

53829

BIBLIOTECA
DE LA
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA
CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE
ALMACENAJE DE POLIETILENO

BLANCA SOFIA MENDIZABAL SOLE

GUATEMALA
1993

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA
CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE
ALMACENAJE DE POLIETILENO

BLANCA SOPHIA MENDOZABAL SOLÉ

GUATEMALA
1983



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA
CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE
ALMACENAJE DE POLIETILENO

BLANCA SOFIA MENDIZABAL SOLE

TRABAJO DE GRADUACION
PRESENTADO PARA OPTAR AL
GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADA EN INGENIERIA QUIMICA

GUATEMALA
1993



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA
CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE
ALMACENAJE DE POLIETILENO

BLANCA SOPHIA MENDIBARAL SOLÍS

TRABAJO DE GRADUACION
PRESENTADO PARA OBTAR AL
GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADA EN INGENIERIA QUIMICA

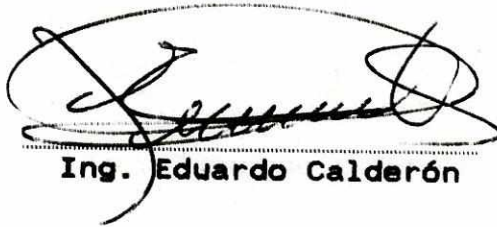
GUATEMALA
1987

Vo.Bo.



Ing. Oscar Gil
ASESOR


TRIBUNAL:



Ing. Eduardo Calderón



Ing. Henry Cukier



Ing. Oscar Gil

FECHA DE APROBACION 29 de septiembre de 1993

[Handwritten signature]
The Secretary
1991

1991

1991

[Handwritten signature]
The Secretary
1991

[Handwritten signature]
The Secretary
1991

[Handwritten signature]
The Secretary
1991

FROM THE ARCHIVES OF THE NATIONAL ARCHIVES

CONTENIDO

RESUMEN	vi
I. INTRODUCCION	1
II. ANTECEDENTES	2
III. JUSTIFICACION	11
IV. OBJETIVOS	12
V. PROBLEMA A RESOLVER	13
VI. METODOLOGIA	14
VII. RESULTADOS	
A. Determinación de requerimientos	15
1. Tipo y cantidad de resina	
2. Características y propiedades de la resina	
B. Análisis de alternativas	21
1. Almacenaje	
2. Transporte	
3. Alimentadores y descargas	
C. Descripción del sistema seleccionado	23
D. Descripción del equipo	24
1. Silos	
a. Angulo de la tolva	
b. Diámetro de descarga	

CONTENIDO

VI	RESUMEN
I	I. INTRODUCCION
2	II. ANTECEDENTES
11	III. JUSTIFICACION
12	IV. OBJETIVOS
13	V. PROBLEMA A RESOLVER
14	VI. METODOLOGIA
	VII. RESULTADOS

A. Determinación de requerimientos

1. Tipo y cantidad de resina
2. Características y propiedades de la resina

B. Análisis de alternativas

1. Almacénaje
2. Transporte
3. Alimentadores y descargas

C. Descripción del sistema seleccionado

D. Descripción del equipo

1. Tipos
- a. Ángulo de la tolva
- b. Diámetro de descarga

c. Dimensiones	
d. Materiales	
e. Espesor de pared	
f. Estructura de soporte	
2. Transporte	
a. Tubería	
b. Bomba de vacío	
3. Alimentadores y Descargas	
a. Alimentación del silo	
b. Descarga del silo al sistema	
c. Alimentación del sistema a las inyectoras	
E. Evaluación del proyecto	37
1. Costo de la inversión	
2. Factibilidad	
a. Período de recuperación de la inversión	
b. Evaluación beneficio-costo	
c. Tasa interna de retorno	
VIII. DISCUSION	42
IX. CONCLUSIONES	47
X. RECOMENDACIONES	48
XI. BIBLIOGRAFIA	49
XII. ANEXOS	50

	c. Dimensiones
	d. Materiales
	e. Espesor de pared
	f. Estructura de soporte
	2. Transporte
	a. Tuberia
	b. Bomba de vacio
	3. Alimentadores y Descargas
	a. Alimentación del silo
	b. Descarga del silo al sistema
	c. Alimentación del sistema a las inyectoras

37	5. Evaluación del proyecto
	1. Costo de la inversión
	2. Factibilidad
	a. Periodo de recuperación de la inversión
	b. Evaluación beneficio-coste
	c. Tasa interna de retorno

42	VIII. DISCUSION
47	IX. CONCLUSIONES
48	X. RECOMENDACIONES
49	XI. BIBLIOGRAFIA
50	XII. ANEXOS

RESUMEN

El presente trabajo es un estudio de factibilidad para la construcción de un sistema de almacenaje y transporte de materia prima, que será instalado en una industria nacional.

El sistema consta de dos silos para almacenar polietileno de alta densidad, el cual se transporta mediante un sistema neumático accionado por vacío.

El proyecto, que incluye la instalación de maquinaria para aumentar la producción, es factible ya que tiene una relación beneficio/costo de 2.4, una tasa interna de retorno de 61% y la inversión se recupera en 18 meses de trabajo.

RESUMEN

El presente trabajo es un estudio de factibilidad para la construcción de un sistema de almacenaje y transporte de materias primas, que será instalado en una industria nacional.

El sistema consta de dos silos para almacenar polistireno de alta densidad, el cual se transporta mediante un sistema neumático accionado por vacío.

El proyecto, que incluye la instalación de maquinaria para aumentar la producción, es factible ya que tiene una relación beneficio/costo de 2.4, una tasa interna de retorno de 8% y la inversión se recupera en 18 meses de trabajo.

I. INTRODUCCION

El presente trabajo es un estudio de factibilidad técnica y económica para la construcción de un sistema de almacenaje de materia prima, consistente en resinas plásticas a granel.

El sistema será instalado en Inyectores de Plástico, S.A., industria nacional, que utiliza resinas plásticas en sus procesos de transformación: inyección, extrusión y soplado.

Este estudio tiene como objetivo principal optimizar el espacio en planta destinado al almacenaje de materia prima, ya que el crecimiento de la fábrica ha creado la necesidad de aumentar el área productiva, para instalar maquinaria.

El trabajo incluye la selección y diseño del sistema adecuado de almacenaje y transporte de materia prima, así como su ubicación. Además, se analiza la factibilidad económica del proyecto.

1. INTRODUCCION

El presente trabajo es un estudio de factibilidad técnica y económica para la construcción de un sistema de almacenaje de materia prima, consistente en resinas plásticas a granel.

El sistema será instalado en inspectores de Plásticos, S.A., industria nacional, que utiliza resinas plásticas en sus procesos de transformación: inyección, extrusión y soplado.

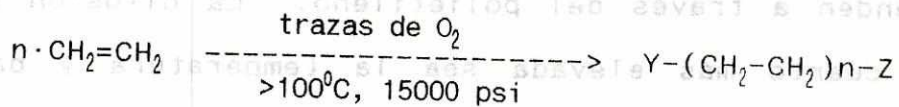
Este estudio tiene como objetivo principal optimizar el espacio en planta destinado al almacenaje de materia prima, ya que el crecimiento de la fábrica ha creado la necesidad de aumentar el área productiva, para instalar maquinaria.

El trabajo incluye la selección y diseño del sistema adecuado de almacenaje y transporte de materia prima, así como su ubicación. Además, se analiza la factibilidad económica del proyecto.

II. ANTECEDENTES

Inyector de Plástico, S.A. utiliza resinas plásticas en sus procesos de transformación, y de éstas la de mayor empleo es el polietileno.

El polietileno es una resina que se forma por polimerización de radicales del etileno:



donde n es del orden de 1,000 y los grupos terminales Y y Z dependen de los iniciadores utilizados y de las reacciones de terminación participantes (12).

En la polimerización de alta presión se forman principalmente polietilenos ramificados de densidad baja hasta media. La llamada polimerización de baja presión produce preferentemente polietileno lineal de alta densidad (8).

Cada tipo de polietileno presenta diferentes propiedades mecánicas, tales como permeabilidad, rigidez y compresibilidad; por lo que su aplicación depende del tipo de producto a fabricar, propiedades requeridas y uso final (3).

El grado de estabilidad del polietileno está determinado por

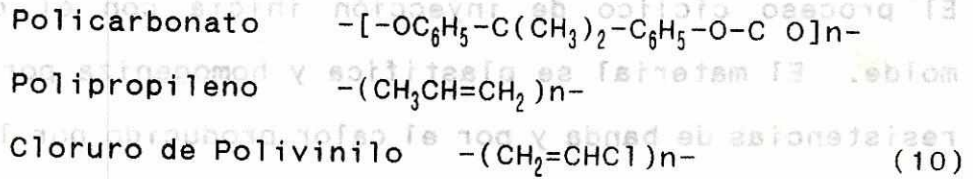
su carácter de hidrocarburo parcialmente cristalino. A temperaturas inferiores a 60°C es prácticamente insoluble en todos los disolventes (8).

El polietileno no es totalmente impermeable a los gases. Además, determinados líquidos, especialmente los hidrocarburos aromáticos y alifáticos, y los hidrocarburos clorados con bajo punto de ebullición, como bencina o tetracloruro de carbono, se difunden a través del polietileno. La difusión es más fuerte cuanto más elevada sea la temperatura y baja la densidad del polietileno (8).

Los líquidos polares como alcoholes, ácidos orgánicos, ésteres, cetonas, etc., originan a bajas temperaturas un hinchamiento muy pequeño en piezas de polietileno. Por el contrario, los hidrocarburos aromáticos y alifáticos, así como sus derivados halogenados, se absorben y originan un hinchamiento considerable. El hinchamiento está unido a una disminución de la resistencia. Al evaporarse los disolventes se recuperan las propiedades iniciales. Una excepción son las sustancias poco volátiles, como grasas, ceras, etc. (8).

En Inyectores de Plástico, además del polietileno se utilizan las siguientes resinas:

Poliestireno $-(C_6H_5CH=CH_2)_n-$

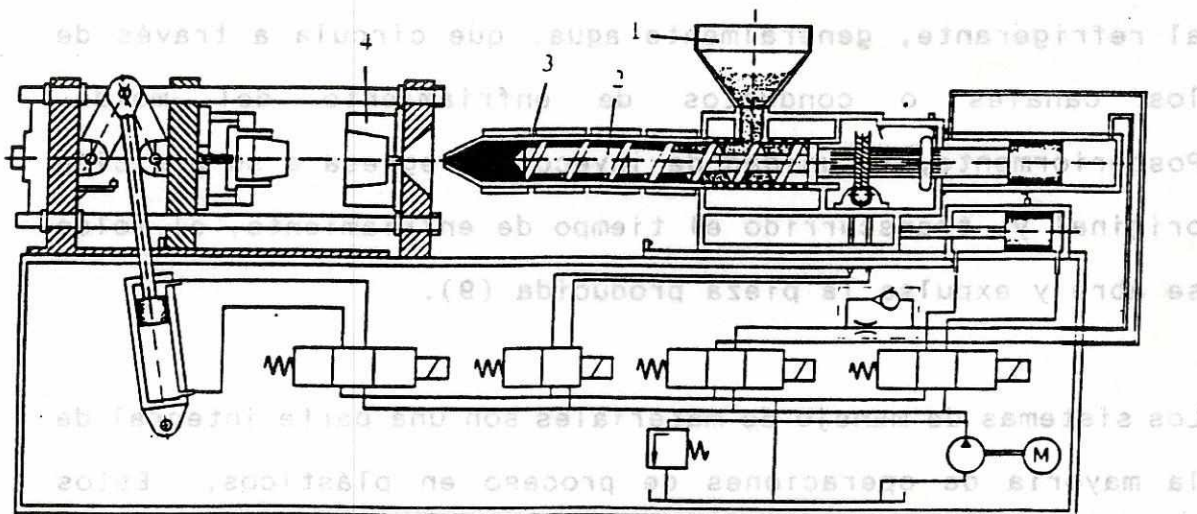


El principal proceso de transformación del polietileno en Inyectores de Plástico, S.A. es el de inyección. La máquinas inyectoras (ver figura 1) constan principalmente de las siguientes partes (9):

1. Tolva
2. Tornillo
3. Cilindro de plastificación
4. Molde

FIGURA 1

Máquina inyectora utilizada en Inyectores de Plástico, S.A.



El proceso cíclico de inyección inicia con el cierre del molde. El material se plastifica y homogeniza por acción de resistencias de banda y por el calor producido por la rotación del tornillo al hacer presión con el material y las paredes del cilindro de plastificación (9).

En la segunda fase la unidad de inyección, que se compone de tolva, tornillo y cilindro de plastificación, se desplaza hasta que se une al molde. Por medio de un sistema hidráulico se empuja el tornillo para que actúe como pistón que inyecte el material dentro del molde, a determinada velocidad y presión de inyección (9).

Terminada la inyección, se ejerce presión de sostenimiento sobre el material por medio del tornillo. El material se solidifica en el molde, el calor que desprende la pieza de plástico se transmite al molde, y éste a su vez lo transmite al refrigerante, generalmente agua, que circula a través de los canales o conductos de enfriamiento del molde. Posteriormente, la unidad de inyección regresa a su posición original y, transcurrido el tiempo de enfriamiento, el molde se abre y expulsa la pieza producida (9).

Los sistemas de manejo de materiales son una parte integral de la mayoría de operaciones de proceso en plásticos. Estos

sistemas incluyen tanques de almacenamiento, equipo de mezclado, secadores y transportadores para mover resinas, reprocesado y aditivos a través de la planta (2).

Los materiales que se reciben a granel se almacenan en silos, generalmente fuera de la planta, los cuales permiten utilizar el espacio techado para producción o almacenaje de producto. Además, el almacenaje en silos elimina el desperdicio, la contaminación y el manejo asociado con empaques pequeños (2).

Los contenedores móviles son descargados automáticamente, ya que están provistos de una bolsa interior, con un extremo rígido en el que se acoplan las tuberías de carga y descarga (2).

Las bombas para descarga por vacío, que transfieren los materiales directamente del contenedor a un ciclón en la parte superior del silo, son las más comunes en la industria del plástico. Actualmente existen sistemas de descarga que pesan y registran la cantidad de material descargado (2).

Dos definiciones importantes de las características de flujo en un silo son el flujo en masa, que significa que todo el material se mueve al ser descargado, y flujo de canal o embudo, que ocurre cuando sólo una porción del material fluye

(generalmente en un canal, u "hoyo de ratón", en el centro del sistema) (3).

El material almacenado se puede compactar (oponiéndose al flujo libre), debido a la forma del silo y a las características del material. Cuando esto sucede, el material forma un arco, que es capaz de soportar una tensión considerable, ya que transfiere la carga a las paredes de la tolva; el resultado es un domo que impide el flujo de material (3).

Los silos se pueden fabricar con el recubrimiento apropiado sobre una fundición de concreto. Los silos con frecuencia están equipados con sensores de nivel alto y bajo, y frecuentemente con indicadores continuos de profundidad.

Escaleras, puentes y barandas en el techo proporcionan acceso seguro al silo para mantenimiento. El techo del silo puede tener pasillos hacia los receptores de vacío (2).

Las resinas a granel, que son despachadas en camiones de autodescarga, generalmente se almacenan en silos externos a la planta, por lo que éstos están sujetos a corrosión (2).

La corrosión es un cambio electroquímico en la superficie de un metal, causado por reacción del metal con una o más

Los plásticos se manejan eficientemente en transportadores
sustancias con las que está en contacto por un largo tiempo.
Puesto que el aire es normalmente el medio en que los metales
se encuentran expuestos, la oxidación es una de las formas
más comunes de corrosión (10).

Los sistemas de vacío son limpios, flexibles y eficientes para
La corrosión se acelera si en el medio se encuentran
impurezas, como ácidos y álcalis que actúan como electrolitos,
como los compuestos de azufre, sal, etc. (10).

requiere material, una o más bombas de vacío y un sistema de
El azufre tiene propiedades químicas similares a las del
oxígeno; reacciona fuertemente con metales alcalinos y
alcalinotérreos, y también con bromo y cloro. El dióxido de
azufre es un contaminante del aire, componente de la lluvia
ácida y factor importante en la corrosión y deslustre de
metales. El ácido sulfúrico es muy corrosivo y ataca a la
mayoría de metales, es un electrolito fuerte y forma iones H^+
y SO_4^{2-} en disolución acuosa (10).

separadores gas-sólido que permitan descargar el material en
El aluminio es notable por su habilidad para formar con
rapidez una capa de óxido de aluminio superficial (alúmina)
que se adhiere permanentemente en la superficie. Esto
previene la posterior oxidación y hace posible un alto grado
de resistencia a la corrosión, que es una de las propiedades
más valiosas de este metal. Esto, junto con su ligero peso,
lo convierte en un material ideal para la construcción (10).

Los plásticos se manejan eficientemente en transportadores neumáticos, que proporcionan flexibilidad y confianza al proceso. Los transportadores neumáticos pueden operar por vacío, presión o una combinación de éstos (2).

Los sistemas de vacío son limpios, flexibles y eficientes para velocidades de transporte y distancias moderadas, y son generalmente de menor costo de inversión y operación. Los sistemas de vacío consisten en receptores en el punto donde se requiere material, una o más bombas de vacío y un sistema de tuberías para el aire y los materiales (3).

Un panel de control central puede dirigir la operación del sistema, monitoreando los sensores de nivel en cada punto; así mismo se operan apropiadamente los motores y válvulas para mantener un abastecimiento de material adecuado (2).

En los sistemas de transporte neumático por vacío se requieren separadores gas-sólido que permitan descargar el material en cada punto de uso.

Uno de los separadores gas-sólido más usados es el ciclón. En éste, la mezcla gaseosa entra tangencialmente en una cámara cilíndrica o cónica en uno o varios puntos, y el gas sale por una abertura central. Las partículas sólidas, por virtud de

la inercia, tienden a moverse hacia las paredes del separador y luego caen. Un ciclón es, en esencia, una cámara en la que se reemplaza la aceleración gravitacional por centrífuga. Es uno de los métodos de separación más económicos, desde el punto de vista de inversión y operación (3).

El presente trabajo es de interés para una industria nacional. Se analizará un problema real, que es determinante para el desarrollo de proyectos de ampliación de la capacidad productiva de la empresa.

El sistema que se propone permitirá aumentar el área productiva en la planta de producción, eliminando el espacio destinado al almacenaje de polietileno.

Inyectores de plástico, S.A. cuenta con terreno disponible fuera de la planta productiva, lo que permite ubicar un sistema independiente de almacenaje y reducir considerablemente el espacio en planta destinado a la bodega de materia prima.

Este sistema facilitará el manejo del polietileno dentro de la planta de producción, ya que el transporte será automático e independiente, lo que permite mayor velocidad en el proceso.

III. JUSTIFICACION

El almacenaje es parte importante en todo proceso de fabricación, y el análisis de estos sistemas es una tarea constante del Ingeniero Químico, ya que las industrias son entidades dinámicas sujetas a múltiples factores de cambio.

El presente trabajo es de interés para una industria nacional; se analizará un problema real, que es determinante para el desarrollo de proyectos de ampliación de la capacidad productiva de la empresa.

El sistema que se propone permitirá aumentar el área productiva en la planta de producción, eliminando el espacio destinado al almacenaje de polietileno.

Inyectores de Plástico, S.A. cuenta con terreno disponible fuera de la planta productiva, lo que permite ubicar un sistema independiente de almacenaje y reducir considerablemente el espacio en planta destinado a la bodega de materia prima.

Este sistema facilitará el manejo del polietileno dentro de la planta de producción, ya que el transporte será automático e independiente, lo que permite mayor velocidad en el proceso.

IV. OBJETIVOS

General:

Diseñar un sistema de almacenaje y distribución de las resinas plásticas de mayor consumo en una fábrica.

Específicos:

Optimizar el uso del espacio en planta destinado al almacenaje de materia prima, para aumentar el área productiva.

Facilitar el manejo de la materia prima dentro de la planta de producción para simplificar y agilizar el proceso productivo.

Acoplar los sistemas automáticos de mezclado y dosificación de material actuales, a un sistema independiente de alimentación y almacenaje.

V. PROBLEMA A RESOLVER

El aumento en la demanda de los productos fabricados por Inyectores de Plastico, S.A. hace necesaria la ampliación de su capacidad productiva, actividad restringida por el espacio destinado al almacenaje de materia prima.

Por lo anterior, se requiere diseñar un sistema de almacenaje para las resinas plásticas de mayor consumo en la planta que permita:

- Utilizar el terreno disponible fuera de la planta productiva, para ubicar un sistema independiente de almacenaje y reducir el espacio en planta destinado a la bodega de materia prima.
- Facilitar el manejo de la materia prima dentro de la planta de producción para simplificar y agilizar el proceso productivo.
- Acoplar los sistemas automáticos de mezclado y dosificación de material actuales, a un sistema independiente de almacenaje y alimentación.

VII. RESULTADOS
VI. METODOLOGIA

A. Determinación de requerimientos.

B. Evaluación de alternativas.

C. Diseño según la alternativa seleccionada.

D. Evaluación económica.

A. Determinación de requerimientos

1. Tipo y cantidad de resinas que se requiere almacenar

Inyectores de Plástico, S.A. utiliza resinas plásticas en sus principales procesos de transformación: inyección, extrusión y soplado.

En relación al total de materia prima, el consumo promedio actual de cada resina es:

TABLA I

Consumo promedio de materia prima

RESINA	%
Polietileno	21.8
Poliestireno	7.8
Poliacarbonato	3.9
Polipropileno	3.3
Cloruro de Polivinilo	3.1

La mayor cantidad de materia prima que se usa en Inyectores de Plástico, S.A., corresponde a los polietilenos de alta densidad que se utilizan en el

VII. RESULTADOS

A. Determinación de requerimientos

1. Tipo y cantidad de resinas que se requiere almacenar

Inyectores de Plástico, S.A. utiliza resinas plásticas en sus principales procesos de transformación: inyección, extrusión y soplado.

En relación al total de materia prima, el consumo promedio actual de cada resina es:

TABLA 1
Consumo promedio de materia prima

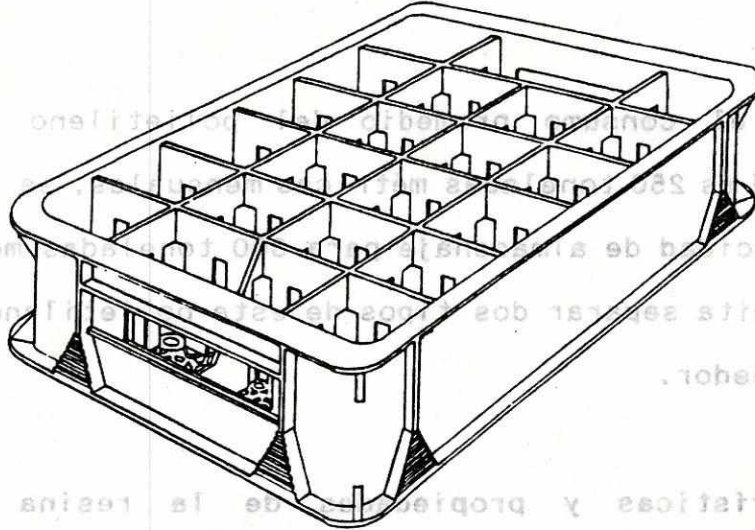
RESINA	%
Poliétileno	81.9
Poliestireno	7.9
Policarbonato	3.9
Polipropileno	3.2
Cloruro de Polivinilo	3.1

La mayor cantidad de materia prima que se usa en Inyectores de Plástico, S.A., corresponde a los polietilenos de alta densidad que se utilizan en el

consumo es considerablemente mayor a la de otros:
proceso de inyección. La cajilla industrial (ver figura
2) es el artículo más representativo del uso de esta
resina. Este artículo es ampliamente utilizado en la
industria de bebidas embotelladas, para el transporte de
envases. En la fabricación de cajilla se utilizan dos
tipos de polietileno de alta densidad, debido a la
conveniencia de tener dos proveedores.

FIGURA 2

Cajilla industrial fabricada en
Inyectores de Plástico, S.A.



La cantidad de polietileno para cajilla industrial que se

consume es considerablemente mayor a la de otros:

TABLA 2

Consumo promedio de polietileno según producto

PRODUCTO	DENSIDAD POLIETILENO	%
Cajilla industrial	960 Kg/m ³	83.3
Envases de soplado	958 Kg/m ³	13.3
Artículos populares	958 Kg/m ³	3.4

El análisis anterior permite identificar el polietileno de alta densidad como el material que ocupa mayor espacio en la Bodega de Materia Prima, por lo que el diseño del sistema de almacenaje y transporte se centrará en esta resina.

Ya que el consumo promedio del polietileno de alta densidad es 250 toneladas métricas mensuales, se requiere una capacidad de almacenaje para 300 toneladas métricas, que permita separar dos tipos de este polietileno, según el proveedor.

2. Características y propiedades de la resina que se requiere almacenar

El comportamiento de un material en el almacenaje y

Densidad de trabajo: 548.75 Kg/m³ (34 lb/ft³)
 transporte depende mucho de sus propiedades de flujo.

Con base al promedio de propiedades de flujo.
 El ángulo de reposo es el ángulo del cono que se forma al dejar caer un material sólido sobre una superficie y que forma una pila (3).

El ángulo de desliz, también llamado ángulo de fricción, es el ángulo en el cual el material empieza a deslizarse sobre una superficie. Es importante en la determinación del ángulo de la tolva en la descarga de silos (1).

TABLA 3

La densidad empacada, que es una propiedad de los materiales a granel, se mide después de someter el material a vibración. Esta densidad representa las características durante el almacenaje, en el que el material está asentado (3).

MARCA	ÁNGULO DE REPOSO	ÁNGULO DE DESLIZ
A	32.4 ± 2.1	18.4 ± 1.0
B	28.0 ± 2.8	14.0 ± 0.8

La densidad de trabajo se mide sin someter el material a vibración y representa las condiciones normales en el manejo de sólidos (3).

Las propiedades de flujo del polietileno son:

Angulo de reposo: de 36° a 25°

Densidad empacada: 594.96 Kg/m³ (37 lb/ft³)

Densidad de trabajo: 546.72 Kg/m^3 (34 lb/pie^3) (1)

Con base al promedio de propiedades de flujo, el polietileno se clasifica como un sólido corpuscular de tipo granular uniforme, de fluidez excelente, sin producción de arco (1).

Además, experimentalmente se pudieron determinar las siguientes características de los polietilenos de alta densidad de mayor consumo en la fábrica:

TABLA 3

Características de polietilenos de mayor consumo en Inyectores de Plástico, S.A.

MARCA	ANGULO DE REPOSO	ANGULO DE DESLIZ*
A	32.4 ± 2.1	16.4 ± 1.0
B	26.0 ± 2.6	14.9 ± 0.9

* El ángulo de desliz se midió para lámina de aluminio.

Los sólidos a granel deslizan en una plancha plana o canaleta, mientras la pendiente de la misma, medida desde la horizontal, exceda el ángulo de desliz (2).

Para que ocurra flujo en masa en las paredes del silo y

La tolva, es esencial que la relación entre el ángulo de fricción de pared o desliz, y el ángulo de medio cono se satisfaga. Mientras las paredes de la tolva sean suficientemente empinadas y la fricción baja, ocurrirá flujo en las paredes y la formación de "hoyo de ratón" será improbable (2).

Tomando como base la densidad empacada de este, se redujeron dos sitios de 284 m³ (10,000 pies³) cada uno.

Ya que la capacidad de almacenaje reducida es menor a los 588 m³ (20,800 pies³), las técnicas de almacenaje y descarga que se aplican son (2):

1. Almacenaje en pilas con cargador al frente
2. Almacenaje en sitios

Se describe la posibilidad de almacenaje en pilas, ya que el ángulo de reposo es muy bajo y además, se requiere protección contra humedad y contaminación por residuos y polvo.

3. Transporte

En la fábrica, varias inyectoras cuentan con alimentación automática, que comprende un equipo de succión

B. Análisis de alternativas

1. Almacenaje

Se requiere almacenaje de reserva para 150 toneladas métricas de dos tipos de polietileno de alta densidad. Tomando como base la densidad empacada de éste, se requieren dos silos de 284 m^3 ($10,000 \text{ pies}^3$) cada uno.

Ya que la capacidad de almacenaje requerida es menor a los 568 m^3 ($20,000 \text{ pies}^3$), las técnicas de almacenaje y descarga que se aplican son (2):

1. Almacenaje en pilas con cargador al frente
2. Almacenaje en silos

Se descarta la posibilidad de almacenaje en pilas, ya que el ángulo de reposo es muy bajo y además, se requiere protección contra humedad y contaminación por residuos y polvo.

2. Transporte

En la fábrica, varias inyectoras cuentan con alimentación automática, que comprende un equipo de succión

fácilmente a coacción eléctrica, neumática o hidráulica
dimensionado para el consumo de cada máquina. Este
equipo alimenta una tolva de mezclado, la cual cuenta con
una válvula para dosificar el material. Actualmente, el
material se coloca en toneles a un lado de la máquina, y
en él se introduce la tubería de succión.

Se requiere entonces, un sistema de transporte neumático
por vacío, que permita acoplar los sistemas de mezclado
y dosificación actuales.

El transporte neumático por vacío proporciona limpieza al
proceso, flexibilidad en la selección de fuentes de poder
y receptores de material, y permite succionar a la línea
de transporte sin necesitar un alimentador rotatorio en
el silo (3).

3. Alimentadores y descargas

Las máquinas inyectoras cuentan con un equipo automático
de dosificación y mezclado, que opera por vacío.

En la descarga de los silos se utilizan compuertas para
controlar el flujo de los silos a la tubería de
transporte. La compuerta de cremallera y piñón opera
manualmente con un mínimo de esfuerzo y se adapta

fácilmente a operación eléctrica, neumática o hidráulica

(3).

Este sistema de control de flujo de material, que permite el control de la alimentación de los recipientes, se realiza mediante la utilización de válvulas de control de flujo de material, que permiten el control de la alimentación de los recipientes, y en él se introduce la energía eléctrica.

Se requiere entonces, un sistema de transporte neumático por vacío, que permita controlar los sistemas de vacío y distribución de flujo.

El transporte neumático por vacío proporciona una gran flexibilidad en la selección de fuentes de poder y recipientes de material, y permite seleccionar a la vez de transporte sin necesidad de alimentación eléctrica en el caso de.

3. Alimentadores y descargas

Las máquinas receptoras cuentan con un control automático de distribución y recepción, que opera por vacío.

La descarga de los silos se utiliza mediante compuertas que controlan el tipo de los silos a la altura de transporte. La compuerta de alimentación y distribución manualmente con un nivel de altura y se opera

C. Descripción del sistema seleccionado

11. Símbolos

Ver figura A.1, apéndice 1.

El sistema de almacenaje seleccionado consiste en dos silos de 284 m³ (10,000 pies³), con capacidad para 150 toneladas métricas de polietileno cada uno, que se alimentan por la parte superior con un sistema neumático por vacío, que succiona el polietileno directamente del contenedor móvil.

El sistema de transporte neumático es accionado por vacío; el material se mantiene suspendido hasta que alcanza un receptor. Aquí un separador (ciclón) o filtro, separa el material del aire, el cual pasa del separador hacia el lado de succión del ventilador de desplazamiento positivo.

El mayor ángulo de deslize se presenta en polietileno marca A. Se utilizará éste para determinar la inclinación de la tolva de los silos, permitiendo el almacenaje de cualquier material en ambos.

Para asegurar que el comportamiento del material sea en la región de flujo en masa (ver gráfico 1)



D. Descripción del equipo

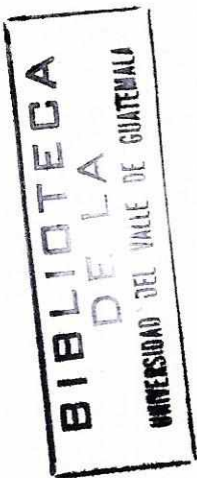
1. Silos

a. Angulo de la tolva

Para que ocurra flujo en masa en las paredes del silo y la tolva, es necesario que la relación entre el ángulo de fricción, que es el ángulo en el cual el material empieza a deslizarse por la pared del silo (ángulo de desliz), y el ángulo de medio cono se satisfaga. Esta relación se muestra en la gráfica 1. Mientras que las paredes de la tolva sean suficientemente empinadas y la fricción baja, ocurrirá flujo en las paredes, y la formación de "hoyo de ratón" será improbable (2).

El mayor ángulo de desliz lo presenta el polietileno marca A; se utilizará éste para determinar la inclinación de la tolva de los silos, permitiendo el almacenaje de cualquiera material en ambos.

Para asegurar que el comportamiento del material cae en la región de flujo en masa (ver gráfica 1)



Si la tolva debe proveer espacio vital completo, para un ángulo de desliz de 16.4° , se determinó que el ángulo de medio cono tiene que ser de 30° .

GRAFICA I

Angulo de medio cono versus flujo en la tolva (2)

ángulo de fricción de pared (desliz), grados



ángulo de medio cono, grados

b. Diámetro de descarga

Con materiales de extrema fluidez, como gránulos de plástico, que tienen dimensiones de arco cercanas a cero, y dimensiones críticas de "hoyo de ratón" de uno o dos pies, los silos con flujo de embudo pueden descargar un flujo irregular. Esta irregularidad es causada por la formación de un canal de flujo secundario en el silo (2).

Si la tolva debe proveer capacidad viva completa, es necesario que el diámetro del canal de flujo o diagonal de la abertura de descarga, exceda la dimensión crítica de "hoyo de ratón" (2).

c. Dimensiones

La capacidad de cada silo debe ser de 284m^3 (10,000 pies³).

La relación de largo a diámetro para recipientes es de 2.5 a 5; la relación óptima es 3 (6). Tomando en cuenta la medida normal de las láminas comerciales, existe la posibilidad de usar 7 láminas de 1.22 m (4 pies) de alto y 2.44 m (8 pies) de largo, para obtener un diámetro de 5.43 m (17.8 pies).

Con un diámetro de descarga de 0.61 m (2 pies), tolva a 30° respecto la vertical, y diámetro al inicio de la sección convergente de 5.43 m (17.8 pies), la altura de la tolva será 4.17 m (13.70 pies). La capacidad de almacenaje en la tolva con estas dimensiones es de 32.13m^3 (1,134.65 pies³).

La capacidad restante, 251.87m^3 (8,865.35 pies³) y el

(6) *convergente de la tolva*

díametro de la parte cilíndrica, 5.43 m (17.8 pies) indican que la altura requerida en la parte cilíndrica es 10.88 m (35.68 pies), ajustando este resultado a la medida de las láminas comerciales, la altura de la parte cilíndrica será 10.97 m (36 pies), utilizando 9 láminas.

El volumen de almacenaje será, entonces, 386.2 m³ (10,105.8 pies³). La relación altura-díametro es 2.79, muy cercana a la relación óptima (6).

Utilizando láminas de 1.22 m (4 pies) de alto y 2.44 m (8 pies) de largo, con tolva a 30°, las dimensiones de cada silo son:

- diámetro: 5.43 m (17.8 pies)
- altura cilindro: 10.97 m (36.0 pies)
- diámetro descarga: 0.61 m (2 pies)
- altura tolva: 4.17 m (13.7 pies)
- altura total: 15.14 m (49.7 pies)

Los sólidos en el silo no deben caer bajo cierto nivel crítico. Este nivel es función de la pendiente de la tolva, forma del silo y propiedades de flujo del sólido. Generalmente, la altura del material debe ser por lo menos 3/4 del diámetro arriba del inicio de la sección

convergente de la tolva (6).

El volumen de almacenamiento será, entonces, 387,1 m³ (10,102.8 pies³). La relación altura/diámetro es 2.15, muy cercana a la relación óptima (2).
Utilizando láminas de 1.22 m (4 pies) de alto y 2.14 m (7 pies) de largo, con tolva a 30°, las dimensiones de cada silo son:

diámetro:	2.43 m (7.97 pies)
altura cilindro:	10.97 m (35.97 pies)
diámetro descarga:	0.81 m (2.66 pies)
altura tolva:	4.17 m (13.7 pies)
altura total:	15.14 m (49.7 pies)

Los sólidos en el silo no deben caer por el nivel crítico. Este nivel es función de la pendiente de la tolva, forma del silo y propiedades de flujo del sólido. Generalmente, la altura del material debe ser menor que 3/4 del diámetro de la tolva de la relación

d. Materiales

Los silos estarán expuestos a un ambiente contaminante, ya que la planta se encuentra muy cercana a la Planta de Asfalto de la Municipalidad de Guatemala. Esta planta libera cantidades considerables de compuestos de azufre.

Se evaluó la posibilidad de construir los silos con lámina de acero al carbono recubierta de aluminio. Sin embargo, la probabilidad de corrosión por exposición del acero en los bordes y juntas es alta.

La experiencia con la lámina del techo de las naves de la planta ha sido de extrema corrosión. Se ha comprobado que un material adecuado es el aluminio, ya que tiene muy buena resistencia a la corrosión.

El aluminio forma una capa de óxido de aluminio superficial (alúmina) que se adhiere permanentemente a la superficie. Esto previene la posterior oxidación y hace posible un alto grado de resistencia a la corrosión, una de las propiedades más valiosas de este metal. Esto, junto con su poco peso, lo convierte en un material ideal para la construcción (10).

Para la mayoría de construcciones la aleación de aluminio de la serie 5000 es adecuada; ésta incluye las aleaciones con magnesio y magnesio-manganeso (3).

e. Espesor de pared

La presión interna a la que estará sometida la pared de

los silos se determina según:

$$P = \rho g H$$

ρ , densidad polietileno
g, gravedad
H, altura del silo

Por lo tanto, esta presión es 82.28 KPa.

La ecuación de diseño para el espesor de recipientes bajo presión interna es (4):

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

P, presión
S, tensión max.
R, radio
E, eficiencia soldadura

La tensión máxima permisible del material es 117 MPa (3). Tomando el 70% de ésta, y una eficiencia de soldadura de 0.75, se requiere un espesor de 3.64 mm.

f. Estructura de soporte

Para almacenar más de 37 m³ (1,336 pies³) se deben usar recipientes verticales sobre concreto (6). Por lo anterior, la estructura de soporte de los silos será de concreto.

La carga muerta que debe soportar la estructura es la siguiente:

Silo de aluminio	500.0 Kg/m ²
Equipo alimentación y descarga	6.0 Kg/m ²
Pasarela y escalera	146.5 Kg/m ²
Plataforma y pasillos	488.2 Kg/m ²

La carga viva que se debe soportar es:

Polietileno	6,929.2 Kg/m ²
Viento	146.5 Kg/m ²
Personal mantenimiento	18.0 Kg/m ²

Carga total: 8,234.4 Kg/m²

Se requiere entonces, una estructura que soporte como mínimo 8,650 Kg/m².

2. Transporte

a. Tubería

La longitud equivalente del sistema (ver figura A.1, apéndice 1), tomando en cuenta las alturas y codos es 140 m (459.3 pies).

La capacidad máxima de transporte requerida para el sistema, considerando 2 inyectoras de 100 Kg/h, 7 inyectoras de 200 Kg/h, y futura instalación de 5 inyectoras de 200 Kg/h, es 2,200 Kg/h.

Se determinó que para trasportar el material, según su densidad a granel, se requiere una velocidad de aire de 1,676 m/min (5,500 pies/min) (3).

Una tubería de aluminio de 7.62 cm (3 pulgadas) de diámetro es adecuada, ya que la caída de presión máxima para estas condiciones es 26.2 KPa (3.8 lb/plg²), que es menor a 70 KPa (10 lb/plg²) (3).

b. Bomba de vacío

Según el diámetro de la tubería y la velocidad de aire requeridos (3), el volumen de aire que

manejará el sistema es $7.8 \text{ m}^3/\text{min}$ ($275 \text{ pie}^3/\text{min}$).

Tomando en cuenta este volumen de aire y la caída de presión máxima del sistema, se requiere una bomba de vacío de 7 HP (5.2 KW).

En la succión de la bomba se requiere un separador de seguridad, con un recipiente recolector, que impida el acceso de material a la bomba.

3. Alimentación y descarga

a. Alimentación al silo

El polietileno se alimentará al silo desde los contenedores móviles. Se requiere una tubería flexible que se introduce en el contenedor.

El polietileno pasa por un ciclón al silo (ver figura A.2, apéndice 1), por medio de la succión ejercida por la bomba de vacío.

i. Tubería

Para poder descargar un contenedor de 20 pies, que

contiene 19 toneladas métricas (42,000 lb) de polietileno, en 2 horas, se requiere una capacidad de descarga de 46,297 Kg/h (21,000 lb/h).

La longitud equivalente de transporte al silo es 18.3 m (60 pies). La velocidad de aire requerida para el material es 1,676 m/min (5,500 pies/min) (3).

Una tubería flexible de 7.62 cm (3 pulgadas) de diámetro es adecuada, ya que la caída de presión máxima para estas condiciones es 29.5 KPa (4.3 lb/plg²), que es menor a 70 KPa (10 lb/plg²) (3).

ii. Bomba de vacío

Según el diámetro de la tubería y la velocidad de aire requeridos (3), el volumen de aire que manejará el sistema es 7.8 m³/min (275 pie³/min).

Tomando en cuenta este volumen de aire y la caída de presión máxima del sistema, se requiere una bomba de vacío de 5.25 KW (7.5 HP).

En la succión de la bomba se requiere un separador gas-

Las pérdidas por fricción (Fcv) en el sistema están dadas
sólido, que impida el acceso de material a la bomba.
por (3):

iii. Ciclón

Se requiere un ciclón en cada silo, que separe el polietileno de la corriente gaseosa. El volumen de aire que entrará al ciclón es $7.8 \text{ m}^3/\text{min}$ ($275 \text{ pies}^3/\text{min}$), a una velocidad de $1,676 \text{ m}/\text{min}$ ($5,000 \text{ pies}/\text{min}$). Existe una relación promedio para las dimensiones de un ciclón (3). El área de la entrada al ciclón es rectangular y la relación altura/ancho (Hc/Bc) es 2. Por lo tanto, para el volumen y velocidad de aire requerido, la altura de la entrada Hc es 9.634 cm (3.795 pulgadas).

Por lo tanto, la caída de presión del sistema es 1.8 kPa
Con base en la relación promedio, las dimensiones del ciclón (ver figura A.3, apéndice 1) son:

$$Dc = 19.28 \text{ cm (7.59 pulgadas)}$$

$$Bc = 4.82 \text{ cm (1.90 pulgadas)}$$

$$De = 9.64 \text{ cm (3.80 pulgadas)}$$

$$Hc = 9.64 \text{ cm (3.80 pulgadas)}$$

$$Lc = 38.55 \text{ cm (15.18 pulgadas)}$$

$$Sc = 2.41 \text{ cm (0.95 pulgadas)}$$

$$Zc = 38.55 \text{ cm (15.18 pulgadas)}$$

$$Jc = 4.82 \text{ cm (1.90 pulgadas)}$$

Las pérdidas por fricción (Fcv) en el sistema están dadas por (3):

$$F_{cv} = KBcHc/De^2$$

K, para un ciclón con el arreglo normal tiene un valor de 16. Entoces, las pérdidas por fricción son 2KPa (8 plg H₂O).

Las pérdidas por fricción están relacionadas a la caída de presión por (3):

$$F_{cv} = \Delta p_{cv} + 1 - (4HcBc/\pi De^2)^2$$

Por lo tanto, la caída de presión del sistema es 1.8 KPa (7.4 plg H₂O).

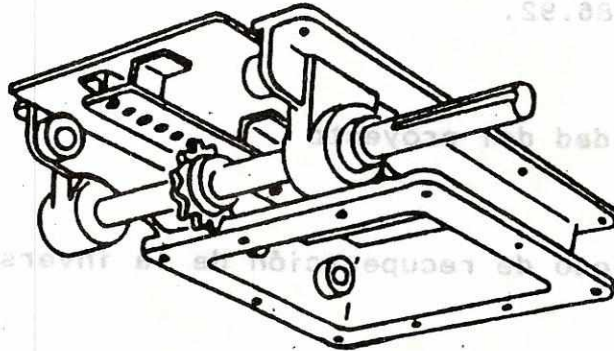
b. Descarga del silo al sistema

En la salida de los silos se colocan compuertas, para controlar el flujo de material en forma directa. Para este propósito la compuerta de cremallera y piñón (ver figura 3), que opera manualmente y se adapta a sistemas neumáticos, es adecuada (3).

Se requiere además, una caja de succión a la que se conecta la tubería principal de transporte. El tamaño de esta caja está determinado por el diámetro de descarga y es, por lo tanto, de 0.61 m^3 (21.54 pie^3).

FIGURA 3

Compuerta de cremallera y piñón



c. Alimentación del sistema a las inyectoras

El sistema automático de dosificación y mezclado con que cuentan las inyectoras, está conectado a una tubería flexible de PVC antiestático, que se une a su vez a la tubería principal por medio de una bifurcación especial del sistema.

E. Evaluación del proyecto

1. Costo de la inversión

Se cotizó dos proveedores que han suministrado el equipo de dosificación y mezclado existente.

El costo de la inversión es de US\$289,028.76. Tomando en cuenta que cuando sea realizado este proyecto la tasa de cambio posiblemente esté liberada, se estima el cambio a Q.6.50/US\$1.00, por lo que la inversión asciende a Q.1,878,686.92.

2. Factibilidad del proyecto

a. Período de recuperación de la inversión

La creciente demanda de cajilla industrial hace insuficiente la capacidad instalada en planta. Lo más recomendable es duplicar la cantidad de cajilla vendida en 1992, ya que actualmente se cubre sólo el 20% de la demanda nacional.

Para duplicar las ventas de cajilla se deben producir 650,000 unidades al año. Cada inyectora

Los beneficios incluyen los ahorros y el flujo positivo
tiene capacidad de producir 1,104 cajillas diarias, por
lo que se requiere instalar 2 inyectoras. Estas cajillas
tienen un costo de Q.12.634 (ver anexo 2). El precio de
venta de estas cajillas es Q.25.65, lo que permite una
ganancia anual de Q.8,460,400.00.

Beneficio:
La inversión total requerida por inyectora instalada es
US\$600,000 (Q.3,900,000.00); por lo que se requiere una
inversión, incluyendo el sistema de almacenaje y
transporte, de Q.9,678,686.92.

Utilidad por ventas
Depreciando en 5 años el equipo, el costo por
depreciación es Q.1,935,737.39 en un año, por lo que la
ganancia neta anual es Q.6,524,662.61.

Costo:
El valor actual de la inversión es Q.9,678,686.92;
Por lo tanto, la inversión se recupera en 18 meses de
trabajo de 25 días hábiles.

b. Evaluación costo-beneficio

Tomando 5 años para depreciar el equipo, los gastos
anuales por depreciación son Q.1,935,737.39. Se obtiene
En esta evaluación se cuantifican los costos y
beneficios. Si la relación beneficio/costo (B/C) es
mayor a la unidad, el proyecto en evaluación es
económicamente ventajoso.

Los beneficios incluyen los ahorros y el flujo positivo de efectivo. Los costos incluyen la inversión inicial, depreciación y mantenimiento (11).

Con base anual, para el presente proyecto se tiene:

Beneficio:

Ahorros

Costo de almacenaje Q. 3,000.00

Traslado materia prima Q. 2,000.00

Flujo positivo de efectivo

Utilidad por ventas Q.8,460,400.00.

total Q.8,465,400.00

Costo:

El valor actual de la inversión es Q.9,678,686.92; aplicando una tasa de interés efectiva de 17%, se tiene un costo anual de inversión de Q.1,645,376.78.

Tomando 5 años para depreciar el equipo, los gastos anuales por depreciación son Q.1,935,737.39 Se obtiene entonces, un costo total anual de Q.3,581,114.17.

La relación beneficio/costo obtenida es 2.36, por lo que el proyecto es económicamente factible.

c. Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno (TIR) de un proyecto se obtiene igualando los flujos de efectivo positivos y negativos, trasladados a valor presente, a cero. La tasa a la cual estos flujos se equiparan es la tasa interna de retorno.

Para que un proyecto sea económicamente ventajoso la tasa interna de retorno (TIR) debe ser mayor a la tasa de interés pasiva del sistema financiero, que actualmente es **24%**.

Para el presente proyecto el flujo positivo de efectivo corresponde a la utilidad anual por ventas, menos la depreciación anual. Se incluye el costo por depreciación como una forma de asegurar la reinversión cinco años después. Por otra parte, el flujo negativo es la inversión inicial.

Se tiene entonces:

Flujo positivo de efectivo anual:

Utilidad por ventas	Q.8,460,400.00
Depreciación	<u>- Q.1,935,737.39</u>
total	Q.6,524,662.61

Flujo negativo de efectivo:

Inversión total Q.9,678,686.92

Para igualar ambos flujos se tiene que:

Valor presente = 0

$$0 = -9,678,686.92 + 6,524,662.61(P/A, i\%, n)$$

$$1.4834 = (P/A, i\%, n)$$

En donde $(P/A, i\%, n) = \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$ n, años
i, TIR (3)

Por lo tanto, para 5 años la tasa interna de retorno es 61.23%, que es considerablemente mayor a la tasa pasiva máxima del sistema financiero.

Para el presente se tiene que el flujo negativo de efectivo corresponde a la inversión inicial por ventas, después de la depreciación anual el costo por depreciación es una forma de asegurar la recuperación de los costos. Por otro lado, el flujo negativo de inversión inicial.

$$1.4834 = \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$$

9.895051059

VIII. DISCUSION

El sistema de almacenaje y transporte propuesto, se diseñó exclusivamente para el polietileno de alta densidad que se utiliza para la fabricación de cajilla industrial, por ser éste el de mayor consumo (ver tablas 1 y 2), y por lo tanto que ocupa la mayoría del espacio destinado a materia prima.

Las tendencias administrativas actuales imponen el manejo de los inventarios de materia prima y producto terminado según la modalidad "justo a tiempo", que sugiere que las remesas de material sean recibidas o entregadas en el momento en que se necesitan. Con esta modalidad se reducen considerablemente los inventarios mencionados, así como su costo.

La capacidad de almacenaje requerida en Inyectores de Plástico, S.A. se determinó con base en el consumo promedio de polietileno en un mes. Este período de almacenaje podría parecer grande si se compara con las empresas pioneras en el manejo "justo a tiempo"; sin embargo, se ha comprobado que un mes proporciona un margen prudente tomando en cuenta que, para el éxito de un sistema "justo a tiempo", se requiere el compromiso de todos los sectores involucrados y que se trata de un material de importación que está sujeto a múltiples variables de carácter nacional.

El almacenaje de polietileno se propone en dos silos. Instalar únicamente un silo sería arriesgado, desde el punto de vista estructural y de abastecimiento, ya que se podría almacenar el polietileno de un solo proveedor. Utilizar más de dos silos aumenta el área de terreno requerida para la instalación del sistema. La opción propuesta es estructuralmente estable, hace mínima el área de terreno requerida y permite almacenar dos tipos de polietileno.

La elección del aluminio como material de construcción garantiza la durabilidad del sistema, que estará expuesto a un ambiente altamente corrosivo, ya que cercana a Inyectores de Plástico, S.A. se encuentra la Planta de Asfalto de la Municipalidad de Guatemala. Esta planta libera cantidades considerables de polvo con compuestos de azufre, que contamina las viviendas e industrias cercanas. Es importante notar que la inversión necesaria en protección contra este tipo de contaminación, así como la salud de las personas que viven en los alrededores, debe motivar la evaluación del diseño e impacto ambiental de dicha planta de asfalto.

La ubicación de los silos (ver figura A.1, anexo 1) permite un acceso adecuado de los contenedores móviles, que ingresarán por el Noroeste de la planta y tendrán espacio suficiente para maniobrar. Esto no interrumpirá el despacho de producto

IX. CONCLUSIONES

terminado, que se realiza al Nordeste de la planta.

A. En inversores de Plástico, S.A. la instalación de un sistema de almacenamiento, consistente en el exterior a la planta, y transporte neumático centralizado, se aplica el flujo positivo de efectivo y el único beneficio sería los ahorros. En este caso la relación beneficio/costo sería 0.001 y, por lo tanto, el proyecto no sería económicamente factible.

B. El sistema propuesto es económicamente viable si se instala maquinaria que permita aumentar la producción para cubrir la demanda existente, que es el principal objetivo del proyecto.

C. Considerando un período razonable de recuperación de inversión de tres a cinco años, el presente proyecto es factible, ya que la inversión se recupera en 10 meses de trabajo.

D. Una inversión se considera ventajosa si la relación beneficio/costo es mayor que 1. La tasa interna de retorno mayor a la tasa pasiva máxima del sistema financiero, que actualmente es del 28%. Para este proyecto la relación beneficio-costo es 2.4 y la tasa interna de retorno es 81%; por lo tanto, el proyecto es factible.

IX. CONCLUSIONES

- A. En Inyectores de Plástico, S.A. la instalación de un sistema de almacenaje, consistente en silos externos a la planta, y transporte neumático centralizado, se aplica únicamente al polietileno de alta densidad por ser este material el de mayor consumo, y que ocupa el 83% del espacio en bodega de materia prima.
- B. El sistema propuesto es económicamente ventajoso si se instala maquinaria que permita aumentar la producción para cubrir la demanda existente, que es el principal objetivo del proyecto.
- C. Considerando un período aceptable de recuperación de inversión de tres a cinco años, el presente proyecto es factible, ya que la inversión se recupera en 18 meses de trabajo.
- D. Una inversión se considera ventajosa si la relación beneficio/costo es mayor que 1, y la tasa interna de retorno mayor a la tasa pasiva máxima del sistema financiero, que actualmente es del 28%. Para este proyecto la relación beneficio-costo es 2.4 y la tasa interna de retorno es 61%; por lo tanto, el proyecto se justifica.

XI. BIBLIOGRAFIA

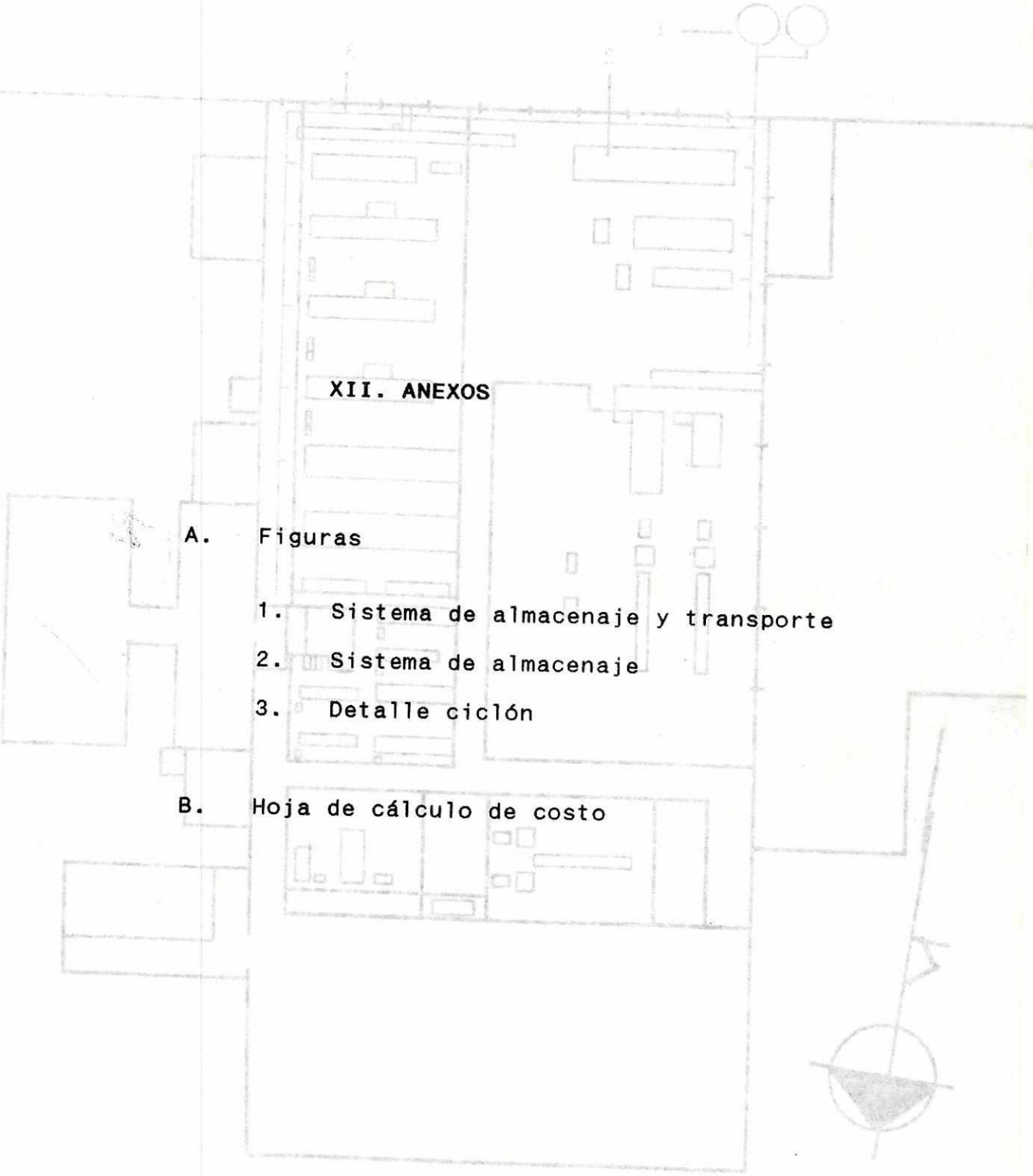
1. Carr, R. 1965. Classifying Flow Properties of Solids. Chemical Engineering 72(3): 69-75.
2. Modern Plastics Encyclopedia 1960. McGraw-Hill Book Company, U.S.A.
3. Perry, R. y F. Green. 1984. Perry's Chemical Engineers' Handbook. McGraw-Hill Book Company, 6th Edition, U.S.A.

X. RECOMENDACIONES

4. Heitz, A. 1979. Pressure vessel design for process hydrocarbon processing. 20(7): 41-49.
 5. Dumbaugh, G. 1979. Flow from pulsed storage tanks. Chemical Engineering 86(12): 15-21.
 6. Koch, W. y W. Lichte. 1977. New design approach for cyclone efficiency. Chemical Engineering 84(12): 14-18.
 7. Badische Anilin & Soda-Fabrik (I.G. Farbenindustrie AG). 1977. (Germany).
 8. Manual de Plásticos, S.A. 1995. Manual de Plásticos. Ediciones Grijalbo, S.A. edición España.
 9. Blank, C. y A. Tardun. 1988. Ingeniería Económica. McGraw-Hill Interamericana, S.A. edición México.
 10. Hill Interamericana, S.A. edición México.
 11. Chang, R. 1992. Química. McGraw-Hill Interamericana, México.
- A. Instalar el sistema de almacenaje, consistente en silos externos a la planta, y transporte neumático centralizado únicamente para el polietileno de alta densidad.
- B. Colocar maquinaria que permita aumentar la producción para cubrir la demanda existente.
- C. Por el corto período de recuperación de inversión, instalar el sistema de almacenaje y transporte, y dos inyectoras que permitan cubrir la demanda.
- D. Realizar el proyecto propuesto, ya que es económicamente factible y ventajoso.

XI. BIBLIOGRAFIA

1. Carr, R. 1965. **Classifying Flow Properties of Solids.** Chemical Engineering 72(3): 69-72.
2. **Modern Plastics Encyclopedia 1990.** McGraw-Hill Book Company, U.S.A.
3. Perry, R. y P. Green. 1984. **Perry's Chemical Engineers' Handbook.** McGraw-Hill Book Company, 6a. edición, U.S.A.
4. Heize, A. 1979. **Pressure vessel design for process engineers.** Hydrocarbon Processing 50(5): 81-191.
5. Walas, S. 1987. **Rules of Thumb.** Chemical Engineering 94(4): 75-81.
6. Dumbaugh, G. 1979. **Flow from bulk-solids storage bins.** Chemical Engineering 86(7): 189-193.
7. Koch, W. y W. Licht. 1977. **New Design approach boosts cyclone efficiency.** Chemical Engineering 84(24): 79-88.
8. **Badische Anilin & Soda Fabrik.** 1968. **Plásticos de la Basf.** Alemania Federal.
9. **Inyectores de Plástico, S.A.** 1986. **Manual de Materiales Plásticos y Proceso de Inyección.** Guatemala.
10. Hampel, C. y G. Hawley. 1986. **Diccionario de Química.** Ediciones Grijalbo, 2da. edición, España.
11. Blank, L. y A. Tarquin. 1988. **Ingeniería Económica.** McGraw-Hill Interamericana, 2da. edición, México.
12. Streitwieser, A. y C. Heathcock. 1990. **Química Orgánica.** McGraw-Hill Interamericana, 3a. edición, México.
13. Chang, R. 1992. **Química.** McGraw-Hill Interamericana, México.



XII. ANEXOS

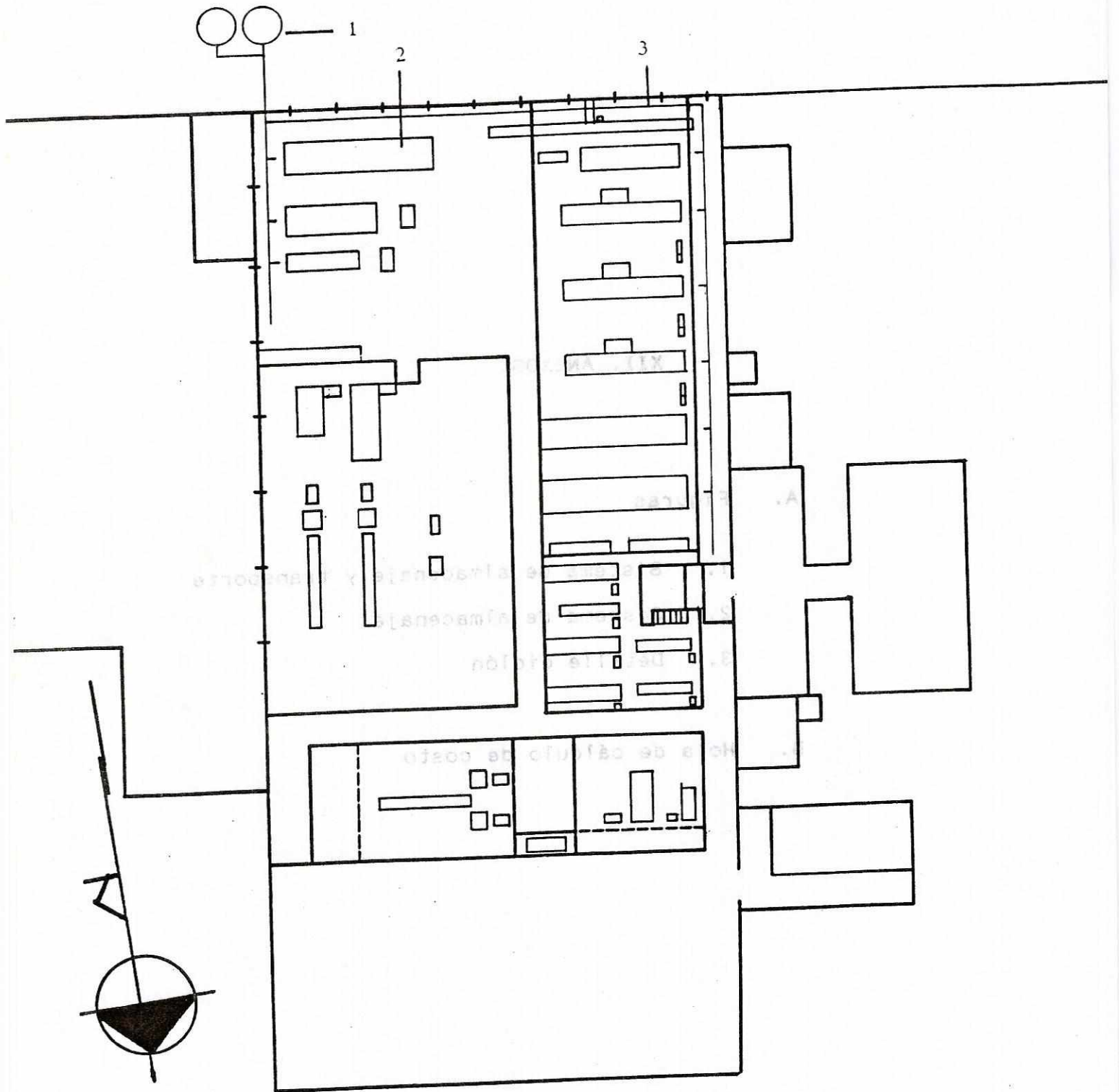
A. Figuras

- 1. Sistema de almacenaje y transporte
- 2. Sistema de almacenaje
- 3. Detalle ciclón

B. Hoja de cálculo de costo

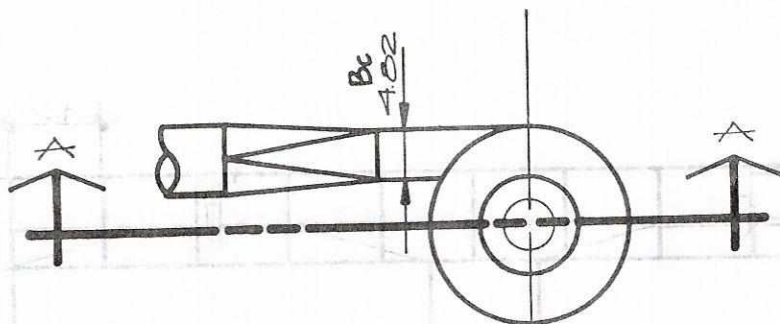


FIGURA A.1
Sistema de almacenaje y transporte
(Escala 1:500 en metros)

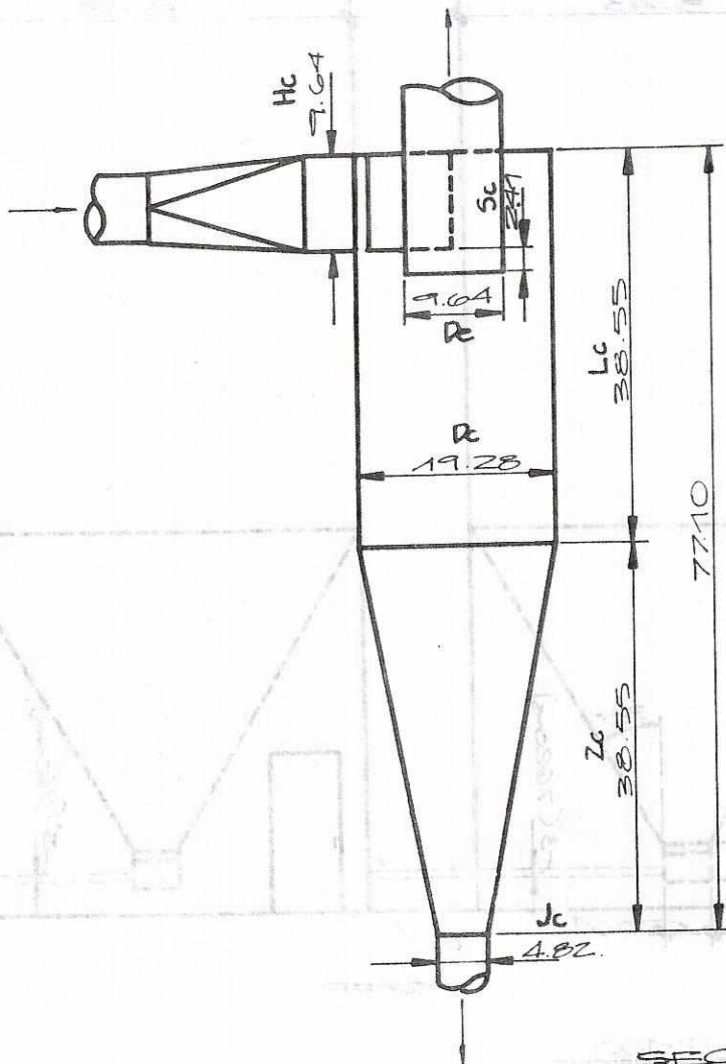


1. Silos
2. Inyectoras
3. Tubería de transporte

FIGURA A.3
Detalle ciclón
(medidas en centímetros)



VISTA SUPERIOR



SECCION: A-A

ANEXO 2

INYECTORES DE PLASTICO, S.A.
 DEPTO. CONTABILIDAD DE COSTOS Y PRESUPUESTOS
 EN QUETZALES

HOJAS TECNICAS DE INYECCION

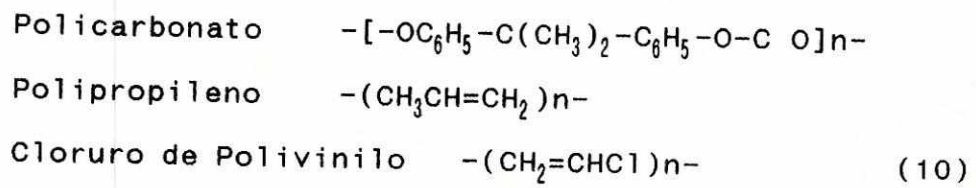
DESCRIPCION	MATERIA PRIMA	KU STD.	
CAJILLA ALTA RECTA 24	POLIETILENO	2.070	
<u>VELOCIDAD/MINUTO</u>	<u>PROD. HORA STD.</u>		
0.767	46.000		
CONCEPTO/PROCESO	VARIABLE	FIJO	TOTAL
I. INYECCION			
1. MATERIA PRIMA			
RESINA	10.350		
2. MANO DE OBRA	0.460	0.091	
3. GASTOS DE FABRICA	0.000	1.047	11.948
II. COSTO DE CAMBIO			
1. HRS. STD.	0.003		
2. MANO DE OBRA	0.057	0.009	
3. GASTOS DE FABRICA	0.000	1.131	0.198
III. CONTROL DE CALIDAD			
1. MATERIAL DE EMPAQUE	0.000		
2. MANO DE OBRA	0.000	0.000	
3. GASTOS DE FABRICA		0.000	0.000
IV. OTROS			
COSTO PRODUCCION Y EMPAQUE	10.868	1.278	12.146
V. GASTOS DE ADMINISTRACION		0.488	0.488
VI. GASTOS DE VENTA (FLETES)			
COSTO TOTAL	10.868	1.767	12.634

para un ángulo de desliz de 16.4° , se determinó que el ángulo de medio cono tiene que ser de 30° .

GRAFICA I

Angulo de medio cono versus flujo en la tolva (2)

CONCEPTO/PROCESO	VELOCIDAD/MINUTO	PROD. HORA STD.	ángulo de fricción de pared (desliz), grados
TOTAL	0.767	18.000	ángulo de medio cono, grados
<p>b. Diámetro de descarga</p> <p>Con materiales de extremada fluidez, como gránulos de plástico, que tienen dimensiones de arco cercanas a cero, y dimensiones críticas de "hoyo de ratón" de uno o dos pies, los silos con flujo de embudo pueden descargar un flujo irregular. Esta irregularidad es causada por la formación de un canal de flujo secundario en el silo (2).</p>			



El principal proceso de transformación del polietileno en Inyectores de Plástico, S.A. es el de inyección. La máquinas inyectoras (ver figura 1) constan principalmente de las siguientes partes (9):

1. Tolva
2. Tornillo
3. Cilindro de plastificación
4. Molde

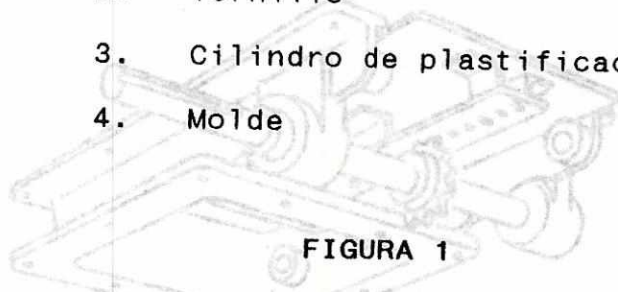


FIGURA 1

Máquina inyectora utilizada en Inyectores de Plástico, S.A.

Policarbonato $-(\text{OC}_6\text{H}_4\text{OC}(\text{CH}_3)_2\text{C}_6\text{H}_4\text{OC})_n-$

Polipropileno $-(\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2)_n-$

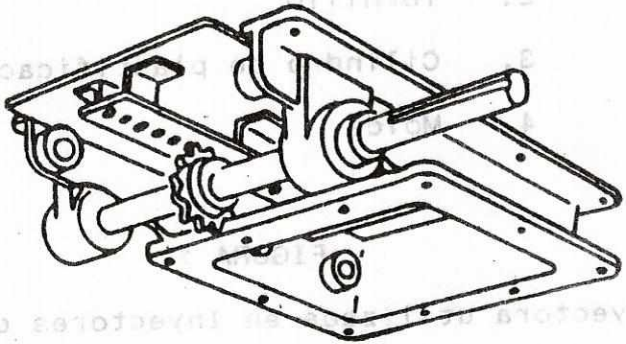
Cloruro de Polivinilo $-(\text{CH}_2\text{CHCl})_n-$ (10)

El principal proceso de transformación del poliestireno en inyectoras de plástico, S.A. es el de inyección. La máquina inyectora (ver figura 1) consta principalmente de las siguientes partes (9):

1. Tolva

2. Tornillo

3. Cilindro inyector



Máquina inyectora de plástico, S.A.

Se requiere además, una caja de succión a la que se conecta la tubería principal de transporte. El tamaño de esta caja está determinado por el diámetro de descarga y es, por lo tanto, de 0.61 m^3 (21.54 pie^3).

FIGURA 3
Compuerta de cremallera y piñón

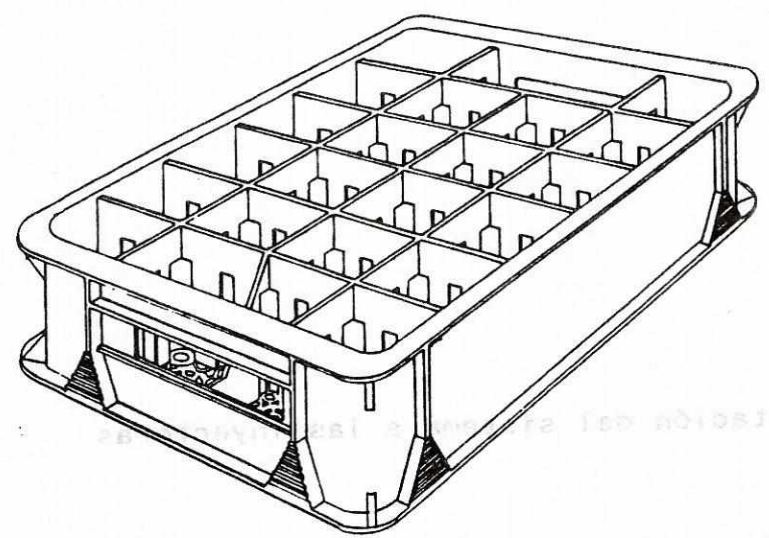


c. Alimentación del sistema a las inyectoras

El sistema automático de dosificación y mezclado con que cuentan las inyectoras, está conectado a una tubería flexible de PVC antiestático, que se une a su vez a la tubería principal por medio de una bifurcación especial del sistema.

En la parte superior del molde se encuentra el sistema de distribución de la resina, el cual está formado por un conjunto de tuberías que permiten la distribución uniforme de la resina en cada una de las cavidades del molde. Este sistema está diseñado para que la resina fluya libremente y se distribuya de manera homogénea en todas las partes del molde.

FIGURA 1
Componentes de la máquina y molde



El sistema automático de distribución de la resina y metaliza con que cuentan las inyectoras, está formado por una tubería de PVC que se conecta a la resina y se conecta a la tubería principal de la inyectora. Este sistema permite la distribución homogénea de la resina en todas las partes del molde.

proceso de inyección. La cajilla industrial (ver figura 2) es el artículo más representativo del uso de esta resina. Este artículo es ampliamente utilizado en la industria de bebidas embotelladas, para el transporte de envases. En la fabricación de cajilla se utilizan dos tipos de polietileno de alta densidad, debido a la conveniencia de tener dos proveedores.

TRIBUNAL

FIGURA 2

Cajilla industrial fabricada en
Inyectores de Plástico, S.A.

Ing. Henry Cukier

Ing. Oscar Gil

FECHA DE APROBACION 29 de septiembre de 1993

La cantidad de polietileno para cajilla industrial que se

Vo.Bo.

Ing. Oscar Gil
ASESOR

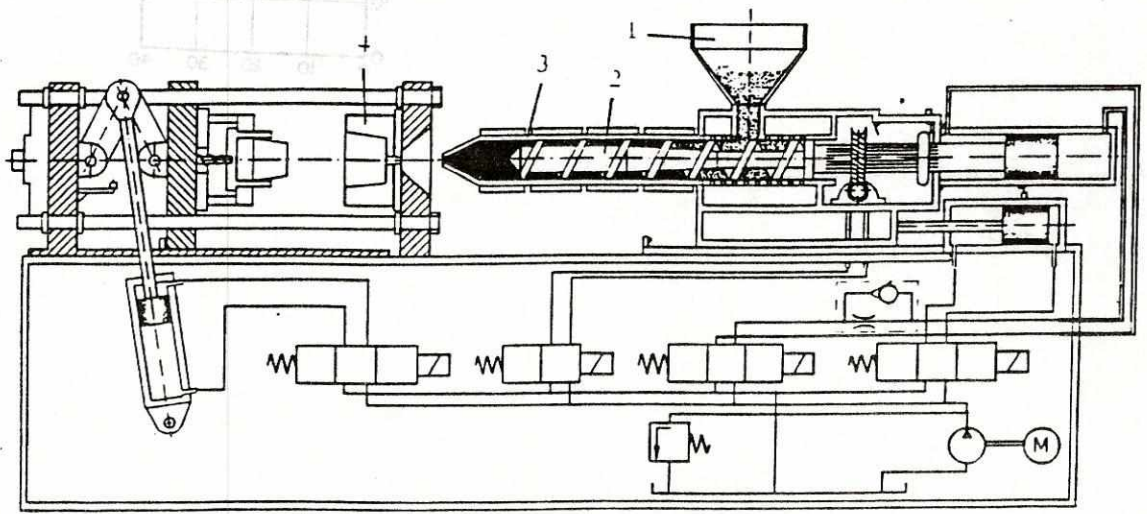
TRIBUNAL:

Ing. Eduardo Calderón

Ing. Henry Cukier

Ing. Oscar Gil

FECHA DE APROBACION 29 de septiembre de 1993



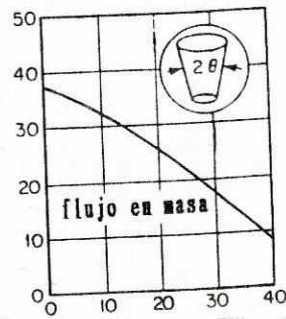
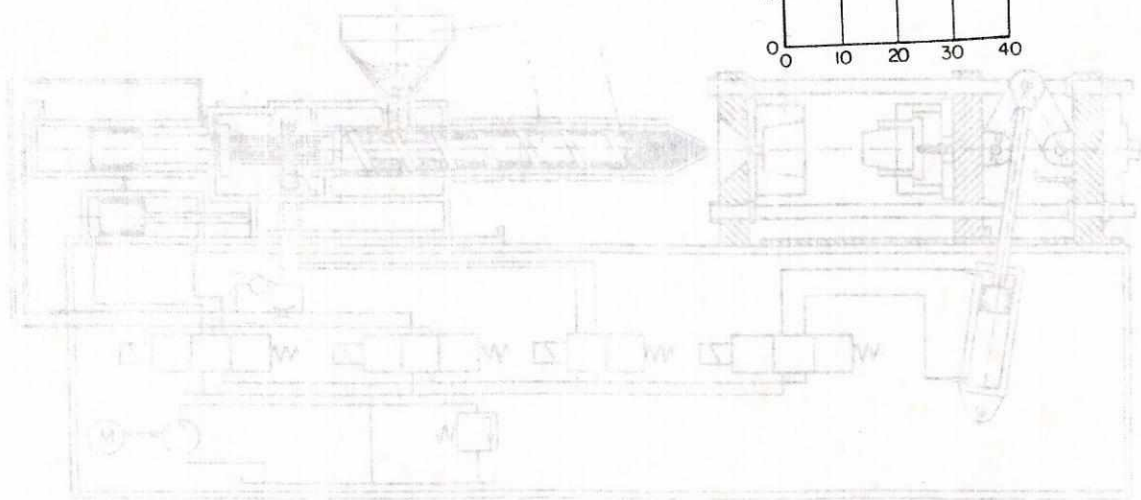
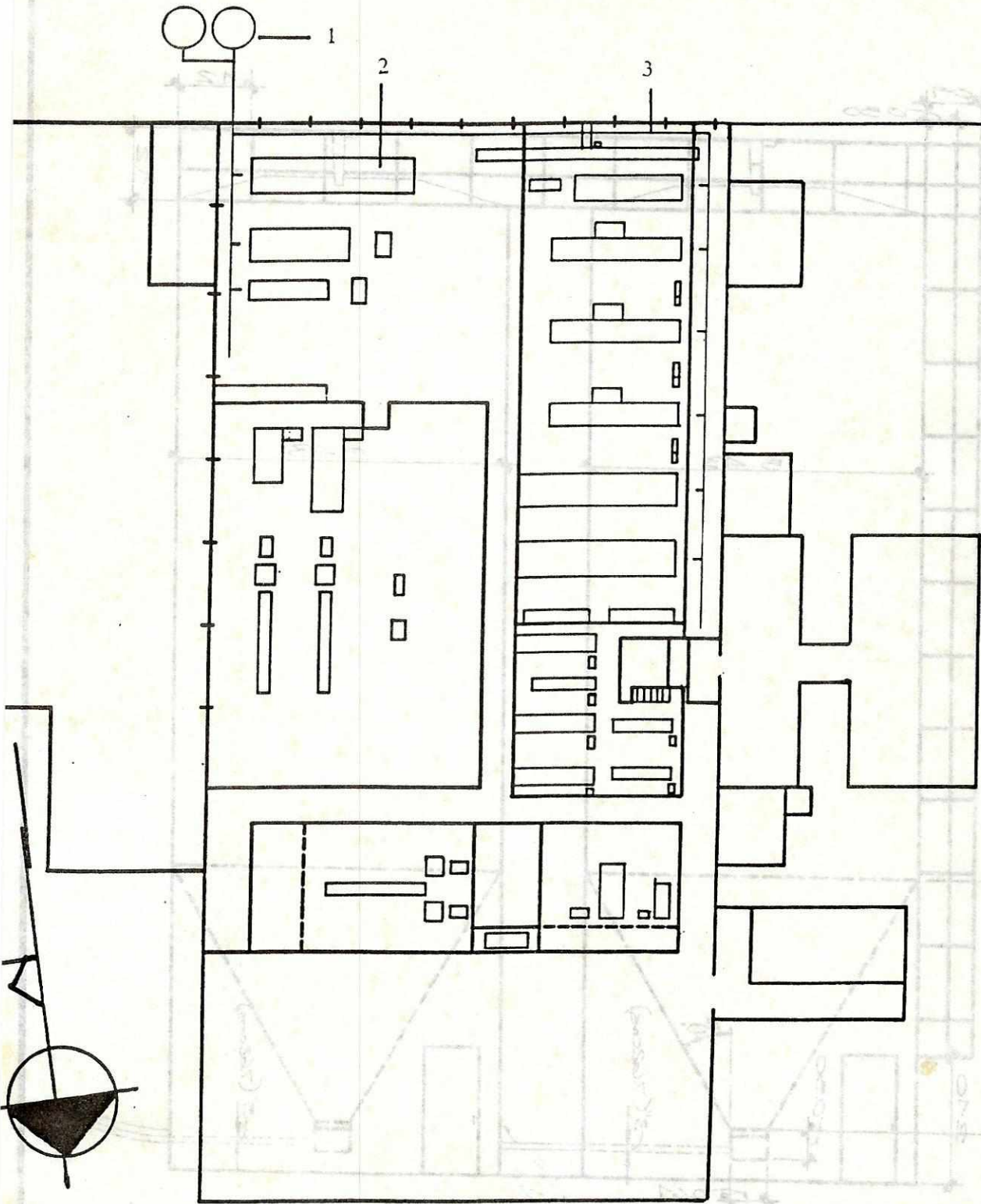


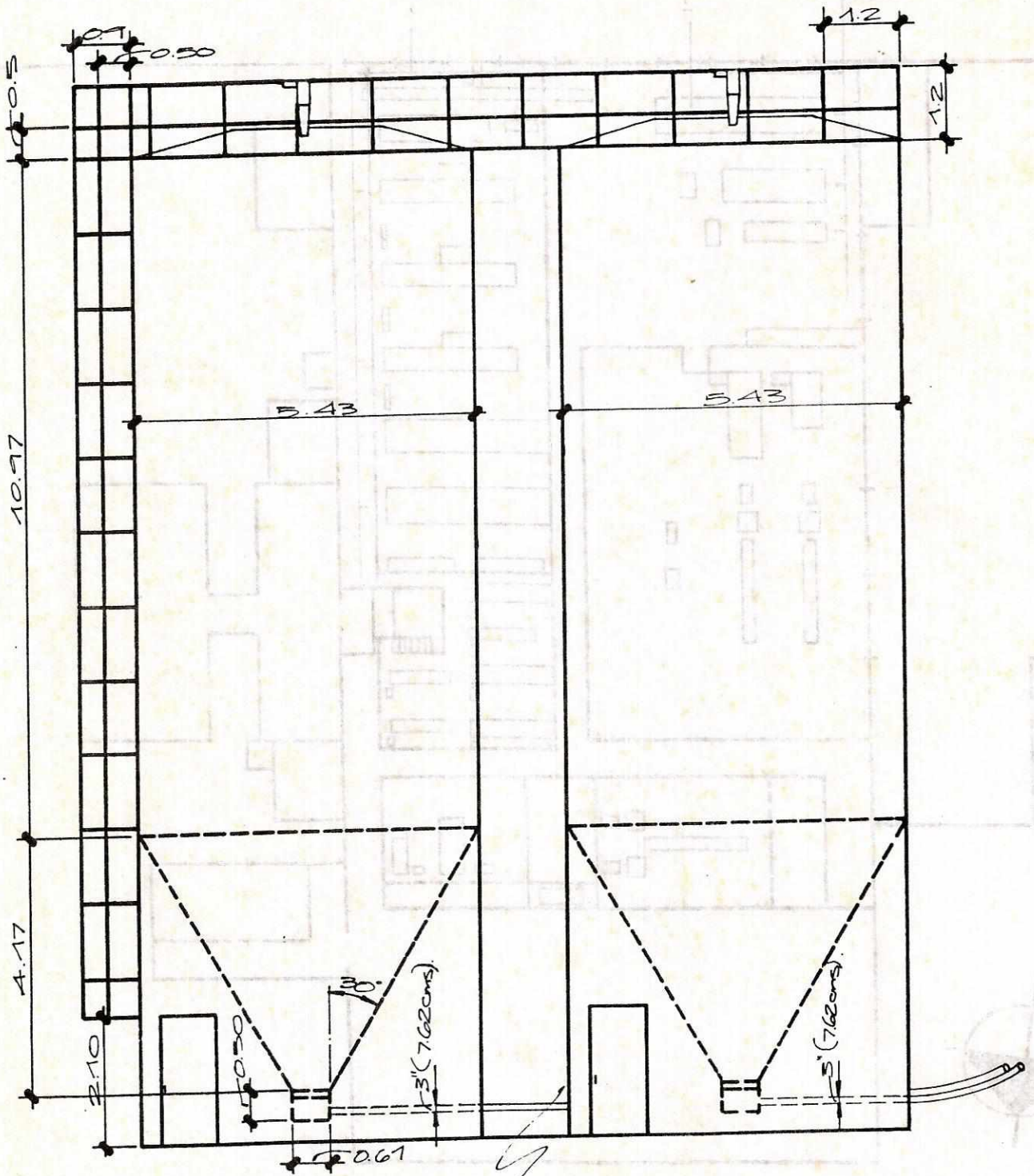
FIGURA A.1
Sistema de almacenaje y transporte
(Escala 1:500 en metros)



- 1. Silos
- 2. Inyectoras
- 3. Tubería de transporte

FIGURA A.2
Sistema de almacenaje
(medidas en metros)

ANEXO 1



ESCALA: 1:100.