TESIS
IIP99
B4
Vol

UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

"DISEÑO CONCEPTUAL DE UN TALLER PARA LA REPARACION Y MANTENIMIENTO DE RECIPIENTES ESTACIONARIOS DESTINADOS AL ALMACENAMIENTO DE G.L.P. (GASES LICUADOS DE PETROLEO)"

Este Jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado: Diez y Siete (17)

JURADO EXAMINADOR

Firma: Nombre: Domingo Castro
Firma: Nombre: Ana Tengo
Firma: Nombre: Antonio Borges

REALIZADO POR — BEZ H., Guillermo B.
CONTRERAS P., Rowil R.

PROFESOR GUIA — Ing. CASTRO, Domingo A.

FECHA — Junio 1997

Universidad Católica Andrés Bello
BIBLIOTECA
Caracas

Dedicatoria

Dedico a mis padres Cristóbal y Marianne, a mis hermanos, Annette, Cristóbal y Adriana, a mis madrina Hildegard, a mi tío Napoleón, a mis abuelos Américo y Ana, a mi "hermano" Antonio Azzato, a mi novia Natalia, a mi tío Rolando y a toda mi familia, que con su apoyo, soporte y cariño han hecho posible la culminación de mis estudios y la realización de este Trabajo Especial de Grado.

Guillermo B. Bez H.

Agradecimiento

Deseo expresar mi profundo agradecimiento a las siguientes personas:

- *Ing. Domingo Castro, por ser nuestro tutor.*
- *Dr. Armando Cova, por brindarme su ayuda y compartir sus conocimientos en todo momento.*
- *Todo el personal de Digas S.A., en especial a la Gerencia de Operaciones.*

y a todas aquellas personas que de algún modo me orientaron en la realización de este Trabajo Especial de Grado.

Guillermo B. Bez H.

Dedicatoria:

*A mis padres, hermanos y a Roberto José, "**Su luz siempre brillará**"*

Rowil R. Contreras P.

Agradecimientos:

A Dios, por otorgarme el valor y el entusiasmo que me permitieron llevar adelante todas esas situaciones dificiles que se presentaron.

A mis padres, por su apoyo y sobre todo por su capacidad persuasiva que mantuvo mi autoestima siempre en alto.

A Whileyner, mi hermano y amigo que brindó incondicionalmente su ayuda en todo momento.

A Romina, su sóla presencia irradia la felicidad y alegría necesarias para trabajar con el mismo ímpetu.

A todo el personal de Digas S.A., por su trato caluroso todo este tiempo.

A Manuel, siempre dispuesto a dar lo mejor de sí.

A los Sres. Mogrovejo, velando en todo momento por el éxito del trabajo.

Y muy especialmente a las siguientes personas: Luis, Lorena, Roberto, Enrique, Carolina, Maria Luisa, Eduardo, Alnny, Lilian, Adolfo y Gabriela; más que compañeros, los "AMIGOS" con quienes siempre conté...y sé que seguirá siendo igual.

Rowil R. Contreras P.

INDICE GENERAL

OBJETIVO....1
ALCANCE Y LIMITACIONES....1
INTRODUCCION....2
1 DESCRIPCION DE LA EMPRESA....3
1.1 Breve historia y objetivos de la empresa....3
1.2 Misión....4
2 GENERALIDADES DE LOS GASES LICUADOS DEL PETROLEO....6
2.1 Concepto....6
2.2 Componentes....6
2.2.1 Propiedades de los componentes y sus mezclas....7
2.3 Usos y aplicaciones del G.L.P....11
2.4 Almacenamiento del G.L.P....11
2.4.1 Características relevantes....11
2.4.2 Almacenamiento....12
3 DISEÑO Y CONSTRUCCION DE RECIPIENTES....14
3.1 Cálculo de recipientes....14
3.1.1 Pruebas y tratamientos de evaluación....15
4 REVISION DE TANQUES FIJOS....17
4.1 Descripción de etapas....17
5 METODOLOGIA....19
5.1 Descripción....19
6 INVESTIGACION DE MERCADO....21
6.1 Recopilación de información para la elaboración de una data....21
6.2 Muestreo estadístico....22
6.3 Resultados....25
7 INGENIERIA BASICA DEL PROYECTO....26
7.1 Evaluación de la localización....26
7.2 Dimensionamiento de la planta....26

7.2.1 Capacidad de planta.Factores determinantes....26
7.2.1.1 Determinación de la capacidad de planta....28
7.2.1.1.1 Generalidades....28
7.2.1.1.2 Cálculo de la capacidad de planta....28
7.3 El producto.Características....31
7.4 El proceso de producción....32
7.5 Descripción de operaciones....32
7.5.1 Desincorporación....38
7.5.2 Certificación....39
7.6 Selección de equipos....41
7.6.1 Criterio de selección de equipos....41
7.6.2 Descripción de los equipos....42
7.7 Diseño de la planta....42
7.7.1 Estudio del interior de la planta....42
7.7.2 Tipo de distribución....43
7.7.3 Areas de planta....44
7.7.4 Layout....45
7.7.5 Ubicación del personal por área de trabajo....46
7.7.6 Propuesta de diseño....48
PLANO #1: Distribución general de la planta de reparación de recipientes....48a
PLANO #2: Plano general del taller....48b
8 SIMULACION DEL PROCESO....49
8.1 Flujo de materiales....49
8.1.1 Política de flujo....49
8.1.2 Manejo de materiales....50
8.1.2.1 Política de almacén....51
8.1.3 Reincorporación....54
9 ESTRUCTURA FINANCIERA....55
9.1 Generalidades....55
9.2 Estructura de costos....57

9.2.1 Costos de producción.....57
9.2.2 Costos de inversión.....61
9.2.2.1 Cuadro de usos de fondos.....63
10 EVALUACION FINANCIERA.....64
10.1 Criterio de evaluación.....64
10.2 Técnica de evaluación.....64
10.3 Flujo de caja.....65
10.4 Discusión de resultados.....67
CONCLUSIONES.....70
RECOMENDACIONES.....72
BIBLIOGRAFIA.....74

INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Fig. 5.1. Esquema metodológico....19
Fig. 7.1.a. Ilustración del tanque....31
Fig. 7.1.b. Características del producto....32
Fig. 7.2. Diagrama de flujo del proceso....40
Fig. 7.3. Layout de la planta....45
Fig. 7.4 Distribución de personal....47
Fig. 8.1 Diagrama estructural del modelo de simulación....53
Tabla 2.1. Características de los gases licuados de petróleo....6
Tabla 2.2. Límites de inflamabilidad....8
Tabla 2.3. Presión absoluta Kg/cm2....9
Tabla 6.1. Resumen de tanques por sucursal....21
Tabla 7.1 Resumen de tiempos y ratas de producción....30
Tabla 7.2 Distribución porcentual de tanques por capacidad....30
Tabla 7.3.a. Máxima profundidad permitida para cortes, estrías y hendiduras....35
Tabla 7.3.b. Máxima profundidad permitida para cortes, estrías y hendiduras....35
Tabla 7.4.a. Máxima profundidad permitida para corrosión aislada....35
Tabla 7.4.b.1. Máxima profundidad permitida para corrosión línea....36
Tabla 7.4.b.2. Máxima profundidad permitida para corrosión línea....36
Tabla 7.4.c. Máxima profundidad permitida para corrosión general....36
Tabla 8.1. Tabla de inicialización del simulador....52
Tabla 9.1. Costos de materiales e insumos....57
Tabla 9.2. Dimensiones de los recipientes estacionarios....57
Tabla 9.3. Costo unitario por concepto de pintura anti-corrosiva....57
Tabla 9.4. Costo unitario por concepto de decapante....58
Tabla 9.5. Costo unitario por concepto de patas y orejas....58
Tabla 9.6. Costo unitario por concepto de electrodos....58
Tabla 9.7. Costo unitario por concepto de inhibidor de corrosión....58
Tabla 9.8. Costo unitario por concepto de disco abrasivo....58

Tabla 9.9. Política salarial.....59
Tabla 9.10. Estructura anual de salario.....59
Tabla 9.11.Costos directos de producción.....60
Tabla 9.12. Costos indirectos de producción.....60
Tabla 9.13. Inversión en equipos.....61
Tabla 9.14. Inversión en obras civiles.....61
Tabla 9.15. Inversión en herramientas.....62
Tabla 9.16. Inventario para el capital de trabajo.....63
Tabla 9.17. Cuadro de usos de fondos.....63
Tabla 10.1. Matriz de selección de la técnica de evaluación.....64
Tabla 10.2.Tarifa por reparación de recipientes.....66
Tabla 10.3. Flujo de efectivo de Digas S.A.....66
Tabla 10.4. Flujo de efectivo de Rebogas C.A.....66
Tabla 10.5 Tabla de resultados de la evaluación.....67

OBJETIVO:

Proyectar un taller que permita ejecutar todas las inspecciones, pruebas y reparaciones menores requeridas para determinar el estado de operatividad del recipiente después de 10 años de uso normal, o antes cuando razones técnicas así lo determinen. Además en caso de defectos o daños proceder a la evaluación y si es factible someterlo a un programa de mantenimiento adecuado que rectifique su uso por 10 años más.

ALCANCES Y LIMITACIONES:

- Verificación de recipientes estacionarios que requieren reparación.- Se estimará el número de recipientes estacionarios dañados dentro del parque nacional de tanques.
- Determinación de la capacidad instalada. En base al número de recipientes estacionarios dañados se determinará la capacidad instalada que se requiere en el taller para lograr satisfacer la demanda estimada.
- Definición del proceso.- Se definirán todas las operaciones involucradas en el proceso para luego concatenarlas de manera óptima.
- Selección de Equipos.- Se escogerán los equipos que se necesitan para llevar a cabo todas las actividades preestablecidas de reparación y mantenimiento.
- Tomando en consideración que el espacio físico con el que se dispone para proyectar el taller es limitado, establecer la distribución de Planta para la óptima utilización de todos los espacios y procesos.
- Gestión de suministros.- se estudiarán los insumos involucrados en la reparación y mantenimiento de los tanques, y los costos que estos acarrean.
- Análisis de costos.- en base a los equipos y materiales requeridos para el proceso se elaborará la estructura de costos asociada al proyecto.

INTRODUCCION

El crecimiento de una empresa está estrechamente ligado a la calidad del bien o servicio brindado. No obstante, la cantidad de organizaciones que ofrecen un mismo bien o servicio, provoca que se desencadene "la competencia", campo que sólo permite a los más aptos liderizar en su ramo; refiriéndose a "los más aptos" a aquellas empresas capaces de satisfacer a un nivel adecuado de calidad en sus productos o servicios con el objeto de seguir despertando el interés del consumidor.

Este documento pretende, en este sentido, aportar una solución viable a una empresa distribuidora de gas; desarrollando conceptualmente el diseño de un taller de reparación y mantenimiento de tanques estacionarios destinados al almacenamiento de G.L.P. (Gases Licuados de Petróleo).

En el documento se explica en principio una breve generalidad sobre los gases licuados del petróleo, su almacenamiento y; sobre el diseño, construcción y revisión de los tanques estacionarios para debido almacenamiento. Posteriormente, se desarrolla una investigación de mercado y a consecuencia de ella; la ingeniería básica del proyecto, de la que finalmente surge una propuesta de diseño.

Seria osado decir que el informe detalla profundamente cada uno de los puntos tratados a lo largo del mismo, ya que son muchas las dificultades y situaciones adversas que se presentan; y en ocasiones la complejidad en la toma de decisiones, que amerita un cierto nivel de experiencia mas allá de la adquirida en los estudios de Pre-grado. Sin embargo, se hizo el esfuerzo necesario para verificar los argumentos que validaran este informe, del que se obtuvo una apreciación de la importancia de un "Estudio Técnico - Económico" para los proyectos de inversión, ya que garantizan la factibilidad (como en este caso) del proyecto, sin que ello signifique un deterioro de la estructura de capital de una empresa.

1 DESCRIPCION DE LA EMPRESA

1.1 Breve historia y objetivos de la empresa

La empresa Digas S.A. surge en Abril del año 1955 como una pequeña distribuidora de gas licuado, pero no es sino hasta Noviembre del mismo año cuando lo hace oficialmente. Para ese entonces la compañía operaba en el Pasaje Zingg en la ciudad Capital.

Los cilindros en los cuales se comercializaba eran importados, ya que para aquella época, nadie los fabricaba en el país. A Digas la surtía para ese entonces únicamente la planta de llenado de Cantinas (La Guaira). La Shell surtía a sus clientes por correo, satisfaciendo sus pedidos de un día para otro.

Digas la fundó el Sr. Alfonso Fernández Alonso en sociedad con la cooperativa jesuita mixta Javier. En un principio la clientela de la empresa era únicamente en Caracas.

Digas empezó distribuyendo gas de forma local, concentrando sus operaciones en la zona de los Palos Grandes. La empresa en ese entonces llegó a tener el 90% de sus clientes en esa zona. Dadas las necesidades de crecimiento la compañía alquiló un terreno en donde hoy en día se encuentra ubicado el Retén de la Planta, para la construcción de un tanque estacionario y para el almacenamiento y llenado de los cilindros.

El fundador y principal accionista decidió vender la empresa al grupo mexicano los Berrondo, siendo ellos los principales accionistas para el año 1964. No estando muy motivados en el manejo de la empresa en Venezuela, deciden venderla de nuevo, otorgándose dos opciones de compra, la primera fue dada a Tropical Gas Corp. de Miami (Florida), no pudiéndose concretar la venta ya que no se presentaron a la reunión de compra, entrando entonces en la negociación la empresa con la segunda opción de compra que era Ven-Gas, vendiéndose finalmente a esta empresa del grupo Diproteic Corporation.

Digas llegó a tener 25.000 clientes para el año 1970.

La Empresa sufre en los siguientes años un estancamiento en su crecimiento debido a la política que puso en práctica el grupo Diproteic Corp. de preocuparse por el crecimiento de Ven-Gas, y dejando a un lado las necesidades de Digas.

Esta situación se mantuvo hasta el año 1973, año en el cual Diproteic Corp. vende sus acciones al grupo Dylon & Dylon de la bolsa de valores de N.Y.; venta que se inicia luego de correr rumores acerca de una cercana nacionalización petrolera y sus derivados.

En el año 1975 se vende nuevamente Digas siendo su principal comprador el ing. Gilberto Urdaneta Finucci el cual ya había hecho carrera dentro de la empresa, y que junto a sus hermanos constituyen en la Junta Directiva de la empresa.

Para ese entonces la empresa contaba con tres plantas en el territorio nacional y aproximadamente 47 subdistribuidores. En esta etapa se comienzan a organizar los departamentos , contratando directivos y gerentes más capaces, y se transforman muchos subdistribuidores en sucursales dándole otro enfoque a la empresa.

Actualmente Digas S.A. cuenta con 18 sucursales y 21 subdistribuidores, lo que permite distribuir y suministrar G.L.P. en bombonas a unos 160.000 clientes (alrededor de 800.000 personas) y a unos 50.000 clientes (alrededor de 250.000 personas) con instalaciones de tanques estacionarios en edificios, que representaría un 5% de la población nacional que es servida con G.L.P. por la empresa, generándose 2500 MM de Bs. anuales en ventas y ocupando un 5.92% del mercado total de gas, situándose entre las tres primeras compañías en volumen de ventas a nivel nacional y la primera en cuanto a atención al cliente en edificios.

1.2 Misión

La empresa Digas S.A. se encuentra en el mercado de distribución de combustibles en Venezuela. Su último fin para la cual ha sido diseñada y reestructurada en los últimos años es fundamentalmente la atención al cliente. Para lograr esto, Digas S.A. se ha propuesto mantener una red nacional de sucursales que abarquen la totalidad del mercado nacional. Por esta razón es fundamental planificar las rutas, tanto de

vehículos de distribución de bombonas como de los camiones cisternas que surten a las plantas.

La estructura organizativa de la empresa puede ser observada en los Anexos (Anexo #1).

2 GENERALIDADES DE LOS GASES LICUADOS DEL PETROLEO

2.1 Concepto

Los gases licuados de petróleo son mezclas de hidrocarburos livianos, compuestos principalmente por cantidades variables de propano, propeno, butanos y butenos, los cuales son gaseosos en condiciones ambientales de presión y temperatura, y pasan a estado líquido por aumento de presión o disminución de temperatura. En esta última forma, se almacenan, transportan y distribuyen hasta los sitios de consumo, donde antes de ser utilizados como combustible son convertidos nuevamente al estado gaseoso mediante reducción de la presión.

2.2 Componentes

Los constituyentes mayoritarios de estas mezclas, como el propano, el normal butano y el iso-butano, se emplean en forma pura o en forma de mezcla como combustible doméstico, comercial o industrial; tienen un amplio uso como fuente de calor. Por eso es importante conocer las propiedades físicas de cada uno de estos hidrocarburos, ya que sus valores numéricos permitirán calcular a su vez las propiedades de las mezclas comerciales, cuando se conoce la relación porcentual de cada uno de ellos. La tabla 2.1 muestra las características físicas más importantes de los hidrocarburos que pueden estar presentes en el G.L.P.

Tabla 2.1. Características de los gases licuados de petróleo

	PROPANO COMERCIAL	BUTANO COMERCIAL
TEMPERATURA CRÍTICA (°C)	95	150
PUNTO DE EBULLICIÓN (°C) (A PRESIÓN ATM)	-45	0
GRAVEDAD ESPECÍFICA (15/4 °C) LÍQUIDO	0.51	0.575
DENSIDAD ESPECÍFICA (AIRE 1) VAPOR (15/15 °C Y 760 mm)	1.52	2.01
VOLUMEN VAPOR/VOLUMEN LÍQUIDO (0 °C - 15 °C, 760 mm)	274	233
PRESIÓN DE VAPOR (Kg/cm² (abs) 50 °C)	17 a 21.5	5 a 6.25
CALOR LATENTE DE VAPORIZACIÓN (cal/kg, 15 °C)	85.5	89
LÍMITES DE INFLAMABILIDAD (GLP/AIRE) EN %	2.4 - 9.5	1.8 - 9.0
LÍMITES DE INFLAMABILIDAD (GLP/OXÍGENO) EN %	2 - 50	2 -50

2.2.1 Propiedades de los componentes y sus mezclas

El G.L.P. es un líquido incoloro, inodoro e insípido al cual se le agrega un odorante para poder detectar su presencia en la atmósfera. Los odorantes comúnmente empleados son el etilmercaptano y el amilmercaptano, los cuales son hemiésteres del ácido sulfhídrico, que se caracterizan por su olor fétido, aún en concentraciones muy bajas. Las propiedades más importantes del G.L.P. son las siguientes:

- **Gravedad específica**.

El G.L.P. en estado líquido pesa algo más de la mitad de lo que pesa el agua. En cambio, en estado gaseoso es más pesado que el aire. Por eso, cuando se derrama en áreas de poca ventilación horizontal, se acumula en las partes bajas, y penetra en grietas, donde puede formar mezclas inflamables con el aire. A presión atmosférica el G.L.P. hierve a muy baja temperatura, ya que en condiciones normales los puntos de ebullición de sus componentes son los siguientes:

Propano -42 °C
N-Butano -0.5 °C
Isobutano -12 °C

Es importante recordar que el punto de ebullición varía directamente con la presión y que el G.L.P. contenido en los recipientes, como bombonas, tanques estacionarios y tanques de transportación, está sometido a una presión mayor que la atmosférica. En este caso, los puntos de ebullición de sus componentes también son mayores, por lo cual el G.L.P. no está en ebullición a la temperatura ambiental.

- **Límite de inflamabilidad**.

Los límites de inflamabilidad de los combustibles gaseosos son las concentraciones mínimas y máximas de éstos con respecto al aire, entre cuyos valores dichas mezclas resultan inflamables. Se expresan en porcentajes por volumen de gas contenido en las mezclas gas-aire. La tabla 2.2 muestra los límites mínimo y máximo de inflamabilidad de combustibles gaseosos bastante comunes; puede que cuanto más ligeros son estos gases más amplios son los límites de inflamabilidad. Así, el hidrógeno, que tiene un peso molecular de 2, posee un rango de inflamabilidad entre 5% y 75% en

volumen con respecto al aire; en cambio, el N-Butano, que tiene un peso molecular de 58, está ubicado entre el 1,6% y el 8,5%.

Los valores de los límites de inflamabilidad de los combustibles gaseosos guardan una estrecha relación con la magnitud del riesgo potencial presente en ellos. Si estos límites determinan un rango de inflamabilidad muy alto, como es el caso del hidrógeno o del acetileno, el riesgo potencial se incrementa notablemente y, desde luego, será necesario extremar las medidas de seguridad y prevención en su manejo.

Tabla 2.2. Límites de inflamabilidad (Concentración en el aire)

	MÍNIMO	MÁXIMO
Hidrógeno (H_2)	5 hasta	75% volumen
Propano	2,4 hasta	9,5% volumen
Butano	1,6 hasta	8,5% volumen
Isobutano	1,8 hasta	9,0% volumen
Gas Natural	3 hasta	14% volumen
Acetileno (C_2H_2)	2,5 hasta	80% volumen

Los límites mínimo y máximo o inflamabilidad de las mezclas propano-butano son el resultado de la proporción porcentual de estos hidrocarburos.

- **Presión de vapor**.

En la industria de la distribución del G.L.P. se emplea el siguiente concepto: presión de vapor es aquella que a la temperatura de 37,8°C ejercen los vapores emanados de los gases licuados de petróleo en estado líquido, contra las paredes del envase que los contiene, una vez que se ha establecido el equilibrio entre el número de moléculas que abandonan el líquido y las que vuelven al mismo.

Para manejar en forma segura el G.L.P., es indispensable conocer su presión de vapor, ya que en el diseño y construcción de los recipientes y demás equipos empleados en la distribución de este combustible es determinante el uso del valor numérico de esta característica.

La presión de vapor existente en un recipiente que contiene G.L.P., está determinada por la cantidad relativa de cada hidrocarburo presente en la mezcla y la

temperatura presente del líquido, la cual depende de la transferencia de calor del ambiente. La tabla 2.3 proporciona los valores de presión de vapor de los tipos de hidrocarburos que mayoritariamente forman los G.L.P., a diferentes temperaturas.

Tabla 2. 3. Presión absoluta en Kg/cm^2

TEMPERATURA °C	PROPANO	BUTANO	ISOBUTANO
50	16,1	4,75	6,58
45	14,4	4,10	5,87
40	12,8	3,55	5,15
35	11,4	3,00	4,56
30	10,0	2,68	3,88
25	8,9	2,25	3,40
20	7,8	1,92	3,00
18	7,2	1,82	2,82
16	7,0	173	2,64
14	6,7	1,62	2,49
12	6,2	1,52	2,33
10	5,9	1,43	2,14
8	5,5	1,34	2,11
6	5,1	1,22	1,88
4	4,8	1,14	1,72
2	4,5	1,08	1,62
0	4,45	1,02	1,44
-10	3,20	0,96	1,03
-20	2,25	0,43	0,69
-30	1,04	0,14	0,27

- **Coeficiente de expansión**.

El volumen de gas licuado contenido en un recipiente aumenta considerablemente con el incremento de la temperatura circundante. El coeficiente de expansión del propano determinado por el incremento de la temperatura es del orden de 0,002% por cada grado Fahrenheit entre 50 y 100 °F. Cuando se llena un recipiente al 85% de su volumen con propano a 15 °C, al alcanzar éste 64 °C, el envase ya está completamente lleno. Como ya no hay cámara de vapor capaz de absorber más incrementos de volumen, la presión del líquido comienza a aumentar a razón de 7 Kg/cm^2 por cada grado de incremento de temperatura, lo cual puede determinar la apertura de la válvula de seguridad con que

debe estar equipado el recipiente y, en el peor de los casos, la ruptura violenta de las paredes de éste. Por esta razón, todo recipiente destinado al almacenamiento de G.L.P., sólo puede contener hasta un 85% de su capacidad total, a la temperatura ambiente.

Los gases licuados de petróleo son fácilmente condensables a líquido, a la temperatura ambiente, con sólo aumentar su presión. Esta característica resalta su utilidad como combustible, ya que se pueden almacenar y transportarse con las ventajas de un líquido y, posteriormente, despresurizarse en sitio para ser utilizados como combustible gaseoso. Cada litro de G.L.P. en estado líquido se convierte en aproximadamente 265 litros de gas y, por lo tanto, basta con tener un volumen pequeño de líquido para disponer de gran cantidad de gas.

- **Calor de combustión**.

El calor de combustión puede definirse como la cantidad de calor generado cuando el gas se quema completamente en condiciones normales de temperatura y presión. El calor de combustión puede ser expresado en calorías por gramo (cal/g) o BTU por libra (BTU/lb).

La combustión completa de uno de los constituyentes del G.L.P., como lo es el propano, da como productos finales: gas carbónico, agua y la energía que se libera. Puede representarse esta combustión a través de la siguiente ecuación química:

$$C_3H_8 + 5O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2O$$

Expresada en gramos, tenemos:

$$44g + 5(32)g \longrightarrow 3(44)g + 4(18)g$$

$$44g + 160g \longrightarrow 132g + 72g$$

2.3 Uso y aplicaciones del G.L.P.

El gas licuado de petróleo posee una gran cantidad de ventajas en comparación con otros combustibles, entre las más importantes tenemos: limpieza, economía, gran poder calorífico, fácil manejo y transporte.

Entre sus diversos usos, podemos mencionar:

- Doméstico: En el hogar el G.L.P. es utilizado para cocinar, calentar agua, calefacción, refrigeración, secadores, incineración, alumbrado y aire acondicionado.
- Comercial: Son los mismos usos domésticos, pero en mayor escala.
- Industrial: Prácticamente en cualquier equipo que requiera un combustible limpio y controlable fácilmente; hornos para tratamiento de metales, vidrio, cerámica, etc.; planchado en ropa; purificación de grasas; endurecimiento de metales; tratamientos térmicos, pasteurización; así como componente de gasolina de aviación, etc.
- Agrícola: Para secar alfalfa, heno y semillas; destrucción de malas hierbas a través del fuego; para curar el tabaco, etc.
- Automotriz: Como combustible para motores de combustión interna, en automóviles, camiones, autobuses, etc.

2.4 Almacenamiento del G.L.P.

2.4.1 Características relevantes

La experiencia ha demostrado que el G.L.P. puede manejarse con seguridad, si se conocen sus características más importantes y si se toman las precauciones debidas en su trasiego; en el diseño y construcción de los recipientes donde va a ser almacenado y los artefactos y equipos donde se utiliza. Las siguientes características de del G.L.P. deben tenerse presente para tal propósito:

1. El gas es más pesado que el aire.
2. El gas se disipa muy lentamente en la atmósfera, a menos que la velocidad del viento sea muy alta.
3. Llamas abiertas son capaces de inflamar mezclas aire-gas, cuando la proporción de ambos está dentro de los límites de inflamabilidad.

4. Las mezclas aire-gas pueden llevarse por debajo de los límites de inflamabilidad, mezclándolas con volúmenes de gases inertes, tales como nitrógeno y gas carbónico.
5. Una llovizna de agua reduce las posibilidades de ignición de las mezclas gas-aire.
6. El G.L.P. debe almacenarse sólo en recipientes diseñados y construidos de acuerdo con especificaciones internacionales y equipados con los accesorios de control apropiados.
7. La rápida remoción de vapor del recipiente bajará la temperatura del líquido y reducirá la presión del recipiente. La remoción de líquido no disminuirá la presión.
8. El líquido se expandirá en los recipientes si aumenta la temperatura ambiente; por lo tanto, los recipientes no deberán llenarse completamente con líquido.
9. El G.L.P. es un excelente solvente de productos derivados del petróleo y de la goma; por lo tanto, se deberán utilizar productos especiales en los sistemas de distribución.
10. Se considera el G.L.P. como un combustible seguro, si en su uso se consideran reglas mínimas para prevenir escapes y si los recipientes donde se transportan o almacenan son manejados adecuadamente.

2.4.2 Almacenamiento.

Existen envases, tales como bombonas y tanques, utilizados para almacenar y transportar gases licuados de petróleo. Son diseñados y construidos técnicamente, de acuerdo con las especificaciones aprobadas por las Normas COVENIN correspondientes y el Ministerio de Energía y Minas. La capacidad de un recipiente, cuando no se especifica de otra manera, se refiere al volumen de agua que pueda contener a la temperatura de 15,6 °C. Los envases se clasifican en tres tipos: bombonas o recipientes portátiles, tanques fijos o estacionarios y tanques de transporte (Apéndice "A").

- **Bombonas.**

Las bombonas son recipientes portátiles, herméticos, de capacidad no mayor de 120 litros de agua y de una altura máxima de 1,5 mts.(Anexo #2).

Tanques Fijos.

Son los que se colocan en forma permanente para alimentar un sistema; se llenan en el lugar donde están instalados, mediante el equipo apropiado de que dispone el camión-tanque (Anexo #3).

3 DISEÑO Y CONSTRUCCION DE RECIPIENTES

3.1 Cálculo de recipientes

Para el diseño y construcción de estos recipientes y para el control del proceso de construcción de los mismos, se aplican las especificaciones y requerimientos contenidos en código ASME (American Society of Mecanical Engineers). Los parámetros más importantes que se consideran, en la manufactura de estos recipientes son los que se mencionan, a título informativo, a continuación:

- **Presión de diseño.**

La presión de diseño es la máxima presión de trabajo para la cual ha sido calculado un recipiente. La presión de diseño utilizada para el cálculo del espesor de pared de estos recipientes será de 17,6 Kg/cm^2 (250 lb/plg^2).

- **Esfuerzo de trabajo.**

El esfuerzo máximo de trabajo no deberá exceder del 25% de la resistencia a la tensión del material que se use para la fabricación del cuerpo y las cabezas.

- **Espesor del cuerpo.**

Para calcular el espesor del material que será utilizado en la fabricación del cuerpo, se emplearán las siguientes fórmulas:

◊ Para juntas Longitudinales

$$e = \frac{PR}{SE - 0.6P}$$

donde,

e = Espesor de pared, en cm.

P = Presión de diseño, en Kg/cm^2.

R = Radio interior, en cm.

S = Esfuerzo de trabajo máximo, en Kg/cm^2.

L = Radio interior de la sección esférica.

E = Valor de la eficiencia de la junta por soldadura.

◊ Para juntas circunferenciales

$$e = \frac{PL}{2SE + 0.4P}$$

donde,

e = Espesor de pared, en cm.

P = Presión de diseño, en Kg/cm^2.

R = Radio interior, en cm.

S = Esfuerzo de trabajo máximo, en Kg/cm^2.

L = Radio interior de la sección esférica.

E = Valor de la eficiencia de la junta por soldadura.

- **Espesor de las cabezas.**

El espesor de pared de las cabezas con presión en el lado cóncavo, se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$e = \frac{PL}{2SE + 0.2P}$$

donde,

e = Espesor de pared, en cm.

P = Presión de diseño, en Kg/cm^2.

R = Radio interior, en cm.

S = Esfuerzo de trabajo máximo, en Kg/cm^2.

L = Radio interior de la sección esférica.

E = Valor de la eficiencia de la junta por soldadura.

3.1.1 Pruebas y tratamientos de evaluación

- **Soldadura.**

Todas las juntas por soldaduras serán del tipo doble tope o tope simple con respaldo y realizadas por el proceso de fusión con arco eléctrico.

- **Examen radiográfico.**

Todas las secciones de soldaduras deberán ser evaluadas mediante tomas radiográficas. Cuando una sección de soldadura presente defectos, tales como grietas, zonas de penetración incompletas o inclusión de escoria o gases, deberá considerarse

como inaceptable y se deberá proceder a su reparación y posterior evaluación. El radiografiado deberá ser 100% en estos recipientes.

- **Tratamiento térmico.**

El recipiente, una vez terminado, debe someterse a un alivio de tensiones, mediante tratamiento térmico a una temperatura cercana a los 590 °C.

- **Prueba hidrostática.**

Este ensayo se hará con el propósito de verificar la hermeticidad del recipiente y su comportamiento sometido a presión. Para llevarla a cabo, se procede a llenar completamente el tanque con agua; seguidamente, se eleva la presión hidrostática a una y media veces la presión de diseño del recipiente. En estas condiciones, se golpean todas las juntas por soldadura aplicando golpes alternos con un martillo apropiado. después, se inspecciona toda la superficie, a fin de detectar posibles fugas en las juntas o defecto del material base.

- **Prueba neumática.**

A continuación se instalan todos los accesorios de control del recipiente, y se aplica una presión neumática de 7 Kg/cm^2 (100 lb/plg^2); luego, se inspeccionan todas las conexiones y juntas con agua jabonosa a fin de detectar posibles fugas, las cuales, en caso de existir, deberán corregirse convenientemente.

4 REVISION DE TANQUES FIJOS

4.1 Descripción de etapas

Tiene como propósito fundamental, recopilar la información necesaria acerca del estado general de los tanques fijos, después de un período máximo de 10 años (1), o antes cuando razones técnicas así lo determinen.

La revisión deberá efectuarse contemplando los siguientes pasos:

⇒ Inspección visual

⇒ Limpieza externa

⇒ Limpieza interna

⇒ Prueba hidrostática

⇒ Aplicación de pintura de fondo y acabado

- **Inspección visual.**

Pretende mediante un examen superficial del recipiente, evidenciar el deterioro del mismo representado por corrosión, abolladuras, hendiduras, grietas, defectos por acción del fuego, etc.

- **Limpieza externa.**

Deberá realizarse empleando algún método (sand-blasting, water-blasting, pelado manual, etc.) que garantice las condiciones mínimas de salubridad del ambiente del taller y áreas vecinas. En cualquier caso, el tanque deberá quedar libre de las capas de pintura que lo recubren, óxidos y cualquier partícula extraña; evitando desgaste del material y sobrecalentamiento por fricción.

- **Limpieza interna.**

Persigue la eliminación de los residuos o productos extraños que arrastra el G.L.P. durante el uso del tanque, además de proporcionar un recubrimiento a través de una película que forma un inhibidor de corrosión, que se mezcla previamente con el líquido (agua) que se utilizará en el lavado acuoso del recipiente.

- **Prueba hidrostática.**

Tiene como finalidad probar la hermeticidad del recipiente, inyectando agua hasta una presión, una vez y media la presión de diseño del recipiente, es decir, 26,4 Kg./cm^2 (375 lbs./plg^2); y golpeando las soldaduras con un martillo para detectar si existen fugas. El tiempo de duración del ensayo, será el necesario para inspeccionar detalladamente todo el cuerpo del recipiente.

- **Aplicación de pintura de fondo y acabado.**

Una vez cumplida la "Prueba Hidrostática"; para evitar la oxidación de la superficie del tanque, deberá aplicarse en forma inmediata, una capa de pintura anticorrosiva y otra de acabado para dar mayor protección y mejor apariencia al recipiente.

5 METODOLOGIA

5.1 Descripción

Con el fin de obtener una solución adecuada a las necesidades de Digas S.A., se estableció una metodología estructurada de la siguiente manera:

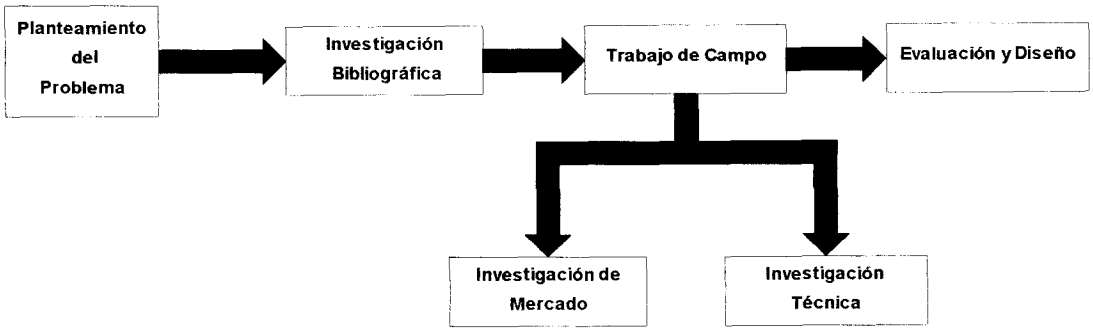


Fig. 5.1. Esquema metodológico

- **Planteamiento del problema.**

Esta etapa constituye el punto de partida al desarrollo del proyecto, y básicamente se pretenderá en base a una necesidad, definir una ruta, de manera tal, de llegar a una solución viable además de adecuada.

Inicialmente se verificará la existencia de algún antecedente que sirva de apoyo para el inicio del proyecto. Posteriormente se establecerán las prioridades del estudio, así como las herramientas, medios y técnicas mediante la cual se pretenden alcanzar las metas propuestas.

- **Investigación bibliográfica.**

Se recabará información concerniente al caso de estudio. El objetivo de esta etapa será contar con un sustento (fundamentación teórica), que permita encarar con respaldo las situaciones que se presenten en el trabajo de campo.

- **Trabajo de campo.**

La constituyen dos etapas en las que se investigará con el objeto de recolectar la información necesaria para llevar a cabo una propuesta de diseño.

◊ **Investigación de mercado.**

Constituye una fase fundamental del proyecto, cuyo objetivo será brindar, por medio de herramientas estadísticas, una estimación acerca del porcentaje de tanques que la empresa requerirá tratar mediante mantenimiento.

◊ **Investigación técnica.**

Se basa en la recopilación de la información técnica necesaria para la realización del diseño. Esta se extraerá de cuatro fuentes fundamentales:

1. Investigación de equipos.

Se establecerán los equipos requeridos en las operaciones del taller, y se visitarán los respectivos proveedores.

2. Investigación de materiales e insumos.

A través de un estudio del sistema productivo, se identificarán los materiales e insumos involucrados en el proceso. Posteriormente, se contactarán los proveedores encargados de la gestión de suministros de estos productos.

3. Estudio del espacio.

Se visitará la localización donde se desea llevar a cabo el proyecto con el fin de tener conocimiento del espacio físico del que se dispone y las implicaciones arraigadas al mismo.

4. Pruebas en sitio.

Por otra parte, se realizarán todas las pruebas en sitio, las que sean necesarias como un mecanismo de estimación de tiempos productivos.

- **Evaluación y diseño.**

Cabe destacar que por el tipo de estudio que se llevará a cabo, será necesario establecer un orden en lo referente al desarrollo de la evaluación y presentación de resultados, a fin de poder introducir puntos posteriores fundamentales para el estudio, de los que finalmente surgirá una propuesta de diseño.

6 INVESTIGACION DE MERCADO

6.1 Recopilación de información para la elaboración de una data

En la etapa inicial de la investigación de mercado se procedió a determinar el número de clientes que atiende Digas S.A. actualmente, para así disponer de datos reales acerca del parque nacional de tanques de la empresa.

Esta etapa se llevo a cabo mediante la recabación de la cartera de clientes de cada región que Digas S.A. atiende. La información requerida la suministran las sucursales de la empresa, que operan en distintos puntos a lo largo del territorio nacional (Anexo #1). Una vez recopilada y analizada la información, se realizó una *Base de Datos* con el objeto de integrar esta información. La *Base de Datos* se elaboró de la siguiente manera:

Se realizó una segmentación, primero por sucursales; y a su vez cada una de ellas por el tipo de clientes que la empresa maneja, este último segmento contiene las siguientes características: Nombre del cliente, Número de tanques y las capacidades de los mismos.

Se recogieron todos los datos y se tabularon, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 6.1. Resumen de tanques por sucursal

SUCURSAL	Nº TANQUES
BARQUISIMETO	144
CUMANA	11
MARACAY	396
Pto. ORDAZ	59
LA VICTORIA	149
LOS TEQUES	251
CARACAS	883
GUARENAS/GUATIRE	34
VALENCIA	555
OCUMARE	162
CAUCAGUA	120
LA GUAIRA	115
TOTAL	**2879**

6.2 Muestreo estadístico

Toda ciencia hasta cierto punto depende de la recolección e interpretación de datos a través de métodos estadísticos. Uno de los métodos más confiables para obtener información (totales y medias poblacionales, razones, diferencia de medias, etc.) de una población, es sin duda alguna el muestreo estadístico; que en base a ciertos parámetros por los que se rige, es capaz de arrojar resultados confiables sin que ello implique gastos elevados.

En este estudio se empleará el *muestreo aleatorio simple para proporciones y porcentajes* con el objeto de estimar la proporción de tanques que poseen una característica definida, la cual se denominará atributo.

El *muestreo aleatorio simple para proporciones y porcentajes* parte de ciertas premisas como lo son:

- Definir el tamaño de la población (N).
- En base al tamaño de la población definir la muestra piloto "m_p" (generalmente, se emplea un valor menor al 3% de la población) y seleccionarla de manera aleatoria.
- Definir el atributo, en base al cual se estimará la proporción (p).

Siendo, $p = \frac{a}{n}$

donde;

a= N° de elementos de la muestra que poseen el atributo.

n= Tamaño de la muestra.

p= Proporción de la muestra con el atributo.

Procedimiento para realizar un *muestreo estadístico*:

1. Se determina "p" de la muestra piloto ($p = \frac{a}{m_p}$); parámetro necesario para definir el tamaño de muestra.

2. Se calcula el tamaño de muestra, $n = \dfrac{N \times p \times (1-p) \times Z^2_{\beta/2}}{p \times (1-p) \times Z^2_{\beta/2} + N \times \varepsilon^2}$ (los términos se definen más adelante) y se selecciona de manera aleatoria de la población, tomando la muestra piloto como parte de ella.
3. Se determina "*p*" de esta última prueba, y se recalcula el tamaño de muestra.
4. a) Si el nuevo tamaño de muestra excede al anterior, se completa la muestra y se va al paso 3 (Muestra nueva = Muestra anterior + excedente).

   b) Si el nuevo tamaño de muestra es menor al anterior, se detiene el procedimiento; y se realiza la inferencia en base al último resultado muestral.

La estimación del parámetro "*p*" permite realizar la inferencia acerca de la población, con un nivel de confianza y un error de tolerancia, fijados de manera de obtener resultados lo más confiables posibles.

Este procedimiento se realizó en dos fases:

- **Fase I.**

En esta fase se tomó una muestra piloto equivalente al 1,75% del total de tanques de la empresa, contabilizando los recipientes cuya fecha de última prueba hidrostática haya expirado (atributo); determinando de esta manera "*p*" (proporción de la muestra con el atributo). El paso siguiente fue el cálculo del tamaño de muestra necesario. A continuación se muestran los cálculos pertinentes:

$m_p = \%*N$

donde,

m_p: muestra piloto

N: 2879

Cálculo:

m_p(1,75% de N) = 0,0175*2879

$m_P = 50{,}53 \approx 50$ unidades (por defecto).

Como se mencionó anteriormente, el procedimiento requiere que la selección de la muestra piloto se realice de forma aleatoria, es por esto que se extrajo una muestra de la *Base de Datos* mediante la generación de números aleatorios, determinando así los tanques que serían revisados (Anexo #4).

El resultado obtenido de la revisión, es el que se muestra a continuación:

$p = 89\ \%$

Tamaño de muestra.

$$n = \frac{N \times p \times (1-p) \times Z^2_{\beta/2}}{p \times (1-p) \times Z^2_{\beta/2} + N \times \varepsilon^2}$$

donde,

n: Tamaño de la muestra

N: Total de tanques

p: Proporción con el atributo

β: Riesgo del muestreo.

$Z_{\beta/2}$: valor normal para un riesgo "$\beta/2$" (ver curva normal, Anexo#5)

ε : error tolerado del muestreo

Suposición:

Confiabilidad del muestreo = 1- β =0,95 (95%)

Error tolerado = ε = 2%

Cálculo:

$$n = \frac{2879 \times 0{,}89 \times (1-0{,}89) \times (1{,}96)^2}{0{,}89 \times (1-0{,}89) \times (1{,}96)^2 + 2879 \times (0{,}02)^2}$$

n = 708 tanques.

Se seleccionaron los tanques, de manera idéntica a la muestra piloto.

- **Fase II.**

Se elaboró una encuesta (Anexo #6), de la que se obtendrán datos precisos sobre el estado del tanque y sus accesorios, así como también su ubicación específica. La misma se repartió de acuerdo al resultado de la selección, a cada una de las sucursales.

El procedimiento para el llenado de las encuestas se realizó en las siguientes etapas:

1. La Gerencia de Operaciones (sede en Caracas) emite las respectivas encuestas a las diferentes sucursales.
2. Cada sucursal remite a los choferes de los camiones a cubrir una ruta para el llenado de los tanques, correspondiente a su jornada de trabajo. Cuando la ruta a cubrir incluye alguno de los clientes cuyos tanques fueron seleccionados aleatoriamente para el muestreo, entonces estos proceden a rellenar la encuesta.
3. Finalmente, cada sucursal recopila su información y la envía a la Gerencia de Operaciones, donde los datos son analizados y tabulados, para luego presentar los resultados.

6.3 Resultados

Se calculó nuevamente el tamaño de la muestra resultando 664 tanques, lo que indica parar el procedimiento; por tanto se pudo inferir que el 89% de los tanques de la empresa requieren de mantenimiento (2562 tanques).

7 INGENIERIA BASICA DEL PROYECTO

7.1 Evaluación de la localización

La localización es un punto fundamental en el estudio, ya que representa la ubicación final en la que se desarrollará el proyecto. El taller se situará en una plataforma de concreto preparada en un terreno ubicado en los teques, en el que Digas S.A. realiza operaciones mecánicas para la reparación de su flota. La selección de localización para el taller estuvo sujeta a los siguientes criterios:

- Terreno propio, por lo que la empresa evita desembolsar dinero para adquirir un terreno. Los depósitos de la empresa ubicados en el interior del país, son alquilados a otras empresas distribuidoras.
- Posee la permisología para almacenamiento de G.L.P..
- Ubicación estratégica, el terreno se encuentra en un punto equidistante de los principales centros de consumo de G.L.P. en recipientes estacionarios (Maracay, Valencia, Los Teques y Caracas).
- Disponibilidad de mano de obra y de recursos básicos de agua y electricidad.

7.2 Dimensionamiento de la planta

7.2.1 Capacidad de planta. Factores determinantes

El término capacidad de planta, es definida como la máxima rata de producto terminado que la planta es capaz de procesar en un período determinado, asumiendo ciertas condiciones operativas de producción.

La capacidad estará determinada por ciertos factores, que dependiendo del tipo de planta, tendrán un peso jerárquico en la definición. Alguno de estos factores son:

- **La demanda.**

A corto y mediano plazo, la demanda estará determinada por los tanques de Digas S.A. que por sus condiciones requieran de mantenimiento. Esta demanda fue definida en la Investigación de Mercado.

- **La tecnología.**

En base a los requerimientos tecnológicos del proceso productivo, el taller contará con los equipos y herramientas adecuados, los cuales por el tipo de sistema de producción empleado, no tendrán mayor repercusión en la capacidad.

- **Sub-mercado de los proveedores.**

Un factor importante en la estimación de la capacidad es el referido a los proveedores, los cuales, imponen las pautas de servicio en cuanto a la gestión de suministros de los diferentes insumos involucrados con el proceso. Es por ello, que es importante tratar con Proveedores que reúnan por lo menos dos aspectos fundamentales como lo son: garantía y calidad de los productos, y confiabilidad en los tiempos de entrega. Por otro lado, la planta tiene que tener presente, que es ella la que tiene que adaptarse al proveedor y no al contrario.

Para el caso de estudio, tomando en cuenta la idea anterior, se estableció tratar con los proveedores con que Digas S.A. ha trabajado los últimos años para el mantenimiento de sus camiones-tanque y cisternas.

- **Personal.**

Está definido por la mano de obra que se empleará en el proceso productivo, y representa el punto de mayor peso; por su incidencia en los tiempos de producción. Es el tipo de sistema productivo, el que origina que la mano de obra sea el aspecto que pueda vulnerar el proceso, por ello es que se hacen tan susceptibles los tiempos de ejecución de cada operación. La organización del taller debe estar constituida por personal calificado para realizar las operaciones que así lo requieran por sus características (dificultad, empeño, meticulosidad, destreza, conocimiento).

- **Servicios de planta.**

El taller contará con los siguientes servicios auxiliares:

- **Tanque de agua.**
- **Almacén de producto por procesar.**
- **Almacén de producto terminado**

Cada uno de estos servicios auxiliares de planta tienen un área física asociada, la cual se tomó en cuenta al momento de definir la capacidad del taller, de manera tal de no generar limitaciones de espacio.

7.2.1.1 Determinación de la capacidad de planta

7.2.1.1.1 Generalidades

Existen varios tipos de capacidad en función de los equipos, como lo son:

- **Capacidad de diseño.**

Es la capacidad teórica del equipo, estandarizando condiciones de producción a un estado de normalidad.

- **Capacidad del sistema.**

Es la capacidad que pueden generar el sistema integrado operador-equipo.

- **Capacidad real.**

Es la capacidad promedio de planta en un período, luego de exponer la capacidad de sistema a todas las contingencias propias de una unidad productiva.

7.2.1.1.2 Cálculo de la capacidad de planta

Bajo este esquema se buscará lo más próximo a una capacidad real, y así obtener un resultado más convincente.

Para definir la capacidad del taller se fijaron las condiciones operativas de las que se habló anteriormente. Estas condiciones operativas se refieren a los turnos por día (uno, dos ,tres.), el número de días que la planta opera en la semana (o mes), los niveles de la mano de obra, los centros de trabajo del taller y la rata de producción del mismo. Partiendo de estas condiciones, se puede definir la capacidad de la siguiente manera:

$$C_P = C_T \times T_S \times H_T \times R_P \quad (2)$$

donde,

C_P= Capacidad de planta.

C_T= Centros de trabajo.

T_S= Turnos por semana.

H_T= Horas por turno.

R_P= Rata de producción.

Es necesario definir cada una de estas variables para luego determinar la capacidad, por tanto:

El taller estará conformado por 2 centros de trabajo, es decir, integrado por 2 puestos de trabajo en aquellas áreas cuyas operaciones puedan repercurtir considerablemente en la capacidad de planta. Se trabajará un turno diario de lunes a viernes, de 8 horas cada uno; y un turno el sábado de 4 horas (este tiempo excluye paradas fortuitas, retrasos, descanso, mantenimiento de equipos, etc.).

En cuanto a la rata de producción (unid./H), la misma estará determinada por la mano de obra involucrada en el proceso. La misma se define como:

$$R_P = \frac{1}{T_P}$$

donde,

R_P= Rata de producción.

T_P= Tiempo de producción.

El tiempo de producción viene dado por el tiempo de arranque más el tiempo de operación (el tiempo de arranque, en este caso particular, es despreciable por ser equipos universales que no requieren de ninguna preparación especial para su arranque). Para obtener un valor empírico de éste tiempo de producción se recurrió a realizar pruebas en sitio (cuatro días diferentes para descartar un sesgo en los resultados), tomando como patrón un tanque de 250 US gal. y realizándole todas las operaciones aunadas al mantenimiento. Se estimó el tiempo de producción para las capacidades de 120 US gal. y 500 US gal (Anexo #7).

El resultado se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 7.1. Resumen de tiempos y ratas de producción

CAPACIDAD (US gal)	T_P (H)	R_P (unid./H)
120	4,30	0,232
250	5,87	0,170
500	7,97	0,125

Por tratar el taller tres tipos de tanques diferentes, la capacidad de planta dependerá de las capacidades particulares de acuerdo a su respectiva rata de producción (R_P), resultando;

$$C_P = \frac{C_{P1}}{R_{P1}} + \frac{C_{P2}}{R_{P2}} + \frac{C_{P3}}{R_{P3}}$$

Para definir la fracción que cada una de estas capacidades particulares aporta a la capacidad de planta, se realizó la siguiente consideración:

Del Parque Nacional de Tanques de Digas S.A. se determinó el peso porcentual (Tabla 7.2) que cada uno de estos tipos de tanque posee dentro del mismo, pudiendo inferir la probabilidad con la que llegarían al taller. Esta será, por tanto, la misma proporción en que serán reparados los tanques, logrando establecer una capacidad definitiva.

Tabla 7.2. Distribución porcentual de tanques por capacidad

CAPACIDAD (US gal)	PROPORCIÓN (%)
120	45,78
250	27,06
500	27,16

La capacidad particular de cada tanque en relación con la capacidad de la planta, resulta:

$C_{P1} = 0,4578 * C_P$

$C_{P2} = 0,2706 * C_P$

$C_{P3} = 0,2716 * C_P$

Finalmente, la capacidad de la planta resulta:

$$\frac{0{,}4578 \times C_P}{0{,}232} + \frac{0{,}2706 \times C_P}{0{,}170} + \frac{0{,}2716 \times C_P}{0{,}125} = 2 \times \left[(5 \times 8) + (1 \times 4)\right]$$

C_P*= 15,33 tanques.

C_P= 15 tanques/semana (por defecto).

7.3 El producto. Características

Para dar una mejor visualización y claridad a los puntos propiamente de diseño se describirá de manera general el producto que se va a manejar durante el proceso de reparación y mantenimiento.

Los tanques presentan una forma cilíndrica en su cuerpo y a cada uno de sus extremos se puede observar casquetes semi-esféricos. Cada tanque posee cuatro patas en la parte inferior y dos orejas que están situadas en la parte superior del tanque a la altura de los casquetes y sobre la línea imaginaria que alinea al conjunto de válvulas, ambos fijados al cuerpo del tanque por medio de cordones de soldadura. Los tanques se fabrican bajo normas ASME (American Society of Mecanical Engineers), con acero laminado en caliente.

Los tanques que se van a manejar en el taller son principalmente de tres capacidades: 120 US gal, 250 US gal y 500 US gal; cada uno de los cuales posee medidas diferentes como se muestra en la Fig.7.1.a y Fig.7.1.b.

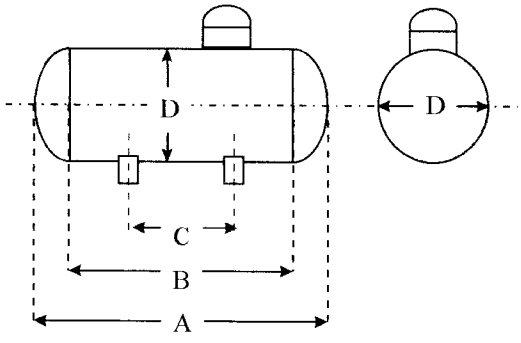


Fig 7.1.a. Ilustración del tanque

CAPACIDADES			DIMENSIONES				PESO
AGUA	G.L.P.		A	B	C	D	(Ton.)
US GAL	Kg.	LBS	mm.	mm.	mm.	mm.	
120	189	416	1798	1380	950	610	0,2
250	394	868	2260	1880	1500	762	0,35
500	788	1736	3057	2495	1995	914	0,6

Fig. 7.1.b Características del producto

7.4 El proceso de producción

Cualquier tipo de producción industrial se puede definir como el empleo de mano de obra, materias primas, materiales y servicios auxiliares; con el objeto de producir un bien o servicio. La diversidad de alternativas en los procesos de producción se deriva de la posibilidad de emplear diferentes técnicas en la fabricación de un mismo producto. Cada proceso de producción se puede asociar a una determinada tecnología, en base a la cual se catalogó al proceso del taller como *artesanal de mano de obra intensiva*. Estos procesos se caracterizan por tener poco grado de desarrollo tecnológico, bajos niveles de producción, dependencia de la mano de obra directa, cantidades pequeñas de producción, producción con bajos niveles de inventarios y utilización de equipos universales.

7.5 Descripción de operaciones

Las operaciones básicas a realizar en este taller son las siguientes:

⇒ Despresurización

⇒ Retiro y prueba de accesorios

⇒ Pre-limpieza

⇒ Inspección visual general

⇒ Limpieza externa y decapado

⇒ Inspección visual detallada

⇒ Reparaciones menores

⇒ Prueba hidrostática

⇒ Troquelado

⇒ Limpieza interna

⇒ Tratamiento de agua

⇒ Pintura de fondo a base de Cromato de Zinc ($Zn\ Cr\ O_3$).

- **Despresurización.**

Como etapa inicial al proceso, se realizará el trasiego al recipiente, de manera de recolectar el líquido remanente (hidrocarburos líquidos) y almacenarlo en un tanque auxiliar. Posteriormente, el gas residual confinado en el recipiente estacionario, será eliminado a través de un equipo adecuado de combustión controlada, logrando así una despresurización total.

- **Retiro y prueba de accesorios.**

Con el fin de proteger los accesorios del tanque de los efectos negativos que sobre sus componentes no metálicos pueden tener los productos químicos utilizados en diferentes operaciones posteriores, además de facilitar la revisión de las bridas que los alojan y proveer el acceso para la realización de la prueba hidrostática y limpieza interna del recipiente, se procede al retiro de todos y cada uno de los accesorios: válvula de seguridad, llenado, servicio, retorno de vapor, trasiego de líquido, indicadores de nivel fijo y magnético, manómetros y tapones.

Los accesorios son recolectados y enviados junto a los tanques reparados a los diferentes depósitos de la empresa de acuerdo a la sucursal donde serán destinadas las unidades, en estos depósitos se le realizarán las pruebas de funcionamiento a los accesorios.

- **Prelimpieza.**

A manera de facilitar la inspección visual general, se realizará una limpieza que consistirá básicamente en la aplicación de un disolvente en aquellas zonas que presenten grasas, aceites, o cualquier otro agente indeseable sobre la superficie del tanque.

- **Inspección visual general.**

El propósito de esta inspección es determinar mediante un examen superficial, el estado general del recipiente.

En esta inspección se podrán evidenciar posibles abolladuras, abultamientos, zonas de corrosión, efectos del fuego y cualquier otra anomalía que por su naturaleza o magnitud, determine la inhabilitación del recipiente, evitando así, continuar con el proceso de mantenimiento; igualmente en esta etapa se pueden detectar defectos tales como desprendimiento o deterioro de la placa de identificación, protector de accesorios, patas, soportes y ganchos.

- **Limpieza externa y decapado.**

Como paso previo a una inspección visual detallada, es necesario retirar de la superficie del tanque las capas de pintura de acabado y protección anti-corrosiva, escamas de material corroído, polvo, sucio y cualquier otro cuerpo extraño. Todo lo cual, se realizará deslizando manualmente un disco (acoplado a un taladro) raspador de pintura y óxido, sobre toda la superficie del tanque; logrando la limpieza (primaria) externa del recipiente. Finalmente, para limpiar profundamente la lámina, eliminando totalmente el óxido y prepararla para su protección con pintura anti-corrosiva, se aplica decapante en toda la superficie, proceso mediante el cual se logrará el efecto esperado.

- **Inspección visual detallada.**

En esta inspección se revisa el tanque minuciosamente para detectar cualquier defecto que indique posible debilitamiento de las paredes. Igualmente se revisarán todas las bridas a fin de detectar si existen defectos tales como corrosión ó golpes al cuerpo y/o soldadura, además se analizarán las crestas y roscas cuidadosamente, para detectar si existe desgaste o corrosión significativa. Los defectos encontrados serán evaluados de acuerdo a los siguientes criterios de aceptación o rechazo:

◊ **Abolladura.**

a) Cuando la abolladura incluye una soldadura o está cerca de ella, la profundidad máxima permitida será de 6,35 mm (1/4 de pulgada).

b) Cuando la abolladura no incluye una soldadura o no está cerca de ella, la profundidad máxima permitida será de 1/10 del diámetro promedio de la abolladura.

◊ **Cortes, estrías y hendiduras.**

a) Cuando el defecto tenga menos de 76,2 mm (3 pulgadas) de longitud, la profundidad máxima permitida será la señalada en la tabla siguiente:

Tabla 7.3.a. Máxima profundidad permitida para cortes, estrías y hendiduras

CAP. TANQUE (US gal)	FONDO Y CABEZA (mm)	CUERPO (mm)
120	2,375	2,500
250	2,875	3,175
500	2,875	3,750

b) Cuando el defecto tenga mas de 76,2 mm (3 pulgadas) de longitud, la profundidad máxima permitida será la señalada en la tabla siguiente:

Tabla 7.3.b. Máxima profundidad permitida para cortes, estrías y hendiduras

CAP. TANQUE (US gal)	FONDO Y CABEZA (mm)	CUERPO (mm)
120	1,188	1,250
250	1,438	1,588
500	1,438	1,875

◊ **Abultamiento.**

Los tanques que presenten este tipo de deformación, serán rechazados sin excepción e inutilizados para el servicio.

◊ **Corrosión.**

a) Aislada: La profundidad máxima permitida por este tipo de defecto será la especificada en la tabla siguiente:

Tabla 7.4.a. Máxima profundidad permitida para corrosión aislada

CAP. TANQUE (US gal)	FONDO Y CABEZA (mm)	CUERPO (mm)
120	3,135	2,500
250	3,795	4,191
500	3,795	4,950

b) En línea:

b.1) Cuando la longitud de la corrosión en línea es menor de 76,2 mm (3 pulgadas), la máxima profundidad permitida será la especificada en la tabla siguiente:

Tabla 7.4.b.1. Máxima profundidad permitida para corrosión en línea

CAP. TANQUE (US gal)	FONDO Y CABEZA (mm)	CUERPO (mm)
120	2,375	2,500
250	2,875	3,175
500	2,875	3,750

b.2) Cuando la longitud de la corrosión en línea es igual o mayor a 76,2 mm (3 pulgadas), la máxima profundidad permitida será la especificada en la tabla siguiente:

Tabla 7.4.b.2. Máxima profundidad permitida para corrosión en línea

CAP. TANQUE (US gal)	FONDO Y CABEZA (mm)	CUERPO (mm)
120	1,188	1,250
250	1,438	1,588
500	1,438	1,875

c) General: La profundidad máxima de picadura en área de corrosión general, será la especificada en la tabla siguiente:

Tabla 7.4.c. Máxima profundidad permitida para corrosión general

CAP. TANQUE (US gal)	FONDO Y CABEZA (mm)	CUERPO (mm)
120	1,568	1,650
250	1,898	2,095
500	1,898	2,475

◊ **Daños por acción al fuego.**

Los tanques que hayan sufrido los efectos de la acción del fuego, serán rechazados e inutilizados al servicio.

◊ **Defectos en las bridas.**

Las bridas de los tanques serán examinadas cuidadosamente con el objeto de detectar si existen defectos que puedan dar origen a fugas. En todo caso se rechazarán los tanques que presenten los siguientes defectos en este componente:

a.- Reducción del número de hilos.

b.- Desgaste o corrosión en las crestas.

c.- Desgaste, mella, o rotura de hilos.

d.- No proporciona hermeticidad total al instalar una válvula o tapón.

- **Reparaciones menores.**

Cuando se trata de tanques pre-clasificados (antes de la prueba hidrostática) como aptos para seguir almacenando G.L.P. pero que no dispongan de la placa de identificación, o presenten desprendimiento o deterioro de patas, soportes del protector de accesorios, o ganchos de acarreo; se procederá de inmediato a la incorporación del accesorio faltante mediante aplicación con soldadura.

- **Prueba hidrostática.**

Los tanques que hayan pasado la inspección visual y se encuentran limpios externamente, se someterán a este ensayo de presión hidrostática. El propósito de este ensayo es el verificar la hermeticidad del recipiente; esto se logra bombeando agua en su interior hasta alcanzar una presión interna de 375 lb/plg^2 (1,5 veces la presión de diseño). Una vez estabilizada la presión interna, se procederá a golpear con un martillo de bronce las zonas cercanas a los cordones de soldadura y áreas que se sospeche puedan presentar problemas o fallas futuras.

En esta prueba pueden verificarse posibles filtraciones, que se manejarán bajo el siguiente criterio: Las filtraciones determinadas por grietas, poros o fisuras producidas como consecuencia de la corrosión o fatiga del metal, darán lugar siempre al rechazo definitivo del tanque; sin embargo, cuando las grietas, poros o fisuras son a nivel de un cordón de soldadura, se enviará el recipiente a un taller especializado, autorizado por el M.E.M., ya que este tipo de defecto puede ser corregido mediante esmerilado profundo en la zona y aplicación de un segmento de soldadura no mayor de 3 cm. de longitud.

- **Troquelado.**

Se grabará en la placa de identificación del recipiente la palabra REVISADO, seguida del mes y año en que se efectuó la revisión y el logotipo de identificación del taller, con caracteres de 6 mm de alto y 1,5 mm de profundidad.

- **Limpieza interna.**

Durante el uso del tanque se van acumulando en su interior algunos productos extraños arrastrados por el G.L.P, como condensado de hidrocarburos, compuestos de azufre, humedad, óxidos de hierro, polvo, etc. La eliminación de estos residuos se hará mediante un lavado acuoso que contenga un agente inhibidor de la oxidación. El agua de

arrastre no será incorporada al sistema de drenaje o a la red de cloacas de la zona, por cuanto en ella estarán presentes algunos hidrocarburos livianos, que generan una situación de cierta peligrosidad.

- **Tratamiento de agua.**

Una solución para minimizar el impacto ambiental y el riesgo que las aguas de arrastre podrían causar, es el implantar un sistema de almacenamiento interno de agua. El sistema se basa en la recirculación del agua de operación hacia un tanque de almacenamiento, donde se le aplica el tratamiento que se explica a continuación:

El tratamiento que se recomendó fue el de *Despojo por Aire* (3,4) (Air Striping, Anexo#8). El mismo consiste en hacer burbujear aire a través de un difusor que se encuentra sumergido en el tanque; con esto se logra eliminar gran parte de los hidrocarburos presentes en el agua de desecho, ya que por el hecho de ser livianos son arrastrados fácilmente por las burbujas y son liberados al ambiente en forma gaseosa. Para lograr mayor efectividad en el proceso, se deben colocar en el tanque piedras porosas, que al chocar el aire contra ellas se originen burbujas más pequeñas capaces de arrastrar mayor cantidad de hidrocarburos consigo (a mayor gradiente de concentración de estos hidrocarburos en el agua, mayor será la rata de vaporización).

- **Pintura de fondo a base Cromato de Zinc.**

Para evitar la oxidación de la superficie del recipiente, se le aplicará de forma inmediata, una capa de pintura anticorrosiva que apruebe el ensayo de cámara salina de 24 horas (1) , y de esa forma estará listo para ser pintado con un acabado de color aluminio.

- **Pintura de acabado.**

La aplicación de la pintura de acabado (color aluminio) se realizará directamente en el punto donde prestará servicio, la misma proporcionará una mejor apariencia y mayor protección al tanque.

7.5.1 Desincorporación

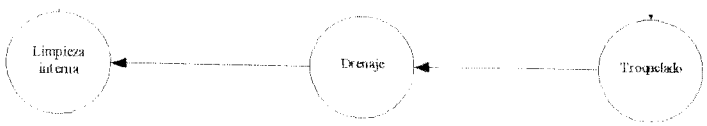
Todo tanque que sujeto a los criterios de aceptación de cada una de las pruebas, se consideren no sean aptos para seguir prestando servicio; se inutilizarán mediante la

apertura de cuatro (4) perforaciones de ± 2 cm. de diámetro cada uno en una de las cabezas (tomando las previsiones necesarias).

7.5.2 Certificación

Una vez culminadas las operaciones, se completa la planilla de certificación del tanque (Anexo #9). Un ejemplar se envía al M.E.M., una copia será remitida al futuro usuario y una copia permanece en el taller para llevar un registro de los tanques reparados.

En la fig. 7.2 se puede observar el diagrama de flujo del proceso de reparación y mantenimiento de recipientes estacionarios.



7.6 Selección de equipos

7.6.1 Criterio de selección de equipos

El costo de un equipo no debe verse únicamente como el costo inicial de la adquisición, sino como la sumatoria de todos los costos en que el propietario incurre mientras mantiene la propiedad (costo del ciclo de vida). El equipo que es más conveniente adquirir es aquel que demuestre menor costo total a lo largo de su vida útil. Los costos asociados a la adquisición y posesión de un equipo van desde costos de investigación y desarrollo, costos de producción y construcción y costos de operación y mantenimiento. El empleo de equipos universales reduce los factores a tomar en cuenta para su selección, ya que se trata de equipos que se fabrican por lotes estandarizados con variaciones en cuanto a capacidad según los requerimientos del comprador, y no para atender especificaciones particulares, es por esto, que en este caso de estudio estuvieron exentos los costos de investigación, desarrollo y de construcción. Por tanto, la adquisición de los equipos se realizó con la finalidad de cumplir con los estándares de calidad; seleccionando los de mejor beneficio-costo.

Debido a que el proceso de producción involucrado en este estudio es de mano de obra intensiva, la adquisición de los equipos o sistemas de equipos será adquirida como *Paquete Cerrado*. "Un equipo o sistema de equipos se adquiere como "paquete cerrado" cuando durante la etapa de adquisición el comprador tiene que limitarse a lo que el mercado ofrece. El equipo o sistema de equipos se vende como un todo, de ninguna o muy baja susceptibilidad de cambios. Adicionalmente la información ofrecida al comprador se limita a las especificaciones básicas (generalmente funcionales) y a un manual de utilización que sólo incluye mantenimiento de primer nivel (limpieza, verificación de estado, etc.). En estos casos el fabricante suele poseer una red de servicios, a través de sus representantes o agentes, que supuestamente ofrecen el apoyo técnico en la oportunidad que el cliente lo requiera. Es muy común que inclusive el equipo requiera de herramientas de diseño especial, no disponibles para la libre adquisición por el comprador". (5)

7.6.2 Descripción de los equipos

Los equipos que se requieren para el funcionamiento del taller han sido seleccionados tomando en cuenta el volumen de tanques a reparar y la magnitud de la reparación entre otros, definiendo los siguientes:

- Explosímetro con Kit de calibración y accesorios
- Medidor de espesor por ultrasonido
- Soldador
- Compresor de aire
- Pistolas de pintura
- Taladro
- Bomba de Agua
- Bomba de Agua Manual

7.7 Diseño de la planta

7.7.1 Estudio del interior de la planta

El estudio del interior de la planta tiene la finalidad de distribuir, de manera lógica y con el propósito de obtener los mejores resultados; las diferentes áreas de las que constará el taller (áreas de operaciones, áreas de servicios auxiliares, etc.). Para realizar el estudio fue necesario visitar la localización del taller, y en sitio se tomaron todas las medidas que se consideraron necesarias para trazar un plano del espacio físico. Para distribuir las áreas de trabajo se tomaron en cuenta los siguientes principios:

- **Principio de integración**.

Se conjugaron todos los factores que pueden afectar la distribución, y obtener una visión global de todo el conjunto y la importancia relativa de cada factor.

- **Principio de mínima distancia.**

Dentro de lo que sería el área de operaciones, el espacio está muy delimitado, por lo que la mínima distancia se cumple sin mayor esfuerzo, sin embargo, se aplicó este principio al momento de ubicar los almacenes de producto por procesar y terminado, de modo que la unidad de manejo se manipulara distancias lo más reducidas posible.

- **Principio del espacio cúbico.**

Se diseñaron los almacenes en base a este principio, ya que como se describió anteriormente los recipientes posee dimensiones que requieren de gran espacio físico, por tanto se aprovechó la altura para lograr el diseño que cumpliera con las necesidades.

- **Principio de bienestar y seguridad.**

La localización ya cuenta con servicios de agua potable y baños, con lo cual el obrero tendrá opción a los mismos cuando por razones personales así lo requiera. En el aspecto de seguridad, el taller contará en el área de operaciones con dispositivos contra incendios (extintores). A pesar de la peligrosidad a la que se está expuesto ante el manejo de G.L.P., la etapa inicial del proceso (ver flujo de proceso) corresponde a la despresurización total del tanque (pese a que los tanques son enviados sin contenido de G.L.P.), esto con la finalidad de eliminar trazas residuales de gas que puedan contener los tanques. Por esta razón se convino en colocar tres extintores manuales que utilicen como extinguidor: bióxido de carbono, químicos secos B C, químicos secos A B C o hidrocarburos halogenados, que son los recomendados para atacar el tipo de fuego provocado por estos gases. (6)

- **Principio de flexibilidad.**

El diseño tendrá gran flexibilidad, por las características del proceso productivo que comprende áreas de trabajo en la que los equipos y herramientas de trabajo son transportables fácilmente, en caso de que por exigencias del medio así se requiera.

7.7.2 Tipo de distribución

El tipo de distribución corresponde a la de *Distribución por Proceso*, la cual agrupa por áreas de trabajo a equipos y operadores que realizan una misma tarea. El tipo de proceso productivo (artesanal) definido, obliga que la distribución sea de este tipo. Este tipo de distribución se caracteriza por requerir personal calificado y por manipular gran parte del tiempo la unidad de manejo, por otra parte se aprovechan los equipos casi todo el tiempo.

7.7.3 Areas de planta

El taller contará con las siguientes áreas de planta:

- **Almacenes.**

Para los tanques por reparar se contará con un área que si bien es delimitada, será flexible en cuanto a posibles saturaciones en la llegada de tanques. A dicha área se denominará "almacén de producto por procesar". El "almacén de producto terminado" estará conformado por una estructura metálica capaz de alojar 16 tanques (500 US gal) distribuidos en dos plantas de 8 tanques cada una (Anexo #10).

- **Producción.**

Son las áreas destinadas al proceso productivo; incluyendo el depósito de materias primas, con el que actualmente cuenta la localización.

- **Servicios auxiliares.**

El taller contará con un tanque de agua (Anexo #8) que suministrará el líquido para realizar la "prueba hidrostática" y "limpieza interna" correspondientes a las operaciones normales del proceso productivo.

- **Recepción y desembarque.**

La recepción y desembarque de las unidades se realizará por medio de sendos anclajes. (Anexo #11).

7.7.4 Layout

El layout es un plano indicativo de la planta, que representa cada una de las áreas anteriormente mencionadas. No es un plano definitivo sino un plano referencial que sirve para visualizar como será la planta.

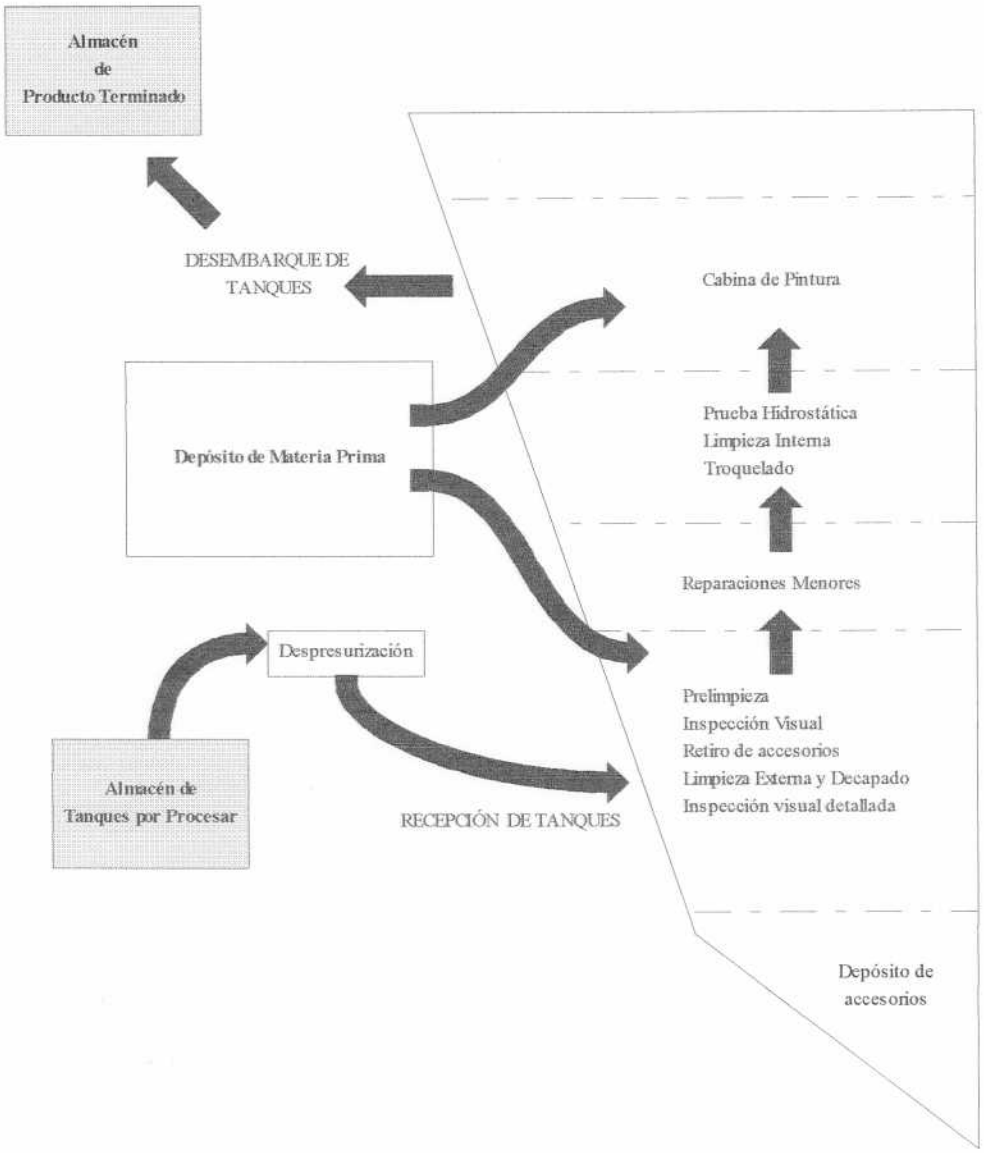


Fig. 7.3. Layout de la planta

7.7.5 Ubicación del personal por área de trabajo

Se fijó el número de personas por actividad de manera que el trabajo fuera el más efectivo posible, y no saturar el sistema sobrecargando las actividades de operarios (Ley de Rendimientos Decrecientes) (7), resultando de la siguiente manera;

- **Area 1.**

Comprende las actividades de: transporte de las unidades del "almacén producto por procesar" al área de "despresurización", y luego, al "Area 2".

Personal: 1

- **Area 2.**

Comprende las actividades de: "pre-limpieza", "inspección visual", "retiro de accesorios", "limpieza externa y decapado" e "inspección visual detallada".

Personal: 2

- **Area 3.**

Comprende las actividades de: "reparaciones menores".

Personal: 1

- **Area 4.**

Comprende las actividades de: "prueba hidrostática", "troquelado" y "limpieza interna".

Personal: 1

- **Area 5.**

Comprende las actividades de: "aplicación de pintura de fondo".

Personal : 1

- **Area 6.**

Comprende las actividades de: "descarga de tanques del taller" y el transporte de las unidades del "Area 6" al "almacén de producto terminado".

Personal: 1

Las Areas 1, 4, 5 y 6 las cubrirá el mismo personal, mientras que las Areas 2 y 3, las cubrirán tres personas; dos en el Area 2 y una en el Area 3 (Fig. 7.4). Esta asignación se justifica ya que las actividades correspondientes a las Areas 1, 4, 5 y 6 se realizan en

un tiempo total menor que el tiempo de las actividades de las Areas 2 y 3. De esta manera se pretenderá disminuir el tiempo ocioso.

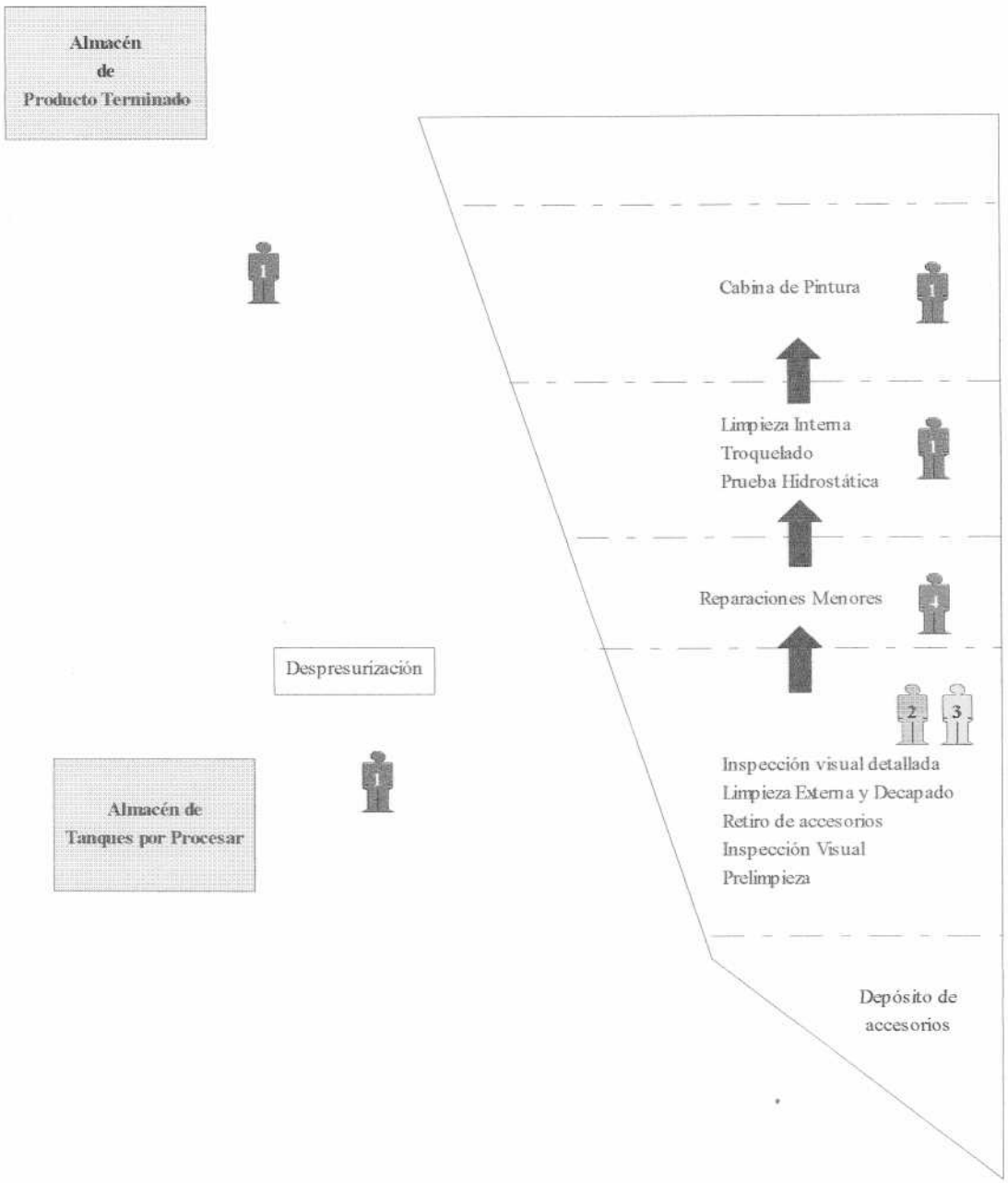
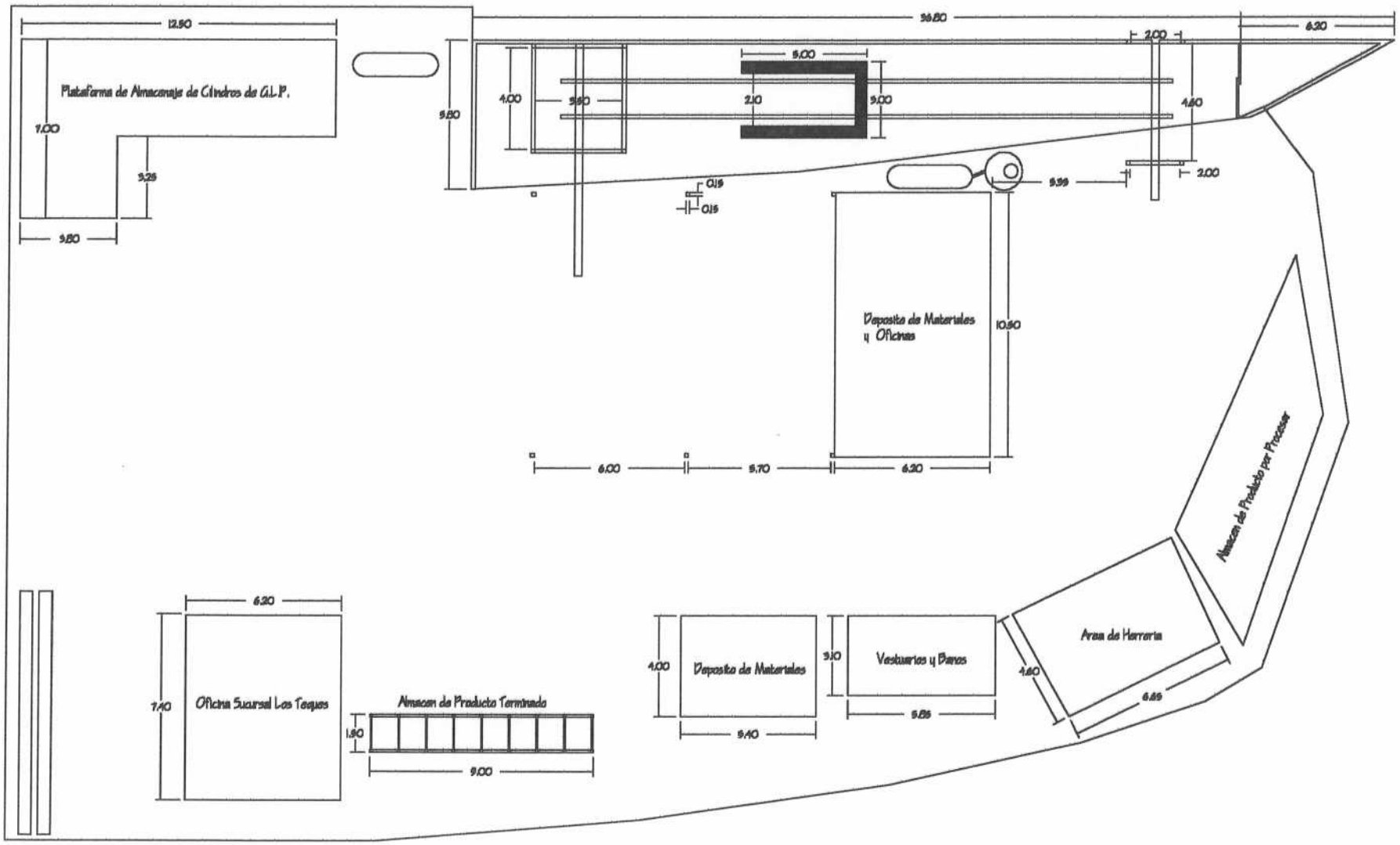


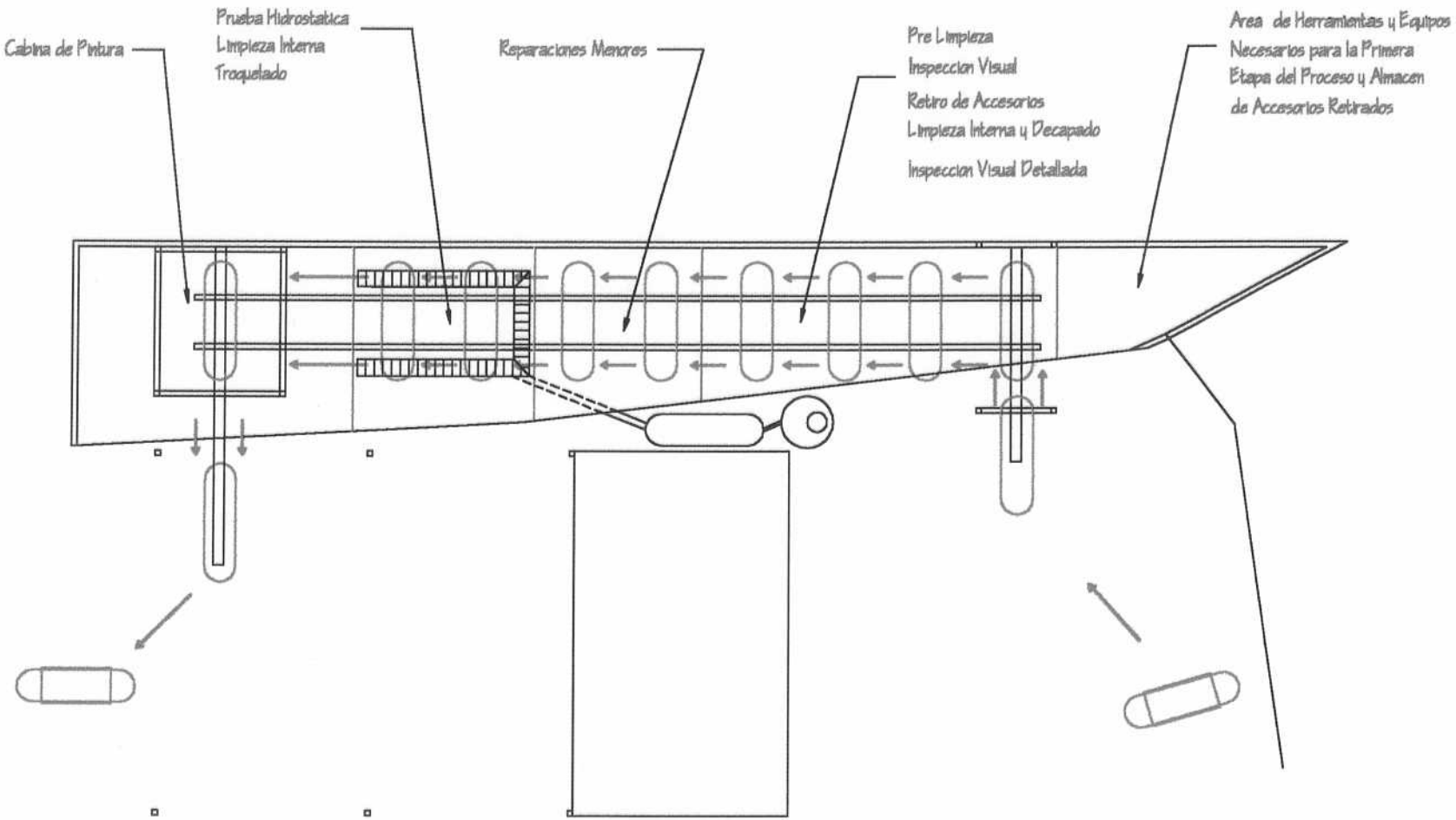
Fig. 7.4. Distribución de personal

7.7.6 Propuesta de diseño

Con base en todo el estudio llevado a cabo hasta ahora, en cuanto a distribución y áreas de planta; se realizó la propuesta de diseño que se muestra a continuación:



UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO	Trabajo Especial de Grado	28 de Junio de 1997	Escala 1:125	Realizado Por:
			Unidades: Metros	Bez Guillermo
Facultad de Ingenieria Industrial	Distribucion General de la Planta de Reparacion de Recipientes			Contreras Rowil



Flujo de Materiales

Operaciones por Areas de Trabajo

Diseno y Distribucion del Taller

UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO	Trabajo Especial de Grado	28 de Junio 1997	Escala 1:125	Realizado Por:
Facultad de Ingenieria Industrial	Plano General del Taller de Reparacion y Mantenimiento de Recipientes Estacionarios			Bez Guillermo Contreras Rowil

8 SIMULACION DEL PROCESO

Con el fin de ilustrar el proceso productivo ya en marcha se realizó una simulación, utilizando un software (I Think® 3.0.7) que permitió visualizar los movimientos de inventario de los almacenes de producto por procesar y producto terminado, además determinar la vida económica del proyecto.

8.1 Flujo de materiales

Es un sistema comprendido por tres etapas fundamentalmente, la primera "Política de Flujo", que concierne a la política que definirá el traslado de los tanques desde sus puntos de servicio hasta el taller; la segunda "Manejo de Materiales", es la manipulación realizada a los recipientes durante la permanencia de los mismos en el taller; y la tercera "Reincorporación", que determina el destino de los tanques a los depósitos de sucursales, para su posterior distribución al usuario final.

8.1.1 Política de flujo

Los tanques se enviarán al taller obedeciendo un régimen de control, que jerarquiza las prioridades de acceso al mismo de acuerdo al tipo de falla presente.

El mecanismo de control se realizará en base a una ficha de revisión periódica (Anexo#12), que completarán los choferes de sucursales al llevar a cabo el llenado normal de recipientes. Estas fichas son recolectadas por cada una de las sucursales, las cuales enviarán un reporte al departamento de operaciones donde se resumen los resultados de la revisión. El departamento de operaciones será el encargado de jerarquizar las prioridades de acceso, a fin de determinar los tanques que serán transportados al taller de mantenimiento. Los resultados del reporte deberán ser cargados a la *Base de Datos* para mantener un control y en base a un programa cronológico (reflejado en la Base de Datos) se planificarán los planes de mantenimiento futuros.

Inicialmente se comenzará con el traslado de los tanques preseleccionados para el muestreo, de los cuales ya se tiene conocimiento de su estado general (descrito en la encuesta realizada en la investigación de mercado), y a los usuarios que se les corte el

suministro, se les repondrá con recipientes nuevos del inventario (stock) de la compañía. Una vez que el proceso se estabilice se comenzará a surtir el mercado con los tanques provenientes del taller.

8.1.2 Manejo de materiales

El manejo de materiales describe el movimiento de las unidades en su permanencia en el taller, es decir, desde el momento en que los camiones despachan los tanques hasta que son recogidos para trasladarlos al punto donde prestarán servicio.

Movimiento y características.

- **Camión-Almacén.**

Una vez que los tanques son despachados en el taller se procederá de la siguiente manera: los tanques recibidos son colocados en el almacén de producto por procesar, mediante pequeñas unidades de transporte de traslado manual (Anexo #13). Inmediatamente el camión procede a cargar los tanques reparados (procedimiento análogo) para luego retirarse.

- **Almacén-Taller-Almacén.**

Los tanques depositados en el Almacén de producto por procesar son trasladados al taller mediante dos mecanismos: el primero que comprende las unidades de transporte manual y el segundo, un anclaje de entrada que mediante un sistema "trolley-Polipasto" (Anexo#14) permite el ingreso del tanque al área de operaciones.

A lo largo de las áreas de operaciones las unidades serán transportadas mediante un "burro de trabajo" (Anexo #15), el cual comprende dos barras fijas de metal dispuestas en forma paralela que permiten el rodamiento horizontal de los tanques. Una vez que llegan a la "cabina de pintura" los mismos son puestos fuera del área de operaciones a través del anclaje de salida. Finalmente, los tanques son conducidos mediante las unidades de transporte manual al almacén de producto terminado.

8.1.2.1 Política de almacén

El taller realizará el pedido de tanques por reparar al departamento de operaciones, obedeciendo una política que restringe dicha petición basándose en un nivel determinado de inventario del almacén de producto terminado.

El "flujo de materiales" conlleva a movimientos de inventario tanto en el almacén de producto por procesar, como en el de producto terminado; por tanto, se propuso realizar los pedidos de tanques una vez que el almacén de producto terminado llegue a un nivel establecido de inventario, de manera tal que llegue el camión parar surtir de material (tanques) al taller y retire los tanques ya reparados.

Se estimó el nivel de inventario, así como también la vida económica del proyecto (período en que se llevará a cabo el mantenimiento de los tanques), gracias al empleo de una técnica de simulación cuyo fundamento es simular un sistema (combinación de elementos destinados a producir un resultado) establecido.

Descripción del modelo.

El sistema establecido comprende el "Manejo de Materiales" en el taller, y está constituido por un conjunto de variables que guardan una relación (relaciones causales) (Fig.8.1). Estas variables son: "Dañados" (reservorio), "Rata de entrada" (tasa), "Almacén de entrada" (reservorio), "Operaciones" (tasa), "Almacén de salida" (reservorio), "Rata de salida" (tasa) y "Suma" (reservorio). El sistema es retroalimentado, logrando de esta manera generar el comportamiento del mismo por un tiempo determinado.

Para arrancar el modelo de simulación se definió como unidad de tiempo la "semana", un horizonte de simulación de 400 semanas (7 años y 8 meses) y un diferencial de tiempo (iteraciones por unidad de tiempo) de 1. Además es necesario ingresar valores iniciales para los reservorios, y definir las restricciones para las tasas. Las restricciones son las decisiones que hacen tomar a la variable un valor dado (Anexo #16).

Las variables quedaron definidas de la siguiente manera:

- **"Dañados".**

Son la cantidad estimada de tanques que requieren de mantenimiento.

- **"Rata de entrada".**

Son las unidades por unidad de tiempo que ingresan al taller. La llegada de camiones será de tres veces por semana, obedeciendo a una razón que limita el acceso de tanques al "almacén de entrada", de acuerdo al número de unidades dañadas. Esta fracción quedó definida de la siguiente manera:

$$razon = \frac{Dañados_i}{Total \quad Dañados}, \quad \text{para } i = 120,\ 250 \text{ y } 500 \text{ US gal}$$

- **"Almacén de entrada".**

Es el nivel de inventario del almacén de producto por procesar.

- **"Operaciones".**

Son las unidades por unidad de tiempo que se operan o procesan durante el proceso productivo (capacidades para cada tipo de tanque).

- **"Almacén de salida".**

Es el nivel de inventario del almacén de producto terminado.

- **"Rata de salida".**

Son las unidades por unidad de tiempo que salen del taller.

- **"Suma".**

Es un acumulador de las unidades ya reparadas.

A continuación se muestra la tabla inicial (t=0):

Tabla 8.1. Tabla de inicialización del simulador

	CAPACIDAD (US gal)		
VARIABLES	120	250	500
Dañados	1173	693	696
Almacén de entrada	7	6	8
Almacén de salida	0	0	0
Suma	0	0	0
Rata de entrada	0	0	0
Rata de salida	0	0	0
Operaciones	6,87	4,06	4,07

El sistema también contiene los llamados conectores, que permiten restringir el modelo según necesidades. En éste caso los conectores son el "Contador" y "Suma total". El "Contador restringe el nivel de inventario del almacén de producto terminado, y es éste el parámetro que indicará el momento de realizar los pedidos de material. La "Suma total" es un indicador de la tasa de tanques que se han reparado, inicialmente toma un valor constante y cuando la suma de las unidades que han salido de cada uno de los almacenes de salida (Almacén de producto terminado) a lo largo del período de simulación, equivale a la demanda de tanques (tanques de Digas S.A. por reparar); entonces "suma total" toma otro valor indicando el período de reparación del total de los tanques (vida económica del proyecto).

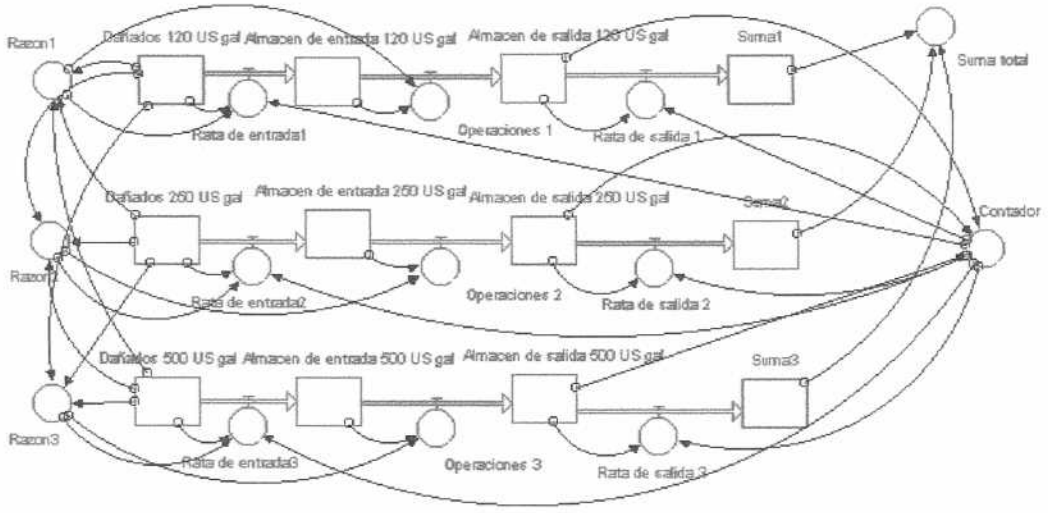


Fig. 8.1. Diagrama estructural del modelo de simulación

Resultado del modelo.

La simulación arrojó una vida económica del proyecto de 262 semanas (5 años), período en el cual se recuperarán todos los tanques dañados (Anexo#17).

Por otra parte se obtuvo el nivel de inventario de tanques que mantendrá el taller durante el período de recuperación (Anexo#18).

8.1.3 Reincorporación

Una vez que los camiones retiren los tanques reparados, serán trasladados a los diferentes depósitos ubicados en las adyacencias de las sucursales; para luego distribuirlos a los clientes que requieran del servicio de G.L.P..

9 ESTRUCTURA FINANCIERA

9.1 Generalidades.

Para evaluar un proyecto se consideran los costos como desembolsos de efectivo que se deben estimar como parte de la técnica de planeación, para medir la rentabilidad del proyecto. Como primer paso para levantar la estructura financiera de este estudio, se definieron los principales centros de costos que conforman la Estructura de Costos asociada al diseño de la planta, la cual se puede desglosar en dos grupos: Costos de Producción y Costos de Inversión.

- **Costos de producción.**

Corresponden a los costos directos e indirectos involucrados en el proceso productivo. Los costos directos, son aquellos que inciden directamente sobre el producto, mientras que los costos indirectos, involucran todas aquellas partidas que aún cuando no están íntimamente relacionados con el producto, sí lo están con el proceso productivo. Estos costos de producción incluyen los siguientes elementos:

a) Materias Primas: Son los materiales que aplicados a los tanques, permiten realizar el mantenimiento y reparación a los mismos (*costo directo*).

b) Mano de Obra Directa: Constituye los Recursos Humanos necesarios para realizar todas las operaciones del proceso productivo (*costo directo*).

c) Insumos y Servicios: El proceso de producción requiere de una serie de materiales auxiliares que constituyen los insumos de producción (filtros de aire para la cabina de pintura), además de los servicios básicos necesarios en el proceso (agua, electricidad, etc) (*costo indirecto*).

d) Mantenimiento: Es el costo incurrido en las operaciones de mantenimiento de las maquinarias, equipos e instalaciones del proyecto, abarcando todos los niveles de mantenimiento como: Mantenimiento Predictivo, Mantenimiento Preventivo y Mantenimiento Correctivo.

Generalmente, el costo de mantenimiento se considera un porcentaje de la inversión inicial (*costo indirecto*).

e) Depreciación: Es considerado un costo virtual, debido a que tiene efecto sobre el cálculo de la carga impositiva más no representa una erogación de efectivo en el flujo de caja (*costo indirecto*).

- **Costos de inversión.**

Corresponden a la erogación de dinero por concepto de activos fijos, activos nominales y capital de trabajo. Los activos fijos son todos los bienes propiedad de la empresa que se utilizarán en el proceso de transformación de los insumos o que sirven de apoyo a la operación normal del proyecto, tales como: maquinaria, mobiliario, equipos, herramientas, infraestructura, etc. Los activos intangibles, son aquellos activos constituidos por los servicios adquiridos para la puesta en marcha del proyecto, entre ellos: gastos pre-operacionales, contratos de servicio, etc. El capital de trabajo, constituye el conjunto de recursos necesarios, en la forma de activo corriente, para la operación normal del proyecto durante un ciclo productivo.

9.2 Estructura de costos

9.2.1 Costos de producción

- **Materiales.**

Los materiales involucrados en el proceso productivo son los que se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 9.1. Costos de materiales e insumos
Fecha de cotización: enero 1997

MATERIALES E INSUMOS	MARCA	ESPECIFICACIONES	PROVEEDOR	PRESENTACIÓN	COSTO (Bs.)
Electrodos	ESAB	E7018(5/32",1/8")	Electrodos Monterrey	1 Kg.	1.600,00
Filtros para cabina	S.M.	Modelo Fartres 20"*20"*2"	FAR C.A.	1 unid.	1.777,00
Pintura Anti-corrosiva	ZINCROM	Cromato Zinc Amarillo	AYA C.A	5 Gal.	46.060,00
Patas y Orejas	S.M.	———————	Tanques para Gas S.A.	1 Unid.	1,000/500,00
Decapante e inhibidor	Aquasol 20/20	———————	Certified	208 lts.	249.793,00
Inhibidor de corrosión	WT222	———————	Certified	208 lts.	242.000,00
Disco Scoth	3-M	Raspador de óxido y Pintura. 4". Modelo 7771NA	Dist. Rebacen	1 unid.	1.200,00 (Mayo 1997)

Estructura de costos por unidad de producción.

Tabla 9.2. Dimensiones de los recipientes estacionarios

	DIMENSION (m)		
CAPACIDAD (US gal)	LARGO	DIAMETRO	SUPERFICIE (m^2)
120	1,8	0,61	3,45
250	2,26	0,77	5,47
500	3,06	0,92	8,84

Tabla 9.3. Costo unitario por concepto de pintura anti-corrosiva

CAPACIDAD (US gal)	RENDIMIENTO (m^2/US gal)	RENDIMIENTO (Tanques/US gal)	PRECIO PINTURA (Bs./US gal)	COSTO UNITARIO (Bs./Tanque)
120	35	10,15	9.212,00	907,90
250	35	6,40	9.212,00	1.438,91
500	35	3,96	9.212,00	2.327,79

Tabla 9.4. Costo unitario por concepto de decapante

CAPACIDAD (US gal)	RENDIMIENTO (m^2/lts.)	RENDIMIENTO (Tanques/lts.)	PRECIO DECAPANTE (Bs./Lts.)	COSTO UNITARIO (Bs./Tanque)
120	12	3,48	1.250,00	359,32
250	12	2,19	1.250,00	569,48
500	12	1,36	1.250,00	921,27

Tabla 9.5. Costo unitario por concepto de patas y orejas

	REQUERIMIENTO (Unid./Tanque)		PRECIO (Bs./unid.)		
CAPACIDAD (US gal)	PATAS	OREJAS	PATAS	OREJAS	COSTO UNITARIO (Bs./Tanque)
120	4	2	1.000,00	500,00	5.000,00
250	4	2	1.000,00	500,00	5.000,00
500	4	2	1.000,00	500,00	5.000,00

Tabla 9.6. Costo unitario por concepto de electrodos

CAPACIDAD (US gal)	REQUERIMIENTO (Kg/Tanque)	PRECIO (Bs./Kg)	COSTO UNITARIO (Bs./Tanque)
120	0,1	1.600,00	160,00
250	0,1	1.600,00	160,00
500	0,1	1.600,00	160,00

Tabla 9.7. Costo unitario por concepto de inhibidor de corrosión

CAPACIDAD (US gal)	RENDIMIENTO (lts./lts de agua)	REQUERIMIENTO (lts./Tanque)	PRECIO (Bs./lts.)	COSTO UNITARIO (Bs./Tanque)
120	170	1,5	1.163,46	1.745,19
250	170	2,5	1.163,46	2.908,65
500	170	2,5	1.163,46	2.908,65

Tabla 9.8. Costo unitario por concepto de disco abrasivo

CAPACIDAD (US gal)	RENDIMIENTO (m^2/unid.)	REQUERIMIENTO (unid./Tanque)	PRECIO (Bs./unid.)	COSTO UNITARIO (Bs./Tanque)
120	8	0,43	1.200,00	517,42
250	8	0,68	1.200,00	820,05
500	8	1,11	1.200,00	1.326,63

- **Mano de Obra.**

A continuación se desglosa la estructura semanal que contempla la empresa como política salarial para un perfil "clase obrera" (perfil requerido para las operaciones de mantenimiento).

Tabla 9.9. Política salarial

Partidas	Cantidad	Total Bs.dia/mes	Total Bs.semana/mes
Salario	7 días	550,00	3.850,0
Bonificaciones Legales			
Transporte y Comida Decreto 617	6 días 6 días	1.300,00 500,00	7.800,00 3.000,00
S.S.O. (4.5%)	7 días	(24,75)	(173,25)
Total Semanal			**14.476,75**

Paquete anual.

Vacaciones= 30 días.

Utilidades= 105 días (40 por prestaciones sociales y 65 que otorga la empresa).

Días Trabajados al año= 302 días/año.

Eficiencia media del trabajador venezolano= 75%

Días reales trabajados al año= (302-30)*0,75= 204 días/año.

Tabla 9.10. Estructura anual

Partidas	Cantidad	Total (Bs./año)
Total Semanal	52 semanas	752.791,00
Vacaciones	30 días	16.500,00
Utilidades	105 días	57750,00
Total Anual		827.041,00

Cálculo de M.O.D..

$$M.O.diaria = \frac{827.041,00}{204} = 4.054,12 \quad Bs./dia$$

Horas trabajadas por semana= 44 H. (40 H. de lunes a viernes y 4 H. los sábados).

$$Horas \quad promedio \quad trabajadas \quad diariamente = \frac{44}{6} = 7,33 \quad H.$$

$$M.O. \quad por \quad hora = \frac{4.054,12}{7,33} = 553,08 \quad Bs./H-H.$$

Ahora bien, se sabe que el mantenimiento para los tanques de 120, 250 y 500 US gal requieren de 4.30, 5.87 y 7.97 H.-H. respectivamente.

A continuación se resume el costo de producción asociado al proyecto:

Tabla 9.11. Costos directos

	CAPACIDAD		
PARTIDA	**120 Gls.**	**250 Gls.**	**500 Gls.**
Materiales	**8.689,83**	**10.897,09**	**12.644,35**
Mano de Obra	**2.378,27**	**3.246,62**	**4.408,10**
COSTO PRIMO (Bs./Unid.)	**11.068,10**	**14.143,71**	**17.052,45**

Tabla 9.12. Costos indirectos

INSUMOS	COSTO (Bs./Unid.)	FRECUENCIA DE REEMPLAZO
Filtros de Aire	1.777,00	1 Mes

SERVICIOS BÁSICOS	COSTO (Bs./Mes)
Agua	**50.000,00**
Electricidad	25.000,00
TOTAL	**75.000,00**

PARTIDA	COSTO (Bs./Mes)
Mantenimiento General	10.000,00

DEPRECIACIÓN EN EQUIPOS

AÑO	DEPRECIACIÓN ACUMULADA
0	0,00
1	781.535,00
2	1.563.070,00
3	2.344.605,00
4	3.126.140,00
5	3.907.675,00

9.2.2 Costos de inversión

Tabla 9.13. Inversión en equipos
Fecha de cotización: enero 1997

EQUIPOS DE PRODUCCIÓN	CANTIDAD	MARCA	ESPECIFICACIONES	PROVEEDOR	COSTO (Bs.)
Explosímetro (Kit calibración y accesorios)	1	MSA	Model 2A	Proinsa Int.- Saggs	320.000,00
Medidor de Espesor	1	KRAUTKRAMER	DM4 DL (Ultrasoniso)	NDT supply	1.827.675,00
Medidor de Conicidad	2	SOMET	Filete Estándar para NPT	Constru-Centro	20.000,00
Soldador	1	ESAB	3ϕ, C.C , Modelo Migmaster 450	NDT supply	1.250.000,00
Pistolas de Pintura	2	SAGOLA 4001	———————	Constru-Centro	160.000,00
Compresor	1	NEWCO	AE350T-300 (10 bar)	Distribuidora Tania S.R.L	310.000,00
Bomba de Agua	1	BOMBAGUA	Centrífuga, 3f, 3 Hp	BOMBAGUA C.A.	200.000,00
Bomba de Agua Manual	2	S.M.	Bomba manual de Pistón con manómetro incorporado	Fabricación Propia	100.000,00
Taladro	2	DEWALT	2000 r.p.m, 1/5 "	Expo MM 2000	86.000,00
EQUIPOS DE TRABAJO Y SEGURIDAD					
Polipasto	2	YALE	VS-2 (1 ramal)	FERRUM C.A	470.000,00
Trolley	2	YALE	HTG 2T (empuje de cadena)	FERRUM C.A	376.000,00
Unidad de Transporte Manual (Zorra)	2	S.M.	Capacidad: 2000 Kg. Dimensión: 2x1 mts.	YANURAYA	270.000,00
Extintor	3	TECNOFUEGO	Extinguidor: polvo químico seco ABC	TECNOFUEGO	42.000,00
TOTAL	22				5.431.675,00

Tabla 9.14. Inversión en obras civiles

INFRA-ESTRUCTURA	CANTIDAD (ml)	ESPECIFICACIONES	PROVEEDOR	COSTO UNITARIO (Bs.)	COSTO (Bs.)
Anclaje de Entrada	25,1	Viga IPN 240	Maploca	59.984,00 (6 ml)	250.933,07
Estructura Metálica del Techo	56,5	Viga IPN 80	Maploca	18.403,00 (6 ml)	173.294,92
Láminas de Aluminio Acanaladas para Techo	200	Ancho= 0,9 m, Largo= hasta 12 m, Espesor= 0,3 mm	Alinca	1.565,00 (1 ml)	364.645,00
Cabina de Pintura	36	Viga IPN 240/300	Maploca	59.984,00 (6 ml)/ 84.263,00 (6 ml)	396.322,50
Almacén de Producto Terminado	53,6	Viga IPN 240	Maploca	59.984,00 (6 ml)	535.857,07
TOTAL ESTRUCTURA					1.721.052,55

ml: metro lineal

Tabla 9.15. Inversión en herramientas

HERRAMIENTAS	COSTO (Bs.)
Juego de troqueles letras grandes	18.500,00
Juego de troqueles en números	9.500,00
Martillo de 1 Kg.	4.800,00
Martillo de 2 Kg.	8.300,00
Llave de tubo ridgid de 24	48.000,00
Llave de tubo ridgid de 18	36.000,00
Juego de destornilladores grandes	11.500,00
Dos cepillos de alambre normal	2.800,00
Seis brochas #6, #4, #1	6.000,00
Alicate de presión	11.000,00
Seis tapones de 1/2"	1.500,00
Seis tapones de 1 1/4"	3.600,00
Seis tapones 3/4"	1.800,00
Cuatro tapones de 2"	4.800,00
Manguera de aire para pistola	900,00
Cuatro acoples para pistola de 1/4"	4.800,00
Cuatro abrazaderas para mangueras de 1/4"	1.200,00
Llaves ajustables #24	42.000,00
Llaves ajustables #18	26.000,00
Seis juegos de guantes de goma	9.000,00
Seis lentes protectores	9.000,00
Juego de mascarillas	5.000,00
Machos de 1 1/2", 1 1/4", 1", 3/4"	60.000,00
Tres machos de rosca fina 5/16"	21.000,00
TOTAL	**347.000,00**

Capital de Trabajo.

Se define capital de trabajo como los recursos necesarios, en forma de activos corrientes, para la operación normal del proyecto durante un ciclo productivo. (7)

El ciclo productivo es el lapso que se inicia con el primer desembolso para cancelar los materiales e insumos, para el mantenimiento de las unidades, y que culmina con los tanques ya reparados.

Cálculo.

Capital de Trabajo= Activo circulante - Pasivo circulante

Activo circulante= Caja + Cuentas por cobrar + Inventario

Pasivo circulante= Cuentas por pagar

Se iniciaran las operaciones con un ciclo productivo equivalente a un mes, generando los siguientes totales por partida:

Caja= 57.907,00 Bs. por concepto de nómina del personal obrero (14.476,75 Bs./sem. por 4 sem./mes)

Cuentas por cobrar= 0, no se percibirá ganancia por concepto del mantenimiento de unidades, por tanto, no se tendrán cuentas por cobrar.

Inventario= 1.042.105,00 Bs. es el mínimo requerido para laborar durante un mes.

Tabla 9.16. Inventario para el capital de trabajo

	RENDIMIENTO POR TANQUE			DEMANDA MENSUAL						
Inventario	120 usgal.	250 usgal.	500 usgal.	(Rendimiento*Nº de tanques)			TOTAL	TOTAL INV.	REAL INV.	Bs. INV.
Materiales										
Pintura Anti-corrosiva	0,10	0,16	0,25	2,17	2,03	3,28	7,48	1,50	2 envases	92.120,00
Aquasol 20-20	0,29	0,46	0,74	6,32	5,92	9,58	21,83	0,10	1 envase	249.793,00
Patas	4	4	4	88	52	52	192	192	192 piezas	192.000,00
Ojetes	2	2	2	44	26	26	96	96	96 piezas	48.000,00
WT 222	1,5	2,5	2,5	33	32,50	32,50	98	0,47	1 envase	242.000,00
Electrodos	0,1	0,1	0,1	2,20	1,30	1,30	4,80	4,80	5 Kg.	8.000,00
Discos	0,43	0,68	1,11	9,49	8,88	14,37	32,74	32,74	33 unidades	39.600,00
Insumos	REQUERIMIENTO			(Requerimiento*Nº de tanques)						
Filtros	2	2	2	44	26	26	96	96	96 unidades	170.592,00
TOTAL										1.042.105,00

Cuentas por pagar= 0, todas las cuentas correspondientes a las compras de materiales e insumos serán canceladas de contado.

Capital de Trabajo= 57.907,00 + 1.042.105,00= 1.100.012,00 Bs.

9.2.2.1 Cuadro de usos de fondos

El siguiente cuadro resume las partidas que generan la inversión inicial del proyecto:

Tabla 9.17. Cuadro de usos de fondos

ITEM DE LA INVERSIÓN	COSTO EN EL AÑO 0
ACTIVO FIJO	
Equipos	5.431.675,00
Infraestructura	1.721.052,55
Herramientas	347.000,00
ACTIVOS INTANGIBLES	
Gastos de Capacitación	200.000,00
CAPITAL DE TRABAJO	1.100.012,00
TOTAL INVERSIÓN	**8.799.739,55**

10 EVALUACION FINANCIERA

10.1 Criterio de evaluación

Es a través de una evaluación financiera que se logró medir la factibilidad del proyecto a través de técnicas de evaluación, que en base a datos recogidos de la estructura financiera; permiten llegar a un resultado final.

La evaluación se basó en la comparación de tres alternativas posibles; la primera, que el mantenimiento de los tanques sea realizado por Digas S.A. a través del taller propuesto; la segunda, sub-contratar el mantenimiento de los tanques a un tercero (Rebogas C.A.), opción empleada en la actualidad; y la tercera, realizar el mantenimiento en ambos talleres.

Cada una de las alternativas posee vida económica diferente, debido a la disponibilidad de atención (el taller de Digas S.A. sólo atenderá los tanques de su propiedad, mientras que el taller externo realizará mantenimiento tanto a tanques de Digas S.A., como a tanques de otras empresas distribuidoras) y la capacidad de planta (las capacidades de cada uno de los talleres no son iguales).

10.2 Técnica de evaluación

Se empleó una matriz de evaluación a fin de determinar la herramienta adecuada de medición, rellenando con "0" si el criterio no es aplicable a la opción; y "1" si el criterio es aplicable a la opción, tal y como se muestra a continuación:

Tabla 10.1. Matriz de selección de la técnica de evaluación

CRITERIOS DE SELECCIÓN	V.P.N.	C.A.E	C.C.	T.I.R.	P.R.	B-C
Toma en cuenta el valor del dinero en el tiempo	1	1	1	1	0	0
Aplicable a proyectos de vida económica diferente	0	1	0	0	1	1
Aplicable exclusivamente a egresos	1	1	1	0	0	0
Aplicable a flujos finitos	1	1	0	1	1	1
Refleja la rentabilidad del proyecto	1	1	1	1	0	1
PUNTUACIÓN	**4**	**5**	**3**	**3**	**2**	**3**

V.P.N.: VALOR PRESENTE NETO C.A.E.: COSTO ANUAL EQUIVALENTE C.C.: COSTO CAPITALIZADO T.I.R.: TASA INTERNA DE RETORNO P.R.: PERÍODO DE RECUPERACIÓN B-C: RELACIÓN BENEFICIO-COSTO

Se puede observar que la técnica de *Costo Anual Equivalente* es la más favorable para realizar la evaluación de cada una de las alternativas pautadas, pudiendo finalmente discernir acerca de la mejor opción.

Se elaboraron los flujos de caja correspondientes a cada una de las alternativas. Para ello se determinó el flujo de efectivo de cada opción, y se definió la tasa de interés a la que serían trasladados cada uno de estos flujos al año "0" (año en que se realiza la inversión inicial), obteniéndose el valor presente neto (V.P.N) para cada caso.

Para la evaluación del proyecto, no se consideró la inflación, por lo que los flujos de efectivo no se verán alterados por factores de ajuste. Por otra parte, los cálculos se realizaron en moneda corriente (dinero del año en curso, es decir, dinero afectado por la economía del momento).

Se realizará la evaluación en un escenario optimista en el que se empleó una tasa activa por debajo de la actual; esta hipótesis está sujeta a las especulaciones de la Agenda Venezuela que presume una restructuración favorable de la economía para los próximos años.

10.3 Flujo de caja

Los flujos de caja son una distribución de Ingresos y Egresos a lo largo de una vida económica, que contempla sólo flujos de tipo efectivo, es decir, dinero líquido. Por lo tanto para obtener el flujo de efectivo se procedió de la siguiente manera:

Como se mencionó anteriormente, se realizará una comparación entre tres alternativas, una concierne a la propuesta de diseño (taller propio); la segunda que corresponde a la situación actual (Rebogas S.A.) , y una tercera que enlaza las dos alternativas anteriores (mantenimiento en ambos talleres). Todas las alternativas incluyen sólo partidas de egresos, ya que involucran desembolso de dinero.

El período de recuperación de los tanques en el taller propio será de 262 semanas (5 años), obtenido de la simulación del proceso descrita anteriormente.

Mantener la situación actual conlleva a una inversión de vida económica igual a 18,45 años (222 meses), que deriva de un convenio entre la empresa y el taller externo, en el cual éste último se compromete a atender 8 tanques quincenales durante el período

estipulado (vida económica del proyecto). "Rebogas S.A." opera 5 días a la semana (260 días/año); y tiene las siguientes tarifas por concepto de mantenimiento:

Tabla 10.2. Tarifa por reparación de recipientes estacionarios en un taller externo

CAPACIDAD	TARIFA (Bs.)	I.C.S.V.M (16,5%)	TOTAL (Bs.)
120 usgal.	15.500,00	2.557,50	18.057,50
250 usgal.	16.500,00	2.722,50	19.222,50
500 usgal.	26.000,00	4.290,00	30.290,00

Por último, realizar mantenimiento en ambos talleres reduce el período de recuperación en un año con respecto al taller propio, es decir, que resulta una vida económica de 4 años.

Se proyectaron los flujos de caja para cada proyecto, a partir de los siguientes flujos de efectivo:

Tabla 10.3. Flujo de efectivo de Digas S.A.

PARTIDAS	EGRESOS (Bs./mes)
Costo Primo	649.048,32
Insumos	3.554,00
Servicios Básicos	75.000,00
Mantenimiento	10.000,00
Flujo neto efectivo	**737.602,32**

Tabla 10.4. Flujo de efectivo de Rebogas C.A.

PARTIDAS	EGRESOS (Bs./mes)
Desembolso Digas S.A.	391.440,00
Flujo neto efectivo	**391.440,00**

Resultados.

Tabla 10.5. Tabla de resultados de la evaluación

	DIGAS C.A.	REBOGAS S.A.	DIGAS-REBOGAS
Valor de Salvamento	4.892.064,55	0,00	5.673.599,55
C.A.E.	11.448.684,98	4.697.280,00	16.210.413,06
Inversión Inicial	8.799.739,55	0,00	8.799.739,55

TASA DE INTERÉS ANUAL = 24%

10.4 Discusión de resultados

De los resultados obtenidos se puede confirmar que Rebogas S.A. no es opción de inversión para la empresa Digas S.A. como alternativa de recuperación de sus tanques estacionarios; ya que un período superior (18 años y medio) a los 10 años que exige el M.E.M. como lapso de validez a la revisión, generaría ciclos permanentes de recuperación, es decir, los tanques reparados en el año 1, habría que introducirlos de nuevo en el taller a partir del décimo año, los del año 2 a partir del undécimo año; y así sucesivamente, con la restricción de una capacidad de planta que impide tratar los tanques previstos e imprevistos a la vez.

Por otra parte, un período de recuperación tan largo como el caso de Rebogas significaría un gran riesgo para la empresa, ya que por el hecho de servir un producto de alta peligrosidad es mucho el costo social involucrado.

Desde el punto de vista comparativo un análisis del resultado inclinaría la balanza hacia la opción Rebogas por arrojar un C.A.E. menor, resultado lógico, ya que no sólo no requiere de una inversión, sino que además es un flujo distribuido en un período muy largo del que resultan anualidades bajas, sin embargo, son suficientes las razones explicadas anteriormente para descartar esta alternativa; siendo entonces la mejor opción el taller propio por encima de una alianza Digas-Rebogas, ya que tiene un C.A.E. menor al del último.

A continuación se mencionan algunos argumentos que se consideraron válidos para justificar la propuesta:

- Si se resalta la misión de la empresa la cual es "distribución de G.L.P.", es lógico pensar en la posibilidad de la venta del taller una vez recuperado los tanques; obteniendo un valor de salvamento al final de la vida económica.
- Una apertura petrolera que obliga a las empresas nacionales a tomar medidas a corto plazo, frente a la posibilidad de introducción de empresas extranjeras en el mercado de distribución de G.L.P.
- El crecimiento del mercado de G.N.V. es, sin duda alguna, un obstáculo en las aspiraciones de crecimiento del sector de G.L.P., por tanto es indispensable ofrecer "el mejor producto" que garantice competitividad e incremento en la demanda.
- Relación beneficio-costo, tomando como ejemplo los tanques dañados de 120 US gal (1173 tanques), se puede definir el beneficio como el ingreso generado por estos tanques estacionarios; y el costo, como la inversión inicial en la que se incurrió para el mantenimiento de los mismos. Se tiene:

Capacidad= 120 US gal

Factor de conversión= 3,7854 lts/US gal

Precio de venta del G.L.P. = 76 Bs./lts (**Fuente:** departamento de ventas de Digas S.A.)

Frecuencia de llenado= 2 veces/mes

Capacidad de llenado= 70%

Período de vigencia de la revisión= 10 años

1. Indicador del beneficio generado en 10 años por los tanques, frente a la inversión inicial del proyecto.

$$Indicador = \frac{1173 \times 2 \times 12 \times 10 \times 0,70 \times 76 \times 3,7854 \times 120}{8.799.739,55}$$

Indicador= *773*, o lo que es lo mismo, un beneficio 77.200% superior al costo.

2. Tiempo en que se recuperaría la inversión, gracias al ingreso generado por los tanques.

$$Tiempo = \frac{8.799.739,55}{1173 \times 2 \times 12 \times 0,70 \times 76 \times 3,7854 \times 120}$$

$$Tiempo = 0,0129 \text{ Años (5 días)}$$

CONCLUSIONES

1. Factibilidad del proyecto, evidenciada principalmente por un C.A.E. inferior al de una alianza Digas-Rebogas, y justificado por una serie de argumentos descritos en la discusion de resultados del capítulo de "Evaluación Financiera".

2. No existe una política de mantenimiento para los tanques estacionarios por parte de la empresa. El 89 % de los tanques de la empresa requieren de mantenimiento, situación que se puede atribuir a la falta de talleres especializados.

3. No existe una comisión de normas que interceda en favor del mantenimiento de los recipientes estacionarios, a diferencia de las bombonas para las cuales COVENIN estipula normas para su mantenimiento. El M.E.M es el ente que hoy día sostiene las escasas políticas de mantenimiento para estos recipientes, que sólo consideran una prueba hidrostática decenal como único requisito.

4. Capacidad de planta favorable (mayor a la de talleres externos), gracias a una distribución que permite continuidad en el proceso, y que se traduce en una mayor eficiencia productiva; siempre y cuando la efectividad de la mano de obra sea la mayor posible.

5. El programa de mantenimiento certifica un estudio integro de las unidades, que las califica para el servicio de G.L.P. y garantiza la seguridad del usuario con el aval del M.E.M.; logrando una asignación de los recursos de manera rentable para la empresa.

6. Se logra el objetivo del proyecto sin causar daños al ambiente, gracias al tratamiento del agua antes de incorporarla a la red cloacal.

7. La propuesta de diseño es flexible en cuanto a futuras expansiones que permitan una mayor capacidad de planta dentro de los límites permitidos por el espacio físico

disponible; y por otra parte se adapta a modificaciones si el entorno así lo exigiera, gracias a la facilidad de desalojamiento de la infraestructura y equipos del taller.

8. Hay la posibilidad de medir el grado de cumplimiento del programa de mantenimiento; así como las contingencias de suministros de materiales e insumos a las que atenerse, a través de una comparación con los resultados de movimientos de inventario producto de la simulación.

RECOMENDACIONES

1. Con respecto al producto, debe tomarse en cuenta, que aún cuando para este estudio se repartió la producción equitativamente entre todos los tipos, podrán haber variaciones en sus respectivas demandas.

2. Una vez finalizado el objetivo del taller, puede analizarse la posibilidad de venderlo o de seguir prestando servicio externo, con lo cual se obtendrían ingresos y se recuperaría parte del capital invertido a largo plazo.

3. Asegurar la formación de mano de obra directa, a través, de recursos de capacitación y entrenamiento; que permitan garantizar la efectividad del proceso.

4. Evaluar el cumplimiento del programa de mantenimiento establecido a través del simulador, por medio de indicadores de productividad, efectividad y eficiencia; que además permiten identificar las fallas que se puedan presentar, ayudando a corregir las mismas en el momento adecuado. Estos índices quedarán definidos de la siguiente manera:

$$\text{Indicador de Productividad} = \frac{\text{N}^0 \text{ Tanques Reparados}}{\text{Recursos Gastados}}$$

$$\text{Indicador de Efectividad} = \frac{\text{Resultados Logrados}}{\text{Metas Planteadas}}$$

$$\text{Indicador de Eficiencia} = \frac{\text{Metas Recursos}}{\text{Recursos Gastados}} \quad \text{(Insumos Exclusivamente)}$$

5. Tomar en cuenta las normas de seguridad y manejo del G.L.P. contempladas en documentos desarrollados por entidades ligadas al ramo. Tal es el caso de la "norma para el almacenamiento y manejo de gases licuados de petróleo" de la N.F.P.A.

(National Fire Protection Association) cuyo propósito ha sido el desarrollar y actualizar las normas que cubren todas las áreas de seguridad contra incendios.

6. Velar por la continuidad del plan de logística de traslado de tanques hacia el taller, ya que representa un punto fundamental en las metas propuestas.

7. Verificar que se cumplan las condiciones de empotramiento (tipo de soldadura) en los anclajes de entrada y salida (cabina de pintura) de los tanques.

8. Analizar estructuralmente los apoyos de la viga en voladizo (cabina de pintura).

9. Chequear si la capacidad portante de la losa de piso es suficiente como para soportar el peso de los tanques que sobre ella aportarán los mismos en ciertos puntos del proceso.