Conteo operaciones entrada ventas

#### Premuestra conteo entrada operaciones ventas

<b>PREMUESTRA CONTEO ENTRADA OPERACIONES VENTAS</b>		
N° Observ.	N° elementos	
	2	3
1	132	97
2	120	110
3	123	83
4	140	101
5	115	92
6	140	88
7	140	75
8	130	90

Fuente: Autoras del Proyecto

**Numero muestras operaciones entradas ventas y cg1 entrada y salida**

<b>NUMERO DE MUESTRA CONTEO ENTRADA</b>			
Desvest	t	e <sup>2</sup>	N
9,84160266	2,365	36	15,0484387

<b>NUMERO DE MUESTRA CG1 ENTRADA Y SALIDA</b>			
Desvest	t	e <sup>2</sup>	N
10,8232554	2,365	36	18,2001766

Fuente: Autoras del Proyecto

**Muestra conteo entrada operaciones ventas**

<b>MUESTRA CONTEO ENTRADA OPERACIONES VENTAS</b>				
Nº Observ.	Nº elementos		E2	TN
	Valoración			
1	0,9		138	124,2
2	0,9		148	133,2
3	1		105	105,0
4	1		116	116,0
5	1		146	146,0
6	0,8		207	165,6
7	1		90	90,0
8	0,9		167	150,3
9	1		120	120,0
10	0,75		215	161,3
11	0,9		148	133,2
12	0,9		147	132,3
13	1		128	128,0
14	1		111	111,0
15	1		125	125,0
16	1		114	114,0

Fuente: Autoras del Proyecto

### Muestras cg1 entrada y salida operaciones

Nº Observ.	Valoracion	E3	TN
1	1,1	60	66,0
2	1	79	79,0
3	1,1	68	74,8
4	0,9	110	99,0
5	1	77	77,0
6	1,1	56	61,6
7	1,1	55	60,5
8	1	97	97,0
9	1	118	118,0
10	1	100	100,0
11	1	81	81,0
12	0,9	140	126,0
13	0,9	128	115,2
14	1,1	62	68,2
15	1	112	112,0
16	1,1	64	70,4
17	1	91	91,0
18	1	74	74,0
19	1	87	87,0

Fuente: Autoras del Proyecto

### Suplementos y tiempo tipo operaciones entrada ventas y cg1

Elementos	Suplementos			% SUPLM
	Constantes	Trabajar de pie	Ruido	
Elemento 2	9	2	2	1,13
Elemento 3	9	0	2	1,11
Elementos	TN prom	Suplementos	Nº de veces q se repite	TiempoTipo
2	128,4	1,13	1	145,14
3	87,2	1,11	1	96,84

Fuente: Autoras del Proyecto

### Premuestra operaciones entrada y salida avícolas

Nº Observ.	2
1	45
2	40
3	39
4	60
5	57
6	60
7	49
8	45

Fuente: Autoras del Proyecto

### Número muestra operaciones entrada y salida avícolas

NUMERO DE MUESTRA CONTEO ENTRADA			
Desvest	t	e <sup>2</sup>	N
8,60128728	2,365	36	11,4944103

Fuente: Autoras del Proyecto

### Muestra operaciones entrada y salida avícolas

MUESTRA CONTEO ENTRADA OPERACIONES AVICOLAS			
Nº Observ.	Nº elementos	E2	TN
	Valoración		
1	1	56	56
2	1,1	49	53,9
3	1,1	55	60,5
4	1	63	63
5	1,1	43	47,3
6	1,1	44	48,4
7	1,1	51	56,1
8	1,1	45	49,5
9	1,1	49	53,9
10	1	67	67
11	1,1	52	57,2
12	1,1	44	48,4

Fuente: Autoras del Proyecto

### Suplementos y tiempo tipo operaciones entra y salida avícolas

Suplementos			% SUPLM
Constantes	Trabajar de pie	Ruido	
9	2	2	1,13

Elementos	TN prom	Suplementos	Nº de veces q se repite	Tiempo Tipo
2	55,1	1,13	1	62,26

Fuente: Autoras del Proyecto

- Descargue  
Premuestra descargue 15

PREMUESTRA DESCARGUE 15 Kg	
Nº Observ.	TO
1	9
2	6
3	8
4	9
5	14
6	15
7	6
8	11

Fuente: Autoras del Proyecto

### Numero muestra descargue 15

NUMERO DE MUESTRA DESCARGUE 15 Kg			
Desvest	t	E <sup>2</sup>	N
3,37003603	2,365	16	3,97019096

Fuente: Autoras del Proyecto

### Muestra descargue 15

MUESTRA DESCARGUE 15 Kg			
Nº Observ.	Valoración	TO	TN
1	1	9	9
2	1,2	7	8,4
3	1	11	11
4	1	6	6

Fuente: Autoras del Proyecto

### Suplementos descargue 15

TN PROM	%suplementos			% SUPLM	T TIPO
	Constantes	Ruido	Concentración		
8,6	11	2	2	1,15	9,75

Fuente: Autoras del Proyecto

- Cargue

### Premuestra cargue 15

PREMUESTRA CARGUE 15 Kg	
Nº Observ.	TO
1	8
2	16
3	11
4	13
5	10
6	7
7	8
8	15

Fuente: Autoras del Proyecto

### Numero muestra cargue 15Kg

NUMERO DE MUESTRA CARGUE 15 Kg			
Desvest	T	e <sup>2</sup>	N
3,38061702	2,365	16	3,99516071

### Tabla muestra cargue 15 kg.

MUESTRA CARGUE 15 Kg				
Nº Observ.	Valoración	TO	TN	
	1	0,7	11	7,7
	2	1,1	12	13,2
	3	1	15	15
	4	1	8	8

Fuente: Autoras del Proyecto

### Suplementos y tiempo tipo cargue 15Kg.

% suplementos				% SUPLM	T TIPO
TN PROM	Constantes	Ruido	Concentración		
10,975	11	2	2	1,15	12,125

Fuente: Autoras del Proyecto

- Cargue y descargue 45 Kg.

### Premuestras cargue y descargue 45kg.

PREMUESTRAS CARGUE Y DESCARGUE 45 Kg	
Nº Observ.	TO
1	24
2	19
3	15
4	13
5	11
6	16
7	16
8	14

Fuente: Autoras del Proyecto

**Numero de muestra cargue y descargue 45kg.**

NUMERO DE MUESTRA CARGUE 45 Kg			
Desvest	t	e <sup>2</sup>	N
3,97082732	2,365	16	5,51193784

Fuente: Autoras del Proyecto

**Tabla de muestra 45kg.**

MUESTRA CARGUE 45 Kg			
Nº Observ.	Valoracion	TO	TN
1	1	23	23
2	1	16	16
3	1	13	13
4	1	13	13

Fuente: Autoras del Proyecto

**Suplementos y tiempo tipo cargue y descargue 45kg**

TN PROM	%suplementos		% SUPLM	T TIPO	
	Constantes	Ruido Concentracion			
16,25	11	2	2	1,15	17,4

Fuente: Autoras del Proyecto

- Taponado
- Premuestra taponado**

PREMUESTRA TAPONADO	
Nº Observ.	TO
1	6
2	8
3	13
4	8
5	8
6	9
7	10
8	10

Fuente: Autoras del Proyecto

### Número muestra taponado

NUMERO DE MUESTRA TAPONADO			
Desvest	t	e <sup>2</sup>	N
2,07019668	2,365	2	11,9854821

Fuente: Autoras del Proyecto

### Muestra taponado

MUESTRA TAPONADO			
Nº Observ.	TO	Valoracion	TN
1	18	0,7	12,6
2	8	1,1	8,8
3	9	1	9
4	10	1	10
5	9	1	9
6	11	1	11
7	8	1,1	8,8
8	8	1,1	8,8
9	9	1	9
10	7	1,2	8,4
11	14	0,8	11,2
12	12	0,9	10,8

Fuente: Autoras del Proyecto

### Suplementos y tiempo tipo taponado

TN PROM	%suplementos					% SUPLM	T TIPO
	Constantes	Trabajar de pie	Postura	Ruido	Monotonía		
9,78333333	9	2	2	2	1	1,16	10,94333333

Fuente: Autoras del Proyecto

Sellado

**Premuestra sellado**

PREMUESTRA SELLADO	
Nº Observ.	TO
1	3
2	4
3	4
4	5
5	5
6	6
7	4
8	6

Fuente: Autoras del Proyecto

**Premuestra sellado**

MUESTRA SELLADO			
Desvest	t	e <sup>2</sup>	N
1,060660172	2,365	1	6,29237813

Fuente: Autoras del Proyecto

**Muestra sellado**

MUESTRA SELLADO			
Nº Observ.	TO	Valoración	TN
1	4	100	4
2	4	100	4
3	4	100	4
4	5	100	5
5	5	100	5
6	4	100	4
7	6	100	6

Fuente: Autoras del Proyecto

### Suplementos y tiempo tipo sellado

%suplementos								
TN PROM	Constantes	Trabajar de pie	Postura	Fuerza	Ruido	Monotonía	% SUPLM	T TIPO
4,571428 57	9	2	2	0	2	1	1,16	5,731428 57

Fuente: Autoras del Proyecto

- Conteo operaciones salida ventas y avícolas

### Conteo operaciones salida ventas y avícolas

Nº Observ.	Nº elementos
	2
1	80
2	73
3	55
4	70
5	60
6	70
7	66
8	60

Fuente: Autoras del Proyecto

### Numero muestra Conteo operaciones salida ventas y avícolas

NUMERO DE MUESTRA CONTEO ENTRADA P			
Desvest	T	e <sup>2</sup>	N
8,15475322	2,365	25	14,8779785

Fuente: Autoras del Proyecto

### Muestra Conteo operaciones salida ventas y avícolas

MUESTRA CONTEO SALIDA OPERACIONES				
Nº Observ.	Nº elementos	VALORACION		
		E2	TN	
1	1,1	40	44	
2	0,7	105	73,5	
3	1	62	62	
4	1	53	53	
5	1	50	50	
6	1,1	59	64,9	
7	1	36	36	
8	1	60	60	
9	1	78	78	
10	1	49	49	
11	0,8	99	79,2	
12	1	63	63	
13	1	66	66	
14	1	62	62	
15	1	51	51	

Fuente: Autoras del Proyecto

### Suplementos y tiempo tipo Conteo operaciones salida ventas y avícolas

Elementos	Suplementos			% SUPLM
	Constantes	Trabajar de pie	Ruido	
Elemento 2	9	2	2	1,13
Elementos	TN prom	Suplementos	Nº de veces q se repite	Tiempo Tipo
2	59,4	1,13	1	67,17

Fuente: Autoras del Proyecto

- **Conteo portería salida ventas y avícolas y CG1**

**Premuestras conteo portería salida (2)ventas y avícolas y CG1(3)**

<b>PREMUESTRA CONTEO SALIDA PORTERÍA ventas y avícolas</b>		
<b>Nº Observ.</b>	<b>Nº elementos</b>	
	<b>2</b>	<b>3</b>
1	37	78
2	41	84
3	43	70
4	37	80
5	35	78
6	25	96
7	55	67
8	36	73

Fuente: Autoras del Proyecto

**Numero muestras Conteo portería salida ventas y avícolas**

<b>NUMERO DE MUESTRA CONTEO PORTERÍA</b>			
<b>Desvest</b>	<b>t</b>	<b>e<sup>2</sup></b>	<b>N</b>
8,48422907	2,365	36	11,1836756

Fuente: Autoras del Proyecto

**Numero muestras CG1 porteria**

<b>NUMERO DE MUESTRA CG1 PORTERÍA</b>			
<b>Desvest</b>	<b>t</b>	<b>e<sup>2</sup></b>	<b>N</b>
9,0514403	2,365	36	12,7290259

Fuente: Autoras del Proyecto

### Muestras Conteo portería salida ventas y avícolas

MUESTRA CONTEO SALIDA PORTERÍA			
Nº Observ.	Valoración	E2	TN
1	1,2	36	43,2
2	1	46	46
3	1	48	48
4	1	50	50
5	1	54	54
6	0,9	63	56,7
7	1	54	54
8	1	45	45
9	1	55	55
10	1,1	41	45,1
11	1	48	48
12	1,1	42	46,2

Fuente: Autoras del Proyecto

### Muestras CG1

Nº Observ.	Valoración	E3	TN
1	1	79	79,0
2	1	84	84,0
3	1	71	71,0
4	1	76	76,0
5	1	89	89,0
6	1	80	80,0
7	1	90	90,0
8	1	72	72,0
9	0,9	95	85,5
10	1	88	88,0
11	1,1	68	74,8
12	1,1	69	75,9
13	1	73	73,0

Fuente: Autoras del Proyecto

**Suplementos y tiempo tipo Conteo portería salida ventas y avícolas y CG1 entrada y salida**

Elementos	Suplementos			% SUPLM
	Constantes	Trabajar de pie	Ruido	
Elemento 2	9	2	2	1,13
Elemento 3	9	0	2	1,11
Elementos	TN prom	Suplementos	Nº de veces q se repite	TiempoTipo
2	49,26666667	1,13	1	55,67
3	79,9	1,11	1	88,65

Fuente: Autoras del Proyecto

## ANEXO 2

### PRONÓSTICOS

#### Pronósticos media móvil con tendencia para la referencia 15 kg

MESES	DÍA	DEMANDA TOTAL	MM(3)	Moil con regresión	E abs	E multiplicat
Junio	1	2766		2210	555,86	1,25
	2	2034		2213	178,62	0,92
	3	2373		2215	157,91	1,07
	4	1871	2391	2218	346,56	0,84
	5	2264	2093	2220	43,96	1,02
	6	1420	2169	2223	802,51	0,64
	7	2474	1852	2225	249,02	1,11
	8	3044	2053	2227	816,55	1,37
	9	2129	2313	2230	100,93	0,95
	10	3382	2549	2232	1149,60	1,51
	11	2166	2852	2235	68,87	0,97
	12	1755	2559	2237	482,35	0,78
	13	1655	2434	2240	584,82	0,74
	14	3065	1859	2242	822,71	1,37
	15	2243	2158	2245	1,77	1,00
	16	2102	2321	2247	145,24	0,94
	17	2456	2470	2250	206,29	1,09
	18	1471	2267	2252	781,19	0,65
	19	3014	2010	2255	759,34	1,34
	20	2713	2314	2257	455,87	1,20
	21	1416	2399	2260	843,61	0,63
	22	2420	2381	2262	157,92	1,07
	23	2130	2183	2265	134,55	0,94
Julio	24	1998	1989	2267	268,79	0,88
	25	2389	2183	2269	119,92	1,05
	26	2471	2173	2272	198,78	1,09
	27	2216	2286	2274	58,66	0,97
	28	1845	2359	2277	432,14	0,81
	29	1453	2177	2279	826,01	0,64
	30	2934	1838	2282	652,06	1,29
	31	1949	2077	2284	334,95	0,85
	32	1772	2112	2287	515,12	0,77

MESES	DÍA	DEMANDA TOTAL	MM(3)	Moil con regresión	E abs	E multiplicat
	33	2001	2218	2289	288,14	0,87
	34	1956	1907	2292	335,85	0,85
	35	3073	1910	2294	779,22	1,34
	36	2878	2343	2297	581,35	1,25
	37	2972	2636	2299	672,75	1,29
	38	2518	2974	2302	216,16	1,09
	39	2184	2789	2304	120,59	0,95
	40	2146	2558	2307	160,33	0,93
	41	1768	2283	2309	541,26	0,77
	42	2245	2033	2312	66,13	0,97
	43	2264	2053	2314	49,63	0,98
	44	1976	2093	2316	340,10	0,85
	45	1152	2162	2319	1167,24	0,50
	46	2173	1797	2321	148,63	0,94
	47	3144	1767	2324	819,72	1,35
Agosto	48	2194	2156	2326	132,38	0,94
	49	2151	2503	2329	177,85	0,92
	50	2148	2496	2331	183,33	0,92
	51	2652	2164	2334	318,20	1,14
	52	2549	2317	2336	212,73	1,09
	53	3342	2450	2339	1003,25	1,43
	54	2138	2848	2341	203,22	0,91
	55	2100	2676	2344	243,69	0,90
	56	2110	2527	2346	236,17	0,90
	57	2376	2116	2349	27,36	1,01
	58	1964	2195	2351	387,11	0,84
	59	2282	2150	2354	71,58	0,97
	60	1850	2207	2356	506,06	0,79
	61	1802	2032	2359	556,53	0,76
	62	2469	1978	2361	108,00	1,05
	63	2975	2040	2363	611,52	1,26
	64	2978	2415	2366	612,05	1,26
	65	1772	2807	2368	596,42	0,75
	66	2682	2575	2371	311,10	1,13
67	3144	2477	2373	770,26	1,32	
pti em	68	2581	2533	2376	205,16	1,09
	69	1658	2802	2378	720,32	0,70

MESES	DÍA	DEMANDA TOTAL	MM(3)	Moil con regresión	E abs	E multiplicat
	70	2709	2461	2381	328,21	1,14
	71	2005	2316	2383	378,26	0,84
	72	2775	2124	2386	389,26	1,16
	73	2716	2496	2388	327,79	1,14
	74	2405	2499	2391	14,32	1,01
	75	3304	2632	2393	910,84	1,38
	76	2846	2808	2396	450,37	1,19
	77	2188	2852	2398	210,10	0,91
	78	3347	2779	2401	946,43	1,39
	79	1290	2794	2403	1113,05	0,54
	80	2661	2275	2406	255,48	1,11
	81	2555	2433	2408	147,01	1,06
	82	2635	2169	2410	224,53	1,09
	83	2722	2617	2413	309,06	1,13
	84	2159	2637	2415	256,41	0,89
	85	2141	2505	2418	276,89	0,89
	86	1413	2341	2420	1007,36	0,58
	87	2366	1904	2423	56,83	0,98
	88	2352	1973	2425	73,31	0,97
	89	2451	2044	2428	23,22	1,01
	90		2390	2430		

Fuete Autoras del proyecto

### Pronósticos media móvil con tendencia para la referencia 45 kg

MESES	DÍA	DEMANDA TOTAL	MM(3)	Móvil con regresión	E abs	E multiplicat
junio	1	148		156	8,207	0,947
	2	94		157	63,075	0,598
	3	141		158	16,943	0,893
	4	129	128	159	29,811	0,812
	5	118	121	160	41,678	0,739
	6	107	129	161	53,546	0,666
	7	205	118	161	43,586	1,270
	8	265	143	162	#####	1,633

MESES	DÍA	DEMANDA TOTAL	MM(3)	Móvil con regresión	E abs	E multiplicat	
	9	141	192	163	22,150	0,864	
	10	145	204	164	19,018	0,884	
	11	155	184	165	9,886	0,940	
	12	117	147	166	48,754	0,706	
	13	193	139	167	26,378	1,158	
	14	229	155	167	61,510	1,367	
	15	233	180	168	64,642	1,384	
	16	99	218	169	70,226	0,585	
	17	156	187	170	14,094	0,917	
	18	80	163	171	90,962	0,468	
	19	285	112	172	#####	1,659	
	20	206	174	173	33,302	1,193	
	21	246	190	174	72,435	1,417	
	22	139	246	174	35,433	0,797	
	23	174	197	175	1,301	0,993	
	24	39	186	176	#####	0,221	
	25	150	117	177	27,037	0,847	
	26	193	121	178	15,095	1,085	
	julio	27	230	127	179	51,227	1,287
		28	199	191	180	19,359	1,108
		29	200	207	181	19,491	1,108
		30	109	210	181	72,377	0,601
		31	180	169	182	2,245	0,988
		32	163	163	183	20,113	0,890
		33	216	151	184	32,019	1,174
		34	140	186	185	44,849	0,757
35		385	173	186	#####	2,073	
36		211	247	187	24,415	1,131	
37		85	245	187	#####	0,453	
38		298	227	188	#####	1,582	
39		187	198	189	2,188	0,988	
40		283	190	190	92,944	1,489	
41		93	256	191	97,924	0,487	
42		221	188	192	29,208	1,152	
43		68	199	193	#####	0,353	
44		191	127	194	2,528	0,987	
45		214	160	194	19,604	1,101	
46		215	158	195	19,736	1,101	
47		157	207	196	39,132	0,800	

MESES	DÍA	DEMANDA TOTAL	MM(3)	Móvil con regresión	E abs	E multiplicat
	48	271	195	197	74,000	1,376
	49	207	214	198	9,132	1,046
	50	172	212	199	26,736	0,865
	51	265	217	200	65,396	1,328
	52	243	215	200	42,528	1,212
	53	129	227	201	72,339	0,641
Agosto	54	150	212	202	52,207	0,742
	55	294	174	203	90,925	1,448
	56	217	191	204	13,057	1,064
	57	61	220	205	#####	0,298
	58	57	191	206	#####	0,277
	59	272	112	207	65,453	1,317
	60	250	130	207	42,585	1,205
	61	382	193	208	#####	1,834
	62	216	301	209	6,849	1,033
	63	268	283	210	57,981	1,276
	64	193	289	211	17,887	0,915
	65	226	226	212	14,245	1,067
	66	61	229	213	#####	0,287
	67	195	160	213	18,491	0,913
	68	111	161	214	#####	0,518
	69	219	122	215	3,773	1,018
	70	264	175	216	47,906	1,222
	71	207	198	217	9,962	0,954
	72	255	230	218	37,170	1,171
	73	296	242	219	77,302	1,353
	74	253	253	220	33,434	1,152
	75	96	268	220	#####	0,436
	76	266	215	221	44,698	1,202
	77	124	205	222	98,170	0,558
78	19	162	223	#####	0,085	
79	301	136	224	77,094	1,344	
80	163	148	225	61,774	0,725	
Septiembre	81	257	161	226	31,358	1,139
	82	297	240	227	70,490	1,311
	83	353	239	227	#####	1,552
	84	140	302	228	88,246	0,613
	85	232	263	229	2,886	1,013
	86	212	242	230	17,981	0,922

MESES	DÍA	DEMANDA TOTAL	MM(3)	Móvil con regresión	E abs	E multiplicat
	87	349	195	231	#####	1,512
	88	223	264	232	8,717	0,962
	89	264	261	233	31,415	1,135
	90	278	279	233	44,547	1,191
	91	340	255	234	#####	1,451
	92	173	294	235	62,189	0,736
	93	209	264	236	27,057	0,885
	94	187	241	237	49,925	0,789
	95	179	190	238	58,793	0,753
	96	198	192	239	40,661	0,830
	97	213	188	240	26,529	0,889
	98	338	197	240	97,603	1,406
	99	296	250	241	54,735	1,227
	100	229	282	242	13,133	0,946
	101	156	288	243	87,001	0,642
	102	243	227	244	0,868	0,996
	103	299	209	245	54,264	1,222
	104	308	233	246	62,396	1,254
	105	322	283	246	75,528	1,306
	106		310	247		

Fuente Autoras del proyecto

#### Pronósticos media móvil con tendencia para la referencia de avícolas

MESES	DÍA	DEMANDA TOTAL	MM(3)	Móvil con regresión	E abs	E multiplicat
junio	1	597		461	135,527	1,294
	2	435		461	26,679	0,942
	3	467		461	6,019	1,013
	4	540	516	461	79,353	1,172
	5	549	451	460	88,629	1,193
	6	619	503	460	158,621	1,345
	7	427	519	460	32,820	0,929
	8	427	545	460	32,544	0,929
	9	482	584	459	22,461	1,049

MESES	DÍA	DEMANDA TOTAL	MM(3)	Móvil con regresión	E abs	E multiplicat
	10	475	523	459	16,007	1,035
	11	414	523	459	44,650	0,903
	12	442	427	458	16,153	0,965
	13	455	461	458	2,874	0,994
	14	477	461	458	18,720	1,041
	15	446	454	458	11,693	0,974
	16	<b>516</b>	478	457	58,797	1,129
	17	426	445	457	31,064	0,932
	18	566	444	457	109,477	1,240
	19	411	428	457	45,887	0,899
	20	414	442	456	42,237	0,907
	21	480	455	456	24,039	1,053
	22	495	473	456	39,314	1,086
	23	409	466	455	46,410	0,898
	24	623	480	455	167,865	1,369
	25	534	480	455	79,141	1,174
26	753	463	455	298,417	1,656	
julio	27	418	503	454	36,371	0,920
	28	432	465	454	21,937	0,952
	29	414	468	454	40,046	0,912
	30	441	450	453	12,481	0,972
	31	530	518	453	76,811	1,169
	32	537	523	453	84,351	1,186
	33	339	423	453	114,097	0,748
	34	282	427	452	170,207	0,624
	35	203	462	452	249,131	0,449
	36	394	503	452	58,231	0,871
	37	368	469	452	83,800	0,814
	38	418	386	451	33,276	0,926
39	372	310	451	79,020	0,825	
40	295	243	451	155,635	0,655	
41	226	298	450	224,381	0,502	
42	<b>344</b>	321	450	106,174	0,764	
43	464	393	450	14,102	1,031	
44	349	386	450	100,623	0,776	
45	492	362	449	42,653	1,095	
46	592	334	449	142,929	1,318	
47	546	261	449	97,560	1,217	
48	461	345	449	12,480	1,028	

MESES	DÍA	DEMANDA TOTAL	MM(3)	Móvil con regresión	E abs	E multiplicat
	49	497	345	448	48,755	1,109
	50	268	386	448	179,969	0,598
	51	534	435	448	86,307	1,193
	52	753	478	447	305,582	1,683
	53	604	542	447	156,858	1,351
Agosto	54	375	592	447	71,867	0,839
	55	424	443	447	22,591	0,949
	56	519	461	446	72,685	1,163
	57	416	461	446	30,040	0,933
	58	575	644	446	129,236	1,290
	59	497	679	445	51,511	1,116
	60	426	577	445	19,213	0,957
	61	155	468	445	289,937	0,348
	62	515	439	445	70,338	1,158
	63	614	453	444	169,614	1,382
	64	397	468	444	47,111	0,894
	65	416	496	444	27,835	0,937
	66	425	536	444	18,559	0,958
	67	132	499	443	311,284	0,298
	68	502	359	443	58,992	1,133
	69	443	365	443	0,267	1,001
	70	332	428	442	110,457	0,750
	71	543	509	442	100,819	1,228
	72	258	476	442	183,906	0,584
	73	119	413	442	322,630	0,269
	74	463	324	441	21,645	1,049
75	406	353	441	35,079	0,920	
76	563	359	441	122,197	1,277	
77	360	426	441	80,528	0,817	
78	495	439	440	54,748	1,124	
79	512	378	440	72,023	1,164	
septiembre	80	556	307	440	116,299	1,264
	81	479	280	439	39,575	1,090
	82	454	329	439	14,850	1,034
	83	219	477	439	219,874	0,499

MESES	DÍA	DEMANDA TOTAL	MM(3)	Móvil con regresión	E abs	E multiplicat
	84	220	443	439	218,599	0,502
	85	602	473	438	163,677	1,373
	86	474	456	438	35,953	1,082
	87	434	521	438	3,772	0,991
	88	453	516	437	15,504	1,035
	89	483	496	437	45,779	1,105
	90	448	384	437	11,055	1,025
	91	557	298	437	120,331	1,276
	92	486	347	436	49,606	1,114
	93	448	432	436	11,882	1,027
	94	448	503	436	12,157	1,028
	95	458	454	436	22,433	1,052
	96	494	457	435	58,709	1,135
	97	429	461	435	6,016	0,986
	98	511	496	435	76,260	1,175
	99	467	497	434	32,535	1,075
	100	423	497	434	11,189	0,974
	101	486	461	434	52,087	1,120
	102	475	451	434	41,362	1,095
	103	460	467	433	26,201	1,060
	104	475	460	433	41,812	1,097
	105	491	478	433	58,189	1,134
	106	480	469	433	47,465	1,110
	107		467	432		

Fuente: Autoras del proyecto

### **ANEXOS 3**

#### **DETERMINACIÓN DE LA FRECUENCIA DE LLEGADA PARA CADA TIPO DE CLIENTE Y LA CANTIDAD DE VEHÍCULOS QUE INGRESAN DIARIAMENTE DE CADA UNO DE ELLOS**

Para la determinación de los ciclos de llegada se recolectaron datos durante tres semanas del mes de agosto de las horas de ingreso de los distintos vehículos pertenecientes a la clasificación de clientes estipulada anteriormente.

Una vez recolectados los datos se definieron unos rangos de tiempo para determinar la cantidad de vehículos que llegan en este periodo y la frecuencia de ésta a través de los días. Éstas frecuencias de repetición definen la probabilidad de que llegue un carro en ese rango para luego definir por medio de un promedio ponderado el número de vehículos que entran a la planta diariamente distribuidos a través de los periodos establecidos.



### Horas de ingreso ventas 1

3/8/ 2009	4/8/ 2009	5/8/ 2009	6/8/ 2009	8/8/ 2009	10/8/ 2009	11/8/ 2009	12/8/ 2009	13/8/ 2009	14/8/ 2009	15/8/2 009	18/8/ 2009	19/8/ 2009	20/8/ 2009
09:04 a.m.	08:54 a.m.	08:59 a.m.	09:05 a.m.	08:08 a.m.	11:08 a.m.	09:13 a.m.	09:59 a.m.	08:50 a.m.	07:45 a.m.	05:51 a.m.	08:14 a.m.	09:31 a.m.	07:51 a.m.
11:34 a.m.	11:44 a.m.	09:04 a.m.	09:59 a.m.	11:21 a.m.	11:17 a.m.	10:36 a.m.	10:58 a.m.	11:53 a.m.	09:32 a.m.	07:53 a.m.	09:29 a.m.	10:26 a.m.	08:03 a.m.
11:40 a.m.	12:00 p.m.	09:12 a.m.	10:56 a.m.	12:32 p.m.	11:29 a.m.	10:40 a.m.	01:23 p.m.	11:59 a.m.	10:00 a.m.	08:56 a.m.	10:40 a.m.	11:21 a.m.	10:04 a.m.
11:47 a.m.	01:18 p.m.	01:05 p.m.	01:29 p.m.	12:45 p.m.	11:35 a.m.	11:07 a.m.	01:53 p.m.	12:34 p.m.	12:35 p.m.	10:02 a.m.	12:00 p.m.	11:24 a.m.	10:28 a.m.
12:00 p.m.	01:22 p.m.	01:23 p.m.	03:40 p.m.	01:23 p.m.	01:09 p.m.	11:26 a.m.	02:27 p.m.	03:12 p.m.	12:53 p.m.	10:26 a.m.	01:23 p.m.	11:31 a.m.	11:13 a.m.
01:32 p.m.	02:25 p.m.	01:25 p.m.	03:41 p.m.	01:25 p.m.	01:10 p.m.	12:50 p.m.	02:38 p.m.	03:41 p.m.	03:09 p.m.	10:42 a.m.	01:24 p.m.	02:50 p.m.	11:30 a.m.
02:22 p.m.	02:47 p.m.	02:18 p.m.	03:48 p.m.	02:13 p.m.	02:04 p.m.	12:52 p.m.	03:58 p.m.	04:27 p.m.	04:00 p.m.	10:45 a.m.	04:10 p.m.	02:54 p.m.	11:33 a.m.
04:45 p.m.	02:56 p.m.	02:28 p.m.	04:03 p.m.	02:57 p.m.	04:34 p.m.	01:00 p.m.	04:03 p.m.	05:00 p.m.	04:59 p.m.	12:56 p.m.	04:18 p.m.	03:27 p.m.	01:25 p.m.
05:32 p.m.	04:15 p.m.	02:53 p.m.	04:10 p.m.	03:03 p.m.	05:17 p.m.	01:10 p.m.	04:09 p.m.	05:24 p.m.	05:26 p.m.	02:28 p.m.	05:40 p.m.	05:00 p.m.	04:15 p.m.
05:53 p.m.	05:20 p.m.	04:02 p.m.	05:48 p.m.		05:32 p.m.	01:37 p.m.	04:58 p.m.	05:55 p.m.	07:33 p.m.	02:45 p.m.	05:47 p.m.	05:21 p.m.	04:28 p.m.
06:05 p.m.	05:41 p.m.	04:49 p.m.			06:00 p.m.	02:36 p.m.	05:41 p.m.	06:59 p.m.		02:57 p.m.	06:22 p.m.	05:43 p.m.	05:00 p.m.
06:12 p.m.	05:56 p.m.	05:38 p.m.				05:00 p.m.	05:55 p.m.			04:46 p.m.	6:21 p.m.	06:26 p.m.	06:44 p.m.
07:21 p.m.		05:58 p.m.				05:00 p.m.	06:25 p.m.			04:51 p.m.			
		06:15 p.m.				05:43 p.m.							

Fuente autoras del proyecto



## Horas de ingreso ventas 2

3/8/ 2009	4/8/ 2009	5/8/ 2009	6/8/ 2009	8/8/ 2009	10/8/ 2009	11/8/ 2009	12/8/ 2009	13/8/ 2009	14/8/ 2009	15/8/ 2009	18/8/2009	19/08/ 2009	20/08/ 2009
09:36	05:31 a.m.	11:46 a.m.	05:36 p.m.	12:55 p.m.	04:35 p.m.	04:13 p.m.	04:29 p.m.	08:25 a.m.	05:57 a.m.	01:50 p.m.	05:52 a.m.	05:21 a.m.	05:43 p.m.
10:47 a.m.	05:31 a.m.	01:11 p.m.				05:04 p.m.	04:30 p.m.		10:05 a.m.	03:29 p.m.	08:39 a.m.	09:32 a.m.	
	05:44 a.m.											06:36 p.m.	
	04:35 p.m.												

Fuente: autoras del proyecto

## Horas de ingreso transporte

3/08/ 2009	04/08/ 2009	05/08/ 2009	06/08/ 2009	08/08/ 2009	10/08/ 2009	11/08/ 2009	12/08/ 2009	13/08/ 2009	14/08/ 2009	15/08/ 2009	18/08/ 2009	19/08/ 2009
08:35 a.m.	08:27 a.m.	08:07 a.m.	10:57 a.m.	08:45 a.m.	07:35 a.m.	08:34 a.m.	08:25 a.m.	08:28 a.m.	07:25 a.m.	08:16 a.m.	04:27 p.m.	12:12 p.m.
10:02 a.m.	08:45 a.m.	11:24 a.m.	01:59 p.m.	10:55 a.m.	07:47 a.m.	10:03 a.m.	08:51 a.m.	09:25 p.m.	08:35 a.m.	02:22 p.m.	05:24 p.m.	04:47 p.m.
03:55 p.m.	05:45 p.m.		03:42 p.m.		05:10 p.m.	02:21 p.m.	08:16 a.m.	12:18 p.m.	08:46 a.m.			05:53 p.m.
					06:08 p.m.	08:03 p.m.			06:39 p.m.			

Fuente: autoras del proyecto



### Horas de ingreso avícolas

3/8/ 2009	4/8/ 2009	5/8/ 2009	06/08/ 2009	08/08/ 2009	10/08/ 2009	11/08/ 2009	12/08/ 2009	13/08/ 2009	14/08/ 2009	15/08/ 2009	18/08/ 2009	19/08/ 2009	20/08/ 2009
07:22 a.m.	07:57 a.m.	08:40 a.m.	09:58 a.m.	07:47 a.m.	05:07 a.m.	11:08 a.m.	08:59 a.m.	09:28 a.m.	08:46 a.m.	08:36 a.m.	09:32 a.m.	08:43 a.m.	09:17 a.m.
07:28 a.m.	09:25 a.m.	08:45 a.m.	10:03 a.m.	08:59 a.m.	06:04 a.m.	12:08 p.m.	09:14 a.m.	10:59 a.m.	10:10 a.m.	10:13 a.m.	11:17 a.m.	09:03 a.m.	11:29 a.m.
08:41 a.m.	09:42 a.m.	10:52 a.m.	01:34 p.m.	09:07 a.m.	09:35 a.m.	02:23 p.m.	10:09 a.m.	11:35 a.m.	11:57 a.m.	10:52 a.m.	12:01 p.m.	10:46 a.m.	12:17 p.m.
08:48 a.m.	09:53 a.m.	01:32 p.m.	04:19 p.m.	09:35 a.m.	01:32 p.m.	03:12 p.m.	12:56 p.m.	01:51 p.m.	12:15 p.m.	11:28 a.m.	01:53 p.m.	11:12 a.m.	02:03 p.m.
09:41 a.m.	01:26 p.m.	01:52 p.m.		09:46 a.m.	02:06 p.m.	03:50 p.m.	01:34 p.m.	02:40 p.m.	01:48 p.m.	12:51 p.m.	02:13 p.m.	01:41 p.m.	03:32 p.m.
11:21 a.m.	01:53 p.m.	02:26 p.m.		02:19 p.m.	02:22 p.m.	04:34 p.m.	03:18 p.m.	02:54 p.m.	04:25 p.m.	05:17 p.m.	02:26 p.m.	02:38 p.m.	04:02 p.m.
02:10 p.m.	05:06 p.m.	03:41 p.m.			02:34 p.m.	04:37 p.m.	03:56 p.m.	03:10 p.m.	06:00 p.m.		05:01 p.m.	03:50 p.m.	05:54 p.m.
02:17 p.m.	05:29 p.m.				03:00 p.m.		04:47 p.m.	04:42 p.m.			07:07 p.m.	04:19 p.m.	
02:43 p.m.					03:22 p.m.			07:02 p.m.				05:01 p.m.	

Fuente autoras del proyecto

### Cantidad de vehículos en los rangos de tiempo establecido para ventas 1

	03/08/ 2009	04/08/ 2009	05/08/ 2009	06/08/ 2009	08/08/ 2009	10/08/ 2009	11/08/ 2009	12/08/ 2009	13/08/ 2009	14/08/ 2009	15/08/ 2009	18/08/ 2009	19/08/ 2009	20/08/ 2009
7 a 9:30	1	1	3	1	1	0	1	0	1	1	3	2	1	1
9:30 a 12:00	4	2	1	2	1	4	4	2	2	2	4	2	4	5
12 a 12:30	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:30 a 3	2	5	6	1	6	3	6	5	1	2	4	2	2	1
3 a 6	3	4	4	6	1	4	3	6	6	4	2	4	4	3
6 a 7:30	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1

Fuente: autoras del proyecto



### Cantidad de vehículos en los rangos de tiempo establecido para contratistas

	03/08/ 2009	04/08/ 2009	05/08/ 2009	06/08/ 2009	08/08/ 2009	10/08/ 2009	11/08/ 2009	12/08/ 2009	13/08/ 2009	14/08/ 2009	15/08/ 2009	18/08/ 2009	19/08/ 2009	20/08/ 2009
7:00-12:00	2	3	1	0	0	0	0	0	1	2	0	2	2	0
12:00-6:45	0	1	1	1	1	1	2	2	0	0	2	0	1	1

Fuente: autoras del proyecto

### Cantidad de vehículos en los rangos de tiempo establecido para transporte

	03/08/ 2009	04/08/ 2009	05/08/ 2009	06/08/ 2009	08/08/ 2009	10/08/ 2009	11/08/ 2009	12/08/ 2009	13/08/ 2009	14/08/ 2009	15/08/ 2009	18/08/ 2009	19/08/ 2009
7:00 - 9:00	1	2	2	1	2	2	2	3	1	3	1	0	0
9:00 - 11:00	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
11:00 - 12:00	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0
12:00 - 1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00- 4:00	1	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	2	2
4:00 - 5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00 - 7:00	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0

Fuente: autoras del proyecto

### Cantidad de vehículos los rangos de tiempo establecido para transporte

	03/08/ 2009	04/08/ 2009	05/08/ 2009	06/08/ 2009	08/08/ 2009	10/08/ 2009	11/08/ 2009	12/08/ 2009	13/08/ 2009	14/08/ 2009	15/08/ 2009	18/08/ 2009	19/08/ 2009	20/08/ 2009
7:00-10:00	5	4	2	1	5	3	0	2	1	1	1	1	2	1
10:00-1:00	1	0	1	1	0	0	2	2	2	3	4	2	2	2
1:00-3:30	4	2	3	1	1	6	2	2	4	1	0	3	2	1
3:30-7:15	1	2	1	1	0	0	3	2	2	2	1	2	3	3

Fuente: autoras del proyecto

## CANTIDAD PROMEDIO QUE PRESENTARA CADA CLIENTE EN SIMULACIÓN

Para el desarrollo del modelo de simulación, los 4 tipos de clientes establecidos fueron planteados como entidades principales en el sistema. Cada una de ellas ingresa a la planta con una cantidad de orden de pedido, la cual se encuentra basada en el pronóstico de demanda (establecido en el capítulo 6), la cantidad de vehículos que entra a la planta diariamente y el porcentaje que demanda de cada una de las referencias.

### Frecuencia de vehículos por día

CLIENTE	Numero de vehículos
Avícolas	8
Ventas	12
Ventas contratista	2
Transporte	3
Total	25

Fuente: autoras del proyecto

Dado que el cliente avícola requiere de una sola referencia, se dividirá la cantidad de la demanda pronosticada en el número de vehículos que ingresan diariamente a la plataforma. Esto da como resultado que cada vehículo deberá ordenar 53,62 cilindros aproximando 54 cilindros.

Los clientes de ventas, contratistas y transporte presentan un procedimiento diferente para el cálculo de la demanda debido a que estos, ordenan cilindros de las dos referencias restantes, por ende fue necesario establecer el porcentaje de demanda que presenta cada vehículo por cada referencia ponderándolos por el porcentaje de carros por día que llevan determinada referencia. Para determinar las órdenes de pedido por vehículo, se realizó un muestreo según el tipo de cliente de la siguiente manera:

- Ventas 1

### Premuestras ventas 1

Premuestra cant ventas 1		
dias	15	45
1	67	9
2	60	8
3	69	10
4	72	10
5	70	10
6	73	10
7	73	10
8	70	7

Fuente: autoras del proyecto

### Numero de muestras de 15 ventas 1

Referencia 15kg			
Desvest	T	e <sup>2</sup>	N
4,4129	2,365	36	3,026

Fuente: autoras del proyecto

### Numero de muestras de 45 ventas

Referencia 45kg			
Desvest	T	e <sup>2</sup>	N
1,061	2,365	36	0,175

Fuente: autoras del proyecto

### Muestras 15 Y 45 Ventas 1

Muestra ventas		
dias	15	45
1	68	9
2	70	10
3	64	

Fuente: autoras del proyecto

### Cantidad ventas 1

Cantidad 15 Kg	67
Cantidad 45kg	9

Fuente: autoras del proyecto

- **Ventas 2 (Contratistas)**

**Premuestras ventas 2**

Premuestra cantidad Ventas contrat		
días	15	45
1	195	18
2	190	14
3	198	18
4	193	18
5	201	16
6	201	12
7	198	20
8	200	20

Fuente: autoras del proyecto

Numero de muestras 15kg ventas 2

Referencia 15kg			
Desvest	T	e <sup>2</sup>	N
4	2,365	36	2,4859

Fuente: autoras del proyecto

Numero muestras 45kg ventas 2

Referencia 45kg			
Desvest	T	e <sup>2</sup>	N
2,8284	2,365	36	1,2429

Fuente: autoras del proyecto

**Muestra ventas 2**

Muestra contratista		
días	15	45
1	180	14
2	203	18
3	198	

Fuente: autoras del proyecto

Cantidad ventas 2

Cantidad 15 Kg	193
Cantidad 45kg	14

Fuente: autoras del proyecto

- Transporte

Premuestras transporte

Premuestra cantidad Transporte		
días	15	45
1	393	34
2	393	29
3	404	27
4	392	40
5	415	33
6	397	34
7	398	35
8	398	42

Fuente: autoras del proyecto

Cantidad muestras 15 kg transporte

Referencia 15kg			
Desvest	T	e <sup>2</sup>	N
7,6298286 8	2,365	36	9,04459995

Fuente: autoras del proyecto

Cantidad muestras 45 kg transporte

Referencia 45kg			
Desvest	t	e <sup>2</sup>	N
5,007137 76	2,365	36	3,8952817

Muestras transporte

Muestra Transporte		
días	15	45
1	409	34
2	393	29
3	398	27
4	390	40
5	415	
6	397	
7	395	
8	400	

Fuente: autoras del proyecto

Cantidad transporte

Cantidad 15 Kg	399
Cantidad 45kg	32

Fuente: autoras del proyecto

A partir de las cantidades promedio por referencia para cada cliente, se determinó la proporción que demanda cada uno de ellos con respecto de la demanda total de los tres clientes. En la siguiente tabla se muestran estos porcentajes, de igual forma la proporción de carros que ingresan diariamente a la planta por cliente, para luego realizar la ponderación de cilindros por cliente y su respectivo porcentaje sobre la demanda diaria por producto.

### Porcentaje de la demanda para cada vehículo por cliente

CLIENTE	% de demanda (%) entre clientes		% de carros que ingresan a la planta por día (%)	Ponderación de cilindros/día		Porcentaje sobre la demanda/día (%)	
	15kg	45kg		15kg	45kg	15kg	45kg
Ventas	10.17	16.36	70.59	0.07179	0.11549	33.7	46.5
Ventas contr.	29.29	25.46	11.77	0.03447	0.02997	16.2	12.1
Transporte	60.54	58.18	17.64	0.10679	0.10263	50.1	41.4
	100	100	100	0.21305	0.24809	100	100

Fuente: autoras del proyecto

A continuación se halla la cantidad de cilindros por carro por medio de la razón entre según el porcentaje diario por cliente sobre la demanda y la cantidad de carros diaria por cliente.

### Cantidad de cilindros por vehículo

CLIENTE	Porcentaje de demanda (%)		Demanda diaria (pronóstico)		Cantidad de cilindros por vehículo	
	15kg	45kg	15kg	45kg	15kg	45kg
Ventas	33.7	46.5	2430	247	68.24	9.57
Ventas contr.	16.2	12.1			196.83	14.94
Transporte	50.1	41.4			405.81	34.09

Fuente: autoras del proyecto



## ANEXO 4

### DETERMINACIÓN DEL COSTO DE CAPITAL

Una de las metodologías más utilizadas para determinar el costo de capital es el costo promedio ponderado de capital (WACC), en el cual se ponderan los costos de capital determinados como el costo de la deuda (Kdt) y costo del patrimonio (Ke) por medio de los pesos relativos de las fuentes de capital: Peso de la deuda (D%) y el peso del patrimonio (P%) en la estructura de capital.

$$WACC = D\% * Kdt + P\% * Ke$$

Definición de las variables:

GASAN S.A. no tiene créditos con entidades financieras y los pasivos que maneja son cancelados en el corto plazo y corresponden a sus proveedores los cuales no manejan descuentos por pronto pago.

Dado lo anterior se concluye que la empresa no tiene costo de la deuda (Kdt) en su estructura de capital por lo tanto la primera expresión de la suma se anula.

Como GASAN S.A. No tiene costo de la deuda, la participación porcentual del patrimonio en la estructura de capital se eleva al 100%. De este modo el WACC en este caso es equivalente al costo del patrimonio.

Para hallar el costo de patrimonio se encuentran varias metodologías, entre ellas se escogió la más utilizada, el CAMP (Capital Asset Pricing Model). En la cual se suma a la tasa de interés para inversiones libres de riesgo (Rf), la prima de riesgo (Prima<sub>x</sub>).

$$Ke = Rf + Prima_x$$



La prima de riesgo es la compensación por el riesgo incurrido por el inversionista y esta se compone por el Beta de la empresa ( $B_L$ ) y la prima de mercado, que es la diferencia entre el rendimiento esperado del mercado y la tasa libre de riesgo ( $R_m - R_f$ ).

$$K_e = R_f + B_L (R_m - R_f)$$

Los títulos de tesorería (TES), emitidos por el Gobierno Nacional Colombiano se tomaron como tasa libre de riesgo pues corresponde al mínimo nivel de riesgo en una inversión en el país<sup>39</sup>; para el cual se tomó el valor de la tasa efectiva anual para un plazo de 11 años que es en la cual se proyecta la inversión de los cilindros correspondientes. Este valor es de 9.8% efectivo anual y fue tomado de los informes económicos de las subastas de los títulos de tesorería del banco de la república con fecha de 24 de marzo de 2009.

El Beta para GASAN S.A. es de 0.73<sup>40</sup>. Este valor fue tomado de la página para las utilidades del gas en mercados emergentes.

Finalmente para calcular el rendimiento esperado del mercado se calculó el promedio ponderado de las rentabilidades de 78 empresas distribuidoras de GLP según su porcentaje de participación en ventas. Estos datos fueron tomados de la página de la Superintendencia de Servicios Públicos<sup>41</sup>.

---

<sup>39</sup> <http://www.serfinco.com/products/rent/tes.asp>

<sup>40</sup> [http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/data.html](http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/data.html)

<sup>41</sup> [http://persefone.superservicios.gov.co:8082/web/guest/82.jsessionid=A41AB0BE3A45CE392A8C3653027E68DF?p\\_p\\_id=101\\_INSTANCE\\_NbNT&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-2&p\\_p\\_col\\_count=1&\\_101\\_INSTANCE\\_NbNT\\_struts\\_action=%2Ftagged\\_content%2Fview\\_content&\\_101\\_INSTANCE\\_NbNT\\_redirect=%2Fweb%2Fguest%2F82&\\_101\\_INSTANCE\\_NbNT\\_assetId=72883](http://persefone.superservicios.gov.co:8082/web/guest/82.jsessionid=A41AB0BE3A45CE392A8C3653027E68DF?p_p_id=101_INSTANCE_NbNT&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&_101_INSTANCE_NbNT_struts_action=%2Ftagged_content%2Fview_content&_101_INSTANCE_NbNT_redirect=%2Fweb%2Fguest%2F82&_101_INSTANCE_NbNT_assetId=72883)



## Desempeño económico empresas distribuidoras de GLP

EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DE GLP	VENTAS ANUALES	% DE PARTICIP	RENTABILIDAD	PONDERACIÓN
Almagas De Occidente S.A.	5.084.089	0,01644	13,68%	0,0022
Andegas	6.321.505	0,02045	26,19%	0,0054
Andigas S.A.	424.154	0,00137	-37%	-0,0005
Agrogas S.A.	1.275.780	0,00413	-2,96%	-0,0001
Ayapegas S.A.	63,867	0,00000	4,62%	0,0000
Cartagas S.A.	2558828	0,00828	-21,88%	-0,0018
Citygas S.A.	1400000	0,00453	-28,05%	-0,0013
Colgas De Occidente S.A.	26738792	0,08648	6%	0,0052
Colombiana De Gases S.A.	2000000	0,00647	-512%	-0,0331
Compañía De Servicios Públicos S.A.	647,647	0,00000	26,19%	0,0000
Compañía Envasadora Nacional De Gas S.A.	8483620	0,02744	-28,66%	-0,0079
Asogas S.A	19474303	0,06299	0,85%	0,0005
Distribuidora Central De Gas S.A.	1.179.518	0,00381	61,96%	0,0024
Distribuidora Corona Intergas S.A.	4200000	0,01358	10,06%	0,0014
Distribuidora De Gas Bogota S.A	656.460	0,00212	-26,19%	-0,0006
Distribuidora De Gas Monzagas S.A.	330.018	0,00107	6,34%	0,0001
Distrigases De Guaduas S.A	741.976	0,00240	12,43%	0,0003
Electrogas S.A.	4.730.670	0,01530	-13,61%	-0,0021
Empresa De Gas Del Putumayo S.A.	161.969	0,00052	7,68%	0,0000
Costagas S.A	1.467.628	0,00475	-13,96%	-0,0007
Energas S.A	4.115.044	0,01331	5,86%	0,0008
Envasadora De Gas De Puerto Salgar S.A	4355556	0,01409	5,86%	0,0008
Digaspro S.A.	314,928	0,00000	5,86%	0,0000
Gas Boyaca S.A.	2.300.103	0,00744	1,60%	0,0001
Gas Caquetá S.A.	2.600.000	0,00841	36,94%	0,0031
Gas Cordillera S.A	1.494.486	0,00483	6,40%	0,0003
Gas Del Paez S.A.	3.001.209	0,00971	21,55%	0,0021
Gas El Puente S.A.	855.106	0,00277	45,32%	0,0013
Gas El Sol S.A.	662.564	0,00214	-107,83%	-0,0023
Gas Gombel S.A.	2262872	0,00732	15,12%	0,0011

EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DE GLP	VENTAS ANUALES	% DE PARTICIP	RENTABILIDAD	PONDERACIÓN
Gas Gualiva S.A.	2.304.599	0,00745	0,77%	0,0001
Gas Guaviare S.A	739.659	0,00239	9,11%	0,0002
Gas Neiva S.A.	1615686	0,00523	30,73%	0,0016
Gas Pais S.A	27507635	0,08897	0,26%	0,0002
Gas Sumapaz S.A	991.457	0,00321	-43,75%	-0,0014
Gas Valle De Tenza S.A.	1.149.299	0,00372	0,65%	0,0000
Glp Norantioquia S.A	1.953.069	0,00632	17,78%	0,0011
Gas Orinoquia S.A.	160.000	0,00052	26,88%	0,0001
Gas Puerto Asis S.A	70.920	0,00023	9,30%	0,0000
Gas Rosario S.A.	2027335	0,00656	24,42%	0,0016
Gas Serrania S.A	139.300	0,00045	13,79%	0,0001
Gas Tocaima S.A.	505.432	0,00163	46,69%	0,0008
Gas Y Servicios S.A.	2.200.000	0,00712	29,97%	0,0021
Gases De Antioquia S.A	18137201	0,05866	5,16%	0,0030
Gas Zipa S.A.	6658391	0,02154	84,02%	0,0181
Gases De Girardot S.A	615.709	0,00199	6,64%	0,0001
Gases De Medellín Y Rionegro S.A.	1.600.000	0,00517	35,07%	0,0018
Gases De Tumaco Tugás S.A.	407.594	0,00132	546,31%	0,0072
Gases Del Caguan S.A.	437.907	0,00142	22,86%	0,0003
Gases Del Cauca S.A.	1285538	0,00416	4,17%	0,0002
Gases Del Cesar S.A.	53.059	0,00017	1,68%	0,0000
Gases Del Choco S.A	1.162.566	0,00376	20,13%	0,0008
Gases Del Sur De Santander S.A	510.902	0,00165	29,11%	0,0005
Gases Popayan S.A	733.697	0,00237	59,66%	0,0014
Gragos S.A	2.789.987	0,00902	-3,82%	-0,0003
Grupo Gases De Caldas	3586509	0,01160	5,92%	0,0007
Progas S.A.	2654475	0,00859	3,30%	0,0003
Intergases Del Norte S.A	69.644	0,00023	11,43%	0,0000
Intergases Del Pacifico S.A.	8093067	0,02618	9,78%	0,0026
Intermunicipal De Gas S.A.	323.129	0,00105	-243,70%	-0,0025
La Llama Olimpica S.A	190.970	0,00062	24,45%	0,0002
Lidagas S.A.	9620152	0,03111	24,59%	0,0077
Lidergas S.A.	8815378	0,02851	40,64%	0,0116
Lustrigas S.A	637.940	0,00206	-29,00%	-0,0006
Makrogas S.A.	556.000	0,00180	-66,74%	-0,0012



EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DE GLP	VENTAS ANUALES	% DE PARTICIP	RENTABILIDAD	PONDERACIÓN
Maylegas S.A	456.900	0,00148	-23,34%	-0,0003
Montagas S.A	10.235.980	0,03311	7,90%	0,0026
Nariño Gas S.A	443.705	0,00144	122,74%	0,0018
Norgas S.A.	18518416	0,05989	3,11%	0,0019
Pepegas S.A.	170.000	0,00055	34,51%	0,0002
Perlagas De Ocaña S.A	924.594	0,00299	26,44%	0,0008
Plexa S.A.	17341750	0,05609	2,78%	0,0016
Provalgas.	6.236.562	0,02017	126,72%	0,0256
Rayogas S.A.	9852050	0,03186	3,46%	0,0011
Tolugas S.A.	176.200	0,00057	15,17%	0,0001
Unigas Colombia S.A	12.186.928	0,03942	66,03%	0,0260
Velogas S.A.	1.540.462	0,00498	2,00%	0,0001
Unigas Del Pacifico S.A.	11921576	0,03856	10,45%	0,0040
<b>Total</b>	<b>309.186.605</b>	<b>1</b>		0,10037

**RENTABILIDAD PROMEDIO DEL MERCADO = 10.03%**

$$WAAC = 9.8 + 0.73 (10.03 - 9.8)$$

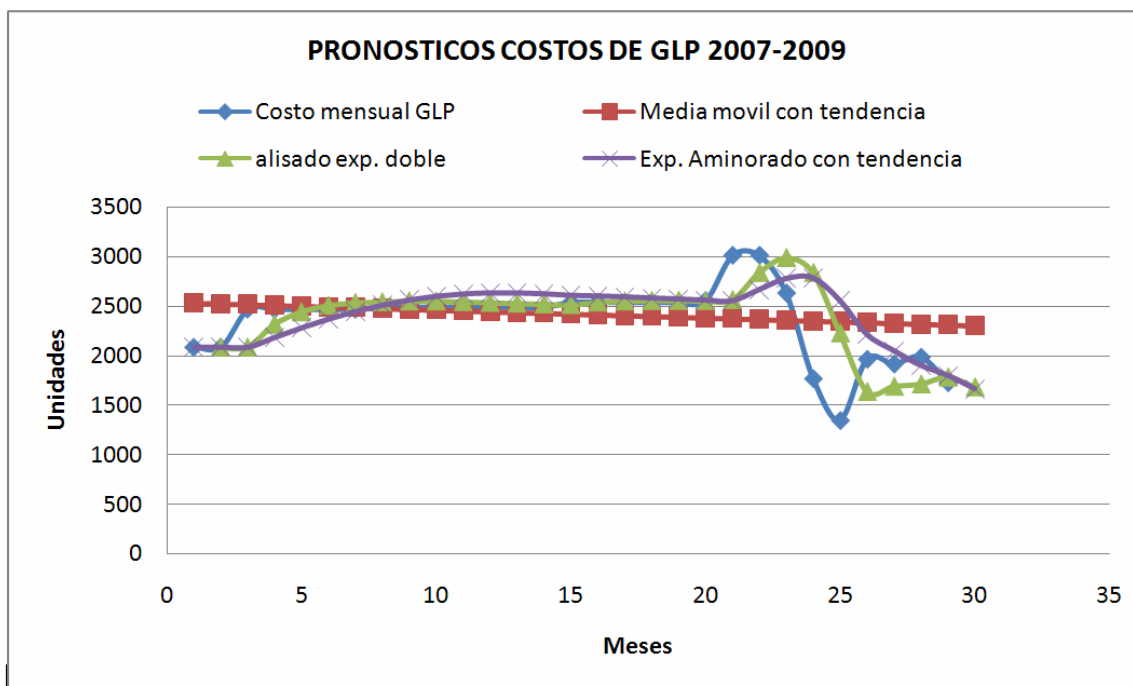
$$WAAC = 9.97\%$$

## ANEXO 5

### ESTIMACIÓN DEL COSTO POR GALÓN DE LA MATERIA PRIMA

Para la determinación del costo de GLP se utilizaron 3 técnicas de predicción en las cuales se evaluaron veinticinco (25) datos correspondientes a tres (3) años a partir de enero de 2007. Como se puede observar en la siguiente grafica y en los datos correspondientes a los errores, el método de predicción que más se ajusta, es el alisado exponencial doble.

#### Pronósticos con respecto a la demanda



Fuente: autoras del proyecto

## Resumen tiempos inactivos

	Error aditivo	Error multiplicativo
Media móvil con tendencia	295,98	0,15
Alisado exponencial doble	175,18	0,13
Exponencial aminorado con tendencia	197,68	0,14

Fuente: autoras del proyecto

En la siguiente tabla se muestra el desarrollo del pronóstico seleccionado y la predicción a junio de 2009:

## Desarrollo de pronóstico precio GLP alisado exponencial doble

AÑO	MESES	# MES	COSTO(\$)	alisado 1	alisado 2	b0	b1	predicción, h=1
2007	Enero	1	2083,75	2083,75	2083,75	2083,75	0,00	
	Febrero	2	2083,75	2083,75	2083,75	2083,75	0,00	2083,75
	Marzo	3	2467,25	2198,80	2118,27	2279,34	34,52	2083,75
	Abril	4	2467,25	2279,34	2166,59	2392,08	48,32	2313,85
	Mayo	5	2467,25	2335,71	2217,32	2454,10	50,74	2440,41
	Junio	6	2467,25	2375,17	2264,68	2485,67	47,35	2504,83
	Julio	7	2467,25	2402,80	2306,11	2499,48	41,44	2533,02
	Agosto	8	2486,64	2427,95	2342,66	2513,23	36,55	2540,91
	Septiembre	9	2486,64	2445,56	2373,53	2517,58	30,87	2549,78
	Octubre	10	2486,64	2457,88	2398,84	2516,93	25,30	2548,45
	Noviembre	11	2486,64	2466,51	2419,14	2513,88	20,30	2542,23
	Diciembre	12	2486,64	2472,55	2435,16	2509,94	16,02	2534,18
2008	Enero	13	2486,64	2476,78	2447,65	2505,91	12,48	2525,96
	Febrero	14	2486,64	2479,74	2457,27	2502,20	9,63	2518,39
	Marzo	15	2537,2	2496,97	2469,18	2524,77	11,91	2511,82
	Abril	16	2537,2	2509,04	2481,14	2536,94	11,96	2536,68

AÑO	MESES	# MES	COSTO(\$)	alisado 1	alisado 2	b0	b1	predicción, h=1
	Mayo	17	2537,2	2517,49	2492,05	2542,93	10,90	2548,90
	Junio	18	2537,2	2523,40	2501,45	2545,35	9,41	2553,84
	Julio	19	2537,2	2527,54	2509,28	2545,80	7,83	2554,76
	Agosto	20	2553,67	2535,38	2517,11	2553,65	7,83	2553,63
	Septiembre	21	3009,16	2677,51	2565,23	2789,80	48,12	2561,48
	Octubre	22	3009,16	2777,01	2628,76	2925,25	63,53	2837,92
	Noviembre	23	2629,47	2732,75	2659,96	2805,53	31,19	2988,78
	Diciembre	24	1767,49	2443,17	2594,92	2291,42	-65,04	2836,73
2009	Enero	25	1346,38	2114,13	2450,69	1777,58	-144,24	2226,38
	Febrero	26	1963,22	2068,86	2336,14	1801,58	-114,55	1633,34
	Marzo	27	1915,77	2022,93	2242,18	1803,69	-93,96	1687,03
	Abril	28	1984,1	2011,28	2172,91	1849,66	-69,27	1709,73
	Mayo	29	1728,11	1926,33	2098,93	1753,73	-73,97	1780,39
	Junio	30						1679,75

Fuente: autoras del proyecto

## ANEXO 6

### ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE HORAS EXTRAS LABORADAS ACTUALMENTE

#### Desarrollo de pronóstico precio GLP alisado exponencial doble

Horario de Trabajo		Horas laboradas	Horas extra( Hr)	Horas extra(decimal)	Horas extra de producción
Hora de Inicio	Hora de Finalización				
07:00	18:45	11:45:00	2:45:00	2,75	2,50
5:00	19:25	14:25:00	5:25:00	5,42	5,17
07:00	19:23	12:23:00	3:23:00	3,38	3,13
07:00	19:25	12:25:00	3:25:00	3,42	3,17
7:00	22:20	15:20:00	6:20:00	6,33	5,58
07:00	22:05	15:05:00	6:05:00	6,08	5,33
07:00	19:03	12:03:00	3:03:00	3,05	2,80
5:00	21:45	16:45:00	7:45:00	7,75	7,00
07:00	21:45	14:45:00	5:45:00	5,75	5,00
06:00	20:15	14:15:00	5:15:00	5,25	4,50
06:00	19:00	13:00:00	4:00:00	4,00	3,75
07:00	19:30	12:30:00	3:30:00	3,50	3,25
5:00	21:00	16:00:00	7:00:00	7,00	6,25
07:00	19:28	12:28:00	3:28:00	3,47	3,22
07:00	21:00	14:00:00	5:00:00	5,00	4,25
07:00	19:15	12:15:00	3:15:00	3,25	3,00
7:00	21:00	14:00:00	5:00:00	5,00	4,25
07:00	19:10	12:10:00	3:10:00	3,17	2,92
07:00	20:45	13:45:00	4:45:00	4,75	4,00
07:00	21:55	14:55:00	5:55:00	5,92	5,17
07:00	21:30	14:30:00	5:30:00	5,50	4,75
07:00	21:15	14:15:00	5:15:00	5,25	4,50
07:00	20:15	13:15:00	4:15:00	4,25	3,50
07:00	17:00	10:00:00	1:00:00	1,00	0,75
07:00	23:40	16:40:00	7:40:00	7,67	6,92
07:00	19:25	12:25:00	3:25:00	3,42	3,17

Fuente: Sistema de gestión único Gasán S.A.

### Resumen del procesamiento de datos descriptivos para SPSS

		Estadístico	Error típ.
Horas_extra	Media	4,1473	,28080
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	3,5690
		Límite superior	4,7256
	Media recortada al 5%	4,1562	
	Mediana	4,1250	
	Varianza	2,050	
	Desv. típ.	1,43181	
	Mínimo	,75	
	Máximo	7,00	
	Rango	6,25	
	Amplitud intercuartil	2,01	
	Asimetría	,107	,456
	Curtosis	,310	,887

Fuente: autoras del proyecto

### Pruebas de normalidad

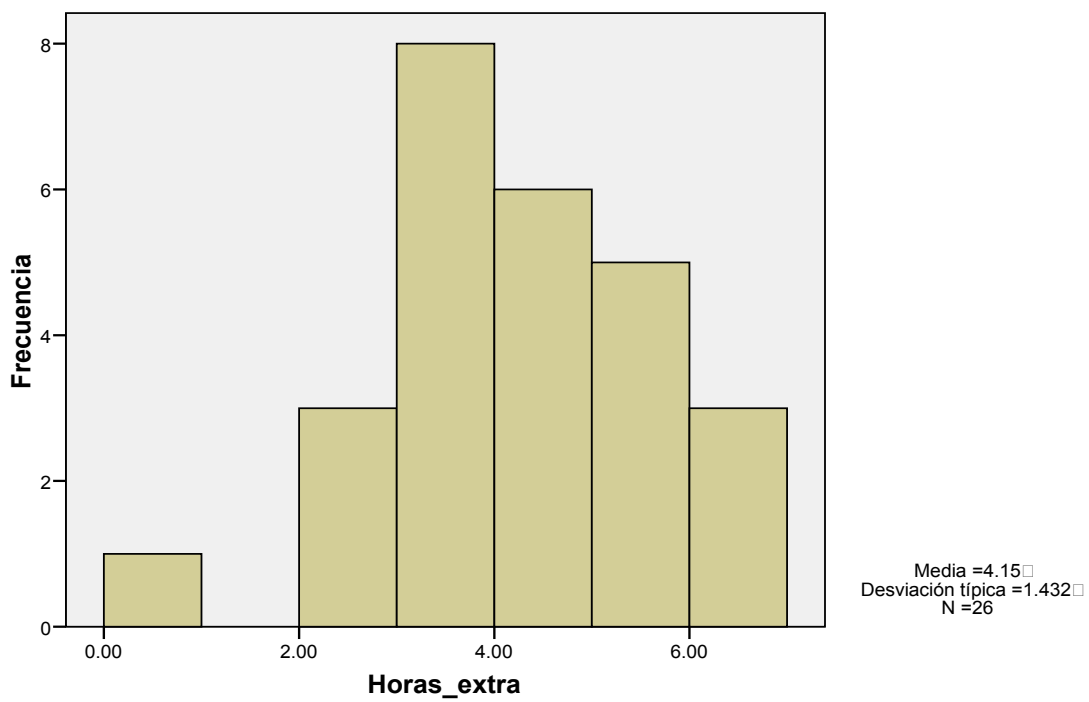
	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Horas_extra	,119	26	,200(*)	,966	26	,530

\* Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: autoras del proyecto

Histograma



Fuente: autoras del proyecto