



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

**DESCENTRALIZACIÓN DEL ALMACÉN DE GAS L.P. (LICUADO DE PETRÓLEO), PARA LA
REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE ENTREGA COMO COSTOS DE REPARTICIÓN**

Daniel Eduardo Robles Ramírez

Asesorado por el Ing. José Luis Duque Franco

Guatemala, noviembre 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DESCENTRALIZACIÓN DEL ALMACÉN DE GAS L.P. (LICUADO DE PETRÓLEO), PARA LA
REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE ENTREGA COMO COSTOS DE REPARTICIÓN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

DANIEL EDUARDO ROBLES RAMÍREZ
ASESORADO POR EL ING. JOSÉ LUIS DUQUE FRANCO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

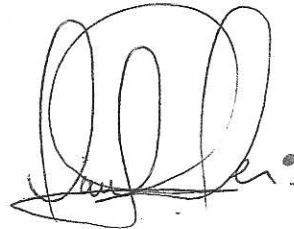
DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Sergio Fernando Pérez Rivera
EXAMINADOR	Ing. Francisco Arturo Hernandez
EXAMINADORA	Inga. Ericka Nathalie López Torres
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DESCENTRALIZACIÓN DEL ALMACÉN DE GAS L.P. (LICUADO DE PETRÓLEO), PARA LA REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE ENTREGA COMO COSTOS DE REPARTICIÓN

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha 8 de julio 2013.

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a final horizontal stroke, positioned above the printed name.

Daniel Eduardo Robles Ramírez

Guatemala Julio 2014

Ingeniero

César Ernesto Urquizú Rodas

Director de Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Presente

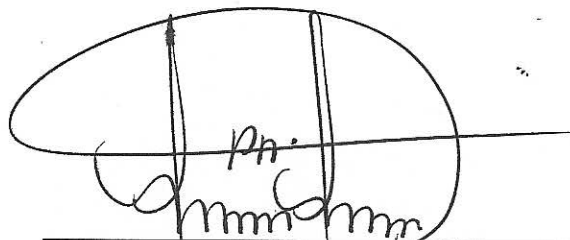
Estimado ingeniero Urquizú

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor del trabajo de graduación del estudiante universitario **Daniel Eduardo Robles Ramirez** de la carrera Ingeniería Industrial con carne **2010-21198**, procedí a revisar el trabajo de graduación cuyo título es **"DESCENTRALIZACIÓN DEL ALMACEN DE GAS L.P (LICUADO DE PETRÓLEO), PARA LA REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE ENTREGA COMO COSTOS DE REPARTICIÓN"**.

Cabe mencionar que dicho trabajo de graduación cumple con los objetivos planteados.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ing. José Luis Duque Franco', is written over a horizontal line. The signature is stylized and includes a large, loopy initial 'J'.

Ing. José Luis Duque Franco

Colegiado # 5459

Ing. JOSE LUIS DUQUE FRANCO; M.Sc.
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO No. 5459



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DESCENTRALIZACIÓN DEL ALMACÉN DE GAS L.P. (LICUADO DE PETRÓLEO), PARA LA REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE ENTREGA COMO COSTOS DE REPARTICIÓN**, presentado por el estudiante universitario **Daniel Eduardo Robles Ramírez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Danilo González Trejo
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO ACTIVO 6182

Ing. Erwin Danilo González Trejo
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, noviembre de 2016.

/mgp



REF.DIR.EMI.182.018

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **DESCENTRALIZACIÓN DEL ALMACÉN DE GAS L.P. (LICUADO DE PETRÓLEO), PARA LA REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE ENTREGA COMO COSTOS DE REPARTICIÓN**, presentado por el estudiante universitario **Daniel Eduardo Robles Ramírez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Juan José Peralta Dardón
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, noviembre de 2018.

/mgp

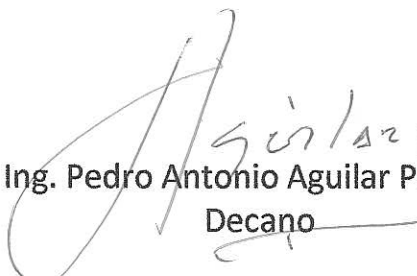




DTG. 483.2018

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial al Trabajo de Graduación titulado: **"DESCENTRALIZACIÓN DEL ALMACÉN DE GAS L.P. (LICUADO DE PETRÓLEO), PARA LA REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE ENTREGA COMO COSTOS DE REPARTICIÓN"** presentado por el estudiante universitario: **Daniel Eduardo Robles Ramírez** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala noviembre de 2018.

/echm

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Porque es quien siempre me cuida, quien guía y bendice mi camino
Mis padres	Adolfo Robles y Elba de Robles por ser mi ejemplo, por acompañarme en todos los aspectos de mi vida y sobre todo por mostrarme el amor verdadero y eterno.
Mis hermanos	Adolfo, Elba Maria y Francisco, por su apoyo y siempre estar para mí sin dudarlo.
Mis sobrinas	Jimena, Valeria, Dany, Paula, Alejandra y Diego por ser alegría y exhortarme a ser ejemplo para ustedes.
Mi primo	Pedro Ramirez, por ser gran guía en lo profesional y sobre todo ser ejemplo de valentía y mostrarnos lo más valioso de la vida, la familia.
Mis Amigos	Gustavo, Carlos, Jose, Kevin, Mario, Eddson, Thais, Lorena, Julio, Maria Jose, por las alegrías compartidas, pero sobre todo por la infaltable compañía en los momentos no tan gratos y los consejos siempre oportunos.

Carlos Micheo

Por confiar en mí y abrirme las puertas en el área profesional, sos un gran amigo.

Jose Luis Duque

Por su seguimiento y el acompañamiento para la finalización de la tesis, gracias por tu confianza.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser la casa que brinda a Guatemala la oportunidad de tener mejores ciudadanos y sobre todo personas de alta ética.

Facultad de Ingeniería

Por formar profesionales de alta calidad humana y brindarnos los conocimientos para estar preparados en el área laboral.

**Mis amigos de la
facultad**

Eddson, Carlos, Mario, Kevin, Lorena por su apoyo y su amistad durante los años de carrera.

Danilo Gonzalez

Por su apoyo y seguimiento para la finalización de la carrera.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. La institución Zeta Gas	1
1.1.1. Ubicación	1
1.1.2. Sedes regionales	1
1.1.3. Historia	2
1.1.4. Misión	3
1.1.5. Visión.....	4
1.2. Organización	5
1.3. Gas Licuado de Petróleo	6
1.3.1. Gas LP: Un combustible mundial.....	7
1.3.2. Propiedades del gas L.P.....	8
1.3.3. Beneficios del producto	9
1.3.4. Principales aplicaciones	10
1.4. Cadena de Distribución de Gas L.P.	12
1.4.1. Cadena de distribución	13
1.4.2. Almacenamiento primario	13
1.4.3. Plantas de llenado de cilindros	13
1.4.4. Carga a granel	14

1.4.5.	Distribución.....	14
1.4.6.	Minoristas	16
1.5.	Costos	16
1.5.1.	Tipos de costos	16
1.5.2.	Costos de repartición	17
2.	SITUACIÓN ACTUAL	19
2.1.	Productos elaborados en la empresa.....	19
2.2.	Características físicas de los productos	19
2.3.	Volúmenes de llenado.....	21
2.4.	Descripción de los procesos de llenado	22
2.5.	Equipo y maquinaria.....	23
2.5.1.	Para el llenado de cilindros	23
2.6.	Tipo de distribución de cilindros	24
2.6.1.	Pedidos de alto volumen	25
2.7.	Unidades de carga utilizadas	25
2.7.1.	Tipos de equipos utilizados	26
2.8.	Tiempos en el traslado	26
2.9.	Distancias recorridas.....	31
2.10.	Almacenamiento	35
2.10.1.	Insumo.....	36
2.10.2.	Producto terminado	36
2.10.3.	Tiempo de permanencia.....	37
2.10.3.1.	Insumos.....	37
2.11.	Tiempo de reaprovisionamiento	37
2.11.1.	Insumos.....	38
2.12.	Factores que afectan los tiempos de entrega	38
2.12.1.	Imprevistos	39
2.13.	Clientela afectada por tiempos de entrega.....	39

2.13.1.	Estadísticas de encuestas	40
3.	PROPUESTA PARA DESCENTRALIZAR EL ALMACÉN.....	43
3.1.	Causas principales	43
3.1.1.	Clientes.....	43
3.1.2.	Costos	44
3.1.3.	Tiempos.....	45
3.2.	Áreas de mejoramiento.....	46
3.2.1.	Ventas	46
3.2.2.	Tiempos de entrega.....	47
3.2.3.	Costos de repartición.....	47
3.3.	Factores de localización del o los nuevos almacenes de Gas L.P.....	48
3.3.1.	Métodos de evaluación de alternativas de localización	49
3.3.1.1.	Aplicación de los métodos de localización	49
3.3.1.2.	Método de los factores ponderados.....	50
3.3.1.3.	Método del centro de gravedad	56
3.3.1.4.	Método del transporte.....	58
3.3.1.5.	Método cualitativo de evaluación.....	62
3.4.	Logística de distribución y repartición.....	64
3.5.	Diseño del entorno	67
3.5.1.	Iluminación.....	68
3.5.2.	Ventilación	69
3.5.3.	Temperatura	71
3.5.4.	Ruido	72
3.5.5.	Seguridad	74
3.6.	Costos	75

3.6.1.	Costos de implementación de bodega	75
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA	77
4.1.	Análisis de resultados	77
4.1.1.	Método de los factores ponderados	77
4.1.2.	Método del centro de gravedad	78
4.1.3.	Método del transporte	79
4.1.4.	Método Cualitativo de Evaluación	79
4.2.	Proceso de traslado a los nuevos almacenes	80
4.3.	Análisis Costo-Beneficio.....	83
4.3.1.	Tiempos de entrega	83
4.3.2.	Costos de repartición	84
4.4.	Factores a tomar en cuenta	86
4.4.1.	Factores afectantes eliminados.....	87
4.4.2.	Factores que podrían propiciarse.....	88
4.5.	Clientela beneficiada	89
4.5.1.	Clientela beneficiada por tiempos de entrega	89
4.6.	Análisis de las alternativas de inversión por medio de TIR	92
5.	MEJORA CONTINUA	95
5.1.	Interpretación de resultados.....	95
5.2.	Nuevos almacenes.....	97
5.2.1.	Ventajas	97
5.2.2.	Desventajas.....	98
5.3.	Acciones preventivas	99
5.3.1.	Stock del almacén	99
5.4.	Implementación de almacenes.....	101
5.4.1.	Cubrir territorio guatemalteco	101

5.4.2.	Localización geográfica de los puntos más eficientes.....	101
CONCLUSIONES		103
RECOMENDACIONES.....		105
BIBLIOGRAFÍA.....		107

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de Grupo Zeta División Guatemala	6
2.	Consumo mundial de gas L.P. por sectores en el año 2000	10
3.	Diagrama de la cadena de distribución del gas L.P.	15
4.	Diagrama de dimensiones de los cilindros	21
5.	Contenedores esféricos en las terminales marítimas.....	35
6.	Un buque metanero utilizado para el transporte de Gas LP.....	36
7.	¿Cuántas veces ha recurrido a la competencia para satisfacer sus requerimientos de gas, debido a nuestro incumplimiento?	41
8.	Pareto de distancia promedio mensual por región	51
9.	Proceso logístico de distribución	66

TABLAS

I.	Comparación ecológica entre el Gas L.P y la Gasolina	8
II.	Propiedades del propano y del butano.....	9
III.	Costo promedio de repartición al mes de un camión Zeta Delivery	18
IV.	Dimensiones principales de los cilindros según la norma NOM-008- SESH/SCFI-2010	22
V.	Tiempos promedio de traslado del producto desde la planta de llenado hasta los intermediarios.....	27
VI.	Tiempos promedio de traslado por ruta.....	28
VII.	Distancias promedio recorridas desde la planta de llenado a los intermediarios.....	31

VIII.	Distancias promedio recorridas por ruta	32
IX.	Cálculo de la muestra	40
X.	Factores de localización.	49
XI.	Establecimiento de fases	51
XII.	Evaluación de factores para Quiché	53
XIII.	Evaluación de factores para Huehuetenango	53
XIV.	Evaluación de factores para Petén	54
XV.	Evaluación de factores para Alta Verapaz	54
XVI.	Evaluación de factores para Izabal	55
XVII.	Evaluación de factores para Baja Verapaz	55
XVIII.	Evaluación de factores para San Marcos	56
XIX.	Ingresos mensuales promedio por venta de gas L.P. en el año 2012 y coordenadas geográficas (en Km) de cada centro.....	57
XX.	Aplicación del método del centro de gravedad	58
XXI.	Costos unitarios de transporte (en quetzales por unidad).....	59
XXII.	Cantidad demandada de unidades (cilindros de gas L.P.) mensualmente en cada región de venta.	60
XXIII.	Cantidad ofertada de unidades (cilindros de gas L.P.) mensualmente	61
XXIV.	Aplicación del método de transporte de Voguel.....	61
XXV.	Evaluación de zonas para el almacén del Norte	62
XXVI.	Evaluación de zonas para el almacén de Oriente.....	63
XXVII.	Evaluación de zonas para el almacén de Occidente	63
XXVIII.	Evaluación de zonas para el almacén de Petén	63
XXIX.	Evaluación de zonas para el almacén del Sur	63
XXX.	Modelo de inventario de reabastecimiento inmediato sin déficit permitido	65
XXXI.	Cantidades de re-orden y stock de seguridad	66
XXXII.	Áreas (en m ²) y dimensiones mínimas (en m) para cada almacén.....	68

XXXIII.	Número de lámparas por tipo y almacén.....	69
XXXIV.	Renovaciones por hora y caudal (en m ³ /hora a renovar)	70
XXXV.	Área total de las ventanas en cada almacén.....	70
XXXVI.	Cantidad y dimensiones de las ventanas en cada almacén.	71
XXXVII.	Áreas y número de láminas (NL) transparentes y metálicas para cada almacén	72
XXXVIII.	Niveles de exposición de ruido promedio (en dB) dentro del almacén central	73
XXXIX.	Cantidad de extintores por almacén.....	74
XL.	Costos de implementación de los almacenes en quetzales. Los valores pueden variar	76
XLI.	Resultados del método de factores ponderados	78
XLII.	Resultados del método de Centro de gravedad	78
XLIII.	Resultados obtenidos del método de evaluación cuantitativa	79
XLIV.	Orden de traslado a los nuevos almacenes	80
XLV.	Tiempo de traslado del producto a cada almacén.....	81
XLVI.	Relaciones beneficio/costo para la implementación de los almacenes por área.....	83
XLVII.	Comparación de distancias	84
XLVIII.	Costos de repartición por área	85
XLIX.	Relación global beneficio/costo	85
L.	Relaciones B/C para cada almacén	86
LI.	Porcentajes de reducción en los tiempos de entrega por área y ubicación	90
LII.	Flujo de efectivo para el proyecto de implementación de almacenes ..	93
LIII.	Porcentaje de cobertura del proyecto por cada fase implementada	95
LIV.	Departamentos por fase.....	96
LV.	Parámetros del modelo de inventario a utilizar.	100

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
a	Alfa (nivel de confianza)
Cal	Calorías
Q	Cantidad óptima de pedido
cm	Centímetro
CEF	Centros Express Franquiciados
PLC	Controlador lógico programable
C1	Costo de almacenamiento
C3	Costo de ordenar el pedido
dB	Decibeles
e	Error de estimación
C4H10	Gas butano
G.L.P.	Gas licuado de petróleo
C3H8	Gas propano
°C	Grados centígrados
g	Gramo
HC	Hidrocarburos sin quemar
h	Hora
Kg	Kilogramo
Km	Kilómetro
lb	Libra
NGL's	Líquidos de gas natural
l	Litro
lm	Lumen

m	Metro
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
mm	Milímetro
CO	Monóxido de carbono
NL	Número de láminas
NOx	Óxidos de nitrógeno
PPM	Partes por millón
N	Población estadística
%	Porcentaje
PEPS	Primero en entrar, primero en salir
p	Proporción estadística esperada
Q.	Quetzal (moneda)
PAM	Sistema de control de llenado de cilindros
UTM	Sistema Universal de Coordenadas de Mercator
TIR	Tasa interna de retorno
Z	Valores de la distribución normal
ZD	Zeta Delivery (modalidad de venta)

GLOSARIO

Auto-tanque	Vehículo con uno o más contenedores de gas L.P. instalados especialmente para su transporte o distribución.
Beneficio/costo	Análisis financiero de los beneficios de un proyecto respecto a sus costos. Beneficios recibidos por cada unidad monetaria de costo.
Buque metanero	Buque o barco de transporte de gas que utiliza esferas instaladas en su cubierta para almacenar el gas.
Butano	Gas incoloro e inodoro, hidrocarburo saturado, cuya fórmula química es C_4H_{10} .
Cadena de distribución	Circuito formado por productores, intermediarios y consumidores, en el que los productos viajan desde los primeros hasta los últimos pasando por diversas transformaciones físicas y económicas.
Camión ZD	Camión utilizado en el sistema Zeta <i>Delivery</i> .
CEF	Siglas de Centro Express Franquiciado. Centro de distribución de gas que venden el producto directamente a los consumidores finales.

Costo de repartición	Costo en que se incurre al utilizar un camión ZD para entregar producto, al trasladarlo desde una bodega hasta el cliente.
Costo	Recurso invertido del que se espera obtener un rendimiento futuro.
Craqueo	Proceso químico mediante el cual se obtienen compuestos más simples a partir del rompimiento de moléculas de otro compuesto.
Determinístico(a)	Atributo de un fenómeno que permite determinar con certeza el comportamiento de las variables en función de valores conocidos.
Diagrama de Pareto	Gráfica para organizar datos que permite asignar prioridades a los mismos, según el principio de Pareto o regla del 80/20.
Error de estimación	Porcentaje de error que se le puede atribuir a la estimación a través de muestreo probabilístico.
Flujo luminoso	Medida de la potencia luminosa recibida. En el Sistema Internacional de medidas se utiliza el lumen para medir esta magnitud.
Gas L.P.	Gas licuado de petróleo, hidrocarburo que se obtiene durante el proceso de refinación de la gasolina y del gas natural.

Gasauto	Gas licuado utilizado como combustible en vehículos y camiones.
Método Voguel	Método de aproximación que permite obtener una solución inicial factible al problema de transporte.
Nivel de confianza	Valor porcentual del intervalo de confianza de una muestra que indica qué tanta certeza se le puede atribuir a los resultados de un muestreo.
Nivel de iluminación	Cantidad de flujo luminoso por unidad de área. La unidad derivada para su medición es el lux.
Peso específico	Peso por unidad de volumen de una sustancia.
Poder calorífico	Medida de la cantidad de energía por unidad de masa que se puede desprender al producirse una reacción química de oxidación.
Presión	Medida de la fuerza perpendicular ejercida por unidad de área.
Propano	Gas incoloro e inodoro, perteneciente a los alcanos, cuya fórmula química es C_3H_8 .
Punto de ebullición	Temperatura que provoca que la presión de vapor de un líquido iguale a la presión de vapor del medio donde se encuentra.

Punto de re-orden	Punto localizado en la gráfica del inventario de productos que indica el tiempo y la cantidad de producto almacenado, en que se requiere realizar un nuevo pedido al proveedor.
Stock de seguridad	Nivel de inventario de productos o materias primas que se calcula en base al comportamiento de la demanda y otras variables, y permite evitar el punto de agotamiento si éste llega a suceder.
TIR	Tasa interna de retorno, es la tasa de descuento con que el valor neto actual de un proyecto se acerca a 0. Se utiliza como medida de rentabilidad.
Zeta <i>Delivery</i>	Canal de entrega de Zeta Gas, que utiliza camiones para repartir el producto a sus intermediarios.

RESUMEN

Para el desarrollo de este trabajo de graduación se realizó un estudio de logística y distribución en Zeta Gas División Guatemala, empresa dedicada a la comercialización y distribución de gas licuado de petróleo mediante recipientes fijos, portátiles y a granel.

El análisis de la situación actual de la empresa y, específicamente, del área de distribución permitió identificar la existencia de problemas, en cuanto a estrategia de distribución y ventas. Se determinó que las ventas se han reducido debido a la baja capacidad de entrega de pedidos, en comparación con la de la competencia. Además se identificó la tendencia al aumento de los costos de repartición y traslado, debido a la incorrecta administración del único almacén en el país.

La propuesta consiste en la implementación de almacenes en las áreas críticas de venta en el interior del país, todo esto con el fin de liberar al almacén central y aumentar la capacidad de respuesta ante los pedidos de los clientes. Para el diseño de la propuesta se utilizaron métodos de optimización de transporte y técnicas de decisión.

La implementación de la propuesta se presenta como el desarrollo de un proyecto global consistente de tres fases. Se tomaron en cuenta los recursos y medios de la empresa, así como los requerimientos de personal y tiempo para ejecutar dicho proyecto.

Finalmente, se consideran algunas pautas para la mejora continua del proceso de distribución del producto y para el seguimiento y control de las actividades del proyecto de descentralización. Lo anterior, con el fin de mantener un proceso de mejora en el tiempo y aumentar los beneficios para la empresa.

OBJETIVOS

General

Descentralizar los almacenes de Gas L.P. (Licuado de Petróleo), para la reducción en tiempos de entrega como costos de repartición.

Específicos

1. Priorizar las áreas críticas donde la incapacidad de respuesta rápida al cliente sea mayor.
2. Mejorar el tiempo de entrega de los productos de Zeta Gas.
3. Construir almacenes de Zeta Gas en los puntos que maximizan la efectividad.
4. Contrarrestar a la competencia de Zeta Gas, en lo que refiere a ventas del interior del país.
5. Aumentar las ventas de Gas L.P. en el interior del país.
6. Disminuir los tiempos de entrega de pedidos de alto volumen.
7. Crear lealtad y confianza a los clientes de Zeta Gas, por medio del cumplimiento en tiempos de entrega.

8. Aumentar las utilidades de la empresa, por medio del alza en las ventas.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad Grupo Zeta Gas división Guatemala, es el mayor distribuidor de Gas L.P. (Licuado de Petróleo) en el país, posee aproximadamente el 60% del mercado , a través de los años se ha ido consolidado en área metropolitana, sin embargo en el interior del país a encontrado un declive en sus ventas, dado que el almacén central se encuentra ubicado en el Km. 19 carretera al pacifico siendo este el único almacén destinado a pedidos de elevado volumen, esto provoca que los tiempos de entrega en el interior del país no tenga la respuesta deseado por los clientes , con lo cual Zeta Gas a determinado la necesidad de construir almacenes que sean capaces de disminuir el tiempo de entrega, y con ello disminuir costos de transporte, y devaluación de las unidades debido a los largos recorridos.

El trabajo de graduación describirá la metodología que será utilizada para la implementación de la descentralización de almacenes de Gas L.P., mediante el análisis de datos históricos de ventas de gas L.P., para la determinación de las áreas de mayor venta, en lo que se refiere a los departamentos del interior del país, con el objetivo de construir el o los almacenes en los puntos más eficientes, para la satisfacción de los clientes en tiempos de entrega.

1. GENERALIDADES

1.1. La institución Zeta Gas

Grupo Zeta es un conglomerado de empresas de capital cien por ciento mexicano, líder en la distribución de Gas L.P., con más de 14% del mercado Mexicano y con operaciones en diversos países de América, entre los que se encuentran Belice, Guatemala, Nicaragua, El Salvador, Costa Rica y Perú.

1.1.1. Ubicación

Actualmente Grupo Zeta, división Guatemala, se encuentra ubicado con su única planta de distribución en el Km. 19 carretera al Pacífico, Villa Nueva, donde cuenta con sus oficinas administrativas, almacenes de Gas L.P., planta de llenado de tanques de Gas L.P. y talleres de servicios para su flota de camiones distribuidores.

1.1.2. Sedes regionales

En México, Grupo Zeta está ubicado en los siguientes estados:

- Baja California
- Campeche
- Chiapas
- Chihuahua
- Coahuila
- Distrito Federal

- Durango
- Estado de México
- Guanajuato
- Jalisco
- Michoacán
- Morelos
- Nuevo León
- Quintana Roo
- Sinaloa
- Sonora
- Veracruz
- Yucatán

En Guatemala, la planta se encuentra ubicada en el Km. 19 Carretera al Pacífico, Villa Nueva. Y la recepción se realiza en Puerto Quetzal.

1.1.3. Historia

Grupo Zeta fue fundado en México en 1946, y desde 1970 está operando en los mercados Internacionales. Actualmente los servicios de Gas L.P. llegan a más de 4 millones de hogares en forma directa, por medio de recipientes fijos y portátiles, además son en la República Mexicana y el Extranjero importante proveedor de la industria y el comercio, mediante el confiable servicio a granel y estaciones públicas y privadas para proveer gas para carburación gasauto.

La sede se encuentra en Ciudad. Juárez, Chihuahua México y cuentan con más de 80 empresas en los 9 países en que operan; con más de siete mil empleados. Solo en México llegan a más de 950 ciudades y poblaciones. Poseen almacenes subterráneos de Gas L.P. en Estados Unidos y generan

productos que se exportan a diversos países y al mismo tiempo, ofrecen servicios de apoyo en la comercialización de Gas L.P. en la República Mexicana y el Extranjero.

Debido a los grandes almacenes de Gas L.P., poseen la capacidad de sortear las variaciones de los precios en los mercados internacionales y garantizan el producto a sus clientes que tienen contrato con ellos por volúmenes determinados. Además son uno de los principales clientes de PEMEX en México, así como uno de los distribuidores de Gas L.P. más sólidos en el mercado latinoamericano.

1.1.4. Misión

La misión es el propósito o razón de ser de la existencia de una empresa u organización porque define: 1) lo que pretende cumplir en su entorno o sistema social en el que actúa, 2) lo que pretende hacer, y 3) para quién lo va a hacer; y es influenciada en momentos concretos por algunos elementos como: la historia de la organización, las preferencias de la gerencia y/o de los propietarios, los factores externos o del entorno, los recursos disponibles, y sus capacidades distintivas.

La misión de Grupo Zeta está expresada en los siguientes puntos:

- Ser líderes en nuestros productos y servicios, principalmente en la comercialización del Gas L. P., mediante la satisfacción y seguridad de nuestros clientes.
- Mejorar la calidad de vida de nuestros trabajadores y sus familias, satisfaciendo sus necesidades materiales y espirituales.

- Apoyar el crecimiento y desarrollo de la comunidad. Participar en la conservación y mejoramiento del medio ambiente.
- Generar un rendimiento económico superior que garantice el crecimiento continuo y que compense la inversión y confianza de nuestros accionistas.
- Dirigir todos nuestros esfuerzos al logro de la Excelencia.

1.1.5. Visión

Se refiere a lo que la empresa quiere crear, la imagen futura de la organización. La visión es creada por la persona encargada de dirigir la empresa, y quien tiene que valorar e incluir en su análisis muchas de las aspiraciones de los agentes que componen la organización, tanto internos como externos.

La visión se realiza formulando una imagen ideal del proyecto y poniéndola por escrito, a fin de crear el sueño (compartido por todos los que tomen parte en la iniciativa) de lo que debe ser en el futuro la empresa.

La visión de Grupo Zeta es: satisfacción total a nuestros clientes internos y externos. Para esta empresa, todas las personas son nuestra mejor riqueza y siempre serán tomadas en cuenta. Seremos una empresa con reacciones inmediatas a los cambios rápidos del mundo moderno. Apoyar el desarrollo de nuestros empleados a través de programas de capacitación y sistemas educativos orientados a la mejora de sus habilidades y conocimientos. Buscamos mejorar el desempeño en nuestro trabajo y, en consecuencia, nuestro crecimiento personal y el bienestar en cada familia. Practicamos el Trabajo en Equipo, pues estamos convencidos que es la base del éxito.

Los valores son principios que nos permiten orientar nuestro comportamiento en función de realizarnos como personas. Son creencias fundamentales que nos ayudan a preferir, apreciar y elegir unas cosas en lugar de otras, o un comportamiento en lugar de otro. También son fuente de satisfacción y plenitud. En Grupo Zeta se encaminan todas las acciones en base a los siguientes valores:

- Honradez
- Servicio
- Responsabilidad
- Lealtad
- Compañerismo
- Excelencia
- Trabajo en equipo
- Puntualidad
- Iniciativa
- Organización
- Superación
- Entusiasmo

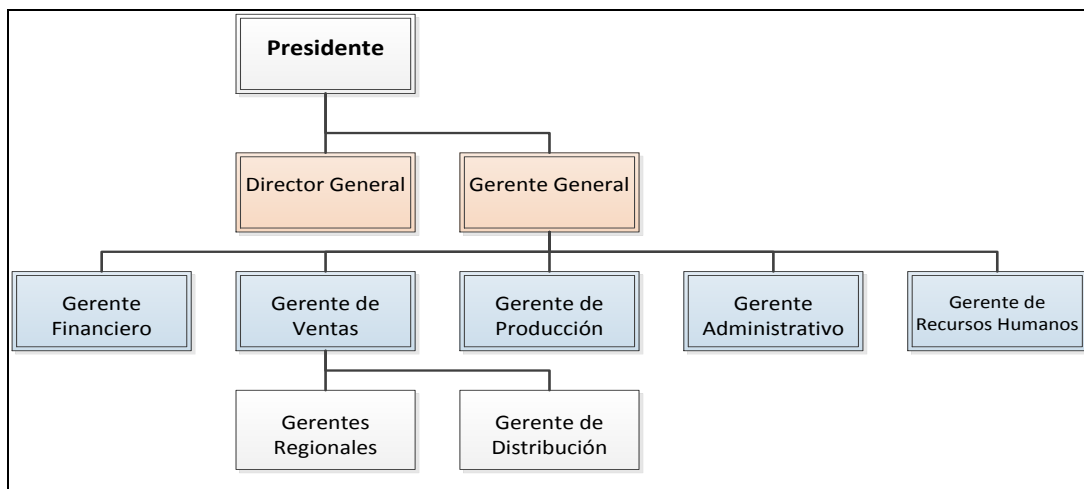
1.2. Organización

Grupo Zeta, división Guatemala maneja sus operaciones en el país a través de una estructura organizativa funcional a cargo del Presidente de la división. El Gerente General modera e interviene en la toma de decisiones a nivel global junto con el Director General.

Los gerentes financieros, de ventas, de producción, administrativo y de recursos humanos responden a su vez al gerente general. La Gerencia de

Ventas está organizada por regiones (23 ubicaciones departamentales en todo el país) y se apoya en el gerente de distribución encargado del abastecimiento y la planeación de rutas de entrega y transportes.

Figura 1. **Organigrama de Grupo Zeta División Guatemala**



Fuente: elaboración propia.

1.3. **Gas Licuado de Petróleo**

El gas licuado de petróleo, también llamado gas L.P. es un hidrocarburo, derivado del petróleo, que se obtiene durante el proceso de refinación de la gasolina, pero también se obtiene del gas natural, bajo un proceso de "craqueo".

Se dice *licuado* porque se produce en estado de vapor; pero se convierte en líquido mediante compresión y enfriamiento para poderlo manejar en mayor cantidad. El gas al ser comprimido y enfriado se condensa hasta convertirse en líquido, en cuyo estado se le transporta y maneja desde las refinerías, a las

plantas de almacenamiento por barco, ducto o semirremolque y de éstas a los usuarios, ya sea por auto tanques o recipientes portátiles, en donde el gas sale en estado de vapor para poder ser utilizado en calderas y aparatos domésticos.

1.3.1. Gas LP: Un combustible mundial

El mundo moderno, requiere velocidad, dinamismo y alternativas que reduzcan considerablemente costos de mantenimiento y operación en vehículos automotores. Cada vez son más las exigencias del público consumidor y ahora es posible aumentar el rendimiento de los vehículos cambiando a gasauto.

El uso del Gas L. P. es cada vez mayor en múltiples actividades, por ejemplo en su manejo como carburante en vehículos automotores es garantía de buen funcionamiento, limpieza, mejor repuesta económica y mayor preservación del entorno ecológico. Su uso representa ventajas en diversos aspectos:

- Aspecto económico
 - Contribuye a un 20% de ahorro en el costo de aceite y filtros, también prolonga la vida de las bujías porque no produce carbón y otras impurezas.
- Aspecto ecológico
 - No requiere aditivos.
 - No produce plomo, barniz o depósitos de carbón que causen desgaste prematuro de los pistones, cilindros, anillos, válvulas y bujías.

- No produce ningún tipo de residuos contaminantes.
- No diluye el aceite.
- No contiene plomo ni azufre.

Tabla I. **Comparación ecológica entre el Gas L.P y la Gasolina**

Contaminantes	Gas L,P	Gasolina	Unidad
Hidrocarburos sin quemar (HC)	53	700	PPM
Monóxido de carbono (CO)	1,35	6,00	%
Óxidos de Nitrógeno (NOx)	292	1200	PPM

Fuente: www.grupozeta.com

Gasauto puede ser usado en todo tipo de vehículos:

- Flotillas gubernamentales: (patrullas, camiones).
- Flotillas de transporte público: (microbuses, taxis, camiones de pasajeros).
- Flotillas privadas: (distribución general, refresqueras, servicios de mensajería, etc.)
- Vehículos y camionetas particulares.

1.3.2. Propiedades del gas L.P.

El gas L.P. está formado principalmente por propano y butano. Estos se distinguen entre sí por su composición química, presión, punto de ebullición y su poder calorífico (calor que producen). Algunas de las propiedades más útiles se describen en la siguiente tabla:

Tabla II. **Propiedades del propano y del butano**

Gas	Fórmula	Presión normal (kg/cm ²)	Punto de ebullición (°C)	Poder calorífico (Cal/Kg)	Peso específico (g/l)
Propano	C ₃ H ₈	9	-42	11 965	508
Butano	C ₄ H ₁₀	2	0	11 742	584

Fuente: www.grupozeta.com

1.3.3. Beneficios del producto

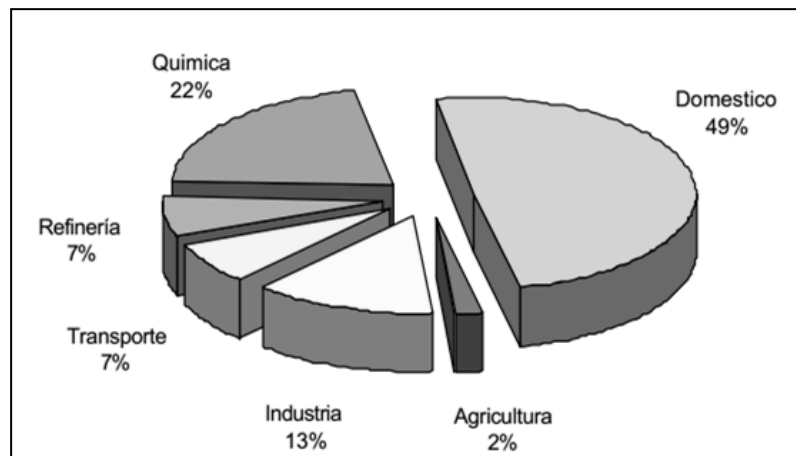
Al comparar el gas L.P. frente a otras fuentes de energía, se observa que ofrece bastantes beneficios (especialmente ambientales, pero también económicos). Enumerando las principales ventajas se tiene que:

- Es el combustible que ofrece la mejor relación beneficio/costo.
- Combustible limpio que no altera al producto durante su aplicación en los procesos productivos.
- Es fácil alcanzar mezclas homogéneas de aire combustible, lo que permite mejorar sustancialmente la eficiencia en la utilización del producto. Su rango de eficiencia térmica puede alcanzar el 90%.
- Es muy seguro y cómodo de utilizar.
- No contamina el medio ambiente ni deja residuos sólidos por tener una combustión limpia.
- No genera contaminación ni abrasión en los equipos.
- La adaptación de los equipos para utilizar GLP es sencilla, económica y de montaje rápido (gasauto).

1.3.4. Principales aplicaciones

El GLP es un recurso limpio y un excelente recurso energético que lo hace útil para una gran cantidad de aplicaciones en el sector industrial, de transporte, doméstico, agricultura entre otros. En el siguiente gráfico se muestra el consumo mundial de gas L.P. por sectores para el año 2000.

Figura 2. Consumo mundial de gas L.P. por sectores en el año 2000



Fuente: www.grupozeta.com

En el sector industrial, se destaca el uso del GLP en: metal-mecánica, cerámica, industria alimenticia, textil, cría de aves, galvanizado, laboratorio, agricultura, etc.

- Industria alimentaria: El gas propano responde a las exigencias muy estrictas de los procesos alimentarios siendo un combustible limpio y de fácil control. La cocción puede ser tanto con llama directa como indirecta. El gas propano se utiliza por ejemplo en hornos de panadería para cocer

el pan, galletas, patatas fritas o cualquier otro producto cocinado. No tendrá que instalar sistemas exhaustivos de controles de emisiones.

- Fundición y soldadura: El gas propano actuando como combustible en las combinaciones oxígeno-gas o aire-gas, proporciona llamas de alta intensidad requeridas para la fundición y los tratamientos térmicos de metales.
- Acabados de superficie: Pintura, galvanización, esmalto, etc. En cada proceso el gas propano proporciona el grado de pureza y de control requeridos.
- Cerámica y alfarería: El gas propano es el combustible ideal para el horneado de cerámica y alfarería que se puede ver afectado por el hollín y los óxidos de sulfuro emitidos por otros combustibles.
- Lavanderías industriales: El uso del gas propano permite tener una gran cantidad de agua caliente en muy poco tiempo. Por otra parte existe una gran variedad de secadoras que funcionan a gas.
- Calefacción de naves Industriales: Un calor controlable y regulable a un coste eficiente para las factorías. Los tubos radiantes que solo pueden ir con gas, son ideales para las naves de gran volumen y permiten ahorros de energía considerables. Al ser limpio, el gas propano se puede utilizar en lugares sensibles como procesos químicos o almacenamiento de alimentos.

En el sector comercial, se destaca el uso del GLP en: Panaderías, locales de expendio de alimentos, lavanderías, etc. Las aplicaciones más importantes en este sector se dan en:

- Hornos
- Secadoras de ropa
- Cocinas industriales
- Calentadores

En el sector doméstico, se destaca el uso del GLP en: viviendas unifamiliares, viviendas multifamiliares, edificios, piscinas, saunas, etc. Las aplicaciones más importantes en este sector se dan en:

- Cocinas
- Secadoras de ropa
- Calentadores de agua
- Calefactores
- Calderos
- Lámpara

1.4. Cadena de Distribución de Gas L.P.

La cadena o canal de distribución está formada por los fabricantes o productores, que a través de otras partes involucradas (intermediarios), hacen llegar sus productos a los consumidores finales y otros clientes. Se crea una ruta o circuito entre las distintas partes involucradas en la distribución y comercialización, esto se debe a la separación geográfica que existe entre el vendedor y el comprador.

1.4.1. Cadena de distribución

La cadena de distribución del gas L.P. es un proceso que comienza con la extracción de petróleo, la refinación y una serie de transportes y procesos de embotellamiento hasta llegar hasta los consumidores finales.

El primer paso es la producción o extracción del gas. La producción de "gas LP de grado medio" es el resultado del tratamiento de los líquidos de gas natural o NGL's (por sus siglas en inglés). Este tratamiento es necesario para producir: a) los aceites que sean adecuados para el transporte a las refinerías y b) los gases naturales que corresponden con las especificaciones comerciales.

1.4.2. Almacenamiento primario

Mientras que el petróleo crudo es transportado de los sitios de producción a las refinerías por barcos petroleros u oleoductos, el gas L.P. es transportado a terminales de almacenamiento por grandes portadores de gas L.P, tuberías o por tren.

Así mismo, el butano y el propano también pueden resultar de los procesos de refinación del petróleo. Las terminales de almacenamiento de gas LP almacenan los productos que se importan en grandes cantidades. Estas terminales están refrigeradas y presurizadas.

1.4.3. Plantas de llenado de cilindros

A continuación, el Gas LP se entrega por tren, carretera, buque o tubería a las plantas de llenado de cilindros y áreas de almacenamiento de tamaño intermedio. Los cilindros se llenan de butano y propano en las plantas

embotelladoras. El gas LP se almacena generalmente en tanques presurizados (recipientes o esferas) en los centros de almacenamiento intermedios.

1.4.4. Carga a granel

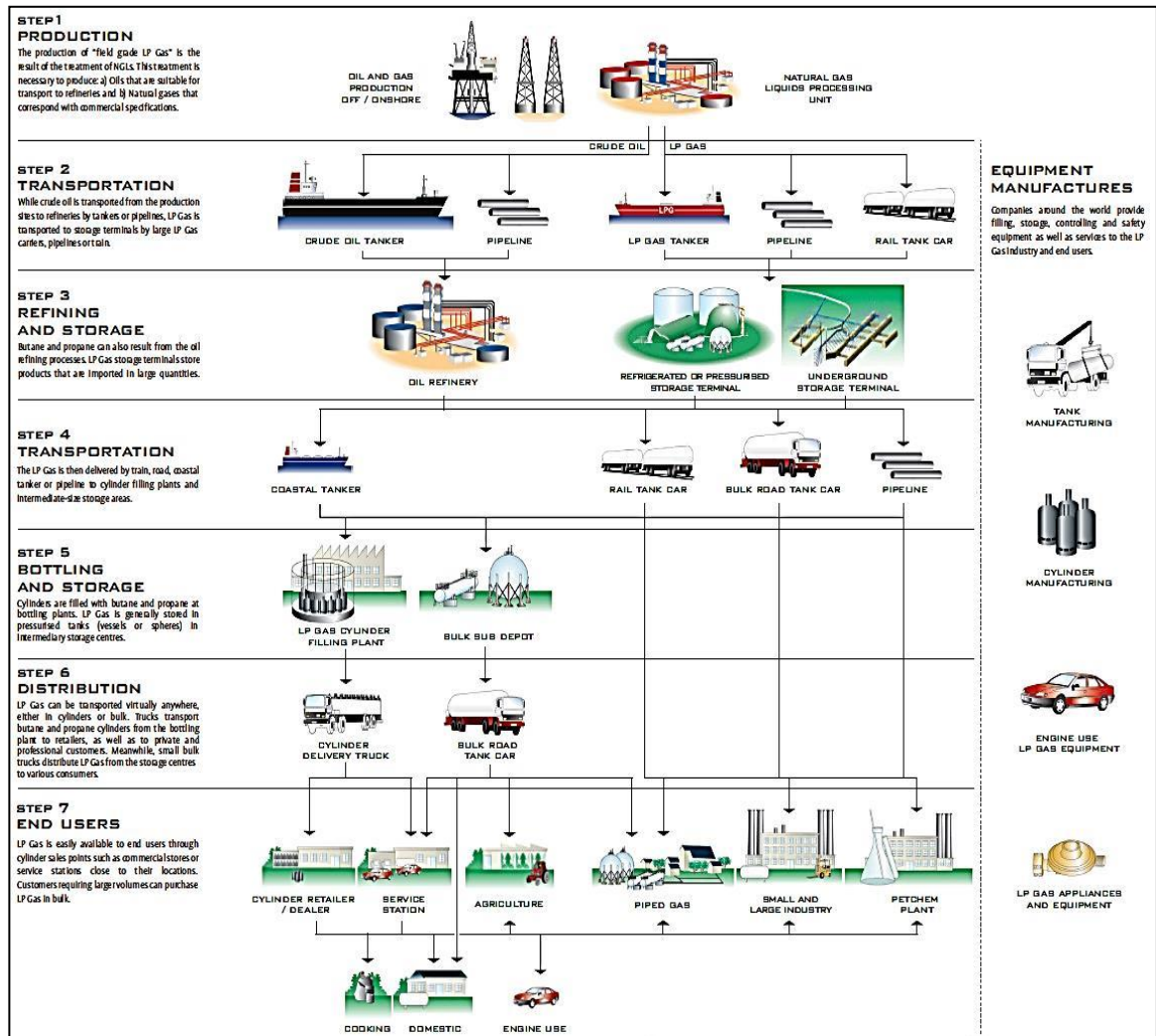
El gas LP se puede transportar prácticamente a cualquier lugar. Pequeños camiones a granel distribuyen gas LP desde de los centros de almacenamiento a varios consumidores. En general, los clientes que requieren grandes volúmenes pueden comprar el gas a granel.

1.4.5. Distribución

La distribución de gas L.P. se puede realizar en recipientes fijos o estacionarios que van de los 120 a 40,000 litros de capacidad. Para la mayoría de los clientes residenciales, comerciales e industriales es una excelente opción ya que representa un esquema muy cómodo que permite programar su surtido anticipadamente y en base a las necesidades de consumo.

Figura 3.

Diagrama de la cadena de distribución del gas L.P.



Fuente: www.holomaps.com

El suministro en recipientes fijos se realiza a través de autotanques. Un autotanque es un vehículo con uno o más contenedores de gas L.P instalados en su chasis, utilizado para el transporte o distribución de dicho combustible a través de un sistema de trasiego.

La distribución del gas también puede realizarse mediante ductos. Esto consiste en el tendido de una red de distribución similar a la del agua potable, solo que en esta se distribuye gas en fase de vapor. En dicha red, el gas se alimenta desde las plantas de distribución, llegando así el Gas L.P. hacia todos los puntos de consumo. En general, la cadena total de distribución se visualiza mejor mediante un esquema, como el mostrado en la figura 3.

1.4.6. Minoristas

Camiones transportan los cilindros de butano y propano de la planta embotelladora a los minoristas, así como a clientes privados y profesionales. El gas LP es de fácil acceso a los usuarios finales a través de los puntos de venta de cilindros, tales como locales comerciales o estaciones de servicio cercanas a sus ubicaciones.

1.5. Costos

Los costos son elementos o recursos que se invierten para obtener un bien o servicio. Indican la cantidad de dinero que una empresa dedica a la creación o producción de bienes o servicios sin incluir el margen de beneficio.

En economía el coste o costo es el valor monetario de los consumos de factores que supone el ejercicio de una actividad económica destinada a la producción de un bien o servicio.

1.5.1. Tipos de costos

Los costos se pueden clasificar según una gran variedad de criterios, como los siguientes:

- Por su naturaleza
- Por la acción de los factores sobre los productos
- De acuerdo con el tiempo en que fueron calculados
- De acuerdo con el tiempo en que se enfrentan a los ingresos
- De acuerdo con su comportamiento
- Por su importancia para la toma de decisiones
- Por el tipo de sacrificio en que se ha incurrido
- Por el cambio originado por un aumento o disminución de la actividad
- Por su relación con la disminución de actividades

1.5.2. Costos de repartición

El costo de repartición es el costo en que se incurre al utilizar los vehículos de repartición (camiones ZD) para realizar una entrega trasladando el producto desde una bodega hasta la ubicación del cliente. El costo de repartición está compuesto por:

- Sueldo del piloto
- Guardia de seguridad
- Costo de combustible
- Depreciación del vehículo
- Costo de servicio del vehículo, que a su vez se compone de:
 - Costo de llantas
 - Costo de batería
 - Cambio de aceite y filtro

El costo promedio de repartición de un camión ZD se resume en la siguiente tabla:

Tabla III. **Costo promedio de repartición al mes de un camión Zeta Delivery**

Rubro	Al mes
Sueldo del piloto (sueldo mínimo + bonificación)	Q 2 421,75
Guardia de seguridad	Q 2 000,00
Depreciación del vehículo (20%)	Q 1 600,00
Costo de servicio	
Costo de llantas ¹	Q 256 368,86
Costo de batería	Q 25,00
Cambio de aceite y filtro	Q 250,00
Costo promedio de combustible(diesel) ²	Q 2 510,01
TOTAL	Q 265 175,62

Fuente: elaboración propia.

¹ El costo de llantas se calcula al multiplicar el índice de costo (Precio de las llantas/vida útil en Km) y multiplicarlo por los kilómetros recorridos en promedio al mes.

² El costo promedio de combustible por kilómetro recorrido es de Q1.67 y en promedio las unidades ZD recorren 1,503 km al mes.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Productos elaborados en la empresa

Grupo Zeta provee sus productos en cinco formas diferentes:

- Suministro en recipientes portátiles
- Suministro en recipientes fijos
- Suministro medido en recipientes fijos
- Servicio medido red
- Suministro de gas LP vehicular

2.2. Características físicas de los productos

- Suministro en recipientes portátiles

Este tipo de recipientes conocidos también como cilindros varían en capacidad de los 10 a los 45 kg. Son utilizados comúnmente por el mercado residencial, sin embargo son requeridos por los clientes comerciales o industriales con necesidades especiales de movilidad; un ejemplo son los tanques para montacargas.

- Suministro en recipientes fijos

El suministro en esta modalidad se realiza en recipientes estacionarios que tienen capacidad para contener de 120 a 40,000 litros de gas. Para

suministrar a estos recipientes se utilizan autotanques en conjunto con un sistema de trasiego.

- Suministro medido en recipientes fijos

El servicio medido en recipientes fijos consiste en un sistema que utiliza un medidor volumétrico en la línea de servicio de un tanque estacionario. Una vez operando el servicio, se determina su pronóstico para suministrar Gas L.P. con cierta periodicidad al tanque estacionario. Se realizan lecturas periódicas de forma programada del consumo de gas con el fin de facturar la cantidad consumida a los clientes.

- Servicio medido red

Es un servicio privado de tubería subterránea que lleva el Gas L.P. directamente al domicilio del cliente, se realizan tomas de lectura mensual para la facturación del producto consumido durante el periodo.

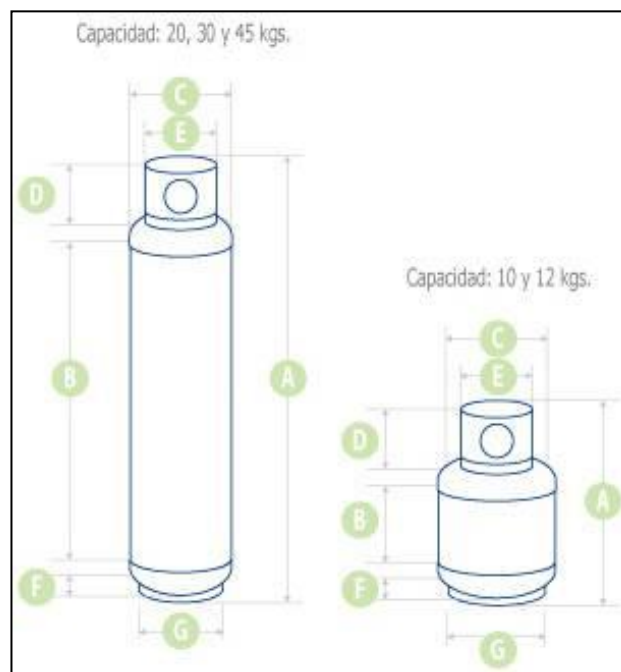
- Suministro de gas LP vehicular

El gas LP vehicular, comercialmente conocido como *gasauto*, introduce el uso de gas LP como combustible para vehículos mediante la instalación de un sistema de válvulas, líneas y un tanque que permiten utilizar el gas como combustible.

2.3. Volúmenes de llenado

Cilindros: el llenado de los cilindros se realiza según a las capacidades de los tanques portátiles, que son especificadas por la Norma Oficial Mexicana NOM-008-SESH/SCFI-2010. Los volúmenes correspondientes se muestran en la tabla IV en la siguiente página. Las dimensiones de los cilindros en la tabla, según la Norma oficial Mexicana, corresponden a la figura 4:

Figura 4. Diagrama de dimensiones de los cilindros



Fuente: www.grupozeta.com

Tabla IV. Dimensiones principales de los cilindros según la norma
NOM-008-SESH/SCFI-2010

Capacidad (kg)	Altura total (mm)	Altura sección cilindrica (mm)	Diámetro del cuerpo (mm)	Altura aro protector (mm)
	A	B	C	D
10	566,0	375,0	306,0	160,0
20	895,0	700,0	298,0	160,0
30	1260,0	1065,0	298,0	160,0
45	1311,0	1115,0	360,0	160,0
Capacidad (kg)	Diámetro aro protector (mm)	Altura base sustentación (mm)	Diámetro base sustentación (mm)	
	E	F	G	
10	195,0	195,0	74,0	
20	195,01	195,01	74,0	
30	195,0	195,0	74,0	
45	195,0	195,0	83,0	

Fuente: www.grupozeta.com

2.4. Descripción de los procesos de llenado

Llenado de cilindros: antes de comenzar el llenado de los recipientes portátiles es necesario realizar una operación de drenado del cilindro, con el fin de extraer los hidrocarburos pesados que no se vaporizan y garantizar que el cilindro está completamente vacío antes de proceder a llenarlo. A continuación se hace una revisión técnica para determinar que las condiciones de seguridad se cumplan, esto es evaluar el estado del cilindro, posibles daños, el estado de la válvula y la rosca y cualquier otro defecto que pueda significar un riesgo al llenar el cilindro.

Para el llenado del cilindro se procede de la siguiente manera:

- Verificar que las válvulas de la bomba estén abiertas.
- Encender el interruptor para permitir que se llene el árbol de flautas y se reparta en cada brazo.
- Ubicar los cilindros a llenar en las básculas.
- Conectar la punta de llenado del brazo a la válvula del cilindro.
- Abrir la válvula del cilindro para que comience el llenado.
- Luego de esperar a que se llene se verifica que el cilindro esté lleno a la capacidad especificada.
- Cuando el envasado ha terminado se cierran las válvulas, comenzando con las que están más próximas al cilindro.
- Se desconecta el brazo del cilindro y se retira de la báscula.

2.5. Equipo y maquinaria

La maquinaria es el conjunto de máquinas que se usan para un fin determinado, mediante un mecanismo o mecanismos que dan movimiento. Una máquina es un aparato creado para dirigir, aprovechar o controlar la acción de una fuerza, recibiendo ciertas formas de energía y transformándola a otros tipos.

Por otra parte, equipo es un conjunto de herramientas, instrumentos y demás objetos similares que se utilizan para proveer un servicio o explotar un negocio.

2.5.1. Para el llenado de cilindros

El llenado de los cilindros se realiza mediante el Sistema de Control de Llenado de Cilindros (llamado sistema PAM). Este sistema consiste en una

serie de equipos y dispositivos que permiten controlar mediante un PLC (Controlador Lógico Programable, por sus siglas en inglés) la cantidad de gas inyectada a los cilindros para, de esta manera, poder asegurar y garantizar a los clientes un llenado exacto.

Esto es posible al disminuir la intervención humana en el proceso de llenado, ya que este es calculado y controlado por una computadora. Este equipo cuenta con tecnología de punta en medición de Gas L.P., usando para ello medidores con tecnología suizo-alemana, los cuales miden de manera electrónica la cantidad de gas suministrada en los envases, utilizando sensores de alta precisión.

2.6. Tipo de distribución de cilindros

Para fines de distribución existen dos modalidades: los Centros Express Franquiciados (CEF) y Zeta Delivery (ZD). Los Centros Express Franquiciados son los centros de distribución encargados de vender el producto directamente al consumidor final. Los CEF podrían considerarse tiendas locales que venden exclusivamente producto Zeta Gas. Para el transporte y distribución de los cilindros utilizan mini-camiones. Por ser centros franquiciados, la empresa no interviene en el manejo de los vehículos, únicamente busca mantener estos centros abastecidos.

Por otro lado, Zeta Delivery es el canal propio de distribución que utiliza la empresa para realizar las ventas. Mediante ZD se vende el producto a intermediarios que se encargan de revender los cilindros, es decir, que Zeta Gas no vende al consumidor final de forma directa. Para abastecer a los clientes de ZD (los intermediarios) se utilizan camiones de mayor tamaño, denominados *camiones ZD*. Estos camiones tienen una capacidad máxima de

80 cilindros de 25 lb, 18 cilindros de 35 lb y 8 cilindros de 100 lb. Para suministrar el producto a los camiones ZD, se utiliza una plataforma móvil que lleva 1000 cilindros y permanece entre 2 y 3 días en el lugar, hasta que el producto se acaba.

2.6.1. Pedidos de alto volumen

Cuando uno o varios clientes realizan pedidos de alto volumen los camiones ZD proceden a abastecer dichos pedidos. Debido a la falta de pronósticos sobre la demanda de los clientes y el poco control de inventario, es frecuente que los camiones ZD no sean capaces de abastecer algunos pedidos que exceden su capacidad. En este caso los camiones ZD deben trasladarse hacia la plataforma móvil para que ésta cargue más producto.

Si por alguna razón la plataforma ya no tiene más producto, los camiones deben esperar a que ésta se dirija a la planta de Villa Nueva para abastecerse y regrese nuevamente. El viaje de la plataforma hacia la planta de Villa Nueva puede ser bastante largo (según la ubicación de donde provenga) y es posible que al llegar a la planta, la plataforma deba esperar a que otras plataformas se abastezcan, antes de ser cargada.

2.7. Unidades de carga utilizadas

Para cargar los productos se utilizan hasta cuatro tipos de unidades diferentes:

- Buques petroleros que transportan el gas de las refinerías a México y luego de México a Guatemala.

- Plataformas o *bodegas móviles* que corresponden a cada departamento y abastecen a los camiones ZD.
- Furgones o *góndolas* que se encargan de transportar el gas desde la terminal marítima en Puerto Quetzal hasta la Planta de Llenado en Villa Nueva.
- Camiones Zeta Delivery que distribuyen a los intermediarios.

2.7.1. Tipos de equipos utilizados

En la planta de llenado se utiliza el siguiente equipo:

- Sistema de Control de Llenado de Cilindros PAM
- Jaula de cilindros (estructura metálica) y correas de seguridad
- Cinta transportadora
- Unidades montacargas

En la planta después de que se llenan los cilindros con gas, estos son colocados dentro de una estructura metálica (de dimensiones 1,5 x 1,5 metros de base x 2 metros de altura) denominada *jaula*. A continuación, los cilindros son llevados por una cinta transportadora hacia la salida de la planta, para que puedan ser tomados y colocados por un montacargas en el *área de carga* donde las plataformas llegan para ser abastecidas.

2.8. Tiempos en el traslado

- De cilindros hacia los intermediarios: Utilizando las plataformas para transportar los cilindros de la Planta de Llenado en Villa Nueva hacia las distintas ubicaciones en los departamentos, los tiempos de transporte son los siguientes:

Tabla V. Tiempos promedio de traslado del producto desde la planta de llenado hasta los intermediarios

No.	Ubicación	Tiempo (h)
1	Mixco	0,46
2	Guatemala (ciudad)	0,43
3	Escuintla	0,84
4	Sacatepequéz	0,98
5	Alta Verapaz	3,61
6	Huehuetenango	6,23
7	Quiché	5,71
8	Quetzaltenango	3,65
9	Petén	9,18
10	Jalapa	2,53
11	Jutiapa	2,28
12	Chiquimula	3,97
13	Izabal	5,94
14	Zacapa	3,88
15	Santa Rosa	1,51
16	Sololá	2,85
17	Retalhuleu	3,33
18	El Progreso	2,60
19	Totonicapán	3,77
20	San Marcos	5,11
21	Baja Verapaz	2,56
22	Suchitepéquez	2,42
23	Chimaltenango	0,98

Fuente: Elaboración propia según registros del Área de distribución de Zeta Gas.

A continuación, a partir de cada ubicación departamental se cargan los cilindros de las plataformas a los camiones ZD y éstos distribuyen a cada departamento según rutas determinadas. En la siguiente tabla se han agrupado las rutas en regiones (Norte, Sur, Este, Oeste, etc.) con el tiempo promedio por recorrido para cada región.

Tabla VI. **Tiempos promedio de traslado por ruta.**

No,	Ubicación	Tiempo promedio (h)
1	Mixco	
	Región Norte	0,23
	Región Occidente	0,11
	Región Sur	0,18
	Región Oriente	0,48
2	Guatemala (ciudad)	
	Región Noreste	0,55
	Región Sur	0,48
	Región Oeste	0,30
	Región Norte	0,46
3	Escuintla	
	Región Noreste	0,39
	Región Sur	0,80
	Región Oeste	1,58
	Región Este	0,62
4	Sacatepéquez	
	Región Norte	0,62
	Región Sur	0,53
	Región Este	0,41
	Región Suroeste	0,39
5	Alta Verapaz	
	Región Suroeste	0,68
	Región Este	3,06
	Región Norte	2,35
	Región Sur	2,01
6	Huehuetenango	
	Región Norte	3,61
	Región Sur	0,32
	Región Este	1,10
	Región Oeste	1,28
7	Quiché	
	Región Sur	3,15
	Región Este	2,03
	Región Oeste	2,53
	Región Norte	10,16
8	Quetzaltenango	
	Región Norte	1,10
	Región Suroeste	1,69
	Región Sur	0,57
	Región Oeste	0,84
	Región Este	0,37

Continuación de la tabla VI.

9	Petén	
	Región Noreste	1,39
	Región Sur	1,55
	Región Este	1,37
	Región Sureste	3,08
10	Jalapa	
	Región Norte	0,64
	Región Sur	0,53
	Región Oeste	0,78
	Región Este	0,73
11	Jutiapa	
	Región Norte	0,57
	Región Oeste	0,66
	Región Este	1,10
	Región Sur	2,42
12	Chiquimula	
	Región Noreste	0,53
	Región Sur	0,82
	Región Suroeste	0,55
	Región Este	1,80
13	Izabal	
	Región Noreste	1,39
	Región Sur	1,19
	Región Oeste	1,60
	Región Noroeste	1,14
14	Zacapa	
	Región Sur	0,37
	Región Norte	0,68
	Región Oeste	0,57
	Región Este	1,55
	Región Noreste	1,10
15	Santa Rosa	
	Región Norte	0,91
	Región Sur	0,91
	Región Este	1,21
	Región Oeste	0,34
16	Sololá	
	Región Norte	1,10
	Región Sur	0,71
	Región Suroeste	1,44
	Región Oeste	1,67
17	Retalhuleu	
	Región Noreste	0,62

Continuación de la tabla VI.

	Región Noroeste	0,73
	Región Sur	1,48
	Región Suroeste	1,87
	Región Oeste	0,30
18	El Progreso	
	Región Este	0,64
	Región Oeste	0,96
	Región Sur	0,66
	Región Norte	0,66
19	Totonicapán	
	Región Norte	1,58
	Región Sur	1,35
	Región Este	1,64
	Región Oeste	0,91
20	San Marcos	
	Región Norte	2,03
	Región Sur	1,39
	Región Oeste	0,62
	Región Este	0,98
21	Baja Verapaz	
	Región Noreste	0,94
	Región Sureste	1,26
	Región Suroeste	1,16
	Región Oeste	1,35
	Región Norte	0,71
22	Suchitepéquez	
	Región Norte	0,80
	Región Sur	1,10
	Región Este	0,78
	Región Oeste	0,68
23	Chimaltenango	
	Región Norte	1,19
	Región Sur	1,14
	Región Oeste	0,98
	Región Este	0,18

Fuente: elaboración propia.

2.9. Distancias recorridas

Las distancias recorridas por las plataformas desde la Planta de Llenado en Villa Nueva a los diferentes puntos de distribución del país se muestran a continuación:

Tabla VII. **Distancias promedio recorridas desde la planta de llenado a los intermediarios**

No,	Ubicación	Distancia (Km)
1	Mixco	18,40
2	Guatemala (ciudad)	13,70
3	Escuintla	44,30
4	Sacatepequéz	31,00
5	Alta Verapaz	179,00
6	Huehuetenango	279,00
7	Quiché	257,00
8	Quetzaltenango	188,00
9	Petén	450,00
10	Jalapa	124,00
11	Jutiapa	110,00
12	Chiquimula	193,00
13	Izabal	301,00
14	Zacapa	184,00
15	Santa Rosa	70,00
16	Sololá	139,00
17	Retalhuleu	172,00
18	El Progreso	116,00
19	Totonicapán	190,00
20	San Marcos	260,00
21	Baja Verapaz	122,00
22	Suchitepéquez	135,00
23	Chimaltenango	40,60

Fuente: Elaboración propia según registros del Área de distribución de Zeta Gas.

Las distancias recorridas por los camiones de Zeta Delivery en las distintas regiones de cada ubicación departamental se muestran a continuación:

Tabla VIII. Distancias promedio recorridas por ruta

No,	Ubicación	Distancia promedio (Km)
1	Mixco	
	Región Norte	5,50
	Región Occidente	3,00
	Región Sur	5,90
	Región Oriente	17,41
2	Guatemala (ciudad)	
	Región Noreste	14,20
	Región Sur	10,30
	Región Oeste	7,20
	Región Norte	10,20
3	Escuintla	
	Región Noreste	17,60
	Región Sur	47,30
	Región Oeste	86,40
	Región Este	25,20
4	Sacatepéquez	
	Región Norte	19,50
	Región Sur	23,20
	Región Este	14,50
	Región Suroeste	11,00
5	Alta Verapaz	
	Región Suroeste	34,50
	Región Este	107,00
	Región Norte	116,00
	Región Sur	79,20
6	Huehuetenango	
	Región Norte	115,00
	Región Sur	15,00
	Región Este	38,00
	Región Oeste	70,90
	Región Noroeste	118,00
7	Quiché	
	Región Sur	126,00
	Región Este	65,40
	Región Oeste	50,60

Continuación de la tabla VIII.

	Región Norte	394,00
8	Quetzaltenango	
	Región Norte	51,20
	Región Suroeste	73,60
	Región Sur	21,40
	Región Oeste	29,60
	Región Este	11,10
9	Petén	
	Región Noreste	54,10
	Región Sur	61,80
	Región Este	72,60
	Región Sureste	165,00
10	Jalapa	
	Región Norte	23,00
	Región Sur	26,60
	Región Oeste	40,50
	Región Este	39,30
11	Jutiapa	
	Región Norte	23,30
	Región Oeste	33,60
	Región Este	52,70
	Región Sur	117,00
12	Chiquimula	
	Región Noreste	27,80
	Región Sur	44,00
	Región Suroeste	29,40
	Región Este	79,30
13	Izabal	
	Región Noreste	70,30
	Región Sur	64,80
	Región Oeste	80,60
	Región Noroeste	53,30
14	Zacapa	
	Región Sur	17,20
	Región Norte	33,40
	Región Oeste	26,70
	Región Este	79,80
	Región Noreste	59,00
15	Santa Rosa	
	Región Norte	50,50
	Región Sur	49,70
	Región Este	63,70
	Región Oeste	17,30

Continuación de la tabla VIII.

16	Sololá	
	Región Norte	49,90
	Región Sur	36,60
	Región Suroeste	40,10
	Región Oeste	58,10
17	Retalhuleu	
	Región Noreste	25,90
	Región Noroeste	25,90
	Región Sur	78,30
	Región Suroeste	61,00
	Región Oeste	11,70
18	El Progreso	
	Región Este	32,40
	Región Oeste	41,40
	Región Sur	27,70
	Región Norte	23,70
19	Totonicapán	
	Región Norte	53,00
	Región Sur	41,50
	Región Este	58,00
	Región Oeste	34,20
20	San Marcos	
	Región Norte	85,90
	Región Sur	71,10
	Región Oeste	32,20
	Región Este	42,20
21	Baja Verapaz	
	Región Noreste	44,40
	Región Sureste	52,90
	Región Suroeste	56,90
	Región Oeste	59,20
	Región Norte	20,50
22	Suchitepéquez	
	Región Norte	37,60
	Región Sur	50,20
	Región Este	42,10
	Región Oeste	31,60
23	Chimaltenango	
	Región Norte	40,00
	Región Sur	54,80
	Región Oeste	41,20
	Región Este	6,00

Fuente: elaboración propia según registros del Área de distribución de Zeta Gas.

2.10. Almacenamiento

El primer almacenamiento del Gas LP se da después de su extracción y transporte de los sitios de producción a las terminales de almacenamiento en México.

- **Materia prima:** Se almacena en grandes contenedores esféricos con capacidad de 1 millón de galones. En México, Zeta Gas cuenta con 50 esferas.

Figura 5. **Contenedores esféricos en las terminales marítimas**



Fuente: www.grupozeta.com.

A continuación, se transporta el gas de México a Guatemala en los barcos de transporte para ser almacenado en 15 esferas de la misma capacidad en la terminal de Puerto Quetzal. Luego el gas es llevado a la Planta de Llenado en Villa Nueva, desde donde se transporta y distribuye por las plataformas y el servicio de Zeta Delivery a los clientes.

Figura 6. **Un buque metanero utilizado para el transporte de Gas LP.**



Fuente: www.grupozeta.com.

2.10.1. Insumo

Los insumos que se almacenan son cilindros y válvulas. Debido a la necesidad constante de ganar cada vez más clientes, los cilindros pasan poco tiempo almacenados y se busca que estén en uso lo más pronto posible. Para su almacenamiento se utiliza un área ubicada en el parqueo de la Planta de Villa Nueva de Zeta Gas a donde llegan 300 cilindros de 25 lb, 100 de 35 lb y 30 de 100 lb. Las válvulas se almacenan en cantidades de 500 al mes.

2.10.2. Producto terminado

El producto terminado es el cilindro lleno de gas LP a la capacidad requerida. Para su almacenamiento existe una bodega de 30 m por 40 m ubicada a un lado de la planta de llenado en Villa Nueva. Aquí se almacenan las jaulas metálicas con los cilindros después de que han sido llenados.

2.10.3. Tiempo de permanencia

- Materia prima: a la terminal marítima de Puerto Quetzal arriban barcos con capacidad de 2.4 millones de galones (cada barco cuenta con 6 esferas de 400,000 galones cada una). A continuación el gas es llevado a la planta de Villa Nueva en 6 pipas de 60,000 galones cada una. De este modo, el gas permanece entre 1.8 y 2 días como máximo, estimando que se vendan entre 180,000 y 200,000 galones de gas diariamente.

2.10.3.1. Insumos

Los cilindros permanecen como máximo un mes en la planta y salen ya sea porque hay más clientes y es necesario cubrir la demanda o porque se sustituyen por cilindros dañados. Las válvulas permanecen hasta 15 días en bodega y salen de ésta cuando se sustituyen por otras válvulas deterioradas.

2.11. Tiempo de reaprovisionamiento

- Materia prima

Los buques metaneros que traen el gas abastecen a la terminal marítima de Puerto Quetzal cada dos días, es decir, llegan tres barcos por semana desde México. Cada barco transporta 50,000 galones, por lo que a la semana se abastece de 150,000 galones a la terminal marítima.

El abastecimiento de la planta de Villa Nueva es diario debido a que el gas permanece como máximo 2 días, por lo que la planta se reabastece cuando los contenedores están al 60% de su capacidad. En otras palabras, el punto de re-

orden se da cuando el volumen de gas en los contenedores es de 216,000 galones.

2.11.1. Insumos

El abastecimiento de los cilindros es semestral según la cantidad de cilindros dañados que ya no se puedan seguir utilizando. Algunos se transportan vía marítima y otros se fabrican aquí. Aproximadamente se abastecen al mes 300 cilindros de 25 lbs, 100 cilindros de 35 lbs y 50 cilindros de 100 lbs. Las válvulas de los cilindros se ordenan en cantidades de 500 al mes debido a que se deterioran rápidamente.

2.12. Factores que afectan los tiempos de entrega

- Distancias

El tiempo de entrega se ve afectado por los siguientes factores relativos a la distancia y al terreno:

- La topografía del terreno: una carretera de elevada pendiente se recorre de forma más lenta porque la fuerza de gravedad reduce la velocidad y a medida que aumenta el grado de inclinación se necesitan utilizar velocidades de cambio más bajas.
- Acceso vial: para llegar a algunas ubicaciones en el interior del país no existen carreteras o caminos asfaltados y los camiones deben atravesar caminos de terracería. Esto aumenta el tiempo de entrega y genera mayor deterioro mecánico para las unidades.

- Reducción de velocidad prevista: dispositivos para reducir la velocidad del camión, como túmulos, semáforos u otra señalización pueden generar retrasos en la entrega.
- Restricciones de horario: los vehículos pesados (de más de 3.5 toneladas) como son los camiones ZD y las plataformas utilizadas para transporte de cilindros tienen horarios de tiempo limitado para circular en las arterias principales en diversos puntos del país. En la capital se restringe la circulación de estos vehículos en horario de 5:00 a.m. a 9:00 a.m., por lo que es necesario que se planifiquen las rutas tomando en cuenta estas restricciones, de lo contrario se producen retrasos en la entrega.

2.12.1. Imprevistos

También existen elementos no planificados que retrasan la entrega del producto. Entre estos se pueden mencionar:

- Derrumbes o movimientos de tierra que pueden bloquear el camino o carretera principalmente en invierno.
- Manifestaciones de diversa índole en el interior del país que tienden a bloquear el paso de vehículos durante varias horas.
- Emergencias de diverso tipo, como colisiones con o sin participación de la unidad, fallas mecánicas de la unidad, y casos extremos como terremotos, inundaciones o asalto y robo, entre otras.

2.13. Clientela afectada por tiempos de entrega

Cuando se incumple con los tiempos de entrega requeridos por el cliente (intermediarios en su mayoría) es casi seguro que se pierde la venta, debido a

que éstos a su vez necesitan entregar el gas, casi instantáneamente cuando sus clientes se lo solicitan. A causa de esto, el cliente recurre a la competencia de Zeta Gas pues no existe ningún compromiso u obligación de compra al respecto, la única excepción es en los cilindros que Zeta Gas haya podido prestar a sus clientes.

2.13.1. Estadísticas de encuestas

Hace 1 año, aproximadamente, Zeta Gas tomo consciencia del descenso en las ventas de gas que enfrenta actualmente, principalmente en el Área de Ventas Foráneas. Para determinar la relación entre el descenso en las ventas y los retrasos en la entrega del producto, Zeta Gas buscó a los clientes que se veían afectados y les realizó una encuesta sobre el asunto. La encuesta se realizó a 751 clientes de todo el país. Los resultados tienen un nivel de confianza de 90 % y existe un error de estimación de 2,55 %. En la siguiente tabla se resumen los cálculos de muestra:

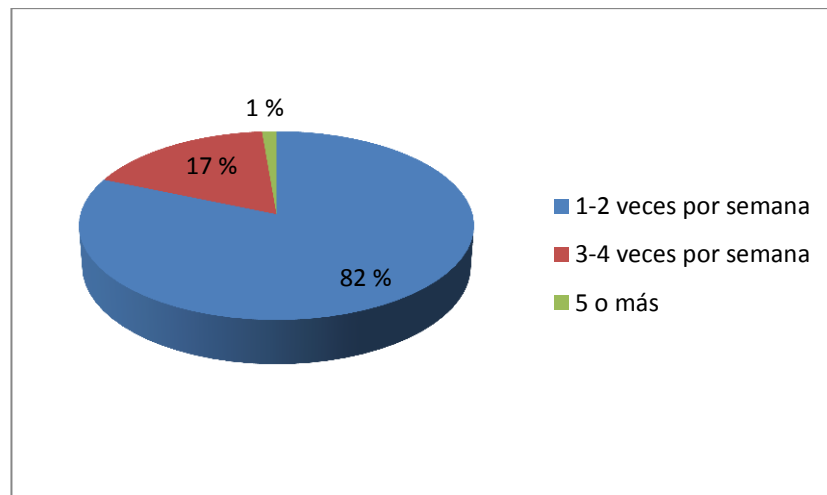
Tabla IX. **Cálculo de la muestra**

Población (Clientes que son intermediarios) N	2 700
Nivel de confianza (1-a)	90 %
Valor de Z de la distribución normal para $a/2$	1 645
Error de la estimación e	2,55 %
Proporción esperada p	50 %
Tamaño de muestra	751

Fuente: elaboración propia.

El resultado es que el 81,36% de los clientes entrevistados recurría al producto de la competencia de una a dos veces por semana, debido a la falta de cumplimiento con los tiempos de entrega que se especificaban en las órdenes escritas o telefónicas que ellos hacían a la empresa.

Figura 7. **¿Cuántas veces ha recurrido a la competencia para satisfacer sus requerimientos de gas, debido a nuestro incumplimiento?**



Fuente: encuesta Zeta Gas 2012.

3. PROPUESTA PARA DESCENTRALIZAR EL ALMACÉN

3.1. Causas principales

La causa principal del problema es la existencia de un único almacén que debe abastecer a todas las plataformas que viajan hacia los distintos puntos del país para abastecer a los camiones ZD. El mayor efecto del problema es entonces la disminución de las ventas, generando en consecuencia, una serie de sub-efectos: como pérdida de la lealtad de los clientes, mayor exposición de los pilotos a accidentes, daño a la imagen de la empresa, etc. El mayor impacto del problema recae en los clientes, los costos del traslado y los tiempos de entrega.

Enunciando la causa principal del problema de forma positiva, como una situación favorable se hace sencillo identificar cuál debe ser la propuesta de solución: Existencia de almacenes ubicados estratégicamente para abastecer a las plataformas en las distintas ubicaciones regionales de entrega, para descentralizar el almacén actual.

3.1.1. Clientes

Los clientes dejan de comprar debido a la entrega fuera de plazo o al incumplimiento de los pedidos. Cuando la empresa realiza una promesa de entrega a un cliente, debe tomar en cuenta que, el incumplimiento de esa promesa causará un disgusto al cliente y aumentará la probabilidad de que éste no vuelva a solicitar los servicios/productos que la empresa ofrece.

Por la cadena de valor, sobre las teorías de calidad existentes, se debe reconocer a los clientes como una parte vital del proceso que la empresa realiza para entregar el producto y, finalmente, satisfacer una necesidad. Gran parte de la satisfacción consiste en *cumplir las promesas a los clientes*. Los clientes generan las ganancias al pagar el costo del producto más el valor agregado (que incluye el servicio y otros aspectos); perder credibilidad y confianza ante los clientes, repercute seriamente en las ventas.

3.1.2. Costos

Al estar centralizado el almacén, los costos de traslado (costos de llevar el producto del almacén hacia los camiones Zeta Delivery) aumentan porque las plataformas deben trasladarse continuamente al almacén central para abastecerse y luego regresar para mantener abastecidos (de forma poco continua) a los camiones ZD. Las plataformas deben viajar varias veces al mes incurriendo en altos costos de traslado.

Además, los pilotos de ZD tienden a enfocar su esfuerzo y tiempo en atender a un solo cliente por vez, alterando sus rutas para mantener abastecidos a pocos clientes e improvisando para intentar mantener *cubiertos* a todos los clientes; cuando, idealmente, todos sus esfuerzos deberían estar enfocados a mantener a los clientes actuales satisfechos y buscar más clientes dentro de sus rutas o áreas cercanas. Lo anterior provoca el elevado costo de repartición, debido principalmente al uso intensivo de los camiones ZD (en especial el desgaste de las llantas y el gasto de combustible), derivado de los intentos de los vendedores por poder cumplir con las entregas aunque esto requiera transportar producto desde un área que no les corresponde (lejana muchas veces a su ruta original).

Además de los costos de traslado y repartición, es frecuente que se incida en costos por accidente, debido a que muchas veces, los pilotos deben apresurarse para cumplir a los clientes, lo que provoca accidentes desde leves (daño a los vehículos, raspones, etc.) hasta graves (personas heridas o muertas); y a partir de ello se desprenden una serie de costos de no seguridad que generan una cifra significativa de gastos para la empresa.

3.1.3. Tiempos

Con un solo almacén central, el tiempo de entrega se incrementa y en algunas ocasiones el cliente no puede aceptar el pedido si se sirve en demasiado tiempo por lo que recurre a la competencia.

Debido a que el gas es un producto que, por lo general, requiere ser suministrado de manera continua, ya sea a través de tuberías o cilindros, los consumidores requieren el producto casi de manera inmediata cuando éste se agota. Esto significa que la inmediatez de la entrega, representa para los clientes, un factor importante en su decisión de compra y pedido; básicamente se sujeta a una regla muy simple: el proveedor de gas que tenga la mayor capacidad de entrega (es decir, el menor tiempo para hacerlo), obtiene una ventaja sobre los demás. Y debido a que el gas es un producto que se utiliza como insumo para la producción de otros y es consumido por procesos, es casi seguro que los clientes y consumidores, tienen ingresos y ventas que dependen (en gran parte) de su disponibilidad de gas y de la capacidad de sus proveedores para compensar los puntos de agotamiento.

3.2. Áreas de mejoramiento

Si el almacén es descentralizado, mediante la implementación de nuevas bodegas en puntos estratégicos se mejora en los siguientes aspectos:

3.2.1. Ventas

Se mejorarán las relaciones con los consumidores que han permanecido fieles a la empresa, al entregar los pedidos según lo acordado. Para alcanzar un mayor nivel de ventas, el área de mercadotecnia debe aumentar la publicidad a nivel de clientes intermediarios. El aumento de las ventas es uno de los tres parámetros que permiten medir si la empresa está ganando dinero.

Además, reducir el impacto del problema actual para los clientes significa aportar grandes e importantes beneficios para las ventas:

- Aumento de la confianza y credibilidad de los clientes: debido a que los clientes son intermediarios y revenden el producto al consumidor final, sus volúmenes de compra son significativos y sus requerimientos de disponibilidad deben poder ser atendidos siempre; para que ellos, a su vez, puedan satisfacer la necesidad de los consumidores finales.
- Aumento de la cartera de clientes: ya que una mayor disponibilidad del producto aumenta la capacidad de atención y cobertura, porque los pilotos pueden utilizar su tiempo en vender en otras áreas a las que antes no se llegaba.

3.2.2. Tiempos de entrega

Si el almacén es descentralizado los tiempos de entrega disminuirán, porque los camiones de plataforma sólo deberán abastecer la reserva de una bodega departamental en particular. Esto significa que el almacén deberá mantener cierta cantidad económica del producto (calculada en base al movimiento de inventario y los pronósticos de venta) que permita que la plataforma tenga tiempo suficiente para recargar en la planta y regresar para abastecer la bodega.

Por otro lado, el trabajo de los camiones ZD se hace más productivo, porque al no tener que esperar por producto para recargar, aumenta su capacidad de entrega y venta, al mismo tiempo que disminuye el costo (o al menos se mantiene); de manera que los compradores pueden recibir el gas según lo pactado con el vendedor.

Además de la mejora real debida a la venta y entrega de producto a los clientes según lo acordado; se produce, a largo plazo, el incremento de la confianza y mejora de la imagen de la compañía ante los clientes (tanto intermediarios como usuarios finales), que en consecuencia puede resultar en más ventas (de más volumen a los mismos clientes y ampliación de la cartera de clientes actual).

3.2.3. Costos de repartición

La descentralización del almacén impactará de forma muy significativa en la disminución de los costos de repartición (el costo en que incurre cada camión ZD para entregar el producto a los clientes).

El mayor efecto de la implementación de la propuesta será evidente en el costo de llantas y el costo promedio de combustible (diesel). Esto se debe a que el cálculo de ambos está en función de la distancia recorrida; y la descentralización del almacén debe evitar que las unidades ZD se salgan de sus rutas habituales y se concentren en los clientes de las rutas establecidas. De esta manera, el único modo en que la distancia recorrida debe incrementarse, es cuando este aumento va acompañado de una venta que sea lo suficientemente rentable como para justificar el viaje de los camiones ZD hasta la ubicación que originó dicha venta.

Además, a largo plazo, el desgaste mecánico de las unidades podrá justificarse con el aumento de ventas. También el riesgo de accidentes disminuye, porque los pilotos no deberán apresurarse más de lo debido; esto, sin duda alguna, significa una reducción de los costos de accidente y no seguridad.

3.3. Factores de localización del o los nuevos almacenes de Gas L.P.

El proceso de ubicación de los nuevos almacenes requiere analizar los factores que se consideran críticos desde los puntos de vista económico, tecnológico y social entre otros.

A través de una encuesta en línea realizada a los gerentes regionales de las 23 ubicaciones departamentales en el país y al gerente de ventas, se determinaron los factores y el peso respectivo de cada uno que deben influenciar la toma de decisiones sobre la localización de nuevos almacenes.

Tabla X. **Factores de localización.**

Factor	Calificación
Acceso para las pipas de diesel	100
Disponibilidad de instalación eléctrica	80
Disponibilidad de agua	50
Protección policiaca	80
Superficie necesaria	100
Topografía del terreno	60
Costo del terreno	100
Proximidad de las vías de comunicación	100
Teléfono	50

Fuente: Encuesta en línea a gerentes regionales.

3.3.1. Métodos de evaluación de alternativas de localización

Debido a que cada método de localización está diseñado para una configuración específica de características dentro de una región específica, se propondrán alternativas de descentralización con enfoques distintos para cada uno de los métodos.

3.3.1.1. Aplicación de los métodos de localización

Los métodos de localización son procedimientos establecidos para encontrar el punto óptimo donde se debe instalar una bodega. A continuación se explican de forma breve los métodos que se utilizarán para localizar cada uno de los almacenes.

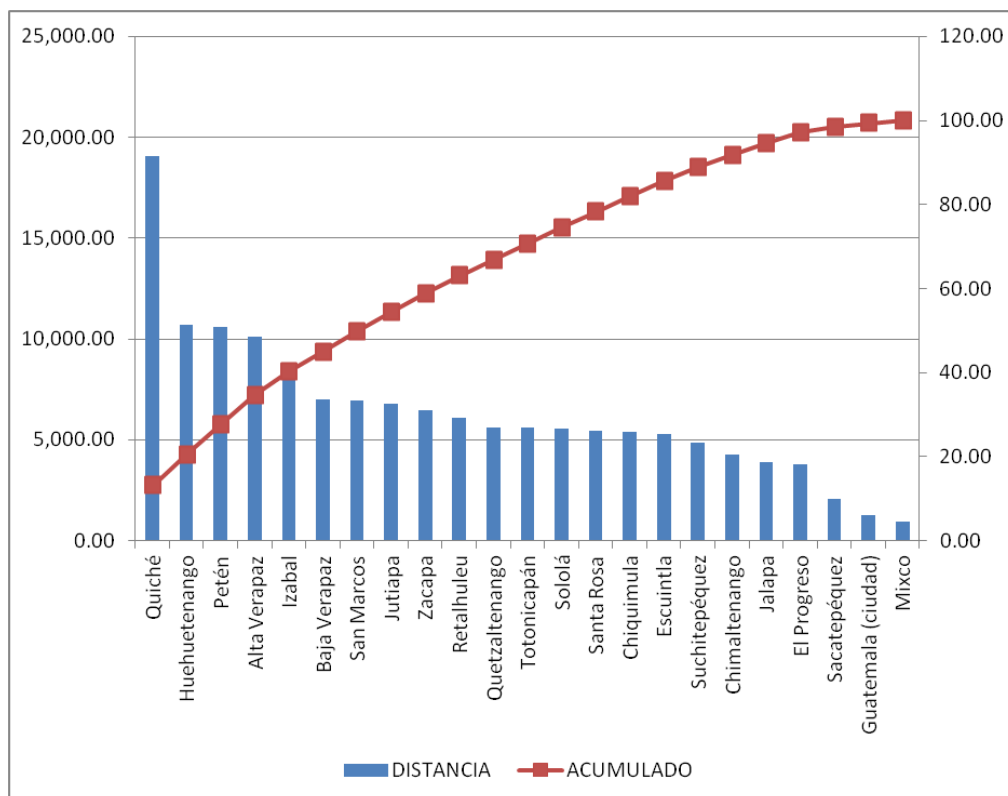
El método de los factores ponderados le asigna pesos y calificaciones a cada factor, con lo que se obtiene una puntuación final que sirve para seleccionar la mejor alternativa. El método del centro de gravedad optimiza los costos de distribución en base a las distancias recorridas de distintos centros de distribución a un único almacén. El método de transporte busca minimizar el costo del transporte al mismo tiempo que se satisfacen las necesidades de oferta y demanda.

3.3.1.2. Método de los factores ponderados

Debido a que el problema de la falta de almacenes es generalizado para todo el país, se propone la implementación de un almacén por cada ubicación departamental. Para lograr este objetivo será necesario ejecutar un proyecto dividido en fases, puesto que existen 23 regiones de entrega. La primera fase deberá corresponder a la implementación de bodegas en las regiones donde su inexistencia provoque más gastos y más problemas, es decir en las regiones críticas.

Para seleccionar las regiones críticas que se trabajarán en la primera fase y establecer prioridades, se ha procedido a construir un diagrama de Pareto de región contra distancia (la distancia promedio mensual recorrida por todas las unidades de una región), que se muestra en la figura 8. Los resultados son, que para poder trabajar el proyecto de forma rentable y viable, se crean fases con 50%, 82% y 100% de implementación. El establecimiento de las fases se origina de la tabla XI de la siguiente página.

Figura 8. **Pareto de distancia promedio mensual por región**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Establecimiento de fases**

Fase	Región	Distancia	%	% Acumulado
1	Quiché	19 080,00	13,09	13,09
	Huehuetenango	10 707,00	7,34	20,43
	Petén	10 605,00	7,27	27,71
	Alta Verapaz	10 101,00	6,93	34,64
	Izabal	8 070,00	5,54	40,17
	Baja Verapaz	7 017,00	4,81	44,98
	San Marcos	6 942,00	4,76	49,75
	Jutiapa	6 798,00	4,66	54,41
2				

Continuación de la tabla XI.

3	Zacapa	6 483,00	4,45	58,86
	Retalhuleu	6 084,00	4,17	63,03
	Quetzaltenango	5 607,00	3,85	66,88
	Totonicapán	5 601,00	3,84	70,72
	Sololá	5 541,00	3,80	74,52
	Santa Rosa	5 436,00	3,73	78,25
	Chiquimula	5 415,00	3,71	81,96
	Escuintla	5 295,00	3,63	85,59
	Suchitepéquez	4 845,00	3,32	88,92
	Chimaltenango	4 260,00	2,92	91,84
	Jalapa	3 882,00	2,66	94,50
	El Progreso	3 756,00	2,58	97,08
	Sacatepéquez	2 046,00	1,40	98,48
	Guatemala (ciudad)	1 257,00	0,86	99,35
	Mixco	954,30	0,65	100,00
	Total	145 782,30	100,00	

Fuente: elaboración propia según registros de Zeta Gas.

Las técnicas de localización por factores ponderados se aplicarán para establecer las ubicaciones³ óptimas de un almacén por cada región. La fase 1 requerirá aplicar las técnicas a cada una de las siete regiones. Se trabajará según los factores de la tabla X (factores de localización), utilizando un peso porcentual y una calificación de 1 a 10.

³ En la aplicación de técnicas de localización, se hace referencia a las distintas ubicaciones como Zona A, Zona B, Zona C, etc. Debido al acuerdo de confidencialidad con Grupo Zeta División Guatemala, no está permitido revelar las ubicaciones geográficas reales.

Tabla XII. Evaluación de factores para Quiché

Factor	Peso	Zona A	Ponderación A	Zona B	Ponderación B	Zona C	Ponderación C
Acceso para las pipas de diesel	0,14	10	1,4	9	1,26	7	0,98
Disponibilidad de instalación eléctrica	0,11	10	1,1	10	1,1	7	0,77
Disponibilidad de agua	0,07	6	0,42	5	0,35	8	0,56
Protección policiaca	0,11	4	0,44	6	0,66	7	0,77
Superficie necesaria	0,14	8	1,12	10	1,4	9	1,26
Topografía del terreno	0,08	5	0,4	6	0,48	8	0,64
Costo del terreno	0,14	4	0,56	6	0,84	3	0,42
Proximidad de las vías de comunicación	0,14	6	0,84	3	0,42	5	0,7
Teléfono	0,07	10	0,7	7	0,49	10	0,7
TOTALES	1		6,98		7,00		6,80

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. Evaluación de factores para Huehuetenango

Factor	Peso	Zona A	Ponderación A	Zona B	Ponderación B	Zona C	Ponderación C
Acceso para las pipas de diesel	0,14	5	0,7	4	0,56	3	0,42
Disponibilidad de instalación eléctrica	0,11	7	0,77	6	0,66	6	0,66
Disponibilidad de agua	0,07	8	0,56	4	0,28	8	0,56
Protección policiaca	0,11	4	0,44	6	0,66	5	0,55
Superficie necesaria	0,14	10	1,4	10	1,4	9	1,26
Topografía del terreno	0,08	9	0,72	4	0,32	7	0,56
Costo del terreno	0,14	5	0,7	4	0,56	5	0,7
Proximidad de las vías de comunicación	0,14	8	1,12	6	0,84	8	1,12
Teléfono	0,07	7	0,49	10	0,7	10	0,7
TOTALES	1		6,90		5,98		6,53

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. Evaluación de factores para Petén

Factor	Peso	Zona A	Ponderación A	Zona B	Ponderación B	Zona C	Ponderación C
Acceso para las pipas de diesel	0,14	6	0,84	5	0,7	9	1,26
Disponibilidad de instalación eléctrica	0,11	8	0,88	10	1,1	9	0,99
Disponibilidad de agua	0,07	10	0,7	10	0,7	9	0,63
Protección policiaca	0,11	8	0,88	8	0,88	8	0,88
Superficie necesaria	0,14	9	1,26	10	1,4	9	1,26
Topografía del terreno	0,08	9	0,72	9	0,72	10	0,8
Costo del terreno	0,14	5	0,7	5	0,7	2	0,28
Proximidad de las vías de comunicación	0,14	7	0,98	5	0,7	8	1,12
Teléfono	0,07	6	0,42	10	0,7	10	0,7
TOTALES	1		7,38		7,60		7,92

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. Evaluación de factores para Alta Verapaz

Factor	Peso	Zona A	Ponderación A	Zona B	Ponderación B	Zona C	Ponderación C
Acceso para las pipas de diesel	0,14	5	0,7	6	0,84	5	0,7
Disponibilidad de instalación eléctrica	0,11	10	1,1	10	1,1	9	0,99
Disponibilidad de agua	0,07	9	0,63	9	0,63	8	0,56
Protección policiaca	0,11	8	0,88	8	0,88	9	0,99
Superficie necesaria	0,14	10	1,4	10	1,4	10	1,4
Topografía del terreno	0,08	5	0,4	7	0,56	6	0,48
Costo del terreno	0,14	4	0,56	8	1,12	8	1,12
Proximidad de las vías de comunicación	0,14	9	1,26	6	0,84	7	0,98
Teléfono	0,07	10	0,7	10	0,7	10	0,7
TOTALES	1		7,63		8,07		7,92

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. Evaluación de factores para Izabal

Factor	Peso	Zona A	Ponderación A	Zona B	Ponderación B	Zona C	Ponderación C
Acceso para las pipas de diesel	0,14	9	1,26	10	1,4	8	1,12
Disponibilidad de instalación eléctrica	0,11	10	1,1	10	1,1	10	1,1
Disponibilidad de agua	0,07	10	0,7	10	0,7	10	0,7
Protección policiaca	0,11	5	0,55	3	0,33	2	0,22
Superficie necesaria	0,14	10	1,4	10	1,4	10	1,4
Topografía del terreno	0,08	6	0,48	6	0,48	7	0,56
Costo del terreno	0,14	5	0,7	6	0,84	4	0,56
Proximidad de las vías de comunicación	0,14	8	1,12	7	0,98	9	1,26
Teléfono	0,07	10	0,7	10	0,7	10	0,7
TOTALES	1		8,01		7,93		7,62

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. Evaluación de factores para Baja Verapaz

Factor	Peso	Zona A	Ponderación A	Zona B	Ponderación B	Zona C	Ponderación C
Acceso para las pipas de diesel	0,14	7	0,98	5	0,7	6	0,84
Disponibilidad de instalación eléctrica	0,11	9	0,99	10	1,1	10	1,1
Disponibilidad de agua	0,07	8	0,56	8	0,56	8	0,56
Protección policiaca	0,11	7	0,77	6	0,66	7	0,77
Superficie necesaria	0,14	10	1,4	9	1,26	10	1,4
Topografía del terreno	0,08	6	0,48	5	0,4	3	0,24
Costo del terreno	0,14	4	0,56	6	0,84	7	0,98
Proximidad de las vías de comunicación	0,14	10	1,4	8	1,12	6	0,84
Teléfono	0,07	10	0,7	9	0,63	10	0,7
TOTALES	1		7,84		7,27		7,43

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Evaluación de factores para San Marcos**

Factor	Peso	Zona A	Ponderación A	Zona B	Ponderación B	Zona C	Ponderación C
Acceso para las pipas de diesel	0,14	6	0,84	7	0,98	7	0,98
Disponibilidad de instalación eléctrica	0,11	8	0,88	8	0,88	4	0,44
Disponibilidad de agua	0,07	9	0,63	9	0,63	9	0,63
Protección policiaca	0,11	7	0,77	7	0,77	7,5	0,825
Superficie necesaria	0,14	10	1,4	10	1,4	10	1,4
Topografía del terreno	0,08	6	0,48	5	0,4	4	0,32
Costo del terreno	0,14	8	1,12	5	0,7	9	1,26
Proximidad de las vías de comunicación	0,14	10	1,4	8	1,12	8	1,12
Teléfono	0,07	10	0,7	10	0,7	10	0,7
TOTALES	1		8,22		7,58		7,68

Fuente: elaboración propia.

3.3.1.3. Método del centro de gravedad

Para aplicar este método se consideran las regiones de venta como centros de distribución (CD), cuyas coordenadas⁴ corresponden a sus centros geográficos. La propuesta comprende implementar una bodega por cada área: norte, oriente, occidente, sur y una para el departamento Petén; de manera que el almacén central de Villa Nueva queda descentralizado. En total se proponen 5 almacenes nuevos, siendo la bodega de Villa Nueva el almacén de la región central.

⁴ Sistema Universal de Coordenadas de Mercator (UTM).

Debido a que este método considera las ventas de cada centro de distribución se utilizará la siguiente tabla, elaborada a partir del historial de ventas de la empresa.

Tabla XIX. Ingresos mensuales promedio por venta de gas L.P. en el año 2012 y coordenadas geográficas (en Km) por centro

Área	Región	Venta al mes (Q)	Este (km)	Norte (km)
Norte	Alta Verapaz	3 007 447,92	805,68	1726,03
Norte	Baja Verapaz	1 653 906,25	778,15	1668,65
Norte	Quiché	3 395 260,42	716,47	1714,45
Occidente	Huehuetenango	4 258 333,33	663,60	1693,71
Occidente	Quetzaltenango	7 908 333,33	659,04	1640,72
Occidente	San Marcos	1 220 468,75	629,48	1654,83
Occidente	Sololá	1 638 697,92	695,57	1634,01
Occidente	Totonicapán	923 906,25	676,40	1649,29
Oriente	Chiquimula	281 354,17	227,30	1635,90
Oriente	El Progreso	1 958 072,92	174,79	1648,50
Oriente	Izabal	874 479,17	291,82	1724,70
Oriente	Jalapa	1 262 291,67	184,69	1612,26
Oriente	Jutiapa	368 802,08	184,23	1571,03
Oriente	Zacapa	870 677,08	238,09	1668,44
Petén	Petén	2 471 354,17	190,19	1873,01
Sur	Escuintla	2 497 968,75	738,59	1582,13
Sur	Retalhuleu	482 864,58	634,36	1589,28
Sur	Santa Rosa	551 302,08	783,34	1570,52
Sur	Suchitepéquez	1 285 104,17	671,96	1594,95

Fuente: Departamento de Ventas de Zeta Gas y Google Earth.

Para encontrar las coordenadas del nuevo almacén para cada área se aplican las siguientes fórmulas:

$$Coordenada\ x = \frac{\sum X_i V_i}{\sum V_i}$$

$$Coordenada\ y = \frac{\sum Y_i V_i}{\sum V_i}$$

Donde X_i y Y_i corresponden a las coordenadas *este* y *norte* del destino i (medidas en Km), respectivamente. V_i es el volumen de venta del destino i (en quetzales). Al aplicar las fórmulas anteriores a los datos de la tabla XIX se obtienen los siguientes resultados parciales y totales:

Tabla XX. **Aplicación del método del centro de gravedad**

Área	Suma Este X_i * Venta i	Suma Norte Y_i * Venta i	Este (Km)	Norte (Km)	Ubicado en
Norte	6 142 619 281,52	13 771 767 707,71	762,43	1 709,37	Alta Verapaz
Occidente	10 570 732 999,46	26 408 838 057,97	662,75	1 655,75	Totonicapán
Oriente	1 169 766 354,42	9 263 574 008,69	208,30	1 649,59	Zacapa
Petén	470 033 917,03	4 628 871 290,13	190,19	1 873,01	Petén
Sur	3 446 674 207,97	7 635 008 924,55	715,49	1 584,93	Escuintla

Fuente: elaboración propia.

3.3.1.4. Método del transporte

La aplicación de este método busca establecer la configuración óptima de envíos entre los orígenes (almacenes) y los destinos (regiones), para minimizar

el costo de transporte. Debido a que es posible que la ubicación de las nuevas bodegas, dada por el método de centro de gravedad, no sea necesariamente la óptima, es necesario comprobar si existen otras configuraciones de envíos que minimicen el costo de transporte.

Los costos de transporte están en función del uso de combustible y del deterioro de los neumáticos, que a su vez dependen de la cantidad de kilómetros recorridos por cada unidad ZD. El costo de transporte para un camión ZD lleno (60 cilindros en promedio) desde un almacén hasta una región es de Q 6.41/Km. El costo en que se incurre para transportar una solo unidad de producto es de Q 0.11/ Km. Al multiplicar las distancias desde los nuevos almacenes (obtenidas con el método anterior) por el costo unitario de transporte se obtienen los costos de transporte desde los almacenes a las regiones.

Tabla XXI. **Costos unitarios de transporte (en quetzales por unidad)**

De: /A:	Norte	Sur	Oriente	Occidente
Quiché	13,03	26,60	28,63	15,06
Alta Verapaz	7,49	32,48	21,90	24,79
Baja Verapaz	12,39	20,51	12,82	23,93
Escuintla	26,39	3,04	20,30	21,15
Retalhuleu	32,16	13,03	36,32	10,60
Suchitepéquez	36,11	6,75	30,02	10,31
Santa Rosa	28,31	11,64	22,11	27,24
Izabal	23,72	38,03	16,24	49,14
Chiquimula	23,40	28,85	4,93	38,99
Jalapa	23,61	21,79	13,35	32,37
El Progreso	14,74	18,16	5,05	29,38
Zacapa	24,25	28,74	5,49	39,85
Jutiapa	29,81	20,62	16,99	33,12
San Marcos	25,75	18,16	39,85	5,27
Sololá	22,11	10,43	26,28	7,70
Totonicapán	21,47	15,28	30,87	2,43
Quetzaltenango	24,36	13,03	34,72	2,84
Huehuetenango	18,16	22,65	35,36	7,33

Fuente: elaboración propia.

Para completar la tabla de transporte y poder aplicar el método, es necesario también contar con los datos de oferta y demanda (en cantidad de producto) para cada región y área. Las siguientes tablas contienen dicha información.

Tabla XXII. Cantidad demandada de unidades (cilindros de gas L.P.) mensualmente en cada región de venta.

Región	Demanda (unidades)
Guatemala (ciudad)	156 980
Chimaltenango	30 356
Mixco	16 455
Sacatepéquez	13 688
Quiché	27 162
Alta Verapaz	24 060
Baja Verapaz	13 231
Quetzaltenango	63 267
Huehuetenango	34 067
Sololá	13 110
San Marcos	9 764
Totonicapán	7 391
El Progreso	15 665
Jalapa	10 098
Izabal	6 996
Zacapa	6 965
Jutiapa	2 950
Chiquimula	2 251
Petén	19 771
Escuintla	19 984
Suchitepéquez	10 281
Santa Rosa	4 410
Retalhuleu	3 863
TOTAL	512 764

Fuente: Departamento de Ventas de Zeta Gas.

Tabla XXIII. **Cantidad ofertada de unidades (cilindros de gas L.P.) mensualmente**

Área	Oferta (unidades)
Central	217 479
Norte	64 453
Occidente	127 598
Oriente	44 925
Petén	19 771
Sur	38 538
TOTAL	512 764

Fuente: Departamento de Ventas de Zeta Gas.

A fin de optimizar el costo de transporte se han utilizado dos técnicas: la del costo mínimo y la aproximación de Vogel obteniendo el mismo resultado en ambos métodos. La tabla de transporte se muestra a continuación.

Tabla XXIV. **Aplicación del método de transporte de Vogel**

DE: / A:	Norte		Sur		Oriente		Occidente		Demanda
Alta Verapaz	24 060	7.49		32.48		21.90		24.79	24 060
Baja Verapaz	13 231	12.39		20.51		12.82		23.93	13 231
Quiché	27 162	13.03		26.60		28.63		15.06	27 162
Escuintla		26.39	19 984	3.04		20.30		21.15	19 984
Santa Rosa		28.31	4 410	11.64		22.11		27.24	4 410
Suchitepéquez		36.11	10 281	6.75		30.02		10.31	10 281
Retalhuleu		32.16	3 863	13.03		36.32		10.60	3 863
Izabal		23.72		38.03	6 996	16.24		49.14	6 996
Jalapa		23.61		21.79	10 098	13.35		32.37	10 098
Zacapa		24.25		28.74	6 965	5.49		39.85	6 965
Chiquimula		23.40		28.85	2 251	4.93		38.99	2 251
El Progreso		14.74		18.16	15 665	5.05		29.38	15 665
Jutiapa		29.81		20.62	2 950	16.99		33.12	2 950
Quetzaltenango		24.36		13.03		34.72	63 267	2.84	63 267
Huehuetenango		18.16		22.65		35.36	34 067	7.33	34 067
San Marcos		25.75		18.16		39.85	9 764	5.27	9 764
Sololá		22.11		10.43		26.28	13 110	7.70	13 110
Totonicapán		21.47		15.28		30.87	7 391	2.43	7 391
Oferta	64 453		38 538		44 925		127 598		275 514

Fuente: elaboración propia.

3.3.1.5. Método cualitativo de evaluación

Este último método de localización se utilizara para evaluar de forma cualitativa zonas de posible ubicación para los 5 almacenes obtenidos por el centro de gravedad. Cada una de las zonas (A, B y C) corresponde a tres lugares ubicados como máximo a 2 km a la redonda del centro geográfico encontrado.

Los factores a evaluar (los más determinantes) son:

- Costo del terreno
- Topografía (el grado de preparación necesaria antes de construir)
- Viabilidad de instalación en cuanto a permisos y autorizaciones del Ministerio de Energía y Minas (ciertos lugares son más favorecidos que otros por el ministerio).

Para evaluar cada factor se procederá a calificarlos según los siguientes criterios: óptimo: 3; regular: 2; desfavorable: 1. Se recuerda al lector que no se mencionan explícitamente las zonas a utilizar por motivos de confidencialidad con la empresa. Las tablas de evaluación quedan como sigue.

Tabla XXV. **Evaluación de zonas para el almacén del Norte**

Norte	Zona A	Zona B	Zona C
Costo	3	3	2
Topografía	1	2	1
Viabilidad MEM	1	2	3
TOTAL	5	7	6

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. Evaluación de zonas para el almacén de Oriente

Oriente	Zona A	Zona B	Zona C
Costo	2	2	1
Topografía	1	1	2
Viabilidad MEM	3	2	2
TOTAL	6	5	5

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. Evaluación de zonas para el almacén de Occidente

Occidente	Zona A	Zona B	Zona C
Costo	1	1	2
Topografía	1	2	3
Viabilidad MEM	3	3	3
TOTAL	5	6	8

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. Evaluación de zonas para el almacén de Petén

Petén	Zona A	Zona B	Zona C
Costo	1	3	3
Topografía	1	1	3
Viabilidad MEM	3	2	3
TOTAL	5	6	9

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. Evaluación de zonas para el almacén del Sur

Sur	Zona A	Zona B	Zona C
Costo	3	2	3
Topografía	1	3	1
Viabilidad MEM	2	2	2
TOTAL	6	7	6

Fuente: elaboración propia.

3.4. Logística de distribución y repartición

A continuación se describe la gestión del flujo físico de los productos que determina el sistema más conveniente de los inventarios de cada bodega, la previsión y la forma de traslado del producto desde la planta central hasta los puntos de almacenamiento y, desde aquí, hacia los clientes.

- Distribución hacia almacenes

Las plataformas móviles abastecen a los almacenes con cantidades de producto optimizadas (aplicando la teoría de inventarios), llevando el producto desde la Planta Central de Villa Nueva hacia las distintas bodegas del país, según lo requiera la programación de stocks y los cambios en la demanda. Los camiones de Zeta Delivery son abastecidos desde los almacenes, según las necesidades de producto de sus rutas de entrega particulares.

- Manejo de inventarios

Asumiendo una demanda determinística es posible calcular la cantidad óptima de inventario que debe pedirse al almacén central, así como el tiempo entre pedidos. Por la naturaleza del producto (gas L.P.) se modelará el inventario como un sistema de reabastecimiento inmediato sin déficit permitido.

Tabla XXX. **Modelo de inventario de reabastecimiento inmediato sin déficit permitido**

Área	Demanda al mes	C3	C1	Q	CT	N	t
Norte	64 453	Q1 662,85	Q5,45	6 271	Q34 179,14	123	3
Occidente	127 598	Q1 618,87	Q5,33	8 804	Q46 925,23	174	2
Oriente	44 925	Q1 530,91	Q5,56	4 974	Q27 654,98	108	3
Petén	19 771	Q2 352,67	Q6,00	3 938	Q23 625,64	60	6
Sur	38 538	Q1 352,67	Q5,61	4 311	Q24 184,46	107	3

Fuente: elaboración propia.

La columna C3 se refiere al costo de colocación del pedido (independiente de la cantidad y el tiempo). La columna C1 es el costo de almacenamiento por cada unidad promedio. Las columnas Q, CT, N y t son, respectivamente, la cantidad óptima que cada almacén debe ordenar a Villa Nueva, el costo total del inventario, el número de pedidos en el año y la cantidad de días entre la llegada de pedidos.

Además de estos datos es importante establecer un punto de re-orden (cantidad y tiempo) para evitar llegar al agotamiento y definir un stock de seguridad. El tiempo máximo de entrega del pedido se establece de 24 horas a partir de la colocación de la orden. El stock de seguridad, así como todo el inventario, debe rotar según una dinámica PEPS (primero en entrar, primero en salir).

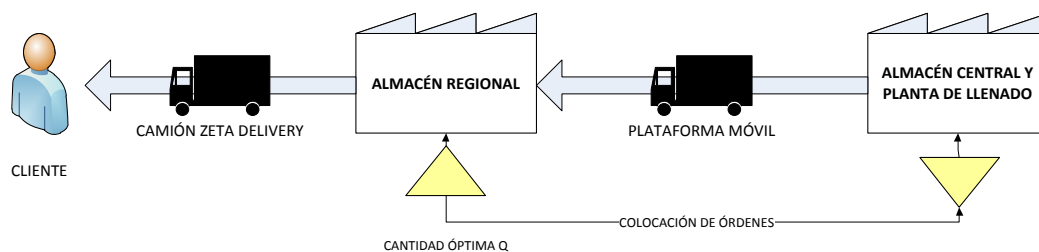
Tabla XXXI. **Cantidades de re-orden y stock de seguridad**

Área	Cantidad de re-orden	Stock de seguridad
Norte	2,148	4,651
Occidente	4,253	9,452
Oriente	1,498	3,375
Petén	659	1,173
Sur	1,285	3,082

Fuente: elaboración propia.

El proceso logístico anterior se puede esquematizar de la siguiente forma:

Figura 9. **Proceso logístico de distribución**



Fuente: elaboración propia.

- Diferencias con los métodos actuales
 - Las plataformas móviles no deben esperar hasta se agote su carga. Descargan en un mismo día y luego retornan a la planta central.

- Los viajes de las plataformas a los almacenes regionales pueden ser programados de acuerdo al consumo y movimiento de inventarios.
- Los camiones ZD enfocan sus esfuerzos a entregar producto en las rutas autorizadas, evitando que los pilotos tengan que preocuparse por el abastecimiento de producto para las unidades ZD.
- Aspectos cualitativos de la venta
 - Se aumenta la capacidad de respuesta ante los clientes. Recuperación de la confianza.
 - Disminución de las distancias recorridas por los camiones ZD para entregar el producto a los clientes.
 - Aumento de la competitividad.

3.5. Diseño del entorno

El entorno de los nuevos almacenes debe de cumplir con ciertas especificaciones y requisitos, de manera que éstos sean seguros, adecuados y específicos para el almacenamiento de cilindros de gas. Como principio general, se almacenarán tanto cilindros llenos como vacíos, pero de forma separada; hasta que los cilindros vacíos sean retirados para su posterior llenado en la planta.

El cálculo del tamaño de los nuevos almacenes se basa en la cantidad de productos en inventario, las dimensiones de la plataforma de descarga, las medidas de espacio para las maniobras de montacargas y los estacionamientos para las unidades ZD. Además se incluye el área administrativa, de servicios y

espacios adicionales. La distribución del área para cada almacén se muestra en la siguiente tabla. El cálculo se basa en la cantidad de almacenamiento y se recomienda una forma rectangular con relación 3:1.

Tabla XXXII. Áreas (en m²) y dimensiones mínimas (en m) para cada almacén.

Área	Área de racks	Área de pasillos	Área de descarga	Área adicional	Área administrativa	Área de servicio	Área de estacionamiento	Área total	Largo mínimo	Ancho mínimo
Norte	197,59	176,25	183,60	90,14	4,00	4,50	200,00	856,08	51,00	17,00
Occidente	277,38	247,43	183,60	90,14	4,00	4,50	400,00	1,207,05	61,00	21,00
Oriente	156,71	139,79	183,60	90,14	4,00	4,50	140,00	718,73	47,00	16,00
Petén	124,06	110,66	183,60	90,14	4,00	4,50	60,00	576,96	42,00	14,00
Sur	135,82	121,16	183,60	90,14	4,00	4,50	120,00	659,21	45,00	15,00

Fuente: elaboración propia.

3.5.1. Iluminación

Además de la iluminación natural que se obtiene con el uso de lámina traslúcida, es importante dotar a los almacenes con un sistema de iluminación artificial. Se recomienda un nivel de iluminación de 150 lux en los pasillos de trabajo y de 500 lux para las áreas administrativas, de recepción y despacho.

Para el área de pasillos se recomienda el uso lámparas de tubo LED. Este tipo ofrece buena relación precio-rendimiento, un consumo eficiente y una vida útil larga. Su flujo luminoso es de 3,560 lm por tubo con un tono de luz blanco frío y un factor de mantenimiento de 0.7. Para el área de despacho y

administración se recomienda tipo de lámpara fluorescente de 4 tubos de 75 watts, tipo Slimline, de 80 lúmenes y con factor de mantenimiento de 0.8.

A través del cálculo de la iluminación mediante el método de la cavidad zonal se determinan las siguientes cantidades de lámparas para cada almacén:

Tabla XXXIII. **Número de lámparas por tipo y almacén**

Almacén	Luminarias Slimline	Luminarias LED
Norte	6	38
Occidente	8	54
Oriente	6	32
Petén	6	26
Sur	6	30

Fuente: elaboración propia.

3.5.2. Ventilación

Para asegurar que el trabajo dentro de los almacenes se pueda realizar sin molestias es necesario suministrar la cantidad de aire suficiente (para el producto y para las personas). La ventilación natural es importante porque permitirá la circulación del aire a través de ventanas altas, que estarán situadas a una altura de 3.20 metros desde el suelo para evitar que los racks las bloqueen.

Para determinar el tamaño y la cantidad de ventanas se procede a calcular la cantidad de aire (en metros cúbicos) que debe ser renovada por hora en cada nave. El número de renovaciones recomendadas (mínimas) por hora para bodegas es de 10 renovaciones/hora.

Tabla XXXIV. **Renovaciones por hora y caudal (en m³/hora a renovar)**

Almacén	Renovaciones por hora	Largo	Ancho	Alto	Volumen de la nave (m ³)	Caudal a renovar
Norte	10	51,00	17,00	7,00	6 069	60 690
Occidente	10	61,00	21,00	7,00	8 967	89 670
Oriente	10	47,00	16,00	7,00	5 264	52 640
Petén	10	42,00	14,00	7,00	4 116	41 160
Sur	10	45,00	15,00	7,00	4 725	47 250

Fuente: elaboración propia.

A continuación se procede a calcular el área total que las ventanas deben ocupar en las paredes de los almacenes. El área está en función de la dirección del viento respecto al edificio (perpendicular o paralela) y de la velocidad del viento en la región. La situación menos positiva sucede cuando el aire se pasa de forma longitudinal al edificio, por ello se asumirá así en todos los almacenes.

Tabla XXXV. **Área total de las ventanas en cada almacén**

Almacén	Velocidad del viento ⁵ (m/h)	Dirección del viento a la ventana	Coeficiente de aire de entrada	Área total
Norte	5,000	Longitudinal	0.35	34.68
Occidente	10,100	Longitudinal	0.35	25.37
Oriente	3,900	Longitudinal	0.35	38.56
Petén	5,100	Longitudinal	0.35	23.06
Sur	1,500	Longitudinal	0.35	90.00

Fuente: elaboración propia.

⁵ Los datos de velocidad provienen de los promedios que proporciona el INSIVUMEH.

El número de ventanas y las dimensiones de las mismas se presentan en la siguiente tabla:

Tabla XXXVI. **Cantidad y dimensiones de las ventanas en cada almacén.**

Almacén	Área por pared lateral	Ventanas por pared lateral	Medidas (largo x alto) en m	Número de ventanas
Norte	17	4	4,25 x 1,00	8
Occidente	13	4	3,25 x 1,00	8
Oriente	19	4	4,75 x 1,00	8
Petén	12	4	3,00 x 1,00	8
Sur	45	4	7,50 x 1,50	8

Fuente: elaboración propia.

Adicionalmente se recomienda la instalación de extractores helicoidales de aire en los techos de cada una de las naves. Como mínimo deben instalarse 6 extractores en cada techo, distribuidos simétricamente (3 en una pendiente y 3 en la otra).

3.5.3. Temperatura

El mantenimiento de la temperatura es un aspecto clave porque la superación de los valores máximos dentro de la nave puede ocasionar que los cilindros de gas se sobrecalienten. Aunque las ventanas y los extractores contribuyen a regular la temperatura dentro de la nave, se hace necesario también un entorno de suficiente altura para que el aire caliente suba lo

suficiente para escapar o ser extraído. La altura de la nave será de 7 metros para cumplir con este fin.

- Cálculo de techos

Adicionalmente, el diseño del techo será de dos aguas fabricado con lámina térmica (para reflejar el calor) y lámina traslúcida (para contribuir con la iluminación); con una saliente de 2 pies. El área del techo y la cantidad de láminas a utilizar en cada almacén se detallan en la siguiente tabla:

Tabla XXXVII. **Áreas y número de láminas (NL) transparentes y metálicas para cada almacén**

Almacén	Área	NL	NL Metálicas	NL Transparentes	% Transparencia
Norte	506,2251	344	274	70	20,35
Occidente	735,5921	498	398	100	20,08
Oriente	441,7913	300	240	60	20,00
Petén	349,9877	238	190	48	20,17
Sur	398,8743	270	216	54	20,00

Fuente: elaboración propia.

3.5.4. Ruido

Para determinar a qué grado de ruido están expuestos los operarios se procedió a registrar la cantidad de decibeles durante una jornada laboral completa. Las mayores fuentes de ruido identificadas fueron:

- La entrada y salida de camiones (arranque, retroceso, motor).
- La vibración de los cilindros al golpearse entre sí cuando el montacargas debe trasladar los racks.

La frecuencia de estas situaciones es variable pero en promedio la exposición del ruido (calculada dentro de la bodega central de Villa Nueva) se distribuye de la siguiente forma:

Tabla XXXVIII. **Niveles de exposición de ruido promedio (en dB) dentro del almacén central**

Decibeles	Tiempo de exposición	Tiempo permitido
90	4	8
95	2,5	4
100	3	2

Fuente: elaboración propia.

Para obtener el valor D de dosificación de ruido se utiliza la fórmula:

$$D = \sum_{i=1}^n \frac{C_n}{T_n}$$

Donde C es el tiempo de exposición y T es el tiempo permitido. Se debe cumplir que $D \leq N$, donde $N = n$ (es decir el número de mediciones). Se obtiene el valor de dosificación D de 2.625 y un valor permisible N de 3. Aunque se cumple que $D < N$ el valor es bastante cercano, por lo que se propone la protección auditiva parcial para los operarios para no comprometer su bienestar futuro. Se propone el uso de tapones auditivos de tipo reutilizable.

3.5.5. Seguridad

En el tema de seguridad se deben cubrir dos aspectos importantes: la seguridad del almacén y de las instalaciones y la seguridad del personal. Algunos aspectos ergonómicos y de salud ocupacional se determinan por el diseño del tamaño, techo, ventanas, circulación de aire, etc. Otros aspectos más específicos para la seguridad de las personas se determinan con la señalización y el uso de equipo de protección personal en lugares donde de ninguna otra forma se reduce el riesgo de accidente.

Las bodegas deben estar aseguradas en caso de incendio y contar con alarmas contra incendio, aspersores, extintores (de dióxido de carbono para la bodega y tipo A para el área administrativa) y señalización correspondiente a las áreas de paso peatonal, vías de movimiento del montacargas, marcas para las áreas destinadas a almacenamiento, racks y servicios, uso obligatorio de equipo de protección personal, etc. Para calcular la cantidad de extintores se utilizará el principio de “5 extintores por cada 200 metros cuadrados”. La cantidad de extintores para cada almacén es de:

Tabla XXXIX. **Cantidad de extintores por almacén**

Almacén	Área total (m ²)	Cantidad de extintores
Norte	856,08	22
Occidente	1 207,05	31
Oriente	718,73	18
Petén	576,96	15
Sur	659,21	17

Fuente: elaboración propia.

El operador de montacargas deberá utilizar un casco tipo c para impactos verticales y horizontales, zapatos industriales con punta de acero, protectores auditivos reutilizables y chaleco de visibilidad naranja. Las personas del área administrativa y de despacho deberán utilizar zapatos con punta de acero y chalecos naranja.

Para asegurar la integridad del suelo donde está erigida la nave de almacenamiento, éste debe cumplir con ciertos requisitos de resistencia y dimensiones que permitan que el montacargas pueda circular sobre el suelo sin peligro de hundimientos o grietas. Para ello se debe fundir a una profundidad de al menos 10 cm. Además de estos requerimientos el piso debe ser de fácil limpieza y mantenimiento.

3.6. Costos

En esta sección se incluyen los costos relacionados a la implementación de los almacenes en las distintas ubicaciones. Este costo comprende la construcción (techo, piso, ventanas), la seguridad (alarmas, extintores, señalización), la compra del terreno y los gastos por compra (impuestos y otros).

3.6.1. Costos de implementación de bodega

Los costos estimados de implementar los almacenes se muestran en la siguiente tabla. Se desglosa por tipo de costo y por región de la bodega. El costo total del proyecto para la implementación de los cinco almacenes asciende a 4.4 millones de quetzales (Q 4, 400, 089.86).

Tabla XL. **Costos de implementación de los almacenes en quetzales.**

Los valores pueden variar

COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	NORTE	OCCIDENTE	ORIENTE	PETÉN	SUR
COSTO DE TERRENO	465 939,23	656 961,66	391 186,86	314 022,69	358 792,12
COSTO DE PREPARACIÓN DEL TERRENO	118 815,18	167 526,17	99 753,22	80 076,24	91 492,51
IMPUESTO A LA PROPIEDAD	41 934,53	59 126,55	35 206,82	28 262,04	32 291,29
COSTOS DE CONSTRUCCIÓN					
Techo					
Láminas metálicas	74 418,40	108 096,80	65 184,00	51 604,00	58 665,60
Láminas transparentes	15 190,00	21 700,00	13 020,00	10 416,00	11 718,00
Estructura metálica (costaneras y columnas)	60 020,04	84 626,62	50 390,80	40 450,88	46 217,86
Suelo					
Fundición del piso	85 607,68	120 704,51	71 873,32	57 695,84	65 921,39
Ventilación					
Instalación de ventanas	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Material de instalación	20 400,00	15 600,00	22 800,00	14 400,00	54 000,00
Instalación eléctrica					
Conductores interruptores	3 550,00	3 785,00	3 100,00	1 150,00	2 561,00
Int, termo-magnéticos y accesorios	899,00	954,00	674,00	512,00	623,00
Seguridad					
Extintores	21 802,00	30 721,00	17 838,00	14 865,00	16 847,00
Alarmas contra incendio	1 750,00	1 750,00	1 750,00	1 750,00	1 750,00
Alarmas contra robo	1 500,00	1 500,00	1 500,00	1 500,00	1 500,00
Letreros	1 200,00	1 200,00	1 200,00	1 200,00	1 200,00
Puertas llaves y candados	435,00	435,00	435,00	435,00	435,00
Pintura					
De estacionamiento	1 000,00	1 000,00	1 000,00	750,00	1 000,00
De marcas peatonales y de seguridad	2 100,00	2 500,00	2 100,00	1 875,00	2 100,00
De identificación comercial	1 200,00	1 200,00	1 200,00	1 200,00	1 200,00
EQUIPO PARA PERSONAL					
Equipo de protección personal	3 400,00	3 400,00	3 400,00	3 400,00	3 400,00
Mobiliario y equipo	2 500,00	2 500,00	2 500,00	2 500,00	2 500,00
Equipo de computación y red	3 150,00	3 150,00	3 150,00	3 150,00	3 150,00
Instalación de servicios básicos	1 200,00	1 200,00	1 200,00	1 200,00	1 200,00
TOTAL	928 211,06	1 289 837,31	790 662,02	632 614,70	758 764,77

Fuente: elaboración propia.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1. Análisis de resultados

A continuación se describirán los resultados obtenidos después del diseño de los almacenes según los distintos métodos que se aplicaron en el capítulo anterior y la comparación que permita seleccionar el mejor método para la implementación de las bodegas.

4.1.1. Método de los factores ponderados

La propuesta obtenida con este método consiste en la ejecución de un proyecto de implementación de almacenes para cubrir el 100% de las áreas de venta. La propuesta se divide en tres fases que corresponden a la implementación de las bodegas dando importancia a las regiones con mayores distancias recorridas por las unidades ZD:

- La fase 1 comprende la implementación de bodegas en: Quiché, Huehuetenango, Petén, Alta Verapaz, Izabal, Baja Verapaz y San Marcos. La ejecución de la primera fase soluciona el 50% de la problemática.
- La fase 2 incluye la implementación de almacenes en Jutiapa, Zacapa, Retalhuleu, Quetzaltenango, Totonicapán, Sololá, Santa Rosa y Chiquimula y corresponde al 82% de cobertura del problema.
- En la fase 3 se propone la implementación de almacenes en Escuintla, Suchitepéquez, Chimaltenango, Jalapa, El Progreso, Guatemala y Mixco; con la cual se alcanza un 100% de cobertura.

Para el análisis de factores se consideró la fase 1 encontrando los siguientes resultados de selección óptima de las zonas:

Tabla XLI. Resultados del método de factores ponderados

Departamento	Zona seleccionada
Quiché	B
Huehuetenango	A
Petén	C
Alta Verapaz	B
Izabal	A
Baja Verapaz	A
San Marcos	A

Fuente: elaboración propia.

4.1.2. Método del centro de gravedad

Para la aplicación de este método se consideró el volumen de ventas por región (Norte, Petén, Occidente, Oriente y Sur). A través de esta técnica se encontró que deben implementarse almacenes en 5 departamentos (con un máximo de 1 km a la redonda de tolerancia), las coordenadas geográficas se muestran en la tabla siguiente.

Tabla XLII. Resultados del método de Centro de gravedad

Almacén	Este (Km)	Norte (Km)	Ubicado en
Norte	762,43	1 709,37	Alta Verapaz
Occidente	662,75	1 655,75	Totonicapán
Oriente	208,30	1 649,59	Zacapa
Petén	190,19	1 873,01	Petén
Sur	715,49	1 584,93	Escuintla

Fuente: elaboración propia.

4.1.3. Método del transporte

Con este método (en sus dos variantes: voguel y costo mínimo) se determinó si la configuración dada por el método del centro de gravedad era óptima, es decir, si minimizaba el costo de transporte de envíos de producto entre los almacenes y las regiones de entrega. El resultado obtenido indica que la instalación de los almacenes en las áreas definidas (norte, sur, oriente, occidente y Petén) minimiza el costo de distribución de producto desde los almacenes hasta las rutas de entrega que siguen los pilotos de las unidades ZD.

4.1.4. Método Cualitativo de Evaluación

Este método permitió determinar las zonas óptimas para la ubicación de cada uno de los almacenes en las regiones departamentales. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla XLIII. **Resultados obtenidos del método de evaluación cuantitativa**

Almacén	Zona Óptima
Norte	B en Alta Verapaz
Oriente	A en Zacapa
Occidente	C en Totonicapán
Petén	C en Petén
Sur	B en Escuintla

Fuente: elaboración propia.

4.2. Proceso de traslado a los nuevos almacenes

Una vez finalizado el proceso de compra y la construcción de los almacenes en cada una de las áreas definidas se debe iniciar el proceso de traslado desde la bodega central. La capacidad de traslado desde el almacén central se ve restringida por la cantidad de camiones y plataformas de que dispone Zeta Gas para ese almacén en particular, ya que es imposible que se utilicen unidades de otras rutas para ayudar en el proceso. Para decidir hacia cuáles almacenes se iniciará el traslado se ha elaborado un análisis en base a la demanda de cada región.

El traslado de producto será realizado por los pilotos de las rastras correspondientes a cada almacén; cada almacén tiene disponible 1 rastra para realizar el traslado de producto y cualquier otro elemento necesario. Inicialmente la cantidad a trasladar está dada por la cantidad óptima de inventario y el stock de seguridad (variables que se determinaron en el capítulo 3).

Tabla XLIV. **Orden de traslado a los nuevos almacenes**

Orden de traslado	Almacén
1	Occidente
2	Norte
3	Oriente
4	Sur
5	Petén

Fuente: elaboración propia.

Cada rastra cuenta con una capacidad de 25 racks o 1500 cilindros en promedio. Según las cantidades óptimas de inventario y el stock de seguridad en cada almacén, se puede calcular el tiempo necesario para el traslado del producto a cada punto, considerando también su ubicación y el tiempo de carga y descarga con ayuda del montacargas.

Tabla XLV. Tiempo de traslado del producto a cada almacén

Área	Tiempo requerido en horas para el viaje (ida y vuelta)	Tiempo de carga/descarga de una rastra (en horas)	# máximo de traslados por día	Tiempo total del traslado (en días)
Occidente	7,54	1	0,94	13
Norte	7,22	1	0,97	8
Oriente	7,76	1	0,91	7
Sur	1,68	1	2,99	2
Petén	18,36	1	0,41	9

Fuente: elaboración propia.

Además del proceso físico del traslado, es necesaria la creación de un programa de capacitación para el personal que laborará como encargado de bodega en cada almacén. El recurso humano requerido consiste en:

- Jefe de bodega
- Piloto de montacargas
- Pilotos de las unidades ZD

El programa de capacitación deberá seguir (de forma general) los siguientes pasos:

- Identificación de las necesidades de capacitación del personal destinado a desempeñarse como jefe de bodega.
- Diseño del programa de capacitación: consistirá de 3 fases:
 - Fase teórica de inducción: se explicaran de forma detallada las funciones y expectativas del puesto y se hará entrega del Manual de Procedimientos y Manual de Responsabilidades y Funciones con que cuenta actualmente la empresa.
 - Fase práctica de inducción: cada colaborador deberá pasar 5 días como Auxiliar de bodega en la Planta Central para entender el proceso y llevar a la práctica lo aprendido en el manual. En esta fase el colaborador podrá resolver dudas respecto al procedimiento habitual de su trabajo.
 - Capacitación técnica y de logística: el colaborador deberá aprender a utilizar las herramientas administrativas para el control del producto, las técnicas de clasificación y su función en la cadena de suministro. También recibirá instrucción en el software de Administración de Inventarios que maneja Zeta Gas.
 - Fase de retroalimentación: 2 meses después de trabajar y desempeñar el puesto, el personal ingresa al plan de actualización permanente donde puede resolver nuevas inquietudes, aprender a utilizar nuevas herramientas según sean desarrolladas por el

área de Informática o aplicar nuevos procedimientos normados por Contabilidad y Finanzas.

4.3. Análisis Costo-Beneficio

El análisis de costo-beneficio es útil para evaluar qué tan rentable puede resultar la implementación de los almacenes.

4.3.1. Tiempos de entrega

Se calcula que cada hora pérdida por todos los camiones de reparto, supone una pérdida Q 263,406.25. Ya que la propuesta está diseñada para reducir los tiempos de entrega, el beneficio inmediato de su implementación será la diferencia entre el costo del tiempo optimizado y el tiempo actual.

Según lo anterior, es posible determinar la relación beneficio – costo que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla XLVI. Relaciones beneficio/costo para la implementación de los almacenes por área

Área	Beneficio Mensual	Costo de implementación	B/C
Norte	Q 1 977 080,40	Q 928 211,06	2,13
Occidente	Q 4 759 516,40	Q 1 289 837,31	3,69
Oriente	Q 2 964 402,80	Q 790 662,02	3,75
Petén	Q 727 740,95	Q 632 614,70	1,15
Sur	Q 3 151 565,57	Q 758 764,77	4,15
Total	Q 13 580 306,13	Q 4 400 089,85	3,09

Fuente: elaboración propia.

4.3.2. Costos de repartición

Los costos de repartición se refieren a los costos totales en que los camiones ZD de cada almacén incurren para repartir el producto. Al final del capítulo 2 se describió como estaba conformado el costo de repartición de una unidad ZD. En este apartado, se presentarán los costos de repartición por área, calculados en función de las distancias recorridas acumuladas de cada región.

La relación b/c en cuanto al costo de repartición se puede calcular desde dos perspectivas:

- Si se supone un costo promedio y se evalúa el beneficio global de la implementación de la propuesta.
- Si se determinan costos acumulados por área y se evalúa el beneficio en cada una.

En la siguiente tabla se comparan las distancias recorridas actuales con las distancias recorridas esperadas al implementar la propuesta.

Tabla XLVII. **Comparación de distancias**

Área	No, De unidades ZD	Distancias recorridas actuales (Km)	Distancias recorridas optimizadas (Km)	Distancia actual por camión (Km)	Distancia optimizada por camión (Km)
Norte	20	36 198,00	35 892,69	1 809,90	1 794,63
Occidente	40	34 398,00	33 683,61	859,95	842,09
Oriente	14	34 404,00	33 881,43	2 457,43	2 420,10
Petén	6	10 605,00	10 484,00	1 767,50	1 747,33
Sur	12	21 660,00	21 112,83	1 805,00	1 759,40
Total	92	137 265,00	135 054,55	8 699,78	8 563,56

Fuente: elaboración propia.

Debido a que los costos de repartición varían en función de la distancia recorrida por las unidades, es posible calcular el costo de repartición total al mes por área. En la siguiente tabla se muestra los costos para la situación actual y la situación propuesta.

Tabla XLVIII. Costos de repartición por área

Área	Costo actual (Q/mes- unidad)	Costo optimizado (Q/mes- unidad)	Costo total actual (Q/mes)	Costo total optimizado (Q/mes)	Diferencia de costos (Q)
Norte	318 033,93	315 404,59	6 360 678,52	6 308 091,85	52 586,67
Occidente	154 414,54	151 338,36	6 176 581,52	6 053 534,59	123 046,93
Oriente	429 564,25	423 135,13	6 013 899,46	5 923 891,82	90 007,64
Petén	310 730,95	307 257,34	1 864 385,70	1 843 544,03	20 841,67
Sur	317 189,95	309 336,23	3 806 279,40	3 712 034,78	94 244,62
Total	1 529 933,61	1 506 471,66	24 221 824,60	23 841 097,07	380 727,53

Fuente: elaboración propia.

La diferencia de costos entre la situación actual y la propuesta se utiliza para calcular el beneficio anual esperado respecto los costos de repartición. Esto es así, debido a que el beneficio obtenido es la eliminación de una parte de los costos actuales. Si se evalúa el b/c de forma global se obtienen lo siguiente:

Tabla XLIX. Relación global beneficio/costo

Situación	Actual	Optimizado	Diferencia	Beneficio global (Q)	Costo de implementación (Q)	B/C
Costo de repartición promedio (Q/mes- unidad)	265 173,47	260 331,33	4 842,14	5 345 723,18	4 400 089,85	1,21

Fuente: elaboración propia.

La relación global, sin embargo, no da un criterio específico sobre cada almacén. Para ello es necesario calcular una relación beneficio-costo más detallada. Así se puede saber, hasta qué punto es rentable un almacén en particular. En la siguiente tabla se analiza esta situación. Únicamente 2 almacenes presentan una relación entre beneficios y costos, no rentable: el almacén norte y el almacén de Petén. Esto podría significar que es más rentable unificar los dos almacenes para que atienda al área norte y al departamento de Petén.

Tabla L. Relaciones B/C para cada almacén

Área	Beneficio Anual	Costo de implementación	B/C
Norte	631 040,05	Q 928 211,06	0,68
Occidente	1 476 563,11	Q 1 289 837,31	1,14
Oriente	1 080 091,70	Q 790 662,02	1,37
Petén	250 100,09	Q 632 614,70	0,40
Sur	1 130 935,46	Q 758 764,77	1,49
Total	4 568 730,41	Q 4 400 089,85	1,04

Fuente: elaboración propia.

4.4. Factores a tomar en cuenta

La implementación de la propuesta, además de ser evaluada por sus relaciones de beneficio/costo y rentabilidad; debe ser, principalmente, evaluada en cuanto a si la solución propuesta fue capaz de acabar o no con el problema inicial.

4.4.1. Factores afectantes eliminados

Como se describió anteriormente, tanto los tiempos de recorrido como las distancias se ven significativamente reducidos; debido a que los almacenes acortan la distancia que los camiones ZD deben recorrer para abastecerse y además aseguran un stock fijo que evita las pérdidas por no tener producto disponible. La reducción de tiempos y distancias, incide a su vez, en la disminución de los costos de repartición y los costos por déficit (pérdida de ventas por retraso). A largo plazo, se pueden destacar dos factores que serán eliminados o reducidos considerablemente:

- Inseguridad de los camiones ZD debida a altas velocidades:

Debido a que los pilotos pueden dedicarse a sus rutas sin tener que preocuparse por el abastecimiento o por si podrán o no entregar el producto, pueden conducir a velocidades adecuadas evitando accidentes directos.

- Desconfianza de los clientes:

La lealtad de los clientes podrá recuperarse porque la capacidad de entrega de las unidades e ha incrementado. Sin embargo, esto requiere un compromiso de todos los trabajadores para buscar a los clientes que dejaron de comprar y recomenzar una nueva relación vendedor-cliente.

- Costo de oportunidad:

Se refiere al costo de no vender, ya sea por incapacidad para realizar la entrega o por déficit o no disponibilidad del producto. La frecuente recurrencia

de este costo es eliminada con la implementación de los almacenes, ya que podrán realizarse más entregas con el ahorro en tiempo y distancia.

4.4.2. Factores que podrían propiciarse

Además de los costos y beneficios que se generan con la implementación de la propuesta es necesario considerar nuevas circunstancias que pueden propiciarse. Visualizando posibles escenarios se podrán plantear planes de contingencia que puedan ser útiles en caso de que se dé una determinada circunstancia.

- Descontrol en las ventas:

Ya que se inicia un proceso de descentralización, es casi seguro que se puedan presentar problemas en cuanto a la información sobre las ventas. Problemas como desconexiones eléctricas o de internet ocasionadas por tormentas, por ejemplo, pueden generar retrasos para que los encargados de almacén reporten las ventas a la bodega central. Esto causa una reacción en cadena, ya que el departamento de contabilidad requiere del monto de venta diario (cortes de caja, cantidades, productos, precios, etc.) para realizar el cierre contable diario.

- Falta de control de los almacenes:

Debido a que los almacenes serán nuevos y es posible que el personal sea trasladado desde otras ubicaciones para aprovechar su experiencia, existe la posibilidad de que los empleados incumplan obligaciones, o incluso se den situaciones de hurto.

Aunque exista la función de supervisor, es difícil mantener un estricto control en todo y en todos. Habrá que considerar emplear personas de la más alta confianza, ya que en última instancia, es un nuevo proyecto el que se emprende y deberán seleccionarse personas adecuadas y responsables. La falta de control hace a los almacenes vulnerables y hasta que no se logren conocer las regiones por experiencia, siempre será necesario establecer parámetros de emergencia.

4.5. Clientela beneficiada

La clientela beneficiada por la implementación de los nuevos almacenes, corresponde a todos los clientes que están ubicados geográficamente en o alrededor de las rutas predeterminadas que los camiones ZD recorren.

4.5.1. Clientela beneficiada por tiempos de entrega

La reducción de los tiempos de entrega genera un efecto positivo para los clientes. Debido a que el 88 % de ellos realiza más de 3 pedidos de gas a la semana, la cifra de ventas ejecutadas es considerablemente aumentada respecto a las cifras actuales.

Menores tiempo de entrega, significa que los retrasos serán menos frecuentes, la satisfacción de los clientes aumentará, y que éstos recurrirán a la competencia con menos frecuencia. La consecuencia fundamental de todo esto será apropiarse de un segmento de mercado que se estaba perdiendo y así mismo, reducir los espacios de la competencia. Esto asegura un nivel de ventas que contribuye a mantener la estabilidad de la empresa en Guatemala.

En la siguiente tabla se muestran los porcentajes de reducción de tiempos promedios de entrega. Las mediciones de estos tiempos se realizan con reportes de trabajo semanal que realizan los pilotos y los registros satelitales de control de las unidades ZD.

Tabla LI. Porcentajes de reducción en los tiempos de entrega por área y ubicación

No,	Ubicación	% de reducción
1	Mixco	
	Región Norte	-2,55 %
	Región Occidente	-0,72 %
	Región Sur	-2,36 %
	Región Oriente	-6,14 %
2	Guatemala (ciudad)	
	Región Noreste	-8,75 %
	Región Sur	-13,10 %
	Región Oeste	-15,77 %
	Región Norte	-8,75 %
3	Escuintla	
	Región Noreste	0,01 %
	Región Sur	-1,97 %
	Región Oeste	-1,61 %
	Región Este	-8,07 %
4	Sacatepéquez	
	Región Norte	-0,77 %
	Región Sur	0,01 %
	Región Este	1,39 %
	Región Suroeste	3,06 %
5	Alta Verapaz	
	Región Suroeste	-0,48 %
	Región Este	-0,58 %
	Región Norte	-0,78 %
	Región Sur	0,38 %
6	Huehuetenango	
	Región Norte	-0,94 %
	Región Sur	4,29 %
	Región Este	-0,99 %
	Región Oeste	-0,93 %
	Región Noroeste	-0,07 %
7	Quiché	
	Región Sur	-0,55 %
	Región Este	2,53 %
	Región Oeste	-1,35 %
	Región Norte	-0,75 %
8	Quetzaltenango	

Continuación de la tabla LI.

	Región Norte	-2,67 %
	Región Suroeste	-1,35 %
	Región Sur	-0,43 %
	Región Oeste	-3,32 %
	Región Este	-4,19 %
9	Petén	
	Región Noreste	-3,07 %
	Región Sur	-1,26 %
	Región Este	-0,23 %
	Región Sureste	-0,87 %
10	Jalapa	
	Región Norte	-1,71 %
	Región Sur	-7,96 %
	Región Oeste	-1,24 %
	Región Este	0,38 %
11	Jutiapa	
	Región Norte	-0,43 %
	Región Oeste	-14,41 %
	Región Este	-5,71 %
	Región Sur	-1,80 %
12	Chiquimula	
	Región Noreste	1,57 %
	Región Sur	-2,67 %
	Región Suroeste	-5,71 %
	Región Este	1,65 %
13	Izabal	
	Región Noreste	10,10 %
	Región Sur	-0,02 %
	Región Oeste	-0,93 %
	Región Noroeste	-5,10 %
14	Zacapa	
	Región Sur	0,37 %
	Región Norte	2,20 %
	Región Oeste	-0,72 %
	Región Este	-1,24 %
	Región Noreste	-2,06 %
15	Santa Rosa	
	Región Norte	0,37 %
	Región Sur	0,38 %
	Región Este	-2,21 %
	Región Oeste	-7,53 %
16	Sololá	
	Región Norte	-1,15 %
	Región Sur	-8,16 %
	Región Suroeste	-2,67 %
	Región Oeste	-6,10 %
17	Retalhuleu	
	Región Noreste	0,04 %
	Región Noroeste	-6,47 %
	Región Sur	-0,18 %
	Región Suroeste	-2,16 %

Continuación de la tabla LI.

	Región Oeste	-7,35 %
18	El Progreso	
	Región Este	-0,93 %
	Región Oeste	-3,21 %
	Región Sur	-7,37 %
	Región Norte	-7,37 %
19	Totonicapán	
	Región Norte	-2,25 %
	Región Sur	-2,25 %
	Región Este	-2,67 %
	Región Oeste	0,37 %
20	San Marcos	
	Región Norte	-2,39 %
	Región Sur	-1,87 %
	Región Oeste	-5,37 %
	Región Este	-3,61 %
21	Baja Verapaz	
	Región Noreste	-0,29 %
	Región Sureste	-0,45 %
	Región Suroeste	-4,10 %
	Región Oeste	-4,54 %
	Región Norte	-3,45 %
22	Suchitepéquez	
	Región Norte	-6,14 %
	Región Sur	-3,88 %
	Región Este	-9,50 %
	Región Oeste	2,20 %
23	Chimaltenango	
	Región Norte	-3,13 %
	Región Sur	-10,94 %
	Región Oeste	-6,63 %
	Región Este	-22,44 %

Fuente: elaboración propia.

4.6. Análisis de las alternativas de inversión por medio de TIR

Para evaluar la implementación de los almacenes, durante el periodo que se requiere para el proyecto es importante conocer la tasa interna de retorno. La TIR es la tasa de descuento con que el valor presente neto se acerca a 0, es decir, que los ingresos se equiparan a los egresos; a partir de este punto el proyecto se vuelve rentable. A mayor porcentaje, más rentabilidad podrá obtenerse en el periodo dado.

También es importante compara la tasa interna de retorno con los rendimientos en los bancos y la inflación. Un proyecto con una TIR demasiado baja pero aún positiva, podrá ser rentable pero puede representar más riesgo para la inversión que si se ahorrara dinero en una cuenta bancaria. En la tabla siguiente se presenta el flujo de efectivo para la duración total de la implementación de los almacenes. La tasa de rendimiento calculada es del 29%.

Tabla LII. Flujo de efectivo para el proyecto de implementación de almacenes

Meses	Ingresos	Egresos	Flujo neto
0	Q -	Q 4 400 089,85	Q (4 400 089,85)
1	Q 36 910 625,00	Q 35 860 503,28	Q 1 050 121,72
2	Q 37 095 178,13	Q 35 990 244,12	Q 1 104 934,00
3	Q 37 280 654,02	Q 36 120 633,68	Q 1 160 020,34
4	Q 37 467 057,29	Q 36 251 675,17	Q 1 215 382,11
5	Q 37 654 392,57	Q 36 383 371,88	Q 1 271 020,69
6	Q 37 842 664,53	Q 36 515 727,07	Q 1 326 937,46
7	Q 38 031 877,86	Q 36 648 744,04	Q 1 383 133,82
8	Q 38 222 037,25	Q 36 782 426,09	Q 1 439 611,16
9	Q 38 413 147,43	Q 36 916 776,55	Q 1 496 370,88
10	Q 38 605 213,17	Q 37 051 798,76	Q 1 553 414,41
11	Q 38 798 239,24	Q 37 187 496,09	Q 1 610 743,15
12	Q 43 560 960,84	Q 37 323 871,90	Q 6 237 088,94
13	Q 39 187 191,58	Q 37 460 929,59	Q 1 726 262,00
14	Q 39 383 127,54	Q 37 598 672,57	Q 1 784 454,98
15	Q 39 580 043,18	Q 37 737 104,26	Q 1 842 938,92
16	Q 39 777 943,40	Q 37 876 228,11	Q 1 901 715,29
17	Q 39 976 833,11	Q 38 016 047,58	Q 1 960 785,53
18	Q 40 176 717,28	Q 38 156 566,15	Q 2 020 151,13

Fuente: elaboración propia.

5. MEJORA CONTINUA

5.1. Interpretación de resultados

Al implementar los primeros cinco almacenes propuestos se reporta un 26% de cobertura del problema. El proceso de mejora continua requiere continuar con la implementación de almacenes para alcanzar un 100% de cobertura. Similar a como se presentó en el capítulo 3, el diagrama de Pareto permite determinar las fases y el porcentaje de contribución. Al ajustar estos valores con los almacenes ya implementados se obtiene la siguiente tabla.

Tabla LIII. **Porcentaje de cobertura del proyecto por cada fase implementada**

Implementación	Cobertura del proyecto	Acumulado
Regional	26,12 %	26,12 %
Fase 1	35,54 %	61,66 %
Fase 2	23,93 %	85,59 %
Fase 3	14,41 %	100,00 %

Fuente: elaboración propia.

Las tres fases restantes corresponden al 73,88 % de cobertura. El proceso de la mejora continua se convierte en un ciclo, pues al haber alcanzado la máxima cobertura, deberán generarse procesos de mejoramiento para cada

almacén y para todo el sistema de distribución. Las fases restantes implican la implementación de almacenes en los siguientes departamentos:

Tabla LIV. **Departamentos por fase**

Fase	Departamento/Ubicación
1	Quiché
	Huehuetenango
	Izabal
	Baja Verapaz
	San Marcos
2	Jutiapa
	Retalhuleu
	Quetzaltenango
	Sololá
	Santa Rosa
	Chiquimula
3	Suchitepéquez
	Chimaltenango
	Jalapa
	El Progreso
	Sacatepéquez
	Guatemala (ciudad)
	Mixco

Fuente: elaboración propia.

El proceso de mejora continua debe formar parte de una estrategia global de toda la empresa. La estrategia debe referirse al cumplimiento de logros financieros, relacionados al cliente, logros operacionales y logros de aprendizaje de competencias.

5.2. Nuevos almacenes

Los cinco nuevos almacenes generan dos ventajas claves para el mejoramiento del desempeño de la empresa:

5.2.1. Ventajas

- Seguridad de los niveles de inventario:

Al optimizar el manejo de los inventarios y establecer un sistema de inventarios adecuado al tipo y volumen de la demanda, se determinan todas las variables críticas del sistema. Así se mantienen niveles de inventario en función de la demanda de la región, el tiempo de reabastecimiento y otros factores. La consecuencia de esta ventaja es la capacidad aumentada en las ventas y distribución del producto por los camiones ZD.

- Cercanía de los clientes:

La reducción de la distancia entre los clientes y el almacén es otro factor clave de desempeño. Esta reducción implica también, una reducción del tiempo de entrega y de los costos operacionales anuales de cada almacén (costo de repartición, de traslado, gastos, etc.). Además de aumentar la capacidad de venta, se incrementa la cobertura territorial, limitando a su vez el espacio de la competencia y ganando terreno en los segmentos de mercado.

5.2.2. Desventajas

La implementación de los almacenes puede generar algunas desventajas que será necesario considerar y monitorear a lo largo del tiempo, para medir sus posibles impactos y desarrollar tácticas o estrategias de intervención (planes de contingencia, planes correctivos, planes de prevención, etc.).

- Aumento de los niveles de control sobre el personal:

Debido a que una gran parte del personal (nuevo o antiguo) debe trasladarse a los almacenes, es necesario aumentar el control. Las soluciones posibles serán: la implementación de circuitos cerrados de vigilancia (CCTV), supervisores en el área, reportes de trabajo, etc.

- Establecimiento de sistemas administrativos de control contable y creación/mantenimiento de la infraestructura de red:

Debido a que la información contable debe retornar a la central diariamente, para realizar cierres y procesos contables que inician y finalizan cada día; es necesario aumentar el control de la contabilidad en cada almacén. Esto deberá realizarse con la implementación de sistemas administrativos, formatos, reportes, políticas, información y tipos, etc. Además habrá que tomar en cuenta que la conectividad (la infraestructura de la red) no podrá fallar nunca o al menos, la menor cantidad de veces posible; para evitar retrasos o pérdidas de información que podrían generar costos importantes.

- Leve aumento de los tiempos y distancias de entrega hacia algunos clientes:

En algunos casos (pocos) se reportará un leve aumento del tiempo de entrega y la distancia a recorrer hasta ciertas ubicaciones. Aunque hay que considerar que regionalmente, el tiempo y la distancia han sido reducidos; pero puede suceder que algunos clientes sientan el impacto de esos leves aumentos. Como todo proyecto, se trata de favorecer a la mayoría y existe siempre un pequeño grupo que sale afectado.

5.3. Acciones preventivas

La prevención se refiere a la anticipación que se ha tomado para evitar un riesgo o minimizarlo al ejecutar cierta actividad. En este caso, las acciones preventivas que deberán tomarse son parte de los sistemas administrativos y de producción que buscan evitar la pérdida de ventas por déficit.

5.3.1. Stock del almacén

El cuidado, control y monitoreo constantes del inventario de cada almacén constituyen la acción preventiva para evitar posibles puntos de agotamiento, pérdidas de ventas, reducción de ineficiencias, etc. El objetivo es controlar los niveles de inventario de cada producto para evitar el déficit y poder realizar los pedidos a tiempo, según el tiempo y la cantidad de re-orden calculados. La función de control de stock recae sobre el jefe de bodega, quien deberá estar capacitado para entender el sistema utilizado y hacer los ajustes necesarios según se presenten las diversas situaciones o cambios en tasa de demanda, o reabastecimiento.

Otro punto de control se refiere a la comprensión y estudio del mercado. Se debe llevar un estricto control y registro de la demanda mensual, semanal, diaria; así como de los segmentos de mercado con mayor movimiento. Esta información, que se obtiene de un estudio de mercado, permite establecer las cantidades de demanda y el modelo de inventario que debe utilizarse para satisfacerla de forma óptima. Así se controlan los costos de pedido y almacenamiento.

Actualmente, el flujo de producto en el inventario, está determinado por el comportamiento de la demanda que se obtuvo a partir de la información de las ventas del año 2012 y el modelo establecido en el capítulo 3. El comportamiento del inventario para cada almacén se muestra en la siguiente tabla:

Tabla LV. Parámetros del modelo de inventario a utilizar.

Almacén	Q	Pedidos por año	Pedidos por mes	Cantidad de re-orden
Norte	6 271	123	10	2 148
Occidente	8 804	174	14	4 253
Oriente	4 974	108	9	1 498
Petén	3 938	60	5	659
Sur	4 311	107	9	1 285

Fuente: elaboración propia.

5.4. Implementación de almacenes

Uno de los efectos positivos de la implementación de los almacenes es aumentar la cobertura de territorio actual.

5.4.1. Cubrir territorio guatemalteco

La venta por rutas deberá estar diseñada a través de una estrategia de *geo-marketing*. Este incremento de cobertura permitirá conseguir lo siguiente:

- La imagen positiva de una empresa organizada.
- Mayor efectividad de la fuerza de ventas.
- Asegurar la cobertura del mercado (o de ciertos segmentos de importancia).
- Definir más claramente las obligaciones, funciones y responsabilidades del vendedor.
- Realizar planes de expansión futura.
- Aumentar la rentabilidad de cada kilómetro recorrido.

5.4.2. Localización geográfica de los puntos más eficientes

La localización geográfica de los puntos de venta con mayor eficiencia es útil para determinar las estrategias a seguir para mantener y aumentar la penetración en el mercado en esas áreas en particular. Este proceso debe realizarse después de un tiempo (mediano plazo de 3 a 5 meses) de funcionamiento y adaptación de los almacenes. La eficiencia de los puntos de venta deberá evaluarse en función de 4 elementos:

- Número de rutas atendidas por el almacén al mes

- Volumen de ventas mensual de la región
- Costo de repartición efectivo mensual
- Número de nuevos clientes al mes

Luego de determinar los puntos más eficientes y productivos, deberán estudiarse las condiciones de la mezcla de mercadotecnia: las condiciones del producto, las ubicaciones de los anuncios, la frecuencia de las promociones y publicidad, y la reacción de los consumidores a los cambios de precio. A las regiones con mayor volumen de ventas se les deberá asignar una meta más alta, así también deberán analizarse las funciones de los supervisores y la motivación de los vendedores y pilotos; todo esto con el fin de replicarlo hacia los demás puntos de venta.

CONCLUSIONES

1. Después del análisis de las áreas y regiones de venta de la empresa, se determinó que los factores que provocan mayor incapacidad de respuesta rápida al cliente son las grandes distancias entre las ubicaciones de venta y la planta de llenado, y la inexistencia de modalidades de almacenamiento a largo plazo para el producto; de esta manera fue posible priorizar estas áreas para la solución del problema.
2. La mejora de los tiempos de entrega se debe lograr a través de la implementación de los almacenes en forma gradual. En la primera fase, los clientes más cercanos a los almacenes experimentarán mejorías significativas y notables en el tiempo de entrega (una reducción promedio del 11,94 % del tiempo de entrega por ubicación); clientes ubicados a distancias más grandes al radio de acción de los almacenes podrían no distinguir la situación nueva de la anterior.
3. Los puntos seleccionados para la construcción de los primeros cinco almacenes, maximizan la efectividad en cuanto a aprovechamiento de los recursos (distancias, tiempos y costos de traslado y repartición) y son eficaces ya que cumplen con las mejores condiciones de ubicación comercial, seguridad y otros de sus áreas particulares.
4. La implementación de los almacenes contribuye drásticamente a elevar la capacidad competitiva de Zeta Gas, principalmente respecto a las ventas y a la cobertura de los segmentos de mercado. La construcción y puesta en marcha de los almacenes reduce tiempos de entrega

significativamente y ya que reduce costos de repartición, es posible generar competencia tanto en el precio, como en el tiempo de entrega.

5. Debido a que los cinco almacenes de la primera fase se establecerán en el interior del país, la capacidad de venta fuera de la capital se verá incrementada drásticamente si se compara con la capacidad antes del proyecto. Con el aumento de cobertura y reducción del tiempo para cubrir territorios lejanos es posible atender a más clientes e incrementar los clientes por ruta para las unidades ZD del interior.
6. Respecto a los tiempos de entrega para los pedidos de alto volumen se deben monitorear las variables del sistema de inventarios, para hacer los ajustes necesarios y poder responder de forma adecuada a los clientes de alto volumen. Esto significa mantener bajo control el nivel de stock óptimo, el stock de seguridad y los puntos de re-orden (tiempo y cantidades).
7. Después de la implementación de lo propuesto en este trabajo, las capacidades operativas de ventas y distribución se verán mejoradas y con ello surge la posibilidad de recuperar la lealtad perdida de los clientes y generar confianza y más lealtad en nuevos clientes y nuevos segmentos a los que ahora se puede llegar.
8. Las utilidades de la empresa se ven incrementadas siempre que la relación entre ingresos y egresos sea mayor que en la situación no optimizada. El alza en las ventas puede contribuir a mayor liquidez y disponibilidad del dinero y otros recursos; pero es importante establecer el control de costos de manera que no se sobrepasen y el margen de utilidad se magnifique.

RECOMENDACIONES

1. El objetivo de incrementar las ventas y los ingresos debe ser apoyado por una estrategia de mercadotecnia, que se desprenda de un estudio de mercado y demanda; dirigido, de ser posible, a la mayor cantidad de clientes. Esto permitirá definir estrategias, tácticas y planes de promoción y segmentación del mercado.
2. Para lograr la exitosa implementación del proyecto es importante seleccionar y capacitar al personal encargado de llevarlo a cabo. El gerente de proyecto deberá contar con experiencia y conocimiento sobre la implementación de proyectos de gran magnitud y poseer las cualidades para identificar las posibles amenazas que puedan presentarse en el futuro del proyecto.
3. Enmarcar la propuesta de descentralización dentro de una estrategia de cambio y mejora continua, ayudará a que se mejoren otros procesos y se desarrollen los métodos y herramientas adecuadas de seguimiento y retroalimentación. Esto significa generar un proceso de cambio permanente que contribuya a aumentar e intensificar la penetración de la empresa en el mercado.
4. Los supervisores o gerentes de los almacenes implementados en las primeras fases del proyecto deben desarrollar herramientas para la comunicación de fallas y sugerencias de mejora, obtenidas de la observación y funcionamiento de un almacén en particular.

5. A mediano plazo, posterior a la implementación de los almacenes es posible que la demanda incremente considerablemente, y eso incrementará las necesidades de las bodegas de vehículos y camiones ZD para entregas. Es importante, realizar un presupuesto de inversión en el caso de que sea necesario activar el área de distribución con más vehículos de repartición.

BIBLIOGRAFÍA

1. ANAYA TEJERO, Julio Juan. *Almacenes: Análisis, diseño y organización*. 1era. ed. España: ESIC EDITORIAL, 2008. 241 p.
2. FERRÍN GUTIÉRREZ, Arturo. *Gestión de stocks en la logística de almacenes*. 2ª. ed. España: FC Editorial, 2007. 207 p.
3. MOYA NAVARRO, Marcos Javier. *Control de Inventarios y Teoría de Colas*. 1era. ed. Costa Rica: EUNED, 1999. 127 p.
4. NORIEGA CASTILLO, Walter Abelardo. *Control de inventarios en la industria de parafinas*. Trabajo de graduación de Ingeniería Mecánica Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2004. 100 p.
5. PRAWDA, Juan. *Métodos y modelos de investigación de operaciones I: Modelos determinísticos*. 1era. ed. México: Limusa, 2004.
6. ROUX, Michel. *Manual de logística para la gestión de almacenes*. 4a. ed. España: Ediciones Gestión 2000, 2009. 255 p.

