

17
209.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**FACULTA DE ESTUDIOS SUPERIORES
"ZARAGOZA"**

**TRANSPORTACION NEUMATICA Y MECANICA
DE POLVOS.**

REPORTE DE EXPERIENCIA PROFESIONAL

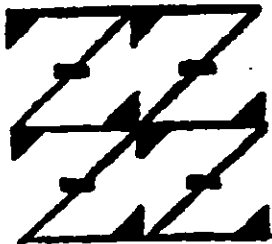
Que Para obtener el Titulo de:

INGENIERO QUIMICO

P r e s e n t a:

JUAN MANUEL GARCIA ROBLES

Asesor: I. Q. Andres Aquino Canchola



**LO HUMANO
ES
DE NUESTRA REFLEXION**

México, Noviembre de 1998

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

267567



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

JEFATURA DE LA CARRERA
DE INGENIERIA QUIMICA

OFICIO: FESZ/JCIQ/0032/98

ASUNTO: Asignación de Jurado

C. JUAN MANUEL GARCIA ROBLES

Presente

En respuesta a su solicitud de asignación de jurado para el Examen Profesional, le comunico que la Jefatura a mi cargo ha propuesto la siguiente designación:

Presidente: M. en C. Roberto Mendoza Serna

Vocal: I.Q. Andrés Aquino Canchola

Secretario: I.Q. Gonzalo Rafael Coello García

Suplente: I.Q. José Luis Macías Pérez

Suplente: I.Q. Tomás Vargas Ramírez

Atentamente

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

México, D.F., 19 de Agosto de 1998

EL JEFE DE LA CARRERA

I.Q. ARTURO ENRIQUE MENDEZ GUTIERREZ

Irm

A la memoria de mi padre y mi hermano José

A mi madre:

Que gracias a sus sacrificios, consejos y bendiciones siempre me ha apoyado incondicionalmente tanto en los buenos como malos momentos y que gracias a ello he logrado salir delante de este compromiso conmigo mismo para obtener mi título profesional, por todo ello le estaré eternamente agradecido.

A mis hermanos: Jerónimo, Graciela, Miguel, Polo y Lupe.

A mis compañeros y maestros

A todos mis familiares y amigos

Agradezco al Ingeniero Andrés Aquino Canchola su asesoría.

Agradezco a los Ingenieros Roberto Mendoza Serna, Gonzalo Rafael Coello García, José Luis Macías Pérez y Tomás Vargas Ramírez sus comentarios que me ayudaron a enriquecer más este trabajo.

Agradezco a Eduardo Antonio Calva, Carlos Villar y Esther Cruz Camacho su apoyo en lo necesario para finalizar este trabajo.

Agradezco especialmente, con mucha admiración cariño y respeto a quien me motivo para la conclusión de este trabajo. Mónica B. M. Gracias por existir

Sinceramente: Juan Manuel

T. Q. M.

INDICE

RESUMEN	3
INTRODUCCION	4
CAPITULO I Estudio general de los sistemas de transporte.	5
• Análisis de los principios básicos para establecer un transporte.	6
• Características de los materiales a transportar.	10
• Tipos de transporte. Clasificación orientativa.	13
CAPITULO II Transporte Mecánico.	15
• Elevadores de cangilones	15
• Transportadores en "masa" (Redlers).	28
• Tornillos de Arquímedes (gusanos).	34
• Experiencia propia en el manejo de transporte mecánico.	37
CAPITULO III Transporte Neumático	40
• Generalidades.	40
• Transporte de materiales a granel.	41
• Componentes de los transportadores.	42
• Aerodeslizadores.	45
• Compresores y ventiladores.	46
CAPITULO IV Sistemas de almacenamiento y desalmacenamiento.	47
• Generalidades.	47
• En silos.	47
• En parques de intemperie.	51
• Experiencia propia en el almacenamiento y desalmacenamiento	52

CAPITULO V	Sistema de transporte neumático de polvos en operación para la producción de pinturas vinílicas.	53
•	Introducción.	53
•	Descripción del proceso de fabricación de pinturas vinílicas.	53
•	Descripción del sistema.	54
•	Experiencia propia en el manejo del sistema de transporte neumático.	62
APENDICE	Equipo y accesorios para el transporte neumático de polvos en la elaboración de pinturas vinílicas.	64
CONCLUSIONES		78
BIBLIOGRAFIA		80

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es dar a conocer, las formas y equipo de transporte utilizado para el manejo de material a granel (principalmente polvos), ya sea utilizados en la industria química como materia prima o bien como producto de un proceso. Ya que durante mi experiencia profesional adquirida resalta la del manejo de material a granel (polvos). Primero en una planta de proceso continuo (Sosa Texcoco S.A. de C.V), en la cual el producto final (Carbonato de sodio) se obtiene en forma de polvo. En este proceso a la mitad de su trayecto se comienza a manejar el material en forma sólida a través de transportadores mecánicos y así sucesivamente hasta su almacenamiento en silos. Finalmente el manejo de material a granel (polvos), se realizó en una planta tipo batch (Empresa AGA S.A. de C.V.), para la producción de pinturas vinílicas, donde la materia prima en su mayoría está constituida por polvos. Los materiales polvos que se manejan en gran cantidad en esta planta se hace a través de transporte neumático. Por lo cual se presentan aquí los dos tipos de transporte de polvos (mecánico y neumático). Resaltando los problemas más comunes y como solucionarlos en cada una de las dos formas.

INTRODUCCION

La problemática de transportar material a granel en la industria, ya sea por recorridos complejos o distancias medias en una forma ininterrumpida, es lo que se llaman transportes continuos, caso de la transportación mecánica. Y cuando se realiza por partes se llama transporte tipo batch o por lotes, caso de la transportación neumática.

Dada la variedad de elementos existentes, es posible llevar a cabo diversas soluciones para resolver un problema dado de transporte, dependiendo ello en gran parte del ingenio y la experiencia de quienes están involucrados en el manejo y operabilidad del equipo utilizado para tal fin, sin perder de vista las características del material a transportar.

Es por tanto, muy difícil, establecer normas concretas para llevar a cabo el proyecto de un diseño, selección e instalación. No obstante se citan, las variables principales a tomar en cuenta: Material, capacidad a transportar y disposición general de la instalación.

En este trabajo se tiene como objeto presentar dos alternativas de manejo de material a granel, una en forma mecánica y otra en forma neumática, haciendo una recopilación de información al respecto, estableciendo la pauta para estudios más específicos al tema.

CAPITULO I

ESTUDIO GENERAL DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE.

CAPITULO I

1. ESTUDIO GENERAL DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE

El trabajo hace un estudio de los diferentes sistemas de transporte que se emplean en la industria básica para llevar a cabo las operaciones de traslado, carga y descarga de materiales a granel. Se trata, pues, de transportes mecanizados cuya selección y proyecto idóneo en cada caso representa un problema en donde la resolución tiene una importancia formidable la experiencia pero que, indudablemente no puede abordarse con probabilidades de éxito si no se conocen las posibilidades que la industria del transporte, en general, brinda como consecuencia de la autoselección que el progreso industrial ha ido realizando poco a poco, consagrando una serie de sistemas de transporte.

La trascendencia económica de los transportes es tan importante a veces, como el propio sistema de extracción, beneficio o transformación. No es, pues, de extrañar que desde hace unos cuarenta años se venga trabajando en el estudio de los principios básicos que influyen sistemáticamente en la eficiencia y abaratamiento de los mismos, siendo quizá los americanos los que con más claridad de juicio, y sobre todo de su trascendencia económica, han investigado sobre esta técnica.

De estos estudios sistemáticos se han sacado unos principios básicos, cuya influencia en el abaratamiento y eficiencia de un transporte es evidente, y que pueden agruparse como sigue;

- a) Planificación o planteamiento gráfico y cronométrico del transporte que es necesario realizar.
- b) Observancia de las normas generales de empleo.
- c) Selección de equipo.
- d) Estudio económico y comparativo.

2. ANALISIS DE LOS PRINCIPIOS BASICOS PARA ESTABLECER UN TRANSPORTE

Agrupados en la forma que antecede, vamos a estudiar en que consiste cada uno de los principios básicos, para tenerlos en cuenta al establecer o adoptar un sistema de transporte.

- I) Planificación de transporte; Debe hacerse teniendo en cuenta los siguientes principios.
 - a) Todo movimiento es dinero, hay que evitar los innecesarios.
 - b) Previsión de la capacidad de almacenamiento necesaria. Esta previsión debe hacerse con cierta holgura, de lo contrario, el transporte se ve obligado a realizar movimientos suplementarios que incrementan el costo.
 - c) La capacidad de almacenaje no es proporcional al área de planta, sino al volumen que representa esta área.
 - d) El concepto de almacenamiento no debe estar estático, salvo casos especiales, sino móvil o, mejor dicho, renovable. Máxima facilidad para su renovación.
 - e) Establecimiento claro del transporte que existe o el que se desea realizar mediante un diagrama de circulación.

Una vez que se ha establecido el diagrama de circulación, es necesario hacer un análisis crítico.

Existen muchos procedimientos para ello, pero siempre encaminados a buscar una solución de mejora que debe reflejarse junto con el análisis y su crítica.

Más o menos podría establecerse un cuadro de interrogantes cuya respuesta sincera, en la mayoría de los casos acarrea mejoras cuyo orden de importancia depende naturalmente del acierto que existiera en su planteamiento inicial o en el momento de la crítica.

Este cuadro podría ser el siguiente: (TABLA 1)

TABLA 1

ANALISIS		CRITICA	ESTUDIO DE MEJORA
HECHOS	RAZONES	COMPARACION	PROPUESTAS
¿Qué transporte se lleva a cabo?	¿Por qué se realiza?	¿Es necesario?	¿Se puede evitar?
¿Dónde se lleva a cabo?	¿Por qué en ese lugar?	¿Es el lugar más Indicado?	¿Se puede cambiar acortando el trayecto?
¿Cuándo se lleva a cabo?	¿Por qué en ese momento?	¿Es el mejor momento?	¿Se puede combinar con otra operación?
¿Quién la lleva a cabo?	¿Por qué esa persona?	¿Es la persona Indicada?	¿Se puede evitar o cambiar la persona que lo ejecuta?
¿Cómo se lleva a cabo?	¿Por qué de esa manera?	¿Es el mejor método?	¿Se puede mejorar?

Del análisis crítico y del diagrama de circulación puede sacarse la consecuencia de si es o no conveniente un sistema de transporte, o bien, de las posibilidades de mejora que existen, pero sólo por lo que se refiere a su concepción y viabilidad técnica, es decir, a su planificación.

Se comprende que una planificación de este tipo requiere realizar varios ciclos para llegar a lo que en principio se considere como solución ideal.

- II) Normas generales de empleo; cualquiera que sea el tipo de transporte que se haya planificado, existen normas preceptivas de carácter general que haya que considerar;
 - a) Seguridad en el transporte; Es el más importante no sólo por su valor humano, que ya sería suficiente, sino por la repercusión que tiene en la eficiencia del sistema.
 - b) Aminoración de carga y descarga; Esta norma guarda estrecha relación con el principio de volumen de almacenaje suficiente. Cuanto menor es éste, mayores son los números de cargas y descargas que se realizan.
 - c) Emplear la fuerza de gravedad al máximo es el principio de la circulación descendente.
 - d) Revisiones periódicas del sistema de transporte. Esto implica un doble concepto, ya que, por un lado, debe llevarse un control de las unidades y circuitos de transporte

mediante unas hojas de revisión periódica, bien sea cronológica por toneladas transportadas o por kilómetros recorridos, y por otro lado, supone un cronometraje y revisión del conjunto para ver la continuidad o mejora conseguida; o para ver la posibilidad de reforma con miras a una mayor eficacia.

Esto está unido al concepto moderno de mantenimiento preventivo, único que puede considerarse como tal, ya que el mantenimiento consiste en la reparación del material cuando éste acusa el fallo, resulta antieconómico además de peligroso.

III) Normas sobre adopción de equipo; la experiencia viene demostrando que cada sistema tiene un campo de aplicación más o menos limitada, bien sea por el tonelaje, bien por la distancia, por el tipo de recorrido o por las características fisicoquímicas del material, que le hace más eficiente y económico que los demás. Todo ello aconseja proceder, en cuanto a equipo se refiere, teniendo en cuenta los siguientes principios:

- a) Selección del equipo adecuado al trabajo a realizar; Es necesario que el equipo que se adopte sea el más adecuado, teniendo en cuenta la naturaleza fisicoquímica del material a emplear (densidad, temperatura, adherencia, humedad, ángulo de deslizamiento, etc.) y las características del proceso a atender (distancia, tonelaje, horario, perfil de trazado, etc.)
- b) Estandarización del material al máximo; Esto tiene influencia sobre los gastos de mantenimiento y la eficiencia del transporte. Es mucho mayor la ventaja así conseguida que una carestía inicial si la impone.
- c) Normas de selección para conseguir una inmovilización de unidades de transporte; toda unidad o material parado supone un gasto para la empresa que a veces se hace patente de un modo inmediato.

IV) Estudio de costos; a nuestro juicio es imprescindible llevar a cabo un estudio económico de costos de un transporte. El estudio completo de los diferentes gastos relativos a un sistema de transporte, nos dará la base comparativa para su selección, dentro del marco de la equivalencia técnica de su empleo. Los gastos ocasionados por la implantación de un sistema de transporte son de las siguientes clases;

Gastos de instalación.

Gastos de explotación.

Gastos permanentes.

Gastos de conservación y mantenimiento

Se examina cada uno de ellos para estudiar su repercusión sobre el coste del transporte.

Gastos de instalación.

Representan, en general; los gastos de traslado del material, instalación o acondicionamiento del terreno, montaje y desmontaje de las unidades de transporte, etc. Son gastos que gravaran la tonelada transportada en función del tiempo que dure la instalación y del tonelaje transportado durante dicho tiempo.

Gastos de explotación.

- a) Fijos: Son independientes del tonelaje transportado y de la distancia recorrida, por ejemplo, los jornales de personal encargado de la manipulación y manejo de las unidades de transporte, impuestos y alquileres o gastos similares por razones de emplazamiento, estimados todos ellos por año.
- b) Proporcionales: Bien sea el tonelaje transportado, bien a la distancia recorrida, bien a su producto según los casos. Tales son los consumos de gasolina, aceite, electricidad, etc., es decir, en general gastos de energía y lubricación.

Gastos permanentes

Dependen del número de años en que se proyecte amortizar el material del transporte y, en su caso, el camino. A este respecto es necesario considerar la "vida técnica" del sistema de transporte. Dentro de lo posible, es necesario proveer que al cabo de cierto tiempo, menor que la vida útil del sistema, bien entretenido por supuesto, otro medio más moderno y más económico puede hacerlo envejecer, económicamente hablando.

Hay que considerar pues la amortización técnica del sistema.

Gastos de reparación y conservación

Estos gastos son proporcionales, o mejor dicho se pueden considerar proporcionales al tonelaje transportado y están integrados por los siguientes conceptos;

- a) Gastos invertidos por año en reparaciones, revisiones o renovaciones de las partes cuyo desgaste así lo requiera, considerando un ciclo temporal determinado.
- b) Gastos anuales de los intereses correspondientes al material inmovilizado como stock de repuestos previsible renovables más o menos parcialmente cada año, pero cuyo importe anual tiene en algunos casos una evidente trascendencia económica.

3. CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES A TRANSPORTAR

3.1 Generalidades

El conocimiento de las características de los materiales a transportar es fundamental, tanto para elegir el medio más adecuado, como para estudiar los aspectos prácticos derivados de la acción del material sobre el elemento de transporte. Las principales características son las siguientes:

- Peso específico aparente.
- Tamaño.
- Forma.
- Angulo de reposo.
- Cohesión o fluibilidad del material.
- Temperatura.
- Otras propiedades del material.

Peso específico aparente. Es el correspondiente al material en su estado natural, sin compactar; su determinación práctica es sencilla, bastando pesar un volumen conocido de material, cuya magnitud depende del tamaño de éste.

Tamaño. En muchos casos, tales como los materiales recién extraídos de minas y canteras, el material está formado por la mezcla de trozos grandes, medianos y finos; los trozos grandes definen por ejemplo, la anchura de bandas y alimentadores a emplear para su transporte.

En el caso de los finos (polvos) debe establecerse la granulometría del material para establecer el transporte adecuado.

Forma. La Federación Europea de Manutención (F.E.M.), ha establecido los siguientes símbolos para designar los materiales:

SIMBOLO	FORMA	EJEMPLO
I	Aristas vivas, con las tres medidas aproximadamente iguales	Cubo.
II	Aristas vivas con una dimensión muy superior a las otras dos	Prisma
III	Aristas vivas con una dimensión muy inferior a las otras dos	Placa.
IV	Aristas redondeadas con las tres medidas aprox. iguales	Esfera
V	Aristas redondeadas con una dimensión muy superior a las otras dos.	Cilindros (bastones)
VI	Fibroso, con bucles.	-

Angulo de reposo. Es el que forma el material apilado libremente con respecto a la horizontal.

Cohesión o fluibilidad del material. Está relacionado con los ángulos de reposo y sobrecarga y sirve para definir la sección transversal del material en una banda o alimentador, así como el ángulo de inclinación que puede tener la banda o alimentador. Influyen las siguientes variables sobre los valores que pueden tomar: tamaño y forma de las partículas, rugosidad o suavidad de su superficie, proporción de fino y trozos grandes, humedad, etc. La F.E.M. ha establecido la siguiente clasificación:

SIMBOLO	COHEXION	ANGULO DE REPOSO
1	Producto que se pone en suspensión en el aire y es por tanto, tan fluido como un liquido.	-
2	Producto muy fluido.	$a < 30^\circ$
3	Producto de fluidez normal	$30^\circ < a < 45^\circ$
4	Producto poco fluido	$45^\circ < a < 60^\circ$
5	Producto compacto	$a > 60^\circ$
6	Producto que no fluye; resistente al dragado	-

Temperatura. Generalmente, los materiales se transportan a temperatura ambiente, cuando las temperaturas son elevadas hasta 150°C se emplean bandas con recubrimientos especiales.

3.2 Otras características del material

También han sido clasificadas por la F.E.M. de la siguiente forma:

SIMBOLO	CARACTERISTICA	EJEMPLO
n	Se aglomera bajo la acción de un agente exterior (presión, humedad, etc.)	Azúcar en polvo Cal hidratada
o	Abrasivo	Cok, cuarzo
p	Corrosivo	Sal marina
q	Frágil	Jabón en escamas
r	Explosivo	Polvo de carbón o de azúcar.
s	Inflamable	Virutas de madera
t	Polvoriento	Cemento
u	Húmedo (indicar él % de agua en peso)	-
v	Pegajoso	Arcilla, superfosfatos
w	Higroscópico	Cal marina, nitrato de amonio.
X	Con malos olores	Desperdicios

En la referencia bibliográfica de "Transporte y Almacenamiento de Materias Primas en la Industria Básica" de Luis Targhetta Areola VI Tabla XVI están contenidas las características de los principales materiales, agrupados según sus procedencias.

3.3 Características principales de transporte.

Aparte de las anteriormente citadas, con un carácter general, existen otras más relacionadas con la realización del transporte.

Angulo de ascenso

Es de gran importancia, sobre todo en el diseño de un transportador. Es el ángulo máximo que puede dársele a un transportador, sin riesgo de que el material se desprenda hacia abajo. Su importancia práctica es grande, puesto que si adoptamos un ángulo pequeño para salvar una pendiente determinada, ello nos obliga a un mayor recorrido y un coste también mayor. Por el contrario, si el ángulo es grande, el material subirá con dificultad o no subirá, y la instalación de transporte será ineficiente, e incluso, peligrosa.

Cada material tiene un ángulo de ascenso, pero además, este ángulo viene influenciado por el grado de humedad, por el tamaño y forma del material y por la forma en que se efectúe la carga. La continuidad en la carga tiene también su influencia; si un transportador va cargado irregularmente, el material tendrá más tendencia a deslizarse que en otro cargado con uniformidad, pues en éste el propio material se asienta mejor sobre el transportador.

Angulo de descenso o de deslizamiento sobre tolvinos de caída

Es también de gran importancia práctica el conocer este ángulo. Depende de los materiales a transportar y de su grado de humedad, así como la rugosidad de la superficie de deslizamiento principalmente, aunque también tiene influencia la sección del tolvin con respecto al tamaño del material, la longitud del tolvin, y el grado de acabado del mismo. Si hay irregularidades en el mismo, por ejemplo chapas que sobresalen, tornillos o cordones de soldadura en los que puedan detenerse los materiales, se corre el riesgo de obstrucción de los tolvinos. También deben evitarse las secciones rectangulares o ángulos vivos, substituyéndolas por formas redondeadas, así como los cambios de sección y dirección. Como orientación general, daremos los siguientes valores:

Carbón y minerales secos: 40° a 45° , mínimo.

Cok en trozos: 30°

Carbón en trozos grandes: 40°

Cereales secos: 25° a 30°

Superfosfatos y nitratos amónicos: 60° mínimo, consecuencia de su consistencia pastosa y caliente al salir de cribas de fabricación.

La humedad, unida al grado de finura del producto, representa siempre un inconveniente grande que sólo la experiencia y la experimentación permiten valorar adecuadamente. Por eso no hemos dado cifras para el caso del carbón húmedo para cuyo traslado a través de tolvinos de salida hay que recurrir muchas veces al empleo de elementos vibratorios que destruyen los abovedamientos de la masa aumentando su fluidez.

4. TIPOS DE TRANSPORTE. Clasificación orientativa.

Llevar a cabo una clasificación, basada en el uso de los diferentes sistemas de transporte, incluso limitado al de productos para la industria básica, supondría una labor tan difícil como innecesaria, al menos desde un punto de vista técnico.

La necesidad de atender la creciente demanda de productos de toda clase, al multiplicarse y al crecer los centros de consumo, es aún mayor, y la influencia recíproca entre técnicas aparentemente dispares, ha hecho aparecer campos de aplicación de algunos sistemas o tipos de transporte, en ciertos medios, en los que antes ni siquiera se había pensado, por lo menos seriamente hablando.

Como carácter orientativo de visión de conjunto, podemos ordenar y clasificar el estudio de los sistemas de transporte en la forma siguiente.

- a) Sistemas de transporte terrestre:
 - Por carretera
 - Ferroviarios
 - Funiculares
 - Continuos (mecánicos)

- b) Sistemas de transporte especiales;
 - Hidráulicos
 - Neumáticos y gaseosos

- c) Sistemas de transporte marítimos y fluviales;
 - Marítimos
 - Fluviales

- d) Sistemas de almacenamiento;
 - Cerrados
 - De intemperie

En este estudio el enfoque estará centrado en el transporte mecánico y neumático aplicado a la industria en la cual he tenido contacto con estos sistemas de transporte, se incluyen también en este estudio ciertas unidades auxiliares a accesorios característicos, complementarios, tanto de los transportes, como del almacenamiento, y dentro de esta línea expositiva, el de algunas instalaciones que pueden ser típicas y actuales.

CAPITULO II

TRANSPORTE MECANICO

CAPITULO II

2. TRANSPORTE MECANICO

Los sistemas de transportes de algunos productos industriales de carácter básico en forma de polvos, es decir, producidos o consumidos en la industria básica estudiados hasta ahora, tienen la característica común:

La de emplear medios mecánicos para llevar a cabo el transporte. Reciben para ello la acción necesaria procedente de equipo o motor.

Los transportadores de “masas” en los que la masa “fluye” pero aún así, arrastrada o movida por medios mecánicos como son las cadenas o la hélice, aunque el recipiente no se mueva.

Por esta razón se les llama transportes mecanizados, porque el transporte se materializa mecánicamente casi siempre de un modo total, o por lo menos en gran parte, no sólo en lo que se refiere al accionamiento, sino al de transportar en sí.

Los transportes mecánicos más comúnmente utilizados en la industria para manejar ya sea materia prima o producto terminado en forma de polvo son los siguientes:

Elevadores de cangilones
Transportadores en masa “Redlers”
Tornillos de Arquímedes (transportadores helicoidales)
Bandas transportadoras blindadas (panzers).
Etc.

En este capítulo estudiaremos sólo las 3 primeras por su aplicación en la industria básica.

2.1 Elevadores de cangilones

2.1.1 Generalidades

Bajo este nombre se agrupan los dispositivos de elevación de materiales que constan en esencia de:

- Cangilones de transporte del material.
- Un elemento sinfín sobre el cual se fijan los cangilones.
- Una rueda superior y otra inferior cuyos ejes de giro están colocados generalmente en la misma vertical, o ligeramente desplazados.
- Un grupo motorreductor de accionamiento de la rueda superior.

- Una caja dentro de la cual van situados el elemento sinfín, los cangilones y ruedas. En su parte superior lleva una boca de descarga y en la inferior la de carga.

A consecuencia de la variabilidad de los elementos componentes acabado de citar, y teniendo en cuenta la gran diversidad de materiales que pueden transportarse, resultan diversos tipos o clasificaciones de los mismos. Estas clasificaciones pueden ser:

- Verticales o inclinados. (Estos se emplean cuando además de elevar un producto, hay que desplazarle horizontalmente en una pequeña cuantía).
- De descarga centrífuga o de descarga por gravedad.
- De cangilones espaciados o de cangilones continuos.
- De banda o de cadena
- De gran capacidad

La figura 2.1 muestra un elevador vertical de cadena.

La elección o diseño de un elevador, es un asunto que requiere un conocimiento profundo de los mismos y del comportamiento de los materiales a transportar, o sea, exige cierta experiencia por ser variados los factores que entran en juego.

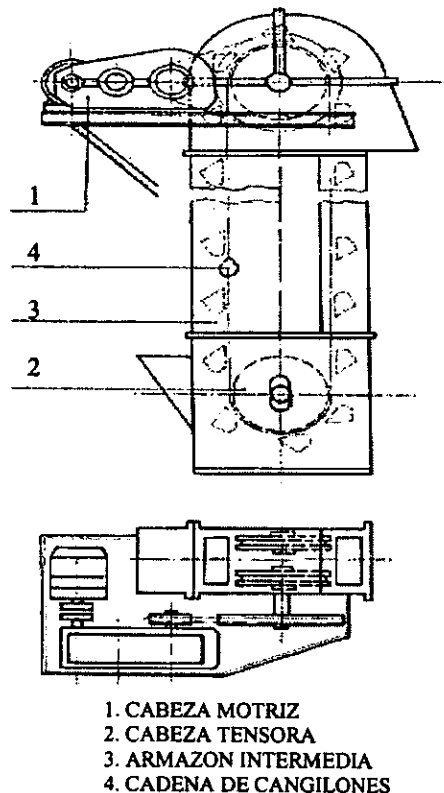


Fig.2.1 Elevador de cangilones vertical de cadena

De acuerdo a los componentes para la elevación de materiales a granel, su principio de funcionamiento es el siguiente; El motorreductor acciona la rueda superior, la cual a su vez hace que gire el elemento sinfín en donde van sujetos los cangilones. El elemento sinfín hace girar la rueda inferior, esta hace la acción de mantener la vertical con la rueda superior. De la descarga se habla en el punto 2.1.4.

Los primeros elevadores de cangilones se emplearon para la elevación de cereales, pero su uso se ha extendido posteriormente a muchas otras materias, tales como carbón, cemento, harina, cenizas, etc., materiales sueltos.

Para dar una idea general de las posibilidades de los mismos, diremos que sus velocidades pueden variar desde 0,5 m/seg. hasta 4 m/seg. ; la anchura de los cangilones puede ser de hasta 1,5 m; la altura de elevación puede llegar hasta 50 m y más, y su capacidad hasta 500-600 m³/hora. Respecto a su elección, teniendo en cuenta el material, diremos que los de cangilones espaciados se emplean cuando el material puede dragarse. Cuando esto no es recomendable y en los materiales friables, se emplearán los de tipo continuo. Los de descarga por gravedad se emplearán para materiales con tendencia a pegarse. Finalmente, los de gran capacidad, que son del tipo continuo, se emplean para transportar materiales friables, abrasivos y de gran tamaño.

2.1.2 Forma de cangilones y materiales a transportar

La forma de los cangilones depende grandemente de los materiales a transportar, así como de la velocidad del elevador. La tabla 2.1, extraída de la norma DIN 15.230, muestra los tipos corrientemente empleados.

El material empleado en la fabricación de los mismos suele ser hierro maleable, por la facilidad en obtener ángulos redondeados, bordes de ataque fuertes para resistir a la abrasión y corrosión, pero también se fabrican de acero suave embutidos, y cuando la cantidad es reducida, de chapas de acero suave soldadas.

Con respecto al espaciamiento de los cangilones, éstos se colocan más próximos conforme aumenta la velocidad, puesto que el material sale despedido más radialmente.

Un aspecto práctico importante es la sujeción del cangilón. Cuando la fijación es sobre banda, existen varios tipos de sujeción, pero una de las más eficaces es la que se indica en la figura 2.2.

ELEVADORES DE CANGILONES

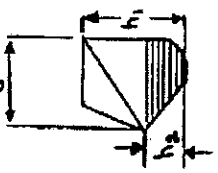
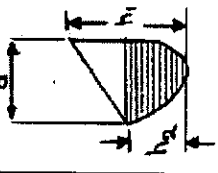
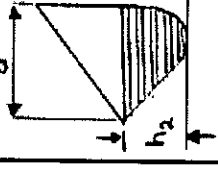
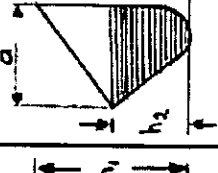
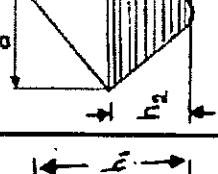
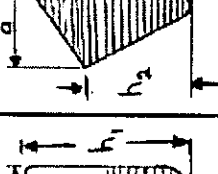
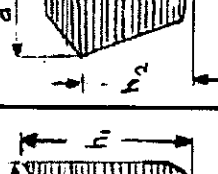
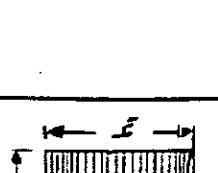
DNI	18241		18242		18243		18244		18245		22201, 22202		22211, 22212		22203	
	Chapa	Fundición	Chapa	Fundición	Chapa	Fundición	Chapa	Fundición	Chapa	Fundición	Chapa	Fundición	Chapa	Fundición	Chapa	Fundición
Forma	Altura reducida		Altura reducida		Semiprofundos		Profundo		Profundo		Profundo		Profundo		Cangilones continuos	
Ejecución	Altura reducida		Altura reducida		Semiprofundos		Profundo		Profundo		Profundo		Profundo		Cangilones continuos	
Figura																
Apropiados para	Materiales sueltos Marina Salmora		Materiales en trozos pequeños; cerezales		Materiales pegajosos: azúcar en caña fideos de carbón húmedos		Materiales pesados, pulverulentos o en trozos grandes; arena, cemento, carbón		Materiales ligeros y mólidos o rodantes: cañizas o patatas		Materiales ligeros y mólidos o rodantes: cañizas o patatas		Materiales ligeros y mólidos o rodantes: cañizas o patatas		Carbon de hulla	

TABLA 2.1

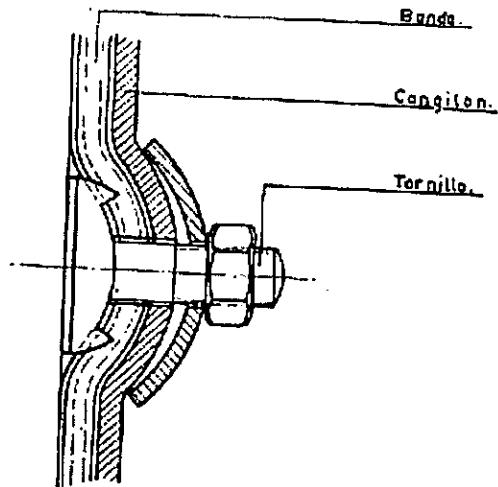
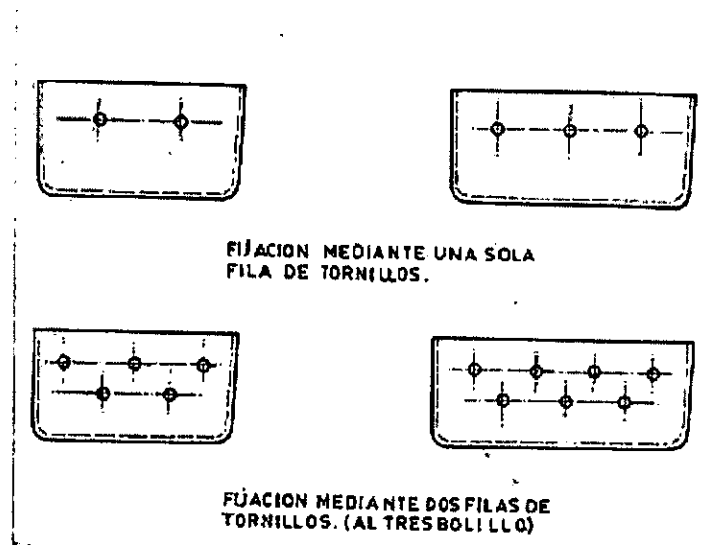


fig. 2.2 Fijación sobre banda mediante tornillo

Para materiales ligeros se emplea una sola fila de tornillos y en los pesados, dos filas, colocadas al tresbolillo (fig. 2.3).



FIJACION MEDIANTE UNA SOLA FILA DE TORNILLOS.

FIJACION MEDIANTE DOS FILAS DE TORNILLOS. (AL TRESBOLILLO)

figura 2.3 Fijación de cangilones sobre la banda

Nota 1: Para la elección de lo siguiente: bandas, cadenas, tambor, juntas o empalmes, referencia TA 1200/VI pag. 664-670.

2.1.3 Cadenas

En general, se emplean tres tipos de cadena que son los dibujados en las figuras 2.4, 2.5 y 2.6.

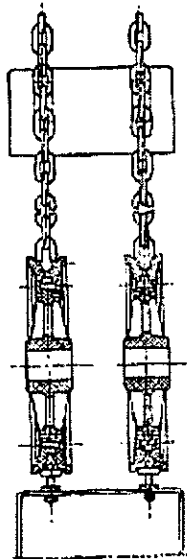
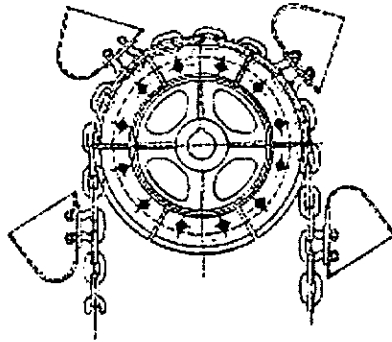


Fig. 2.4

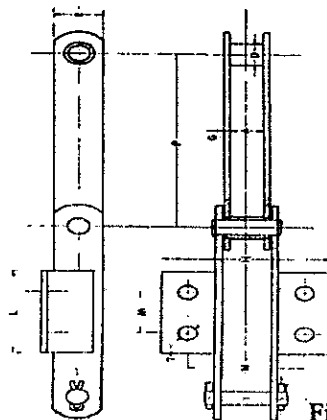


Fig.2.5

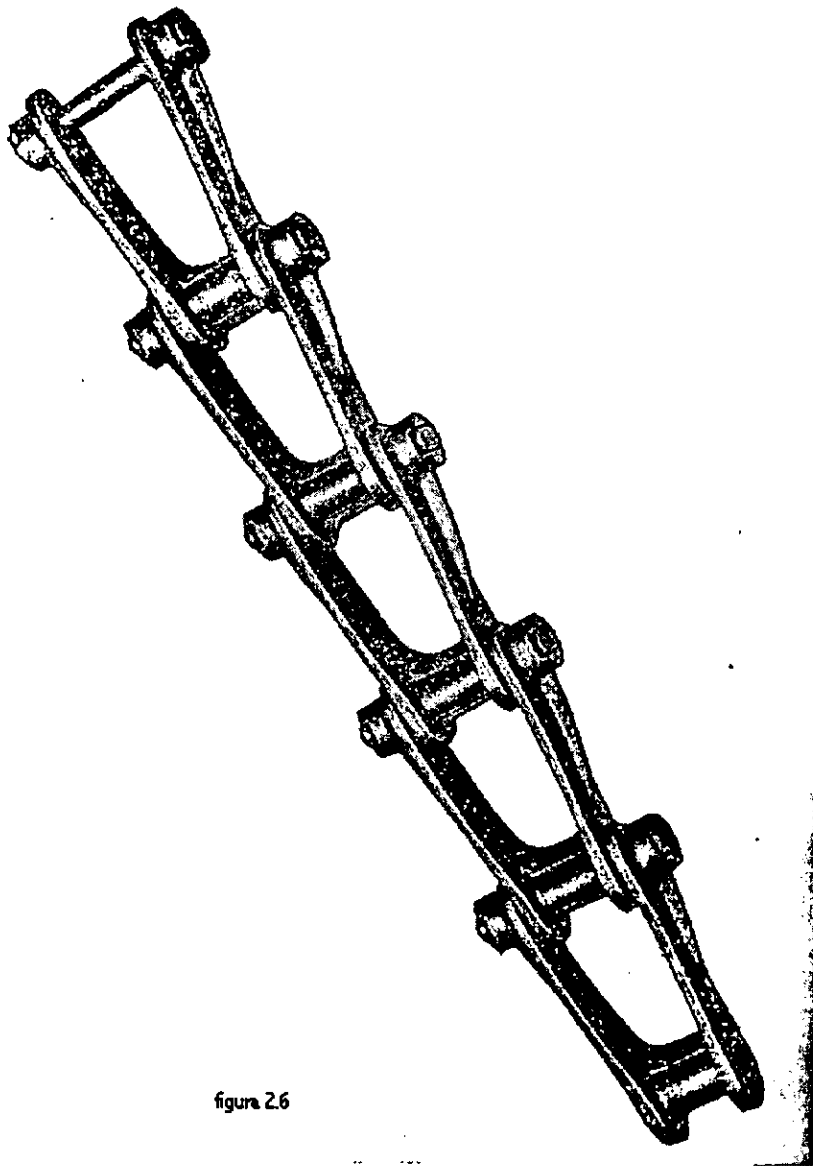


figura 2.6

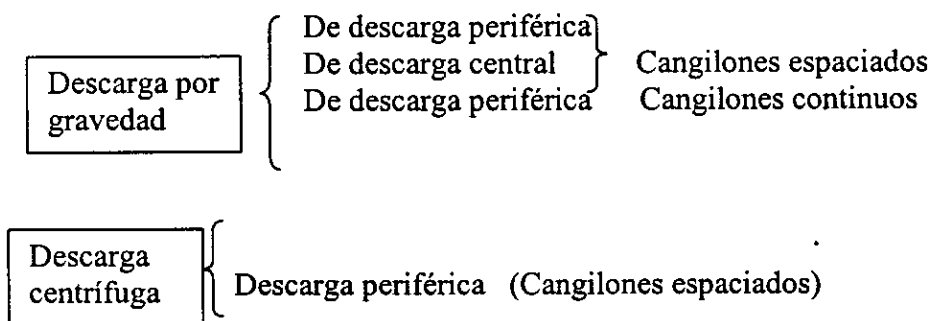
Las primeras se construyen generalmente de acero, con cargas de rotura de $50 - 60 \text{ kg/mm}^2$ y de $65 - 75 \text{ kg/mm}^2$, en calidades normal y calibrada. Cuando se quieran evitar desgastes prematuros, se emplean cadenas cementadas. Las cadenas se acoplan directamente sobre poleas lisas con acanaladuras, ejerciendo su arrastre por fricción (en este caso es cuando son recomendables las cadenas cementadas).

Los coeficientes de seguridad adoptados (relación de la carga de rotura a la de trabajo), son del orden de 20. Se emplean preferentemente en elevadores con cangilones discontinuos que realizan dragado del material.

El segundo tipo se emplea con ruedas dentadas de pequeño número de dientes; aquí el arrastre no depende de la fricción y se emplean principalmente en los elevadores continuos. Finalmente, las del tipo tercero son las llamadas cadenas Ewart, de las cuales hay gran diversidad de modelos y que se fabrican, generalmente, de fundición maleable. Los coeficientes de seguridad empleados varían desde 8, para funcionamiento continuo, sin dragado y en ambiente exento de polvo, hasta 20 para funcionamiento con choques y en condiciones extremas de abrasividad.

2.1.4 Descarga

El siguiente cuadro sinóptico indica la clasificación de los elevadores con relación a la forma de descarga.



Las figuras 2.7 a 2.10 muestran estos cuatro tipos de elevadores de cangilones.

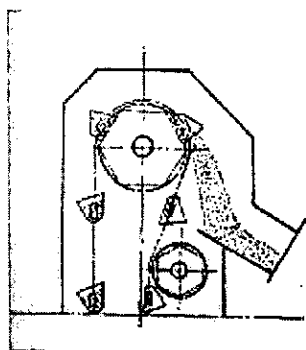


fig. 2.7 Descarga por gravedad periférica

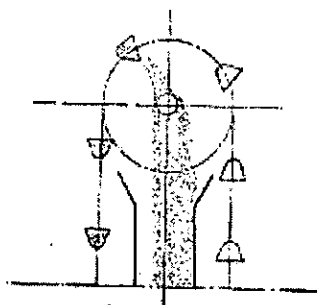


fig. 2.8 Descarga por gravedad central

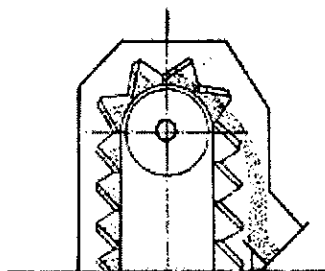


fig. 2.9 Descarga periférica, cangilones continuos

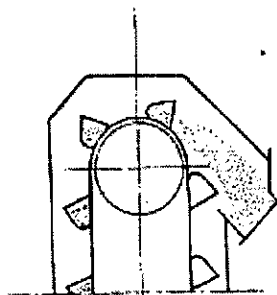


fig. 2.10 Descarga centrífuga

La siguiente tabla 2.2 da una orientación general sobre las velocidades a elegir, según el diámetro del tambor y los materiales a elevar.

Características del material	Material	Tipo de elevador	Tipo de cangilón	Coeficiente de llenado	Velocidad (m/s)	
					Banda	Cadena
Pulverulento	Polvo de carbón	Baja velocidad. Descarga por gravedad	P	0.85	-	0.6-0.8
	Cemento, yeso, fosfatos	Alta velocidad. Descarga centrífuga	P	0.75	1.25-1.8	-
Granular y con pequeños trozos, medianamente abrasivos	Serrín, arcilla seca en trozos, carbón	Alta velocidad. Descarga centrífuga	P	0.70-0.80	1.25-2.0	1.25-1.60
Idem muy abrasivos	Grava, mineral	Baja velocidad. Descarga directa por gravedad.	V	0.75-0.85	0.8-1.0	0.8-1.0
	Arena, ceniza, tierra, rocas.	Alta velocidad. Descarga centrífuga.	P	0.70-0.80	1.6-1.8	-
Tamaños medios y grandes medianamente abrasivos.	Carbón	Baja velocidad. Descarga directa por gravedad.	V	0.60-0.80	-	0.6-0.8
	Rocas	Alta velocidad. Descarga centrífuga	P	0.50-0.70	-	1.25-1.40
Idem muy abrasivos	Rocas trituradas, mineral	Baja velocidad. Descarga centrífuga directa	V	0.60-0.80	-	0.5-0.8
En trozos, frágil friable.	Cok	Idem	V	0.6	0.6-0.8	0.6-0.8
Polvoriento, en granos, húmedo	Tierra, arena húmeda, yeso polvoriento húmedo	Alta velocidad. Descarga centrífuga.	A	0.4-0.6	1.25-1.8	1.25-1.6
	Muchos productos químicos.	Baja velocidad. Descarga por gravedad.	A	0.4-0.6	-	0.6-0.8

TABLA 2.2

Tipos de cangilones: P: Profundo.

A: Abierto.

V: Tipo en V.

Tamaños pequeños: inferiores a 60 mm.

Tamaños medios y grandes: mayor de 60 mm

2.1.5 Carga y descarga

Estos son aspectos prácticos que requieren experiencia y un cuidadoso diseño. En los elevadores con cangilones espaciados y cuando el material es pulverulento o granular, los cangilones efectúan dragado en el pie del elevador, puesto que el material alimentado se vierte parcialmente fuera de los cangilones. Si el material está en trozos de medianas o grandes dimensiones y además es friable o abrasivo, este sistema no puede emplearse, y la alimentación ha de hacerse directamente en el cangilón, lo que obliga a emplear elevadores continuos.

Generalmente, la disposición constructiva de la boca de carga y de la tolva adjunta, es la que se indica en la figura 2.11, o sea, sin regulación alguna, pero esto no es recomendable por existir el riesgo de sobrecargar el elevador y hacer difícil el dragado.

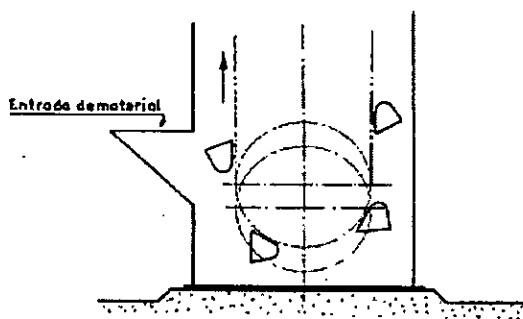


figura 2.11

Para materiales finos se suelen emplear dosificadores rotativos, pero es más efectivo el empleo del sencillo alimentador oscilante dibujado en la figura 2.12.

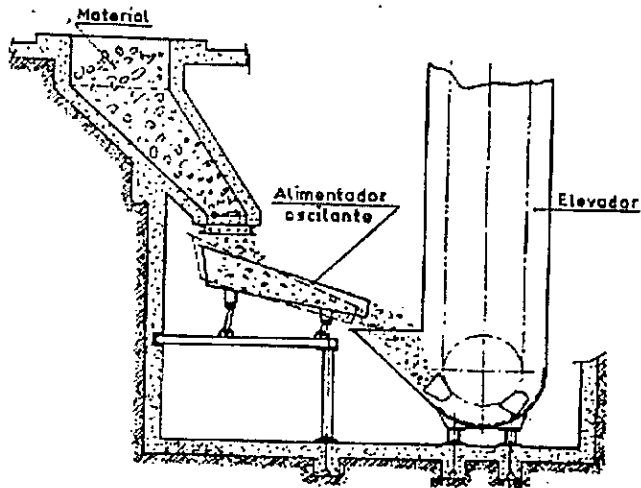


figura 2.12

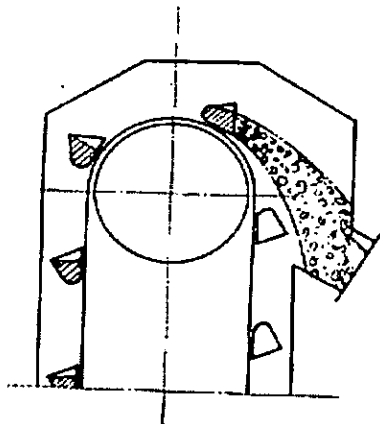


figura 2.13

La descarga no presenta dificultades, siendo una de las formas constructivas la indicada en la figura 2.13. Los ángulos de las bocas o tolvinas de descarga, son aproximadamente los que se indican en la siguiente tabla.

Tabla # 2.3

MATERIAL	ANGULO
Cereales.	15° - 20°
Cereales	30°
Harina, yeso.	20° - 25°
Cemento, finos, etc.	30°
Carbón seco.	30°
Carbón apelmazado.	45° - 50°

2.1.6 Detalles constructivos generales

Cajas: Se construyen con una estructura soporte ligera recubierta de chapas de poco espesor atornilladas. El objeto de las mismas es impedir la difusión del polvo y evitar que los derrames de material puedan caer en zonas de paso de personas y, además proteger a éstas del contacto con la cadena y cangilones. Deben preverse en lugares convenientes, puertas de inspección grandes y fácilmente desmontables.

Las figuras 2.14 y 2.15 muestran las disposiciones constructivas de una cabeza motriz o superior, y de una inferior o de carga.

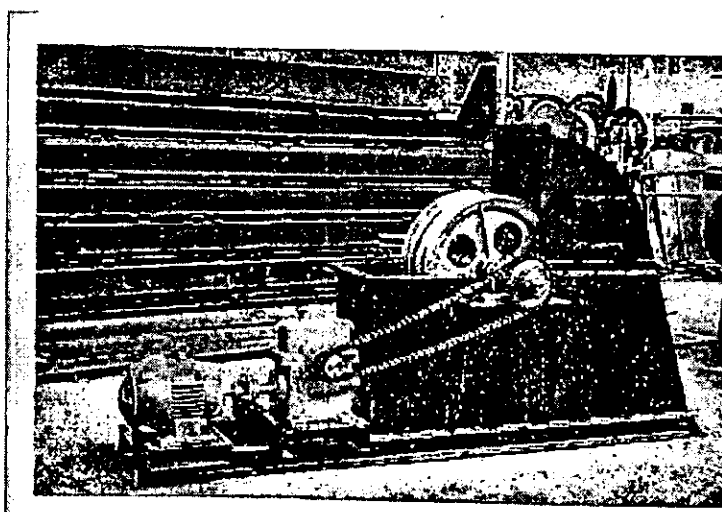


figura 2.14



figura 2.15

2.1.7 Dispositivos de seguridad

En previsión de que una rotura de los mecanismos de accionamiento o la falta de corriente en el motor, hagan que los cangilones llenos retrocedan, y al entrar en contacto con el material alimentado en el pie del elevador se produzcan un choque y el deterioro de los mismos, debe preverse un dispositivo antirretroceso directamente calado sobre el eje de la rueda de cabeza, o un freno del tipo electromagnético o turbohidráulico.

Cuando se produce un deslizamiento de la banda o de la cadena, por falta de tensión en el dispositivo tensor, la rueda o tambor de pie se parará o disminuirá su número de r.p.m. Al ser perjudicial el citado deslizamiento, debe evitarse parando rápidamente el elevador; ello se logra con un dispositivo eléctrico calado en el eje del tambor de pie, el cual al girar a menos revoluciones de aquellas para las que está tarado, actúa sobre los contactores del equipo eléctrico de mando del motor de accionamiento, parando éste.

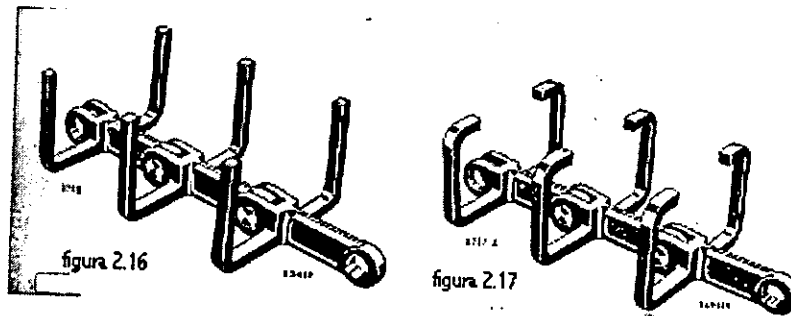
2.2 Transportadores en "masa" (Redlers)

2.2.1 Generalidades

Este tipo de transportadores consta, en esencia, de una cadena sinfín, cuyos eslabones llevan incorporadas barras transversales de variadas formas.

Esta cadena es accionada por una rueda dentada motriz, efectuándose el reenvío a través de otra rueda sin dientes. La cadena va alojada en una caja totalmente cerrada, de sección rectangular, y resbala sobre el fondo superior o sobre raíles si carece de éste, y sobre el inferior; el material que descansa sobre estos fondos, es arrastrado por las barras transversales de la cadena en su movimiento, y como consecuencia de la fricción interna del material, la sección de material arrastrado es mayor que la correspondiente a la altura de la cadena. Para transportadores horizontales la forma del travesaño es recta, pero en los inclinados y verticales tienen la forma indicada en la figura 2.16.

Para productos granulados se emplea la cadena de la figura 2.17



El material se desplaza solidariamente con la cadena a su misma velocidad, y formando una masa plástica, siendo la cadena el soporte de la masa transportada. A consecuencia de la forma en que se efectúa el transporte de material, estos transportadores presentan una serie de ventajas, entre la que se cuentan:

- 1) Poco espacio ocupado transversalmente.
- 2) No existir posibilidad de contaminación por otros productos, ni haber producción de polvo por ser la caja de transporte hermética.
- 3) Posibilidad de efectuar el transporte horizontal, inclinado y verticalmente en una sola unidad.
- 4) Al efectuarse el transporte por el deslizamiento de las cadenas, se produce automáticamente el desprendimiento de los materiales cuando existe una abertura en el fondo; los materiales no se adhieren a las cajas.
- 5) Las entradas y salidas de material pueden hacerse en cualquier punto del transportador.

- 6) Ser robustos y requerir pocos cuidados.

Estos transportadores suelen conocerse más corrientemente como Redlers, toma del nombre del inglés que los inventó, aunque su fabricación en Europa continental es llevada a cabo por la firma suiza Buhler.

2.2.2 Capacidades, velocidades, dimensiones, materiales a transportar.

La capacidad máxima a transportar es del orden de 1,000 T/hora y su velocidad puede llegar hasta 2m/seg. Las secciones de las cajas varían desde 115mm. X 800 mm. Hasta 770 mm. X 2,000 mm. y su longitud puede llegar hasta 150 metros. Los materiales a transportar son muy variados; a continuación se da una lista de los más importantes.

Aceitunas prensadas	Leche en polvo
Almendras garapiñadas	Lignito
Alumbre en polvo	Lignito pulverizado
Aluminio en polvo	Maíz
Arcilla molida	Malta desecada
Arena de fundición	Mármol en pedazo
Arena de río	Minerales
Arroz	Nitrato sódico
Aserrín	Piedras pulverizadas
Asfalto en polvo	Recortes de madera
Avena	Remolachas (cortes)
Azúcar	Sal industrial
Bauxita	Salvado
Bórax en polvo	Semillas de (algodón, cacao, café, hierba, mostaza)
Cacahuates	Soya
Cacao en polvo	Sosa
Cal apagada	Sulfato de (amonio, bario, magnésico)
Cal en polvo	Tabaco en polvo
Cal hidratada	Talco en polvo
Caliza en pedazos	Vidrio en pedazos
Carbón	Vidrio en polvo
Carbón en polvo	Yeso en polvo
Cemento	Jabón en polvo
Cenizas	Ladrillo en polvo
Copos de cereales	
Coque	
Escoria de cemento	
Escoria granulada	
Forrajes	
Fosfatos	
Grafito en polvo	
Harina	
Harina de huesos	

2.2.3 Tipos de transportadores

En general, son de dos tipos: de caja sencilla y de caja doble, y sus trayectorias de transporte pueden ser horizontales, inclinados, verticales, una combinación de ellas, y en circuito cerrado.

Los de caja sencilla se emplean para el transporte de material en un solo sentido, pero los de caja doble permiten el transporte de materiales iguales o distintos, en sentidos opuestos o iguales. También permiten la mezcla de varios materiales.

Las figuras 2.19 a 2.24 muestran claramente todos los tipos posibles de transportadores, o sea:

Transportador horizontal de caja sencilla (transporte del material en un solo sentido) (fig. 2.19).

Transportador horizontal de caja doble (transporte de varios materiales en un único sentido) (fig. 2.20).

Transporte horizontal de caja doble (transporte de dos materiales en sentidos opuestos) (fig. 2.21).

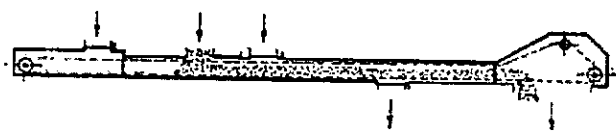


Fig.2.19 Redler horizontal de caja sencilla

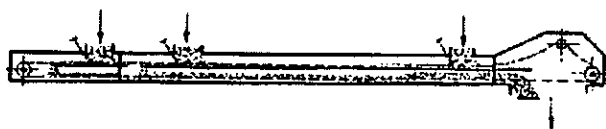


Fig.2.20 Redler horizontal de caja doble

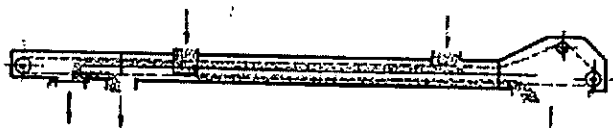


Fig.2.21 Redler horizontal de dos sentidos de transporte

Transportador inclinado de caja doble (fig. 2.22)

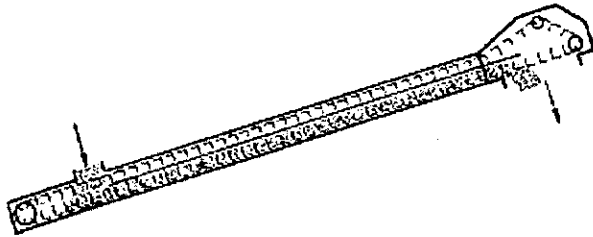


fig. 2.22 Redler inclinado de caja doble

Transportador vertical con base horizontal (fig. 2.23)

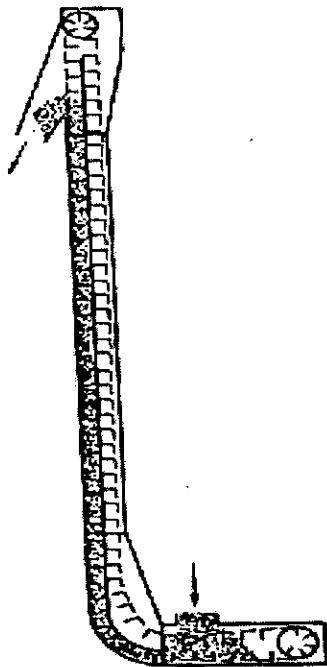


fig. 2.23 Redler vertical con base horizontal

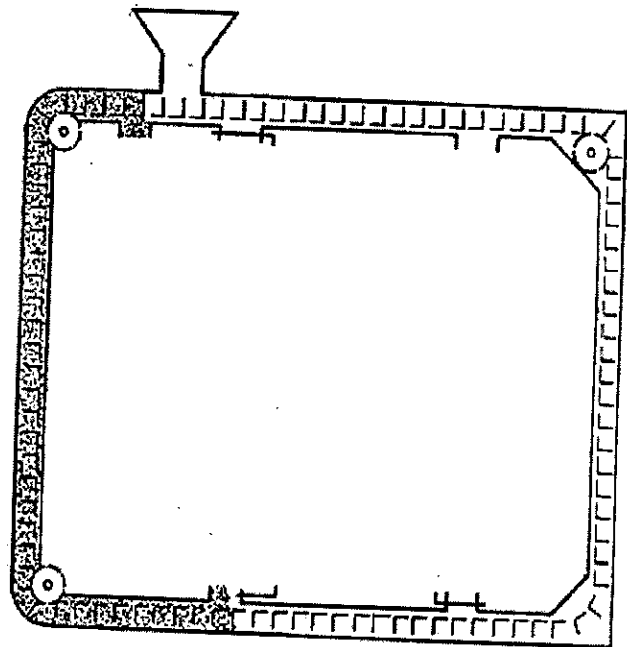


fig. 2.24 Redler de circunvalacion vertical

Transportador de circunvalación vertical (fig. 2.24)

2.2.4 Esquemas de transporte con "Redlers"

Las aplicaciones de estos transportadores son tan variadas como los materiales a transportar, citando a continuación unas cuantas:

- Almacenamiento de cereales (carga y descarga de silos).
- Industrias de fertilizantes.
- Industrias alimenticias.
- Minas de carbón y lavaderos.
- Fábricas de cemento.
- Fábricas de ladrillos.
- Industrias químicas.

En las siguientes figuras se pueden apreciar tres esquemas constructivos.

Esquema de transporte en una fábrica de aluminio (fig. 2.25)

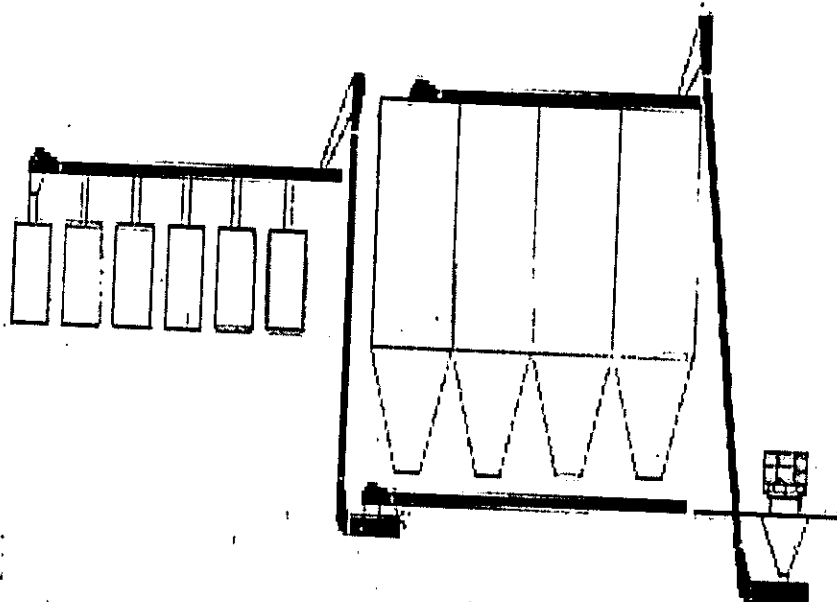
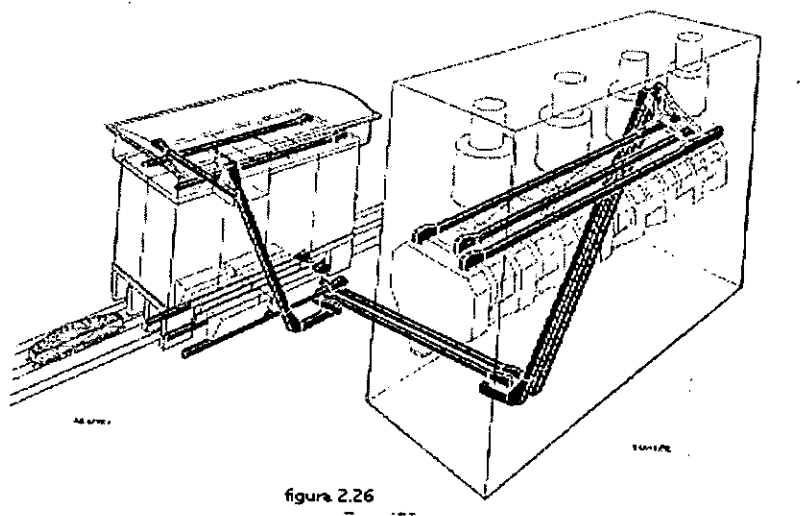
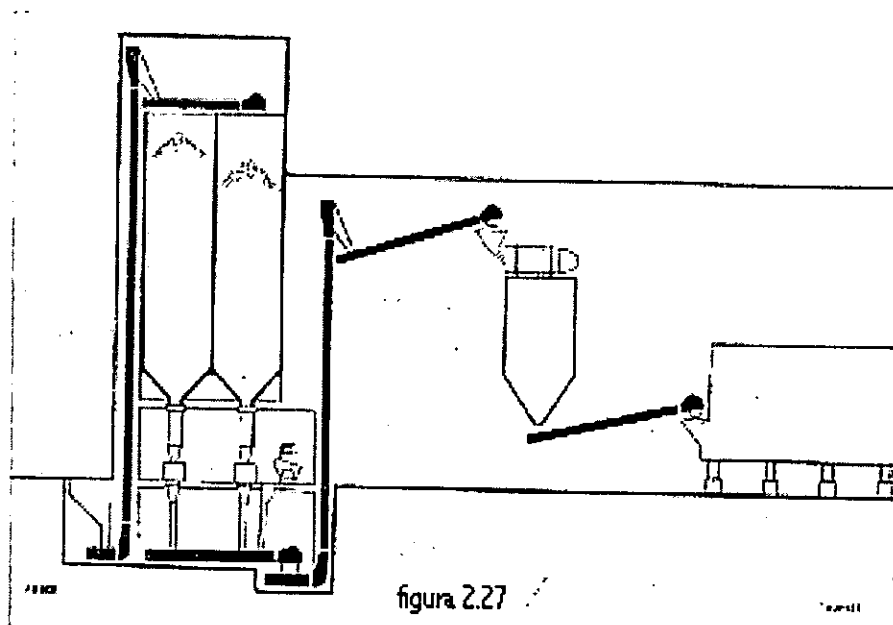


figura 2.25

Esquema de transporte en una central térmica (fig. 2.26)



Esquema de transporte en una fábrica de vidrio (fig. 2.27)



2.3 Tornillos de Arquímedes

2.3.1 Generalidades

Como es bien sabido, este tipo de alimentador es un desarrollo de los tornillos empleados en la antigüedad para transportar y elevar agua, y cuyo origen se atribuye a Arquímedes.

Consta de un helicoide construido en chapa, y cuyo eje material puede ser macizo o tubular, dependiendo de las dimensiones. Este helicoide se aloja en un tubo redondo o en una caja cuya parte inferior tiene forma de medio punto.

La disposición general es la representada en la figura 2.28

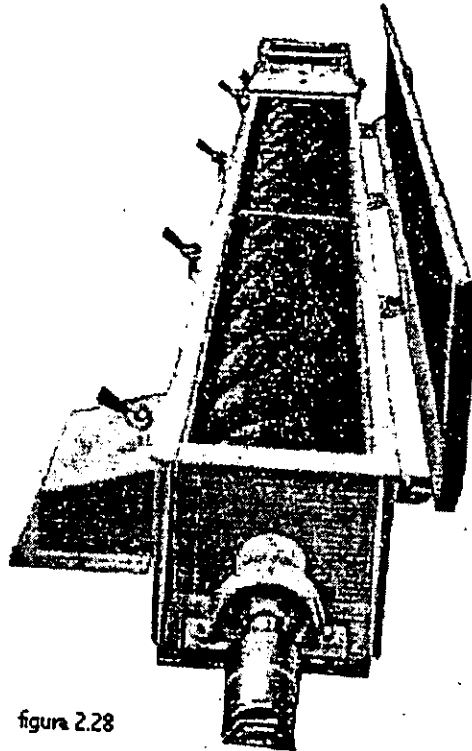


figura 2.28

El helicoide se apoya en soportes situados en los extremos del tubo o caja; cuando es muy largo, existen además, apoyos intermedios. El accionamiento se efectúa por un grupo motorreductor colocado en un extremo, estando montado generalmente coaxial con el tubo. La posición del tornillo puede ser horizontal o inclinada, pudiendo alcanzarse inclinaciones de hasta 15°.

2.3.2 Campo de aplicación

La capacidad máxima que puede transportarse es del orden de 200 a 300 T/h., y el diámetro puede llegar hasta 80 mm. La longitud viene limitada por la resistencia a la torsión del árbol; para tornillos con un solo grupo de accionamiento, puede llegarse hasta 50 metros, y con dos, hasta 100 metros.

Entre las ventajas principales de este medio de transporte respecto de otros, destaca su estanqueidad, con la cual se evita la formación de polvo, y el poco espacio ocupado transversalmente. Su empleo se recomienda para el transporte de materiales no muy densos, no friables y que no tengan tendencia a adherirse a las paredes de la caja; los cereales, cemento, harina, etc. Se transportan fácilmente con los tornillos de Arquímedes.

2.3.3 Particularidades constructivas de la hélice

Generalmente, la hélice es "llena", o sea, cubre toda la superficie comprendida entre el eje y el diámetro exterior (fig. 2.30), pero también se construyen otras hélices constituidas por una banda o pletina ocupando la parte exterior del helicoide, la cual se une al eje mediante soportes de pletina, de forma que quedan huecos entre banda y eje. Con ello se consigue una mayor regularidad de los niveles del material entre espiras (fig. 2.31). También se construyen tornillos con hélice de dos o más "entradas" (para materiales con pequeño ángulo de talud).

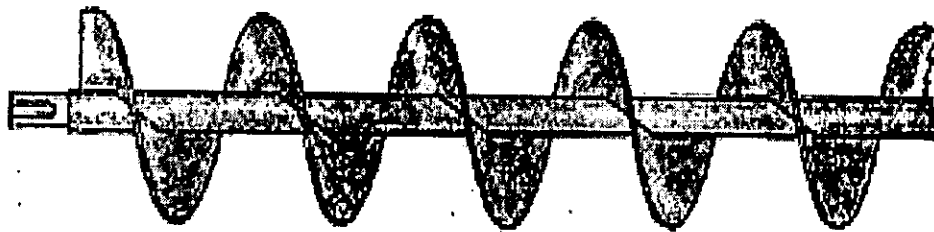


fig. 2.30

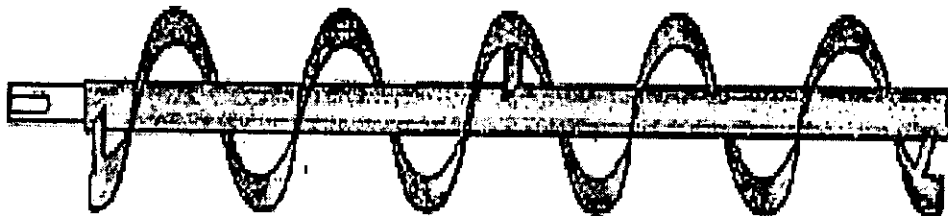


fig. 2.31

Normalmente el paso es uniforme a lo largo del tornillo, pero en la zona de carga se hace con un menor paso y a veces con mayor diámetro; ello tiene por objeto lograr que el nivel del material disminuya en el sentido de la marcha lográndose el adecuado coeficiente de llenado.

En las figuras 2.32 y 2.33 se han representado los tipos más corrientes de hélice, indicándose los desplazamientos del material correspondiente a cada sentido del giro.

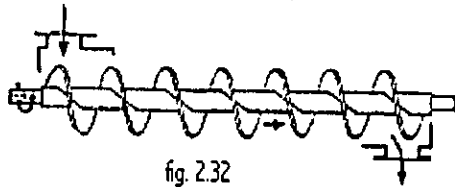


fig. 2.32

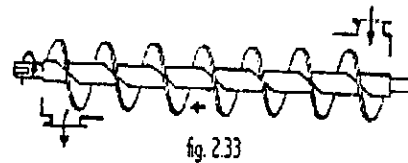


fig. 2.33

Además del transporte del material, también puede lograrse una homogeneización del mismo; para ello se emplean hélices dobles (colocadas paralelamente), de pasos opuestos y girando en sentidos contrarios, tal como indica la figura 2.34

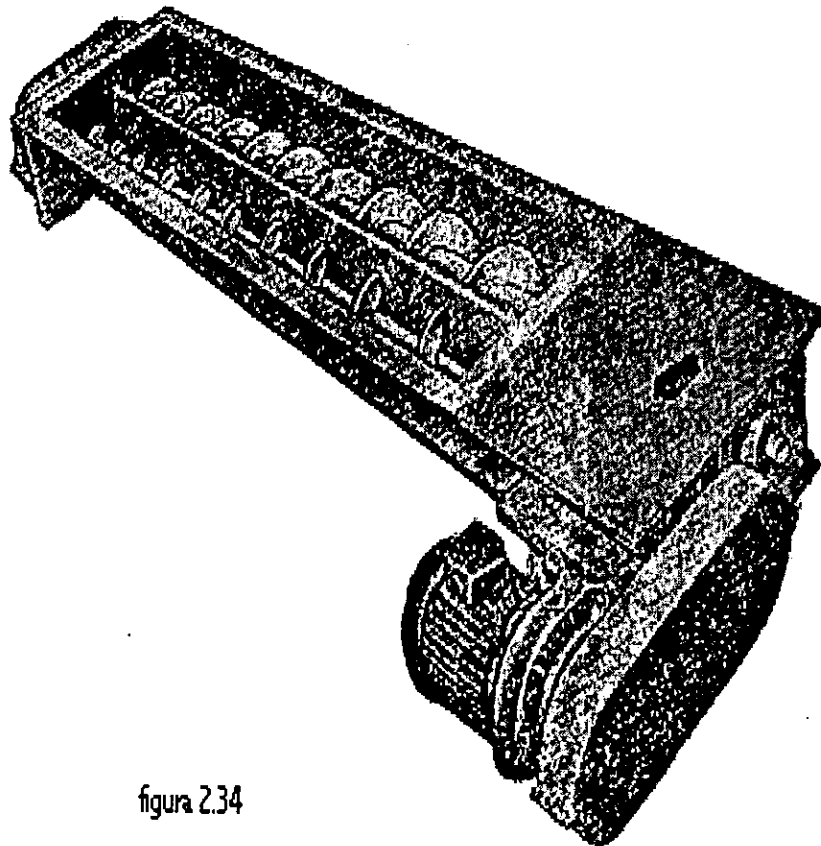
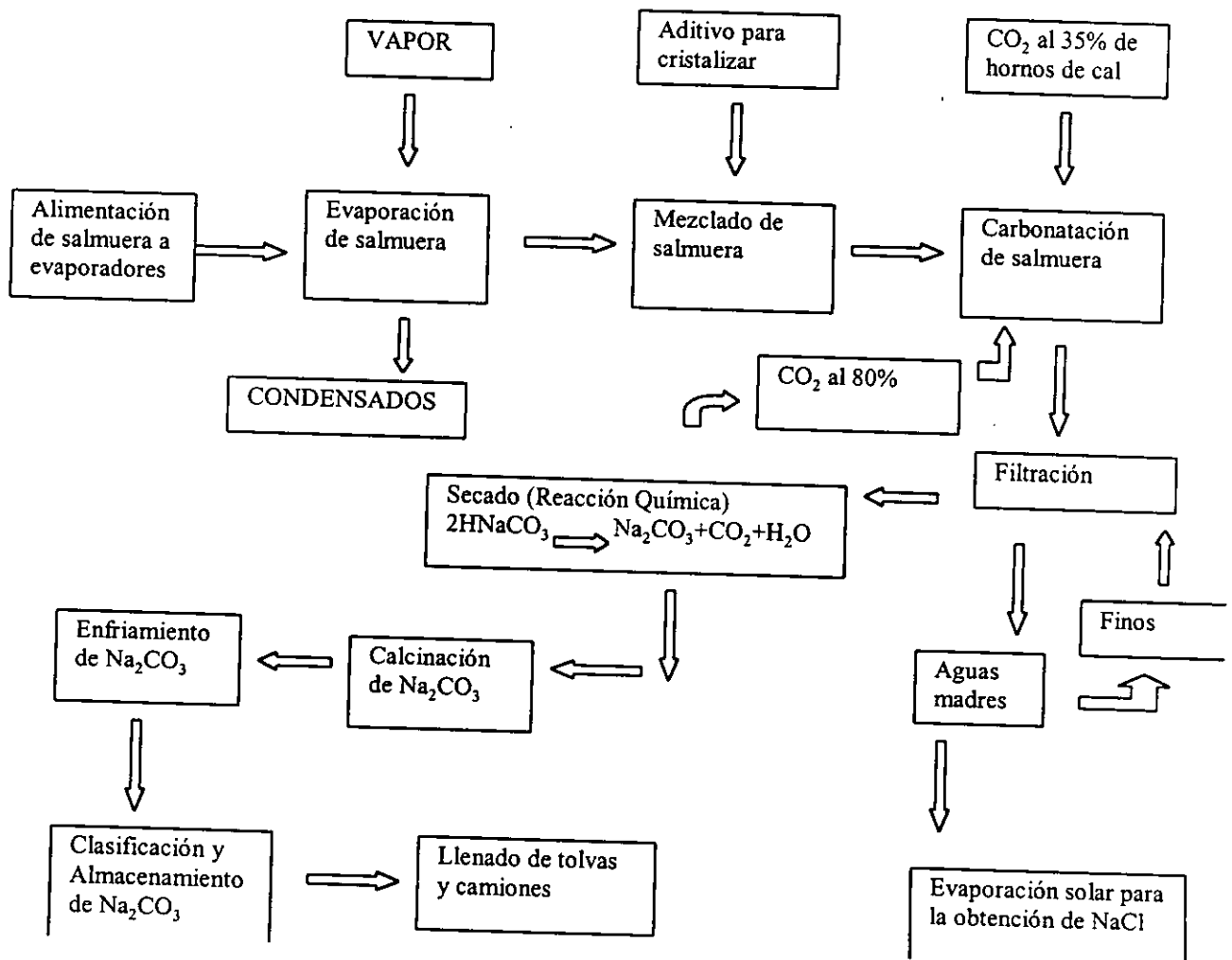


figura 2.34

2.3.4 Experiencia propia en el manejo de transportadores mecánicos.

Después de hacer una presentación de los transportadores mecánicos (Elevadores de cangilones, Redlers y Tornillos de Arquímedes). Se describe el proceso para la obtención del Carbonato de Sodio (Na_2CO_3) en Sosa Texcoco S.A. de C.V. lugar donde tuve la oportunidad de conocer y operar este tipo de transportadores. Se describen los problemas más comunes y soluciones respecto a la utilización y operabilidad de los mismos.

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA OBTENCION DE CARBONATO DE SODIO



El proceso consiste primeramente en concentrar la salmuera a través de evaporadores, esta salmuera es extraída del subsuelo del Valle de Texcoco. Después de concentrar la salmuera es mezclada con un aditivo inhibidor para la formación de cristales, esta cristalización es llevada a cabo en las torres de carbonatación ayudada con alimentación de CO_2 a contracorriente proveniente de hornos de cal y de hornos rotatorios. El cristal aquí formado es el bicarbonato de sodio (HNa_2CO_3).

El magma de descarga de las torres de carbonatación formado por cristales de HNaCO_3 y licor rico en NaCl pasa a través de filtros rotatorios en donde se separan estos dos componentes.

El licor se manda a unos vasos de precipitación de donde se recupera el HNaCO_3 fino arrastrado al lavar la torta de filtrado. Después de filtrado el HNaCO_3 , es alimentado a través de redlers ó en forma directa a los hornos rotatorios para su secado y la conversión química de HNaCO_3 a Na_2CO_3 (gris) por medio de calentamiento indirecto.

Es en esta parte del proceso donde inicia el manipuleo de material a granel a través de transportadores mecánicos, tanto en la carga como en la descarga de los hornos rotatorios se utilizan redlers. La función de los redlers de carga es la de mantener una buena distribución de material hacia los hornos existentes, además de una recirculación del material en exceso que es utilizado cuando hay falta de carga proveniente de filtros.

Los problemas principales en estos redlers de carga son los rompimientos de pernos o eslabones de la cadena de redlers, debido a sobrecarga de material o al esfuerzo entre la cadena y su guía donde es desplazada, o bien por fractura de algún eslabón.

Los pernos están colocados en el centro de la chumacera o estrella donde esta girando la cadena sinfin de redlers, coordinados también con el movimiento del motorreductor.

Existen dos redlers de carga, si uno tiene el problema se alinean las compuertas de descarga de los filtros hacia el otro ó bien hacia alimentación directa de los hornos rotatorios y se reemplazan los pernos o eslabones rotos lo más rápido posible al tiempo que se realiza una revisión minuciosa de la guía para evitar que vuelva a surgir el problema de inmediato.

Los redlers de descarga de los hornos rotatorios tienen la función de alimentar a los elevadores de cangilones y estos a su vez el de alimentar a los calcinadores por la parte superior y de ahí el material se va desplazando a diferentes niveles (platos) ayudado por aspas las cuales giran ayudadas por una flecha giratoria (árbol). Aquí el material se va blanqueando y descarga a unos redlers y estos transportan el material hacia los enfriadores para de ahí pasar al proceso de clasificación.

Los elevadores de cangilones utilizados tanto para alimentar a los calcinadores como para la clasificación del material son de descarga lateral aprovechando la fuerza centrífuga que hace el giro de la cadena sinfin donde van colocados los cangilones, es importante también la colocación de estos para tener una buena descarga y no regresar material a la parte inferior que pudiera ocasionar sobrepeso y con esto la sobrecarga del motor que hace girar la cadena. Problemas como este es ocasionado por la obstrucción de ductos debido al apelmazamiento de material impidiendo la buena descarga del elevador, la solución a ello es el monitorear continuamente el estado del material y hacer los ajustes necesarios al proceso para tener material suelto con mejor deslizamiento. Otra ayuda para evitar este

material apelmazado.

Problemas de obstrucción por apelmazamiento se viven tanto en alimentación como en descarga de redlers, elevadores y transportadores de Arquímedes (gusanos). Si se tiene paro de elevadores por sobrecarga de material se procede a quitar sus tapas inferiores las cuales están sujetadas por mariposas o grapas dejando que el material fluya hacia fuera del elevador. Esto es, se le quita carga y se restablece el motorreductor para continuar trabajando, se recupera el material y se vuelve a tapar.

Los redlers utilizados hasta antes y durante la clasificación hacen recorridos cortos y son de una longitud de entre 5 y 15 metros ya sean totalmente horizontales ó con inclinación.

En la clasificación del Na_2CO_3 a parte de los elevadores y redlers también son utilizados los gusanos, estos hacen recorridos largos entre 20 y 30 metros, el problema en ellos es el rompimiento de tornillos que unen los diferentes tramos quedando girando solo una parte del gusano y provocando obstrucción hacia atrás del proceso. En este caso se deja clasificar mandando el material a silos de material fuera de especificaciones y se para el equipo involucrado en la clasificación mientras se resuelve el problema (reemplazamiento de tornillos).

Ya resuelto el problema se reinicia el proceso de clasificación de atrás hacia adelante para evitar saturación de material en los transportadores que ocasionen mas problemas.

Otro problema común en los transportadores mecánicos es la presencia de cuerpos extraños principalmente metales que se desprenden de los mismos o en alguna parte del proceso y que son arrastrados incrustandose en el trayecto de las cadenas sinfin de redlers o elevadores o en los espirales de los gusanos. Con ello se dificulta el desplazamiento de los transportadores y por ello la sobrecarga del motorreductor. Para disminuir este tipo de problemas, se colocan electroimanes que atrapen estos metales en diferentes partes del proceso donde no obstruyan el manipuleo del material y donde puedan ser fácilmente limpiados.

En la clasificación del material se realiza un tamizado de material periódicamente para saber si la separación de polvo fino es eficiente y detectar posibles roturas de la malla del cribado. Para la separación de polvos se utilizan separadores tipo Raymond y cribas de movimiento continuo.

CAPITULO III

TRANSPORTE NEUMATICO

CAPITULO III

3.0 TRANSPORTE NEUMATICO

3.1 Generalidades.

En el transporte neumático el producto industrial objeto del transporte es arrastrado por una corriente de aire en el cual va suspendido, que se mueve gracias al impulso provocado por un motosoplador a lo largo de un conducto tubular.

Los transportadores neumáticos se emplean generalmente para el transporte de:

- a) Materiales a granel en suspensión en la corriente de aire.
- b) Materiales a granel en un estado especial conocido como fluidificación, que se logra mediante la inyección de aire en los citados materiales.

Los materiales a transportar pueden ser todos aquellos de naturaleza suelta, tales como cereales, cenizas, polvo de carbón, aserrín, cemento, carbón triturado..., etc. Es fundamental que los materiales a transportar tengan poca humedad (max. 20%) y no tenga tendencia a apelmazarse o pegarse a las paredes de las conducciones.

Las capacidades a transportar pueden llegar hasta 300T/h. y en longitudes de hasta 500m.

Las ventajas principales son:

- a) Gran limpieza de la instalación, al efectuarse el transporte mediante tuberías herméticas, y por consiguiente pocas pérdidas.
- b) Economía de espacio y facilidad de adaptación de las conducciones.
- c) Pocos operarios necesarios para su mantenimiento y facilidad para la automatización del proceso de transporte.

Como desventajas principales se pueden citar.

- a) El gran consumo de energía por T/h. de producto transportado, que para longitudes de 25 a 400 m puedan llegar a absorber de 1 a 6 CV. por T/h.
- b) Desgaste rápido de las tuberías si los productos son abrasivos.

3.2 Transporte de materiales a granel.

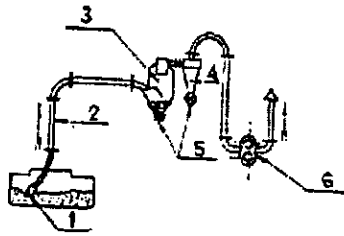
El fundamento del transporte reside en crear una diferencia de presiones entre los puntos de carga y descarga; por tanto, existen dos grandes grupos de transportadores neumáticos:

- 1) Los que actúan por succión, o sea, el material es transportado en aire a presión inferior a la atmosférica.
- 2) Los que actúan por presión del aire, o sea, el material es transportado en aire comprimido.

Hay también instalaciones compuestas de ambos sistemas. La F.E.M. ha establecido la siguiente clasificación de estos tipos de transportadores, según la diferencia de presiones entre los extremos de las conducciones:

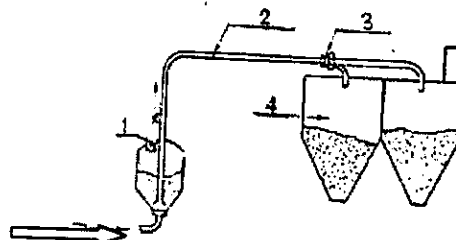
- De baja presión < 2.000 mm. de columna de agua.
- De media presión $= 2.000$ a 5.000 mm. de columna de agua.
- De gran presión > 5.000 mm. de columna de agua.

En los que actúan por succión (fig. 3.1), el ventilador que produce la depresión, está situado detrás del punto de descarga. Es posible, por tanto, tener varios puntos de carga y uno solo de recepción o descarga. Ello se aprecia claramente en la citada figura. Es posible efectuar el transporte a mayores distancias que en los de succión. Al contrario que en éstos, el compresor está colocado al principio de la conducción, o sea, existe un solo punto de toma o carga y varios de descarga. La figura 3.2 muestra el esquema de estos transportadores.



- | | |
|----------------------|---------------|
| 1. Tobera de succión | 4. Ciclón |
| 2. Tubería | 5. Compuerta |
| 3. Separador | 6. Ventilador |

fig. 3.1 Transportador por succión



- | | |
|--------------------------|------------|
| 1. Alimentador giratorio | 2. Tubería |
| 3. Válvula de desvío | 4. Tolvas |

fig. 3.2 Transportador de alta presión

3.3 Componentes de los transportadores.

Con independencia del tipo, de forma genérica, los componentes son:

- Unidad de carga o alimentación.
- Compuertas.
- Tuberías.
- Toberas de succión.
- Válvulas de desvío.
- Separadores y colectores de polvo.
- Compresores.

Las unidades de carga o alimentación, pueden ser:

Alimentadores de tornillo, empleados en los tipos de media presión y muy usados para el transporte de cemento y otros materiales en polvo. El más representativo es el sistema Fuller (fig. 3.3), que se describe a continuación. El material vertido en la tolva (2), es transportado mediante un sinfín (3), de paso variable y decreciente, de forma que lo comprime hasta una cámara de expansión (5), donde es fluidificado por aire comprimido a una presión del orden de 1 a 1,5 Kg/cm², el cual penetra en la citada cámara por los tubos (1), siguiendo a continuación por la tubería (6). La velocidad del sinfín es del orden de 1000 rpm.

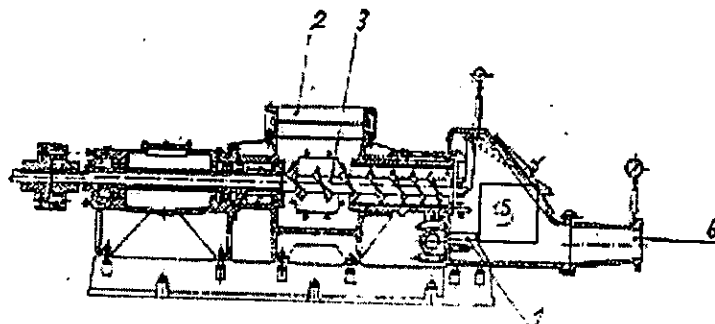


figura 3.3

Cámaras alimentadoras, empleadas también para el transporte de cemento o materiales en polvo, inyectando éstos en el chorro de aire de la tubería. Existen dos tipos: El que descarga material por el fondo de la cámara y el que descarga el material por la parte superior.

Este último es de tamaño más reducido y efectúa una alimentación más regular (fig. 3.4). Consta de un depósito cilíndrico con fondo cónico, efectuándose la carga por la parte superior. La estanqueidad se logra mediante la válvula 3. Cuando la cámara está llena, se introduce aire a presión por las válvulas 4, con el fin de fluidificar el material; al mismo tiempo y por la parte superior, se introduce también aire para crear una contrapresión y el material fluidificado penetra por la tubería 6.

Sus ventajas respecto al sistema de tornillo son la ausencia de partes móviles y un menor consumo de potencia; se emplean para el transporte a mayor distancia, siendo necesaria una mayor presión.

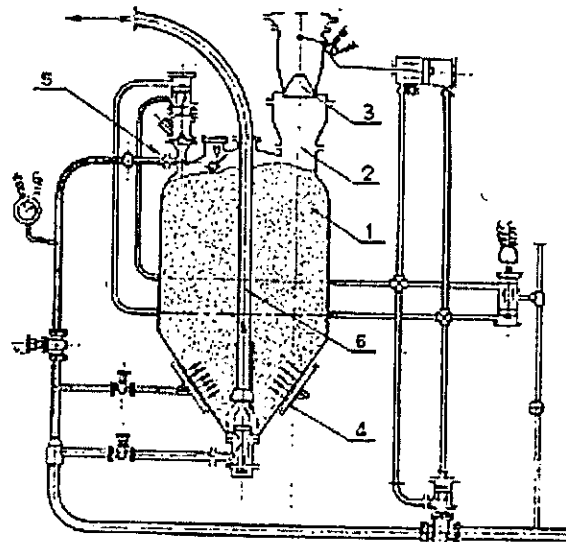


fig. 3.4 Cámara alimentadora con descarga superior

Compuertas.-Se Emplean para introducir material en el sistema neumático, desde un lugar con una presión determinada, a otro con una presión distinta. Estas compuertas son del tipo rotativo (fig. 3.5), estando dotadas de la suficiente estanqueidad; su velocidad es del orden de 20 a 60 r.p.m.

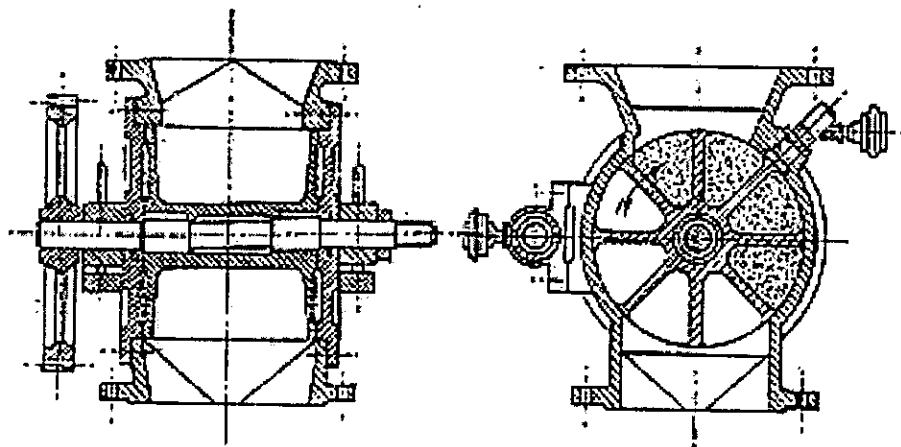


fig. 3.5 Válvula rotativa

Toberas de succión.- Se emplean en los transportadores de succión para la carga del material en la tubería flexible, a la cual están unidos (fig. 3.6). La tobera se introduce en el material a granel. La caída de presión crea una corriente de aire, la cual pasa parcialmente a través del material, efectuando la carga del mismo en la tubería.

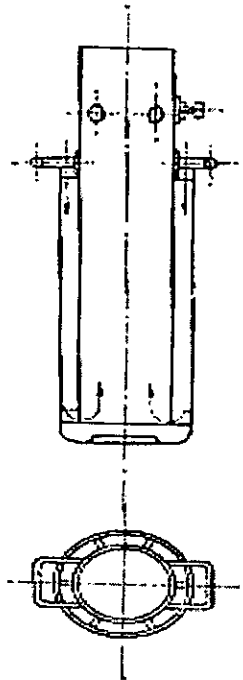


fig. 3.6 Tobera de succión

Tuberías.- Son de acero sin soldadura, para los transportadores de alta presión, y su diámetro puede llegar a ser de 300 mm. Para los de baja y media presión, pueden emplearse tubos de menor espesor de pared.

Válvulas de desvío.- Se emplean para conectar las ramas de la tubería a la unidad de carga o alimentación; pueden ser accionadas manualmente o a distancia, mediante dispositivos electroneumáticos.

Separadores.- son los depósitos en los cuales se precipita el material transportado por la corriente de aire. La separación del mismo se efectúa a consecuencia de los siguientes factores:

- a) Pérdida de velocidad, consecuencia de la mucha mayor sección del separador, respecto a la tubería (de 50 a 150 veces mayor).
- b) Cambio de dirección de la corriente de aire.
- c) Efecto de la fuerza centrífuga.

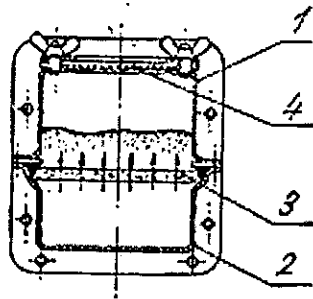
El separador suele tener forma cilíndrica, con fondo troncocónico y una compuerta de descarga.

Filtros.- A pesar de que un porcentaje elevado del material que se transporta se precipita en el separador, el aire lleva pequeñas partículas de polvo en suspensión, por lo cual se hace necesaria su limpieza mediante filtros o equipos de separación de partículas, que pueden ser de los siguientes tipos:

- a) Filtros de mangas o sacos.
- b) Filtros húmedos.
- c) Ciclones centrífugos.
- d) Electrostáticos.

3.4 Aerodeslizadores.

La propiedad de la fluidificación de ciertos materiales mediante la inyección de aire, permite el transporte de los mismos en una forma sencilla, siempre que el conducto tenga una pequeña inclinación (del 4 al 5%); el material se desliza como si fuera agua.



- 1.—Conducto superior que aloja el material a transportar.
- 2.—Conducto inferior que lleva el aire.
- 3.—Tabique poroso.
- 4.—Filtros textiles.

figura 3.7

Un aerodeslizador, según se aprecia en la figura 3.7 consta de dos conductos de sección rectangular atornillados juntamente y separados por un tabique poroso. Este puede ser de tejido o cerámico. El aire es alimentado por el conducto inferior, pasa a través del tabique poroso al conducto superior, fluidificando el material situado en éste, y saliendo al exterior a través de filtros textiles situados en la caja superior del conducto de arriba.

Las principales ventajas de este sistema son:

- a) Simplicidad de diseño.
- b) Ausencia de partes móviles.
- c) Poco consumo de potencia.
- d) Gran capacidad de transporte y poca sección transversal.

Entre los inconvenientes podemos citar:

- a) Sólo es posible emplearlo en trayectorias descendentes.
- b) No puede transportar materiales húmedos en trozos o que tengan tendencia a pegarse.

Sus principales aplicaciones son: transporte de cemento, cenizas secas, polvo de carbón y similares.

Como referencia diremos que para el transporte de cemento con inclinación del 4%, se requiere un consumo de aire de 1,3 a 1,5 m³ /min. por m de tabique poroso; la presión necesaria es del orden de 300 a 500 mm. de columna de agua.

3.5 Compresores y ventiladores

Se citan sólo los tipos empleados. Para las instalaciones de media y alta presión, se emplean compresores rotativos del tipo Roots principalmente.

En las instalaciones de baja presión se emplean los ventiladores centrífugos, con los que pueden obtenerse depresiones de hasta 1000 mm. de columna de agua.

CAPITULO IV

SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO Y DESALMACENAMIENTO

CAPITULO IV

4.0 SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO Y DESALMACENAMIENTO

4.1 Generalidades.

En todos los procesos industriales generalmente es necesario que los materiales sean almacenados antes de proceder a su transporte ya sea para proveer a clientes o para ser utilizados en proceso, con el fin de que este se realice en cantidades tales que el mismo sea económico.

Algunas ocasiones es necesario que la producción en exceso sea almacenada para compensar las bajas de producción de otro momento. O algunas ocasiones sea necesario mantener un stock de materia prima para llevar a cabo la producción.

Todo ello obliga a almacenar los materiales y puede hacerse de las siguientes formas:

En silos (para materiales que deban protegerse de los agentes atmosféricos, o en aquellos casos en que, aún no siendo necesaria la protección, las cantidades a almacenar no son grandes).

En parques de intemperie sin que se perjudiquen y cuando la cantidad a almacenar es tal, que hace prohibitivo el empleo de los silos.

El almacenado y desalmacenado (reclaiming), se hace en muchos casos y en instalaciones pequeñas y medias, empleando los dispositivos de transporte que hemos estudiado, en el transporte mecánico y neumático pero en grandes silos y parques de intemperie, se están utilizando cada vez más dispositivos especiales que describiremos en este capítulo.

4.1.1 Silos

Generalidades

Como es natural, aquí trataremos este asunto sólo en el aspecto de disposiciones constructivas, propiedades de los materiales a almacenar en los mismos, indicando la forma general de proceder en el cálculo de presiones, pero sin entrar en el cálculo de los mismos. La forma de éstos, en planta, puede ser cuadrada, rectangular, octogonal y circular.

Pueden construirse de hormigón o metálicos. A consecuencia de la abrasión producida por el material durante su vaciado, es necesario recubrirlos; en los de hormigón, el recubrimiento suele ser de una sustancia vitrificada de gran dureza y en los metálicos se emplean chapas de acero al manganeso (antiabrasivo), o placas de goma especial.

Los silos, dada la gran variedad de materiales que pueden almacenar, presentan problemas prácticos, cuya resolución requiere gran experiencia y conocimiento de los materiales almacenados. Uno de los problemas, en materiales pegajosos, es su tendencia al abovedamiento, que dificulta el vaciado; se evita en parte dando distintas inclinaciones a las partes troncocónicas de la tolva, con lo cual, al no existir equilibrio de presiones, el material desliza. No obstante, esto no es suficiente en muchos casos, por lo que es necesario recurrir al empleo de vibradores (fig. 4.2), o a cojines especiales, que al inflarse con aire comprimido, destruyen la bóveda formada (figura 4.3).

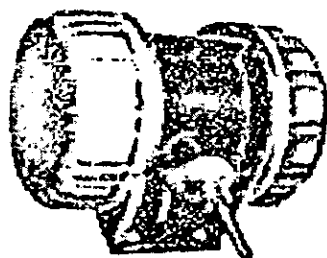
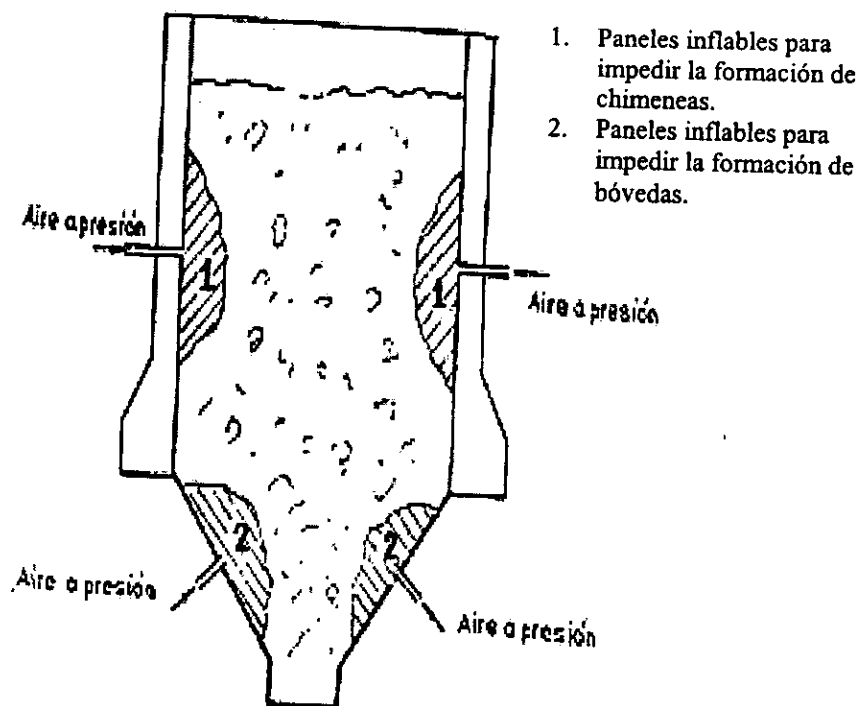


fig. 4.2 Vibrador para desobstruir tolvas



1. Paneles inflables para impedir la formación de chimeneas.
2. Paneles inflables para impedir la formación de bóvedas.

figura 4.3

Por el contrario, si los materiales son muy secos y fluidos, ejercerán una gran presión sobre los dispositivos de evacuación del silo, situados en la boca troncocónica. Por la dificultad en conocer la presión ejercida sobre los mismos, estos dispositivos alimentadores se calculan generalmente con un exceso de potencia.

Se evita en parte esta dificultad, colocando desviadores (fig. 4.4) o mediante chimeneas de depresión (figura 4.5).

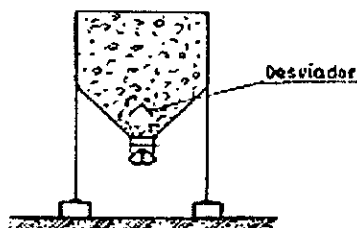


fig. 4.4 Tolva con desviador

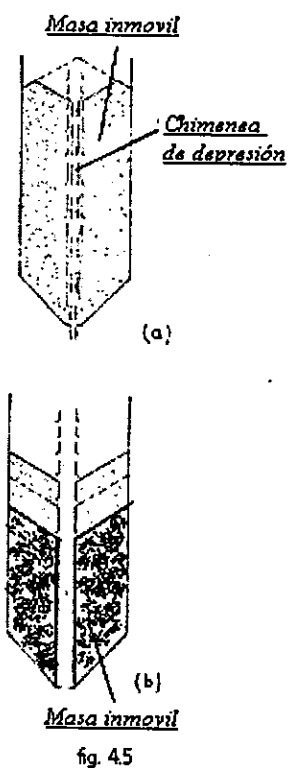


fig. 4.5

Con éstas se logra que al abrir la salida de la tolva, sólo se ponga en movimiento el material contenido en la chimenea, y progresivamente van poniéndose en movimiento las capas anulares superiores, hasta efectuarse el vaciado total.

4.1.2 Propiedades y características de los materiales a almacenar

Como hemos indicado, el cálculo de silos presenta dificultades a consecuencia de los pocos datos que se poseen sobre las características físicas y el comportamiento de los materiales ensilados. En lo que respecta a cereales y otras materias en estado pulverulento, existe una mayor masa de conocimientos, pero no sucede lo mismo respecto a los materiales empleados en la minería y siderurgia.

Las características más importantes de los materiales desde el punto de vista de su ensilado son:

El rozamiento interno entre partículas o trozos.

El rozamiento con las paredes del silo.

El ángulo de talud natural.

El peso específico.

El grado de humedad.

La tendencia a abovedarse, consecuencia de la forma de los trozos o de su plasticidad.

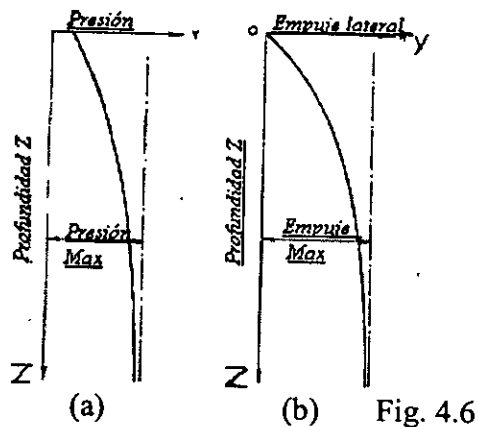
Cálculo de presiones

Existen varias teorías para el cálculo de presiones, tales como las de Airy y Janssen, pero aquí mencionaremos las de Reimbert, que actualmente están consideradas entre las más perfectas. Como es natural, no entraremos en detalle, remitiéndonos a los conocidos libros de dicho autor.

Al verter un material en un sitio cerrado, tal como un silo, el mismo ejerce presión sobre las paredes de éste. Esta presión originará un rozamiento del material sobre las mismas, y este rozamiento soportando una fracción del peso total del material ensilado.

Por tanto, el fondo del silo no soportará la carga total, sino solamente una fracción de la misma. Se ha demostrado experimentalmente, que la presión crece con la altura, pero tiende hacia un máximo, o sea, la curva de variación de la misma es asintótica respecto a una línea paralela al eje de las profundidades. O sea, a partir de una altura determinada, la presión es prácticamente constante (fig. 4.6 a).

Igual sucede con el empuje lateral, según se aprecia en la figura 4.6 b.



Según Reimbert, los empujes laterales sobre las paredes y las presiones verticales sobre el fondo a una profundidad z , pueden determinarse fácilmente conocida la llamada abscisa característica A , que es función de las dimensiones geométricas y de la forma del silo, del ángulo de rozamiento interno y del ángulo de rozamiento con las paredes.

Parques de intemperie

Por su forma en planta, pueden ser rectangulares y circulares. Nos limitaremos en este párrafo a una descripción breve de los mismos, dejando para otro la descripción detallada de las máquinas y dispositivos especiales empleados en el apilado y desapilado de los mismos.

Parques rectangulares

Sus dimensiones son como mínimo del orden de $(20 \times 100 \times 5) \text{ m}^3$. La alimentación o apilado se realiza básicamente mediante alguno o algunos de los siguientes elementos de transporte:

- Cintas transportadoras con o sin tripper.
- Pórticos apiladores con cintas.
- Pórticos apiladores con pluma.
- Carros apiladores especiales.
- Máquinas especiales rotopalas de apilado - desapilado.

El desapilado (reclaiming), puede efectuarse de muy diversas formas:

- Mediante tolvas subterráneas alimentadas por palas cargadoras; las tolvas vierten sobre cintas subterráneas que afloran a la superficie.
- Mediante rotopalas fijas o móviles, que a su vez vierten en cintas transportadoras.
- Mediante tolvas móviles sobre carriles, que se desplazan a lo largo de una cinta transportadora; las tolvas son cargadas por palas cargadoras.
- Mediante máquinas desapiladoras de ruedas giratorias (Dellster).
- Mediante máquinas desapiladoras (Reclaimers) de tambor.
- Mediante grateurs, que vierten sobre una cinta transportadora.
- Mediante rotoextractores.

Es posible, por tanto, diversas combinaciones de los sistemas de apilado y desapilado, teniendo en cuenta razones económicas y de capacidad requeridas. El caso más sencillo que se presenta es el montón cónico formado simplemente al verter una cinta inclinada.

4.1.3 Experiencia propia en el almacenamiento y desalmacenamiento

En el caso de almacenamiento y desalmacenamiento, mi experiencia fundamental fue el manejo de silos. Primero los de hormigón para el almacenamiento de Na_2CO_3 a través de elevadores de cangilones, un problema en estos es el monitoreo continuo de su nivel de llenado el cual se realiza en forma manual utilizando piolas (cuerda con un contrapeso), para cuando alcance el nivel máximo de llenado se hagan los cambios de descarga hacia otro silo que tenga capacidad de almacenamiento. La medición de los niveles de silos sirve además para hacer un monitoreo diario de producciones alcanzadas.

En tanto que para la descarga de silos es para el llenado de tolvas o camiones de volteo. Primero se abre la válvula de guillotina con ayuda de un volante manual para que la descarga caiga hacia un transportador redler y este a su vez descargue directo hacia las tolvas o camiones a través de ductos.

Otro problema es la obstrucción continua a la descarga de silos para lo cual hay que estar golpeando constantemente la parte cónica de estos para que el material fluya, además de la emisión constante de polvos a la atmósfera al estar llenando las tolvas o camiones.

Para el caso de los silos metálicos (atornillados), el almacenamiento no presenta problema alguno ya que las tolvas que proveen el material se utilizan como bombas presurizables a las cuales se conecta un motosoplador y se cuida solo la presión que esté generando.

Un silo completamente lleno de CaCO_3 presentó deflexión a la mitad del mismo por la formación de una bóveda de aire corriendo el riesgo de caerse, para esto se reforzaron los silos atornillados colocándoles soportes tipo "Z" a diferentes niveles al igual que aereadores.

La descarga de estos silos se hace a través de bombas neumáticas de acuerdo a su secuencia de llenado, presurizado y descarga según lo requerido en el sistema para la elaboración de alguna formulación de pintura. El problema común aquí es la obstrucción de las bombas debido a que algunas veces el material atrapa los medidores de nivel arrastrándolos con él hasta la descarga. Estos medidores son botellas de plástico llenas con el propio material que almacena el silo y están sujetas con una cuerda o listón. Para solucionar esto se descarga la bomba en forma manual y se desobstruye para continuar con su secuencia.

Para disminuir el problema de arrastre de botellas se optó hacer las mediciones cuando el silo este estático, esto es que no haya carga o descarga del mismo.

CAPITULO V

SISTEMAS DE TRANSPORTE NEUMATICO DE POLVOS EN OPERACIÓN PARA LA PRODUCCION DE PINTURAS VINILICAS

CAPITULO V

5. SISTEMA DE TRANSPORTE NEUMATICO DE POLVOS EN OPERACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE PINTURAS VINILICAS.

5.1 Introducción

El presente capítulo tiene como propósito el de familiarizarse con el sistema de transporte neumático de polvos que opera actualmente en el proceso de fabricación de pinturas vinílicas.

De la forma de operar el sistema radica el buen funcionamiento del equipo.

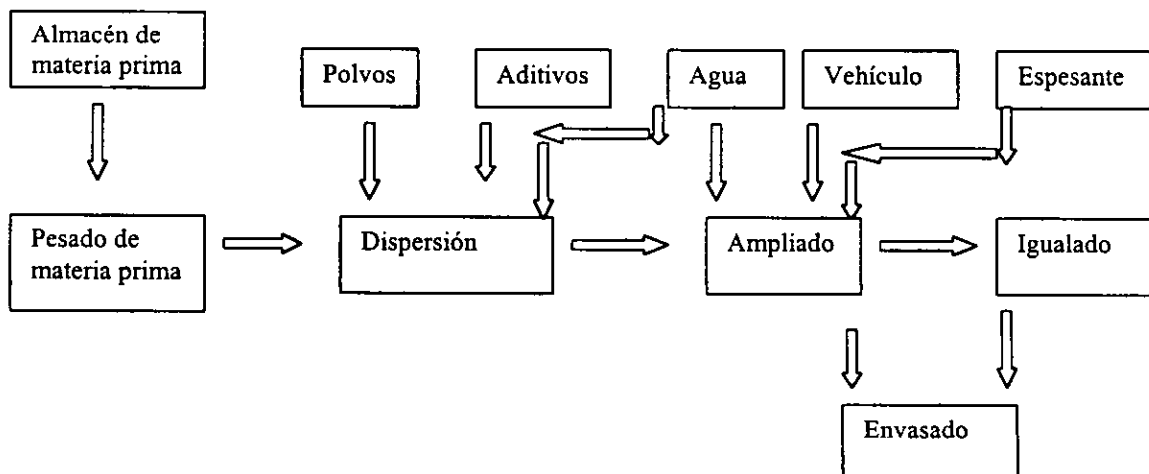
La razón por la que fue construida la instalación de silos y transporte neumático, es con el objeto de mecanizar el manejo de polvos a granel evitando alto costo de manejo, vaciado y mermas que tradicionalmente venían erogando con el sistema de bolsas y supersacos.

5.2 Descripción del proceso de fabricación de pinturas vinílicas.

El proceso de fabricación de pinturas vinílicas consta básicamente de las siguientes etapas:

- a) Pesado de materia prima (cargas, pigmentos y aditivos).
- b) Dispersión
- c) Ampliado - Igualado
- d) Envasado

Las cuales son ilustradas en el siguiente diagrama.



En la etapa de dispersión se tiene la necesidad de adicionar materias primas en forma de polvos, a saber:

- Carbonato de calcio
- Tierras diatomáceas
- Talcos
- Caolín (crudo y calcinado)

Estos se adicionaban a los equipos dispersores en forma manual desde sacos y supersacos.

De aquí la necesidad de contar con una planta productiva con los procesos de fabricación de alta tecnología; a través de un sistema neumático de transporte de materias primas en forma de polvos para dar solución a las necesidades de:

- a) Recepción y almacenamiento de materias primas.
- b) Transporte y distribución de materias primas al proceso.
- c) Dosificación de materias primas a los dispersores.

Para el diseño y selección del sistema del transporte neumático de polvos se requirió el conocimiento de la densidad de los materiales a transportar, tomando en consideración que los materiales cambian su densidad volumétrica según su pureza granolométrica, humedad y origen, lo cual repercute en el volumen y fluidificación de los mismos.

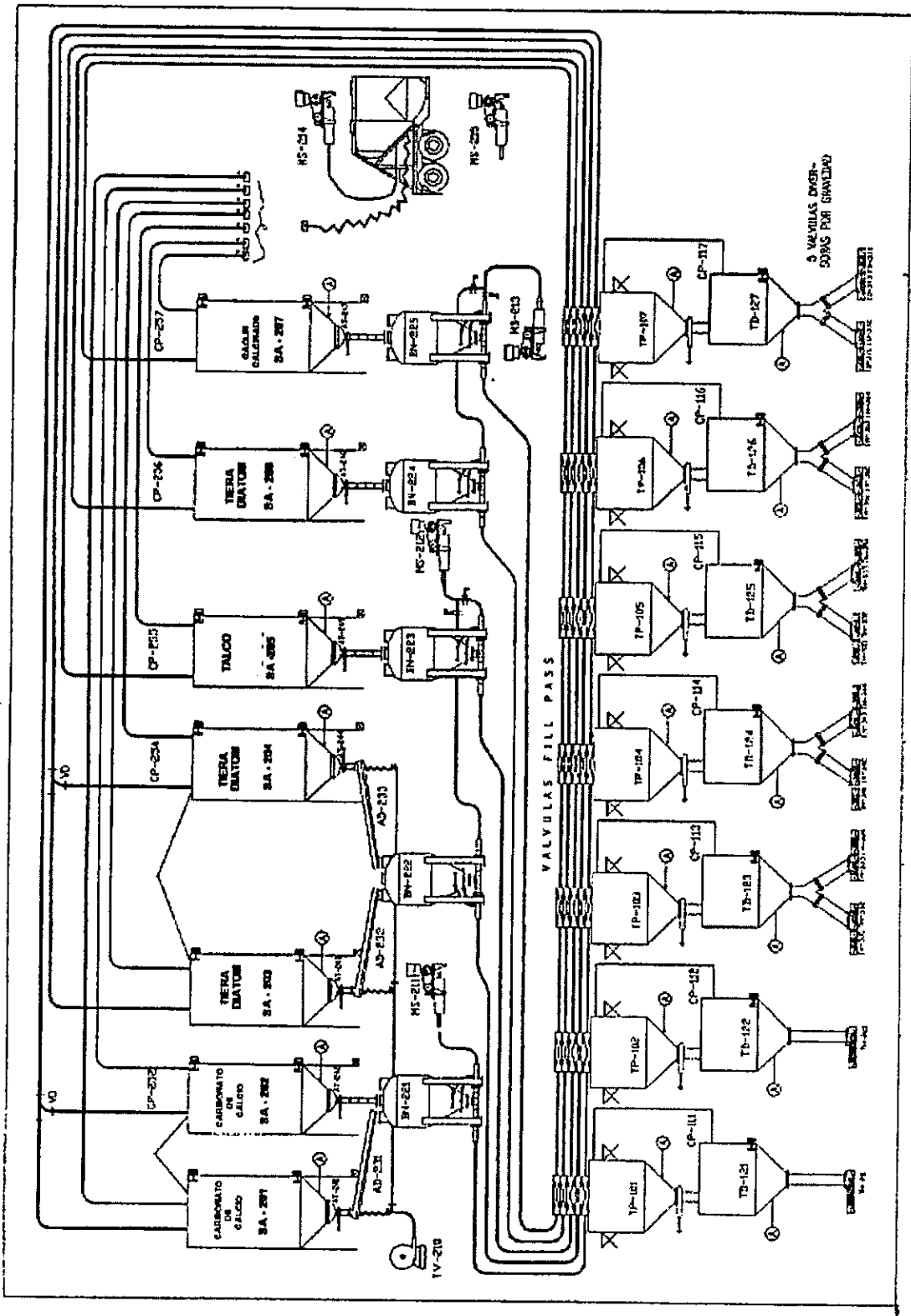
5.3 Descripción del sistema

El sistema de transporte neumático para el área de polvos está formado por 4 secciones que son:

- 5.3.1 Sección de recepción y almacenaje
- 5.3.2 Sección de transporte y distribución
- 5.3.3 Sección de dosificación a dispersores
- 5.3.4 Sección de sistemas de control

En el siguiente diagrama se observan las tres primeras secciones.

Sistema de Transporte Neumático de Polvos



5.3.1 Sección de recepción y almacenamiento.

La necesidad de almacenamiento de las diferentes materias primas de acuerdo a la capacidad de producción se cuenta con 7 silos con tiempos de almacenamiento como sigue:

- 2 silos para carbonato de calcio con capacidad de 649 tons. para 8 días de producción.
- 3 silos para tierra diatomacea con capacidad de 379 tons. para 7 días de producción.
- 1 silo para talco con capacidad de 137 tons. para 11 días de producción.
- 1 silo para caolín calcinado con capacidad de 203 tons. Para 14 días de producción

Cada uno de los silos cuenta con su activador de tolva, cono de 60 grados, interruptor de alto y bajo nivel, sistema de aireación. Otros accesorios para cada silo son: Válvula de cuchilla de accionamiento manual para la descarga, válvula de vacío/presión para protección de cada silo, indicadores de nivel para llenado e inventario de material.

Cada silo tiene su tubo de llenado independiente, con un microswitch cada uno para indicar al sistema de control la presencia de manguera conectada en la tubería del silo a llenar.

En el caso de los colectores de polvo sólo hay 5, asignados como sigue:

- Un colector de polvo para el silo de caolín calcinado
- Un colector de polvo para el silo de tierra diatomacea
- Un colector de polvo para el silo de talco
- Un colector de polvo para el silo de tierra diatomacea
- Un colector de polvo para el silo de carbonato de calcio

Se consideró un motosoplador para descarga de tolvas y otro motosoplador en Stand-By, que sirve tanto para la descarga de tolvas como para sustituto de alguno de los motosopladores del proceso. Se consideró manguera de interconexión con coples rápidos, para este fin.

5.3.2 Sección de transporte y distribución

La transportación del material al interior de la nave y su respectiva distribución, se realiza por medios neumáticos con el uso de un sistema de cinco bombas presurizables de 2 m³ cada una, correspondiendo a cada uno de los materiales a transportar, esto es:

Un silos para CaCO₃ y 2 silos para tierra diatomacea descargan a la bomba por medio de aerodeslizadores.

Los silos para talco, caolín calcinado, uno para tierra diatomacea y uno para CaCO₃ descargan en forma directa a las bombas.

El flujo al que se alimentan cada uno de los materiales desde los silos a cada una de las bombas y de ahí al sistema de pesaje y dosificación, es:

- Carbonato de calcio: 10 Ton/Hr.
- Tierra diatomacea 6 Ton/Hr.
- Talco 5 Ton/Hr.
- Caolín calcinado 5 Ton/Hr.

El sistema se calculó para la tecnología por presión y en circuito cerrado, esto es, que cada uno de los materiales que se desplazan desde los silos hasta el sistema de dosificación es utilizado en alguna de las tolvas de pesaje y el resto, retorna al silo del que salió. Cada material utiliza una línea de transporte (5 líneas).

Los equipos que intervienen en esta sección son:

- Para el caso de Carbonato de calcio y Tierras diatomaceas descarga de silos bomba neumática presurizable.

Turbo ventilador

Aerodeslizador

Motosoplador

Válvulas Fill-Pass

- Para el Talco, Caolín calcinado y una Tierra diatomacea, descarga de silos (directa) Bomba neumática presurizable

Motosoplador

Válvulas Fill-Pass

Cada una de las bombas neumáticas es de 2 m³, su secuencia de funcionamiento es en tres etapas: a) Llenado, b) Presurizado y c) Descarga.

Aquellas bombas que comparten el mismo motosoplador no pueden bombear simultáneamente, sin embargo el programa del sistema está estructurado de tal manera que atiende aquella que es solicitada primero en una secuencia.

El sistema trabaja por lotes, cada lote varía en cantidad de acuerdo con la densidad de cada material y en combinación con las diferentes formulaciones a preparar.

Cada uno de los materiales es transportado desde cada una de las bombas hasta el sistema de pesaje que lo requiera (según programa de producción). El transporte neumático se realiza en fase diluida.

5.3.3 Sección de dosificación a dispersores

Existen siete líneas de dosificación de material, las cuales descargan a diez dispersores "TQD" y a dos dispersores "KD". Cada una de las líneas se compone de dos tolvas, una de estas tolvas es la del sistema de pesaje y la otra para contención de los lotes que hayan sido pesado, de estas siete líneas, cinco son de descarga doble, cada vía de descarga con dos transportadores helicoidales interconectados entre sí y dos de descarga por una sola vía y con un transportador helicoidal. Los transportadores helicoidales tienen la inclinación de 10 grados con respecto al plano horizontal, aún así dentro del transportador permanecen de 8 a 10 kg. de material que no pueden ser desplazados por la tolerancia de los tornillos.

Para dimensionar la tolva de pesaje y dosificación se consideró la cantidad de material y tipo para cada formulación de pintura de acuerdo a su rendimiento.

Para que la alimentación de los dispersores sea continua se pensó en un sistema de tolvas doble (una de pesaje y otra de dosificación), que permite tener el material en la tolva inferior, permitiendo que los bombeos de cada material no necesariamente tengan que ser en el instante de dosificación, sino que exista un compás de espera que permita que los doce dispersores tengan material disponible.

Cada uno de los materiales requiere un tiempo de dosificación y cantidad diferentes.

Usando los tornillos con motores de velocidad variable se da a cada formulación la cantidad en el tiempo requerido.

Con el sistema de pesaje se carga la cantidad de material que requiere cada formulación y este se alimenta secuencialmente.

El material que requiere mayor volumen de almacenamiento para las formulaciones consideradas es la tierra diatomacea, que requiere tener 14.35 m^3 para 1980 kg. El cual se hace en bombeos de 2 m^3 y se llena la tolva de pesaje a 6 m^3 y se descarga en la tolva inferior, se vuelve a cargar 3 m^3 y se descarga nuevamente, se hace un tercer bombeo de pesaje hasta que el acumulado nos marque 1980 kg.

Debido al espacio disponible en el área de tanques de 18000 lts. Se cuenta con tolva dosificadora de 9 m³ y la tolva pesadora de 6 m³, teniendo entre las dos 15 m³ para dar cabida a cualquiera de las formulaciones.

Para el área de mezcladoras de 9000 lts. La tolva de pesaje tiene una capacidad de 3 m³ y la dosificadora de 6 m³, teniendo una capacidad total de 9 m³.

El sistema de control distribuido está programado con las formulaciones de cada línea, teniendo estas cantidades y tiempo de espera para todas las actividades a realizar y un sistema maestro de producción para asignar a que dispersor mezclará cada línea.

Una vez que la tolva pesadora está libre de material, carga el siguiente de acuerdo al programa de producción.

Equipo adicional

Cada tolva de pesaje cuenta sobre la tapa con 5 válvulas Fill-Pass para el llenado, una válvula de 2" de diámetro para desfogue cuando la tolva está descargando a la dosificadora y en el cono de 60 grados tiene aereadores, así como una válvula vortex para descargar. Para la tolva dosificadora se considera un indicador de nivel de radio frecuencia, el cual debe estar colocado muy cerca de la boca de descarga para indicar a la tolva de pesaje que ya está vacía, considerando un tiempo adicional para que los tornillos descarguen totalmente, para que esta abra la válvula y descargue el siguiente material, un colector de polvo en las tolvas para mezcladoras "TQD" una válvula diversora vortex para descargar a dos mezcladoras y transportadores helicoidales.

El flujo de dosificación de los materiales es a través de los transportadores helicoidales, con velocidad variable en los motores de primer tramo en cada línea.

Cumpliendo con las siguientes capacidades estimadas:

Carbonato de calcio: 24 Ton/Hr.

Tierras diatomáceas 5 Ton/Hr.

Caolín calcinado 5 Ton/Hr.

Talco 12 Ton/Hr.

El vareador de velocidad cumple con el rango de requerimiento de 5 a 24 Ton/Hr.

5.3.4 Sección de sistemas de control

Este sistema basado en el así denominado sistema de control distribuido, buscando tener flexibilidad, un excelente diálogo hombre-máquina, gran capacidad de manejo de las variables del proceso y formas de configuración sencilla.

a) Sistema de control distribuido SCD.

Se cuenta con un sistema de control distribuido SCD Microprovox, el cual controla automáticamente todos los parámetros y variables deseadas en forma de lotes o continuas y a la vez tendrá la facilidad de monitorear todas las señales involucradas en el proceso.

Se indican dentro de las funciones de control y monitoreo para variables tal como presión, nivel, etc., su estado y teniendo sus propios niveles de alarma, así mismo se indica la posición o estado de dispositivos tal como bombas, válvulas, etc.

b) Funciones y características del sistema

Arquitectura del sistema:

La arquitectura del sistema Microprovox distribuye a varios controles, interfaces, funciones de comunicación entre otros dispositivos una pista de datos es la que transporta la información entre los dispositivos.

Esta arquitectura modular proporciona distribución geográfica y funcional, la distribución geográfica en el sistema toma lo siguiente:

Cuarto de control centralizado, en el cual se agruparán todos los componentes como son: Estación de operador, pantallas, controladores.

Cuarto de control remoto, en donde se encuentran los gabinetes.

Se encuentran geográficamente distribuidos en distintos lugares de la planta, pero que están ligados por comunicaciones cada dispositivo puede ser conectado a un mismo cable coaxial que sirve como pista de datos donde fluye información y que dadas sus características nos permite un ahorro en costos de cableado.

Los gabinetes están diseñados para ser usados en un cuarto de control con un tipo de acabado nema 1.

Control y monitoreo

Las funciones centrales de un sistema de control son: El control y el monitoreo del proceso y esta función es realizada por la familia de controladores Microprox Plus: Estos controladores y los dispositivos asociados proporcionan las facultades que son necesarias para:

- Interfasar el proceso
- Control continuo
- Control Batch secuencial y avanzado

Algunos dispositivos permiten al subsistema de entradas y salidas (I/O subsystem) a ser colocados a 700 metros del controlador y también es posible que un dispositivo de entradas y salidas sirva como respaldo para otros ocho dispositivos.

Interface con el operador,

La consola Microprox le da al personal de operación la facultad de monitorear y controlar actividades a través del área de la planta o proceso enfocando un área específica que necesite una cercana atención.

La consola proporciona:

- Despliegues gráficos de alta resolución
- Técnicas de alarmas inteligentes y avanzadas que ayudan al operador a evaluar situaciones y responder rápidamente sin ser distraído por situaciones de alarmas no prioritarias.
- Generar reportes de operación (En tiempo real)

Comunicaciones.

El sistema de pista de datos (Data Highway) utiliza técnicas de transmisión sofisticadas para suministrar comunicaciones confiables y a tiempo entre los dispositivos que componen el sistema.

c) Sistema de pesaje.

Existen 7 sistemas de pesaje, uno por cada línea de dosificación. Cada sistema de pesaje se constituye de:

- Tolva pesadora
- 3 Sensores de peso tipo compresión (celdas de carga)
- Una caja unión para la interconexión de los sensores.
- Un indicador de peso con salida analógica 4 – 20 ma (miliampers).

La tolva pesadora está construida con tres patas, las cuales descansan sobre cada uno de los sensores de peso. Estos sensores están conectados a la caja unión, en donde la señal de peso de cada uno de los sensores, dadas en milivoltaje, son sumadas y promediadas, dando como resultado una sola señal, que es recibida por el indicador de peso, entregando una señal analógica de 4-20 ma. al sistema de control distribuido.

d) Tableros.

Para facilitar la interconexión de los elementos de campo con el sistema de control distribuido, se proporciona un tablero el cual contiene los elementos necesarios para esa interconexión. Los indicadores de peso de cada uno de los sistemas de pesaje están montados al frente de este mismo tablero.

e) Centro de control de motores.

Habilitado para manejar todos y cada uno de los motores involucrados en la secuencia de operación del sistema, este tablero está interfasado por el lado de control con el sistema microprovox.

5.3.5 Experiencia propia en el manejo de equipo de transporte neumático de polvos.

La cuestión de almacenamiento y descarga de silos neumáticamente hablando se expuso al final del capítulo 4.

En las cuestiones de distribución, dosificación y operación del sistema de transporte neumático de polvos se viven problemas de fuga de materiales por rupturas de mangueras o sellos, ya sea en tuberías, válvulas, tolvas, bombas o transportadores helicoidales, las cuales son detectadas a simple vista por la formación de nubes de polvo a consecuencia de la presión con que se transportan los polvos. En estos casos se suspende la operación ya sea local o desde pantalla y se realizan las reparaciones necesarias.

Las fallas de algunos dispositivos de campo que no son fácilmente detectadas en pantalla ocasionan problemas de secuencia en el sistema y con esto la saturación de material en equipos como, tolvas pesadoras, tolvas dosificadoras o equipos dispersores. Comúnmente estas fallas son las siguientes:

- Falla de algún sensor que indica presencia o ausencia de material.
- Falla de presión de aire en los aereadores.
- Falla de transportadores helicoidales.

- Falla de comunicación de las tolvas pesadoras al sistema de pesado y de éste hacia la pantalla.
- Falla en motosopladores por sobrecarga.
- Falla de aire de sistema para abrir o cerrar válvulas.

Los problemas ocasionados por estas fallas se pueden evitar o hacerlos menos críticos a través de un seguimiento físico de las formulaciones realizadas para detectar y corregir dichas fallas.

Mi aportación en el Sistema de Transporte Neumático de Polvos fue la de realizar las secuencias de adición para cada formulación de pintura vinílica que se elabora en empresa AGA S.A. de C.V. de acuerdo a rendimientos y equipos dispersores disponibles. Se realizaron pruebas a equipo, dispositivos y de secuencia para la aceptación final del proyecto.

NOTA: En el apéndice se muestra en figuras el equipo y accesorios utilizados en el transporte neumático de polvos, descrito en el proceso de la elaboración de pinturas vinílicas.

Parte de este equipo y accesorios son diseñados y fabricados en México por SYCSA (Silos y Camiones S.A. de C.V) y otra parte son importados pero todo distribuido por esta compañía.

APENDICE

APENDICE

Para el transporte neumático de polvos en la elaboración de pinturas vinílicas, según la sección se cuenta con el siguiente equipo y accesorios.

Para la sección de recepción y almacenaje, en la figura A1 el gráfico muestra como es descargado un semirremolque que transporta material a granel hacia silos lugar donde es almacenado dicho material, para la descarga de este semirremolque es necesario utilizar un motosoplador que genere el aire para transportar el material.

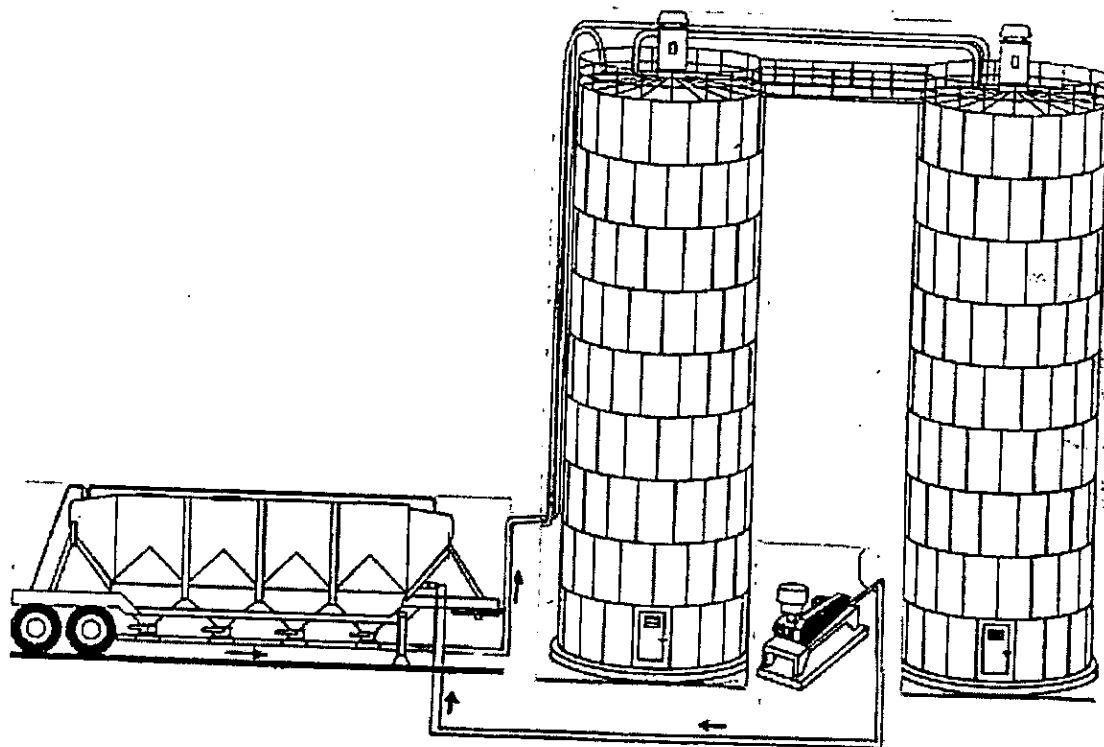
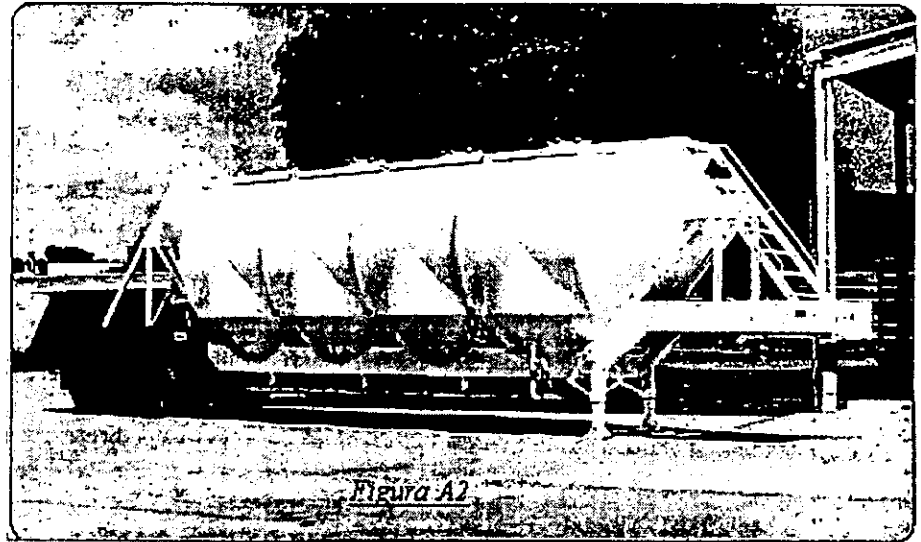


FIGURA. A1

La figura A2 muestra un semirremolque.



La figura A3 muestra los motosopladores, y la figura A3.1 muestra las partes componentes de los motosopladores.

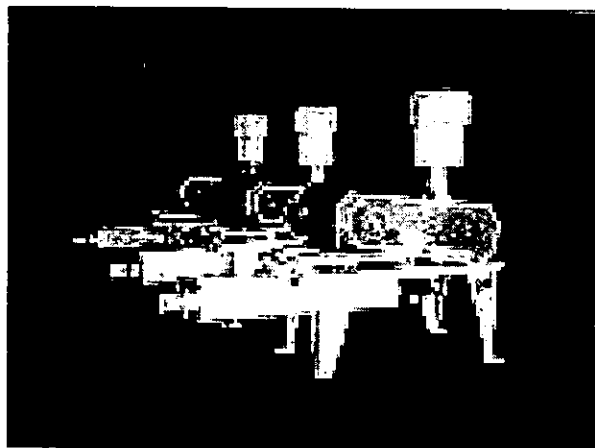
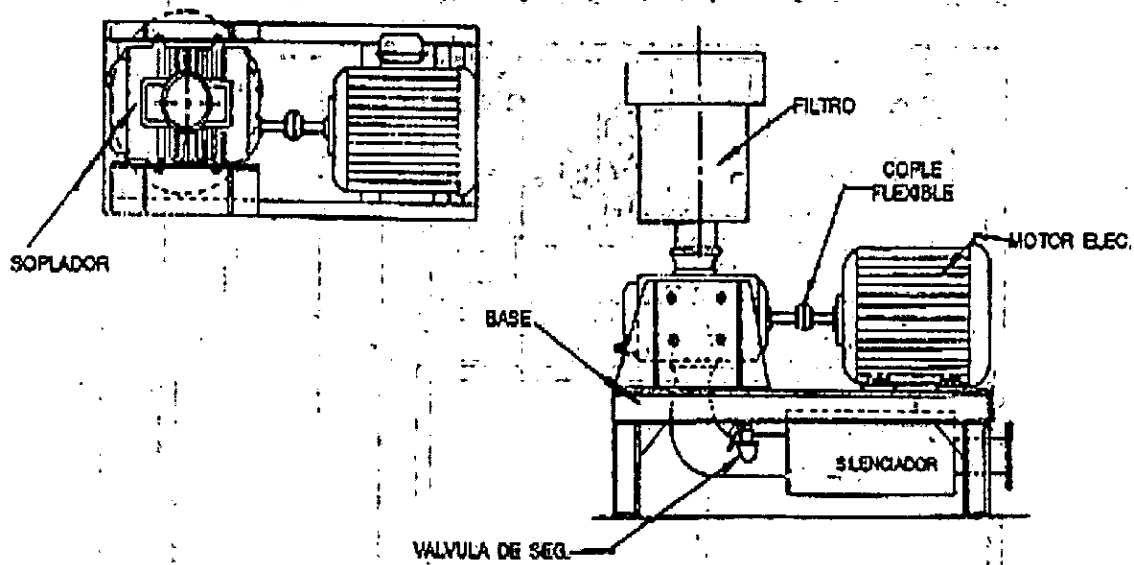
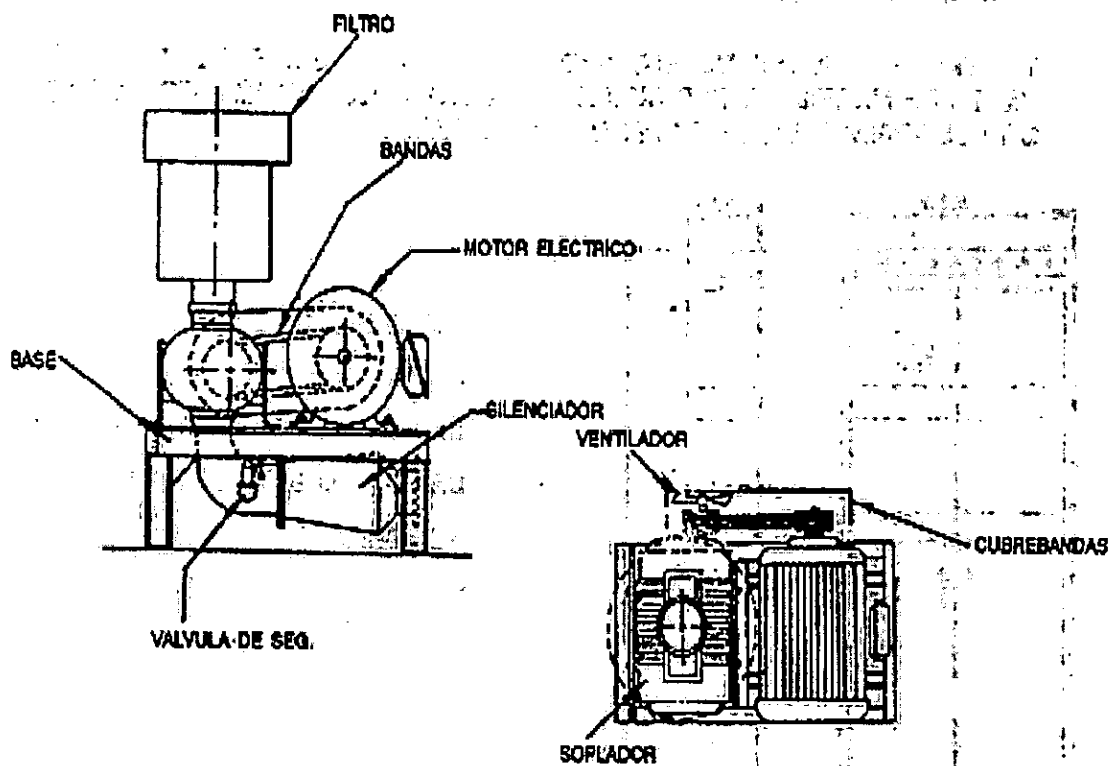


Figura A3



MOTOSOPLADOR CON ACOPLAMIENTO DIRECTO.



Motosoplador con transmision por bandas

Figura A3.1

La figura A4 muestra un sistema de almacenamiento de silos atornillados.

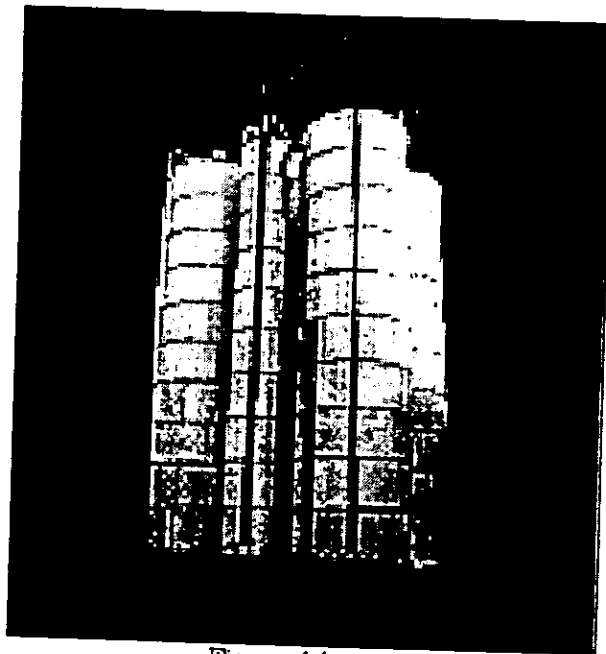


Figura A4

Los silos atornillados son diseñados según las características de cada material a almacenar además de considerar lo siguiente:

- Condiciones geológicas y climatológicas de las zonas donde serán instalados, tomando en cuenta factores como zonas sísmicas o de fuertes vientos.
- Susceptibilidad al contacto metálico o contaminación, o bien abrasivos o corrosivos.

La figura A5 muestra las características de construcción de estos silos atornillados y la figura A6 muestra su equipo adicional.

- A. Tapa cónica sellada contra lluvia.
- B. Domo pasa-hombre de 20" de diámetro con tapa de aluminio fundido de tres brazos de cierre hermético.
- C. Barandal protector en el perímetro del silo.
- D. Escalera de acceso a la tapa con guarda protectora contra la caída libre, recta o con descanso(s) intermedio(s).
- E. Hojas troqueladas de acero al carbón. Opcionalmente se puede construir con placas de acero inoxidable.
- F. Tornillería galvanizada.
- G. Las uniones son selladas con empaques de tira, radio y junta de neopreno.
- H. Conos de descarga estándar de 45° y 60°; con salida de 12" diámetro.
- I. Refuerzos de columna tipo "Z", cuando se requieren de acuerdo a la carga y zona sísmica.
- J. Puerta de acceso al interior del cono en la falda.
- K. Opcional ventana de iluminación/ventilación del área bajo del cono.

CARACTERISTICAS DE CONSTRUCCION

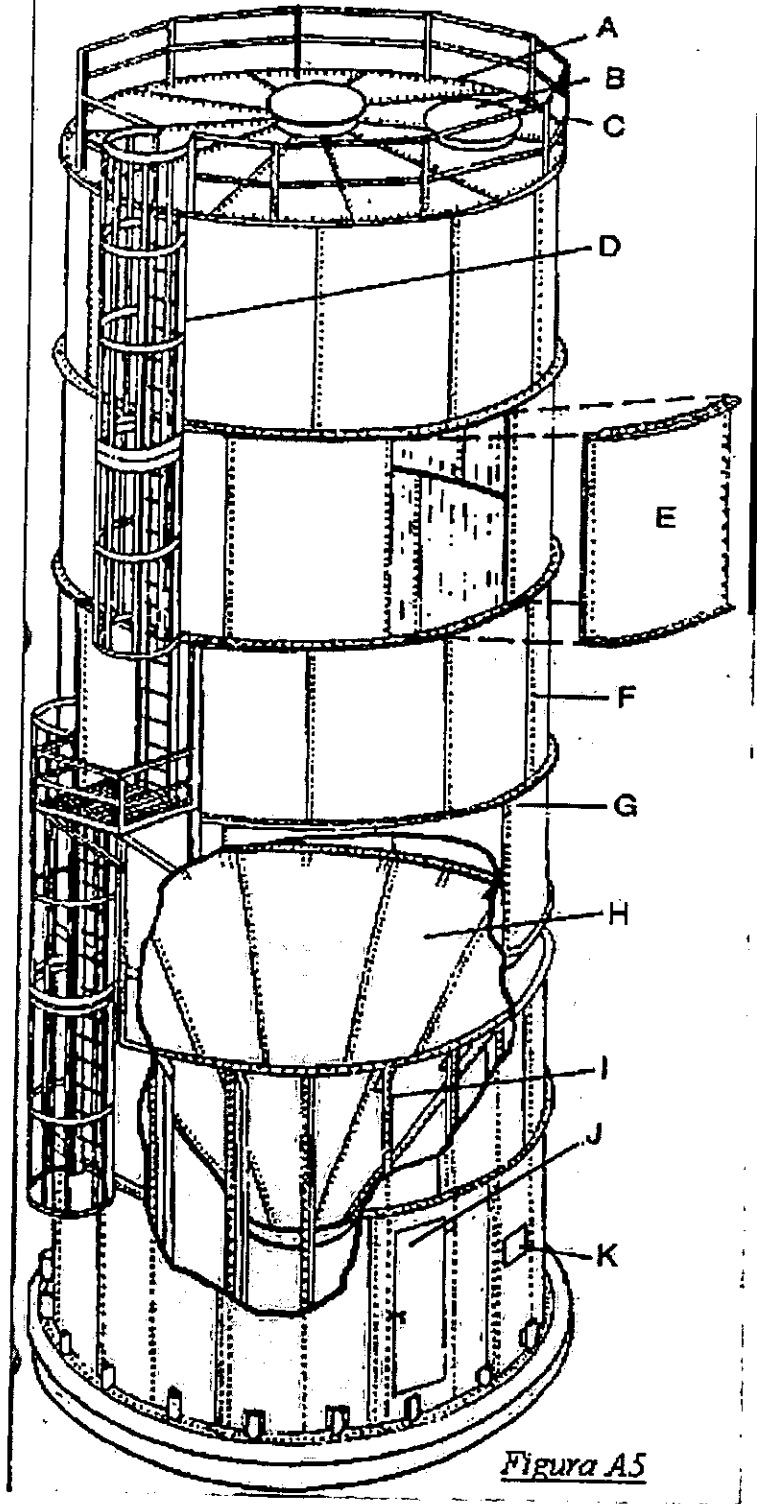


Figura A5

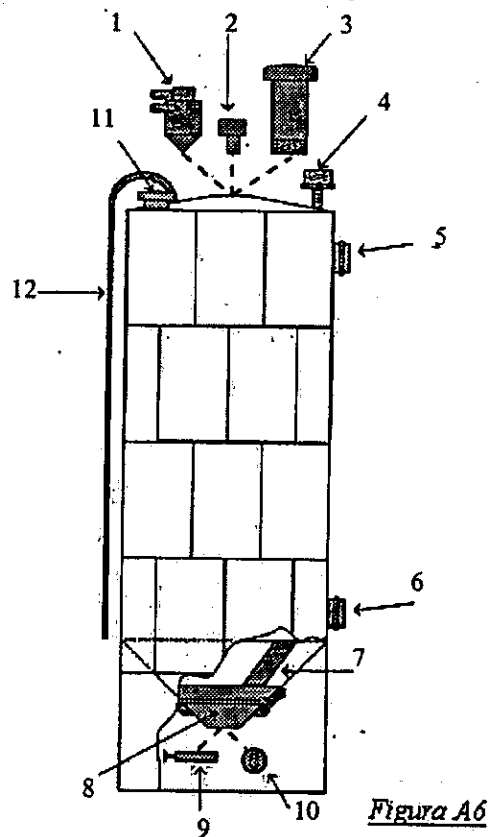


Figura A6

Equipo de separación aire-material.

- 1) Ciclón separador de polvo.
- 2) Venteo protector para materiales en pellet limpio y sin polvo.
- 3) Colector de polvo.

Indicadores de nivel.

- 4) Para control de inventarios: (Tipo yo-yo)
- 5) Indicador de alto nivel: (De paletas, de diafragma, de radiofrecuencia).
- 6) Indicador de bajo nivel: (De paletas, de diafragma, de radiofrecuencia)

Sistemas para facilitar la descarga.

- 7) Aireadores: De lona y boquillas
- 8) Activadores de tolva.

Válvulas de descarga

- 9) De guillotina: (Accionamiento manual, eléctrico o neumático).
- 10) De mariposa: (Accionamiento manual, eléctrico o neumático).

Otros.

- 11) Válvula vacío/presión: (Individual o combinación con domo pasa-hombre).
- 12) Tubo de llenado: (Acero al carbón, Aluminio o Acero inoxidable).

Para la sección de transporte y distribución se cuenta con bombas neumáticas como la mostrada en la figura A7 incluyendo sus características, estas bombas se encuentran localizadas en la parte

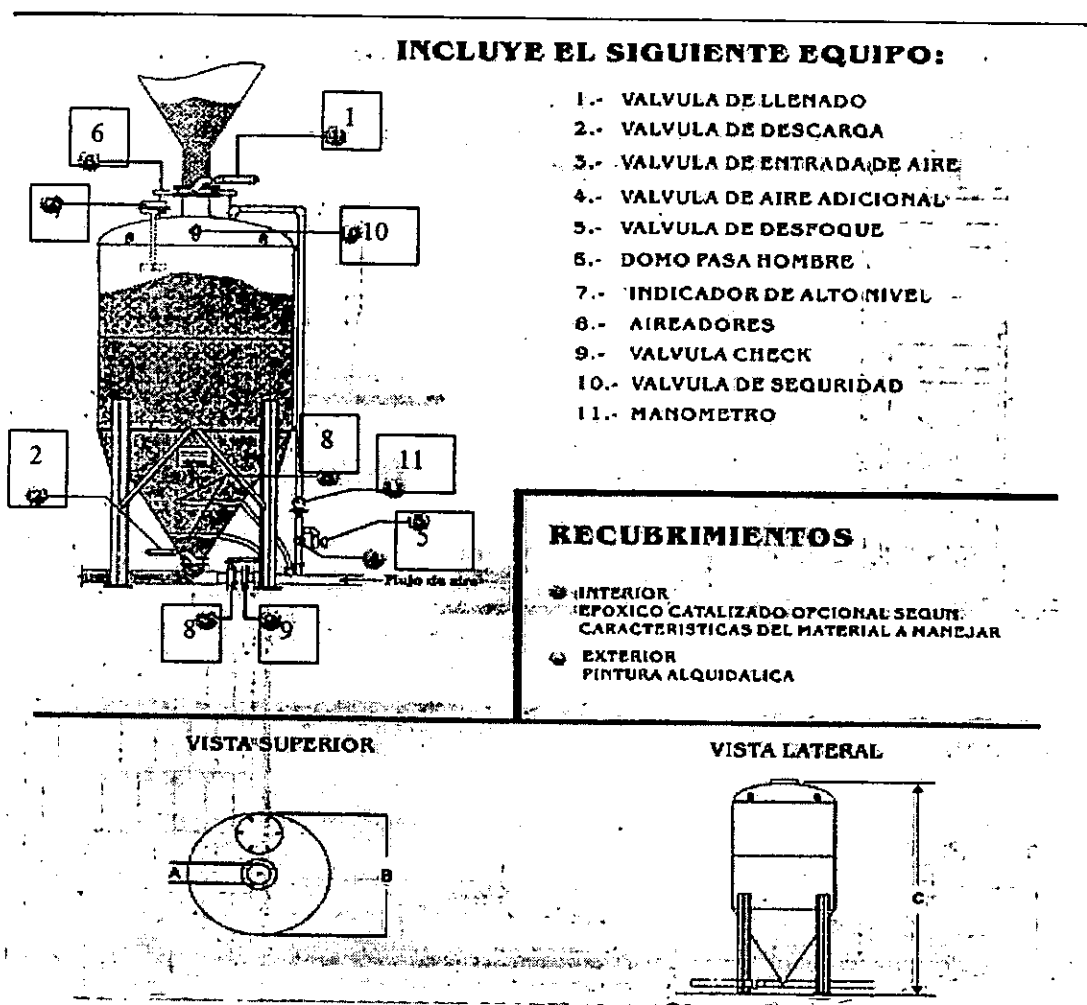


Figura A7

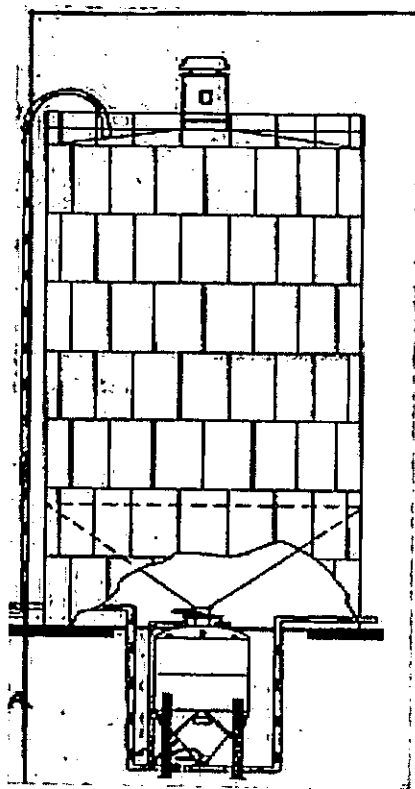


Figura A8

El funcionamiento de estas bombas neumáticas se realiza en tres fases las cuales se muestran en la figura A9. Cuando la bomba neumática se encuentra en la fase 3 (descarga) el material fluye a través de su respectiva tubería para distribuir el material a las diferentes unidades de pesado (tolvas pesadoras), estas tolvas son como la mostrada en la figura A10 la cual en la parte superior cuenta con válvulas divisoras Fill-Pass para el llenado de estas, una válvula divisora Fill-Pass es mostrada en la figura A11.

FASES

DESCRIPCION DE EQUIPO	FASE 1	FASE 2	FASE 3
A VALVULA DE LLENADO	○	●	●
B VALVULA DE DESCARGA	●	●	○
C VALVULA DE ENTRADA DE AIRE	●	●	○
D VALVULA DE AIRE ADICIONAL	○	○	○
E VALVULA DE DESPOQUE	○	●	●
F INDICADOR DE NIVEL	⊖	⊕	⊖

- ABIERTA
- CERRADA
- ⊖ SIN ACCIONAR
- ⊕ ACCIONANDO
- ⊙ REGULADA

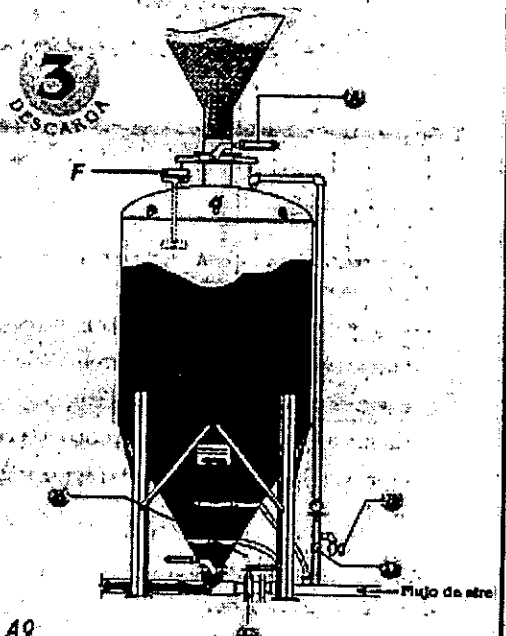
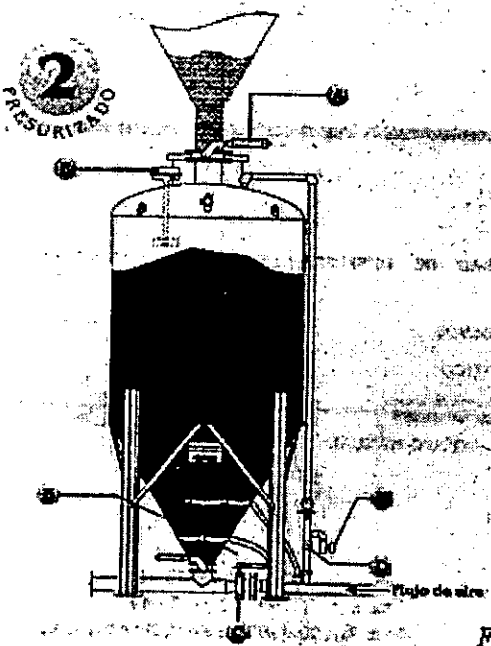
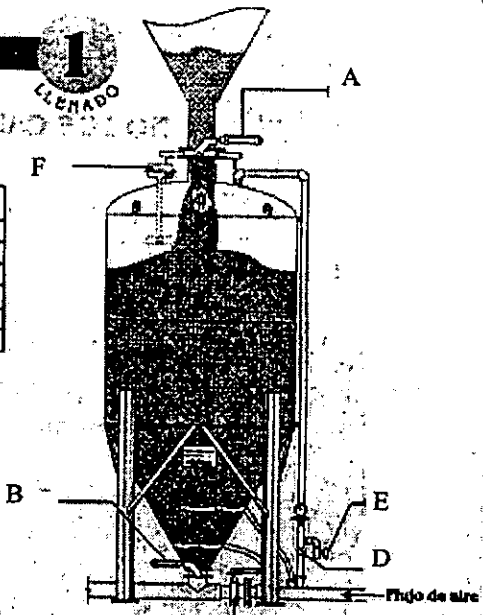


Figura A9

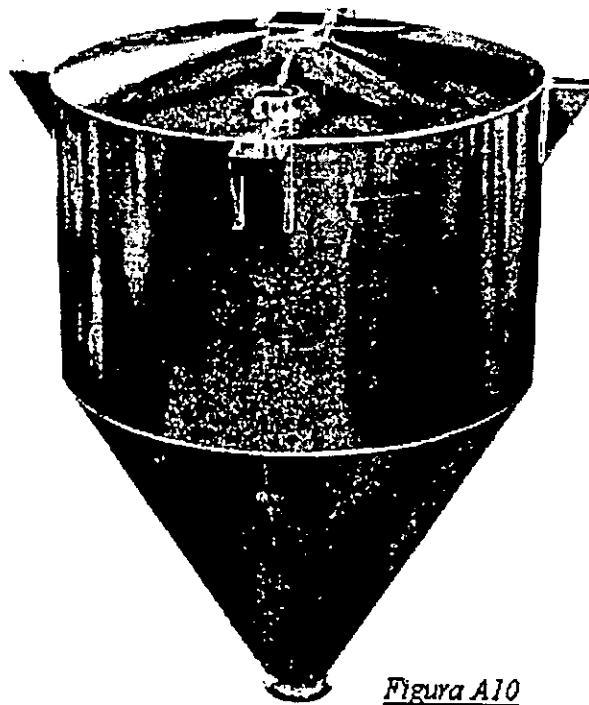


Figura A10

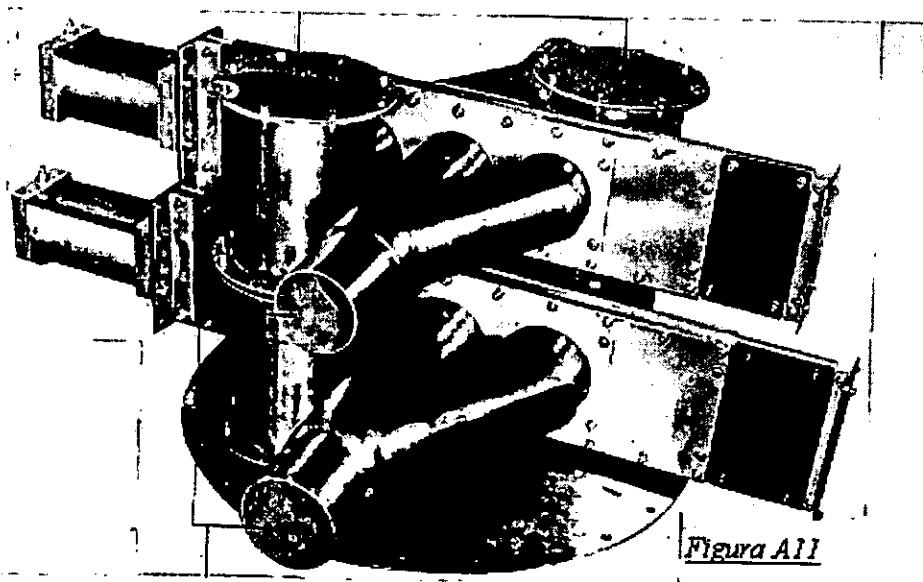


Figura A11

La sección de dosificación a dispersores se muestra en la figura A12. El material a dosificar, ya que es pesado en la tolva pesadora (A), por gravedad pasa a la tolva dosificadora (B) de donde a través de transportadores helicoidales (C) es adicionado a los equipos dispersores, la figura A13 muestra un esquema de cómo esta compuesto un transportador helicoidal.

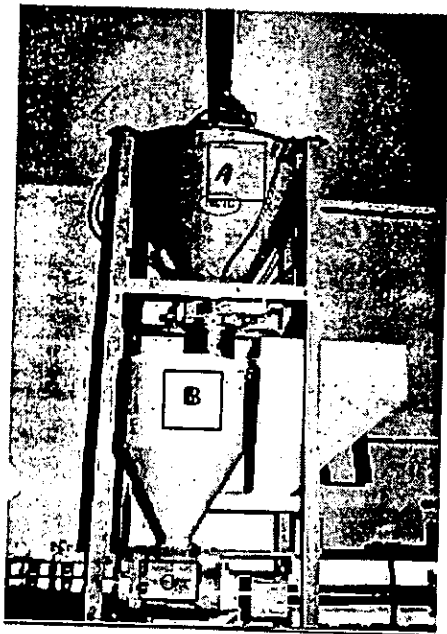


Figura A12

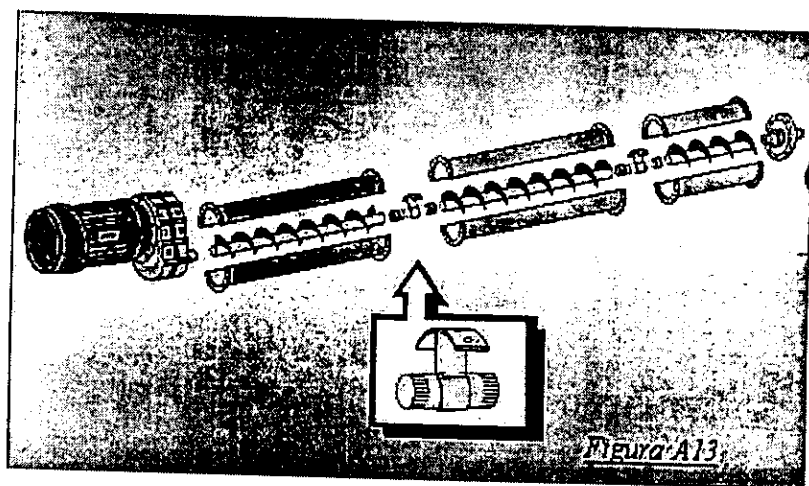


Figura A13

Otros equipos y accesorios que ayudan al mejor transporte neumático de polvos es el siguiente:

- a) Sistemas de aireación figura A14.
- b) Activador de tolva figura A15.
- c) Deslizador neumático figura A16.

SISTEMAS DE AIREACION

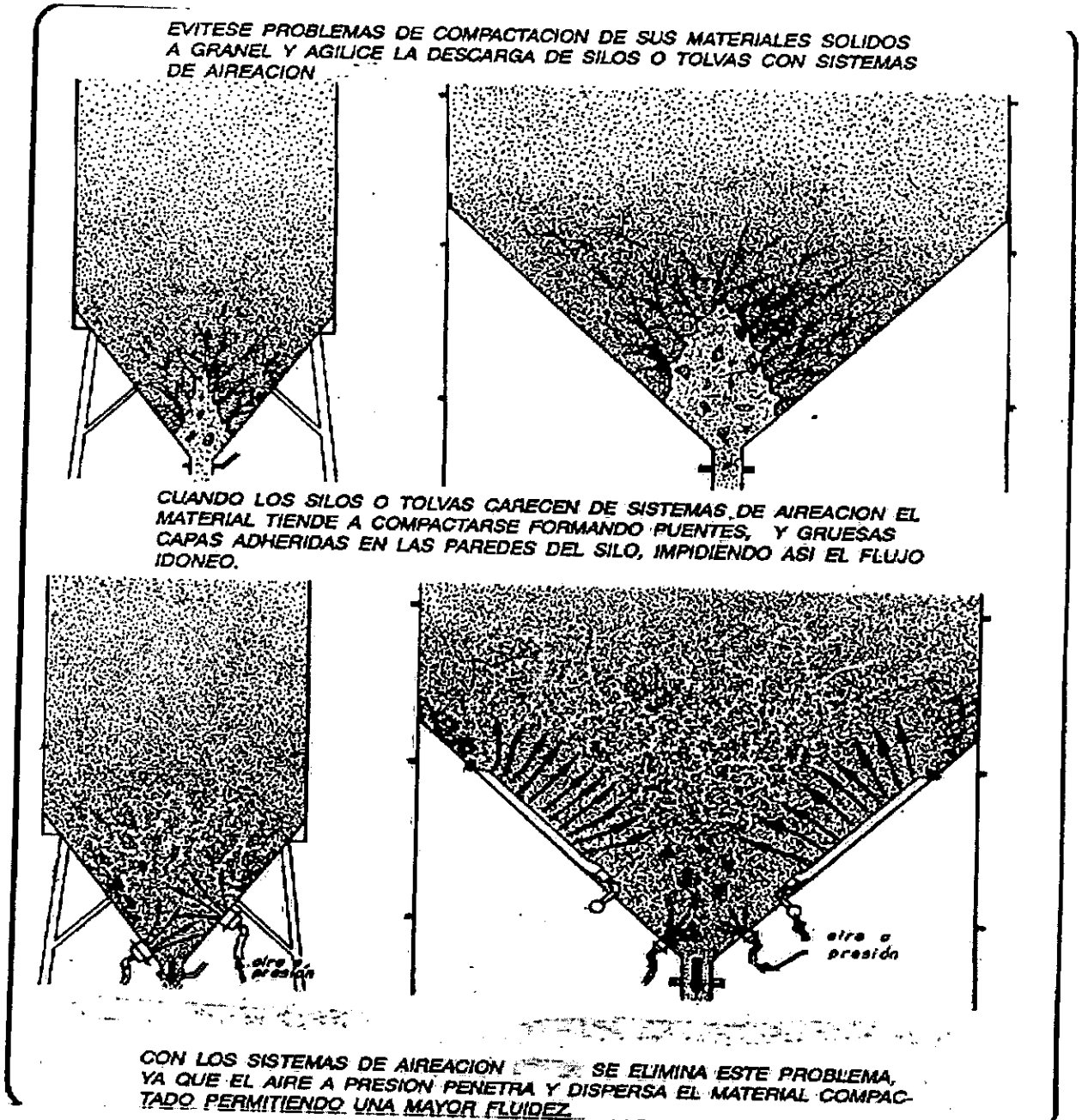
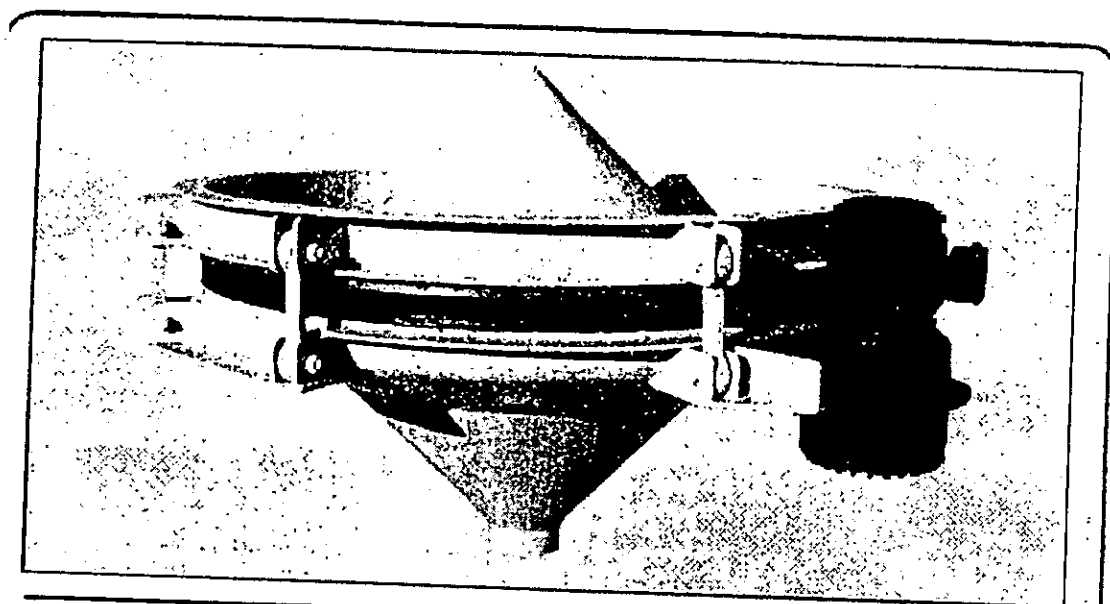


Figura A14.

ACTIVADOR DE TOLVA



Principio de Funcionamiento

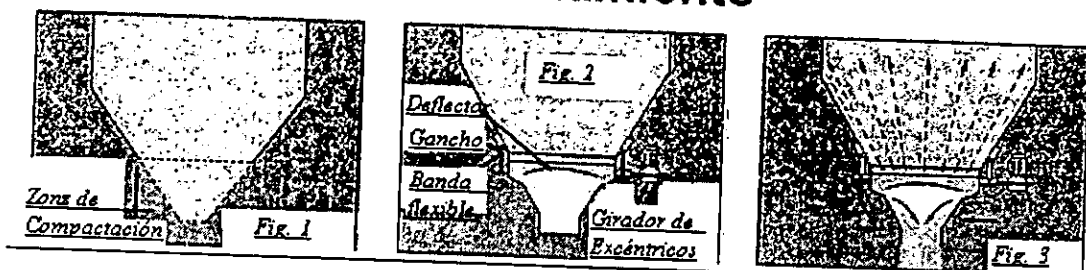


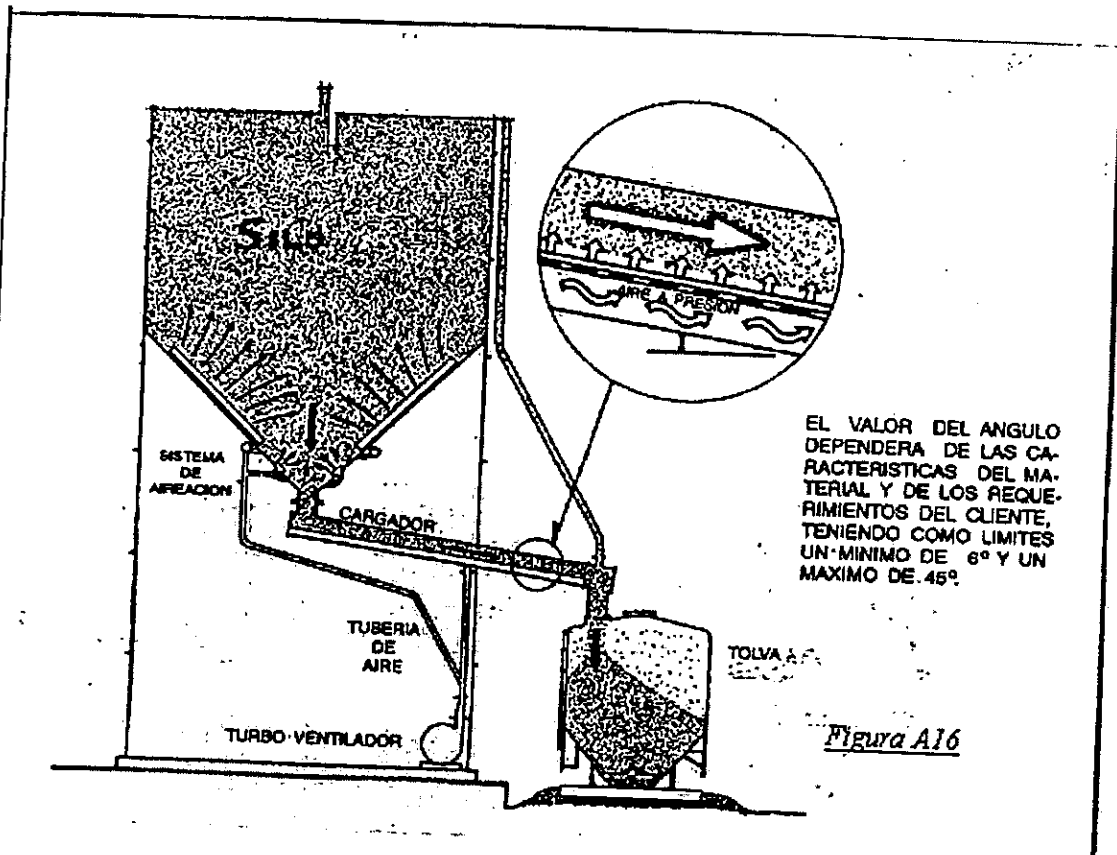
Figura A15

La mayoría de los problemas de flujo se deben a la aglomeración y la compactación de los materiales en la parte convergente de la tolva. Cuando las tolvas están llenas, el enorme peso sobrepuesto comprime el material en la sección cónica inferior, produciendo un severo atascamiento donde causa el problema máximo. Las vibraciones accidentales que existen durante la operación provocadas por camiones, trenes, maquinaria, etc., agravan seriamente este problema, que se (empeora) si los costados convergentes fueran más empinados, Fig. 1

El problema se resuelve eliminando la sección cónica inferior de la tolva, reemplazándola por un Activador de Tolva que consiste en una tapa cóncava relativamente plana y de un deflector. Esta superficie plana de sostén, soporta las cargas superiores sin permitir la compresión adicional que se produce en un fondo de tipo cónico. El Activador de Tolva se suspende flexiblemente del cono de descarga por medio de ganchos de acero forjado con bujes de caucho. Una banda elástica de caucho reforzado sella la pequeña luz entre la tolva principal y el fondo móvil. Un deflector integral alivia la carga superior sobre la salida. Al Activador de Tolva se instala un girador de excéntricos, sellado y lubricado por aceite, provocando así vibraciones horizontales, (Fig. 2).

Durante el funcionamiento, el girador produce potentes impulsos horizontales que hacen vibrar al Activador de Tolva, a su deflector y al material contenido, pero no así a la tolva. El material que yace sobre la parte cóncava es desplazado horizontalmente hacia la salida de circulación libre bajo el deflector saliendo fácilmente por gravedad. Este principio de descarga de dos etapas elimina la compresión cónica de material durante su descarga y evita su atascamiento en el fondo durante el almacenaje. El deflector curvo descompone los empujes horizontales en fuertes impulsos verticales que se extienden a gran distancia hacia arriba en el interior de la tolva principal. Ello evita el puente o formación de cavernas en la parte superior. (Figura 3).

DESLIZADOR NEUMATICO



CONCLUSIONES

Del trabajo presentado, se puede concluir, que dependiendo del tipo de proceso y de la experiencia de quienes estén involucrados en el manejo y operabilidad del equipo para transportar material a granel (polvos), se puede hacer una adecuada selección e instalación de un sistema que ayude a solucionar problemas de almacenaje, distribución y dosificación. Por lo cual en este estudio se dieron a conocer las variables principales a tomar en cuenta en el manejo de los mismos, así como las alternativas de transporte ya sea mecánico o neumático además de los equipos y accesorios involucrados en estos.

Por otro lado el almacenar material a granel en silos ayuda a resolver problemas operacionales como: Espacio, mano de obra, incendio, contaminación, mermas y economía. Además se puede decir que la capacidad de almacenaje no es proporcional al área de la planta, sino al volumen que representa esta.

Para finalizar se dan ventajas y desventajas de los dos tipos de transporte presentados.

TRANSPORTE MECANICO

Ventajas

- Poco espacio ocupado transversalmente.
- No existe posibilidad de contaminación con otros productos.
- Posibilidad de transporte horizontal, vertical e inclinado en una sola unidad.
- Cargas y descargas en cualquier punto del transportador (redlers y transportadores de Arquímedes).
- Sistema hermético en transportadores.
- Homogeneización del material.

Desventajas

- Problemas de apelmazamiento de material.
- Ruptura constante de eslabones y tornillos.
- Fugas de material al descargar silos.

TRANSPORTE NEUMATICO

Ventajas

- Gran limpieza de instalaciones, al efectuarse el transporte mediante tuberías herméticas, y por consiguiente pocas pérdidas.
- Economía de espacio y facilidad de adaptación de las conducciones.
- Pocos operarios necesarios para su mantenimiento y facilidad para la automatización del proceso de transporte.

Desventajas

- Desgaste rápido de tuberías si los productos son abrasivos.
- Gran consumo de energía.
- Fugas por ruptura de mangueras o sellos en líneas, válvulas o tolvas a consecuencia de la presión de aire con que se transporta el material.
- Problemas para detectar presencia o ausencia de material con materiales ligeros.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

BIBLIOGRAFIA

LUIS TARGHETTA ARREOLA

Transporte y almacenamiento de materias primas en la industria básica
Ed. Blume Madrid España. Industrias gráficas españolas.
Volumen 1 y Volumen 2.

H. BANNISTER

Theory and desing of pneumatic transport systems
Chem. Process Eng. 40, pp 241-244 (1959)
Parte 2 40, pp 320-322 (1959)

CLYDE ORR JR.

Particulate Technology
Giorgia Institute of Technology. Atlanta Giorgia 1966
Editorial The Mac millan Company. pp 144-154

MARTIN RHODES

Principles of powder technology
University of Bradford
Editorial Wiley (1990). pp (91-118) – (143-170)

SILOS Y CAMIONES S.A. DE C.V.

Catalogo de equipo y accesorios para el manejo de material a granel (1995).