

01173  
2es.  
3



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
Facultad de Ingeniería

2000 00 2000 0000  
00000000 00 00 0000

"DISEÑO Y FABRICACION DE UNA MAQUINA AUTOMATICA FORMADORA Y  
EMPAPELADORA DE TAPETES DE MOSAICOS VENEZOLANOS"

MARCELO LOPEZ PARRA

T E S I S

PRESENTADA A LA DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE LA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DE LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

COMO REQUISITO PARA OBTENER  
EL GRADO DE  
MAESTRO EN INGENIERIA MECANICA  
(OPCION: DISEÑO Y MANUFACTURA)

CIUDAD UNIVERSITARIA

TESIS CON  
EVALUACION DE ORIGEN



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 está 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.



## INDICE

	PAG.
1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVOS DEL TRABAJO	
3. METODO DE DISEÑO	
4. MOSAICOS VENECIANOS DE MEXICO, S.A.	3
5. ANALISIS DE NECESIDADES	6
6. INFORMACION	7
7. DEFINICION DEL PROBLEMA Y OBJETIVO	8
8. ESPECIFICACIONES	
9. ALTERNATIVAS DE SOLUCION	11
10. MAQUINA FORMADORA DEL TAPETE	18
10.1 ALTERNATIVA 1: BANDAS Y RAMPAS	
10.2 ALTERNATIVA 2: CILINDRO	
10.3 ALTERNATIVA 3: BANDA POLIGONAL	
10.4 SELECCION	
10.5 DISEÑO DE DETALLE	
10.6 CONCLUSIONES	
11. MAQUINA EMPAPELADORA	37
11.1 ALTERNATIVAS PARA RESOLVER EL ACOPLAMIENTO HOJA-CHAROLA	
11.2 RESULTADOS Y SELECCION	
11.3 SISTEMA QUE INTEGRAN EL PROTOTIPO	
11.4 DISEÑO DE DETALLE	
11.5 CONCLUSIONES	
12. SECADOR DE LOS TAPETES	77
13. CONCLUSIONES GENERALES DEL TRABAJO	81
14. BIBLIOGRAFIA	

### 1. INTRODUCCION.

Existe excelente y vasta literatura concerniente al diseño y fabricación de máquinas, muy enfocadas a su producción en serie y comercialización. Poco se ha escrito sobre el desarrollo de máquinas en las universidades y aún menos, por ser un hecho innovador, del desarrollo de prototipos sobre pedido. Es deseo del autor que este trabajo auxilie a estudiantes y profesionistas dedicados al diseño de máquinas y sobretodo que aporte criterios útiles para el mejoramiento del proceso enseñanza-aprendizaje de los ingenieros de nuestra universidad.

### 2. OBJETIVO DEL TRABAJO.

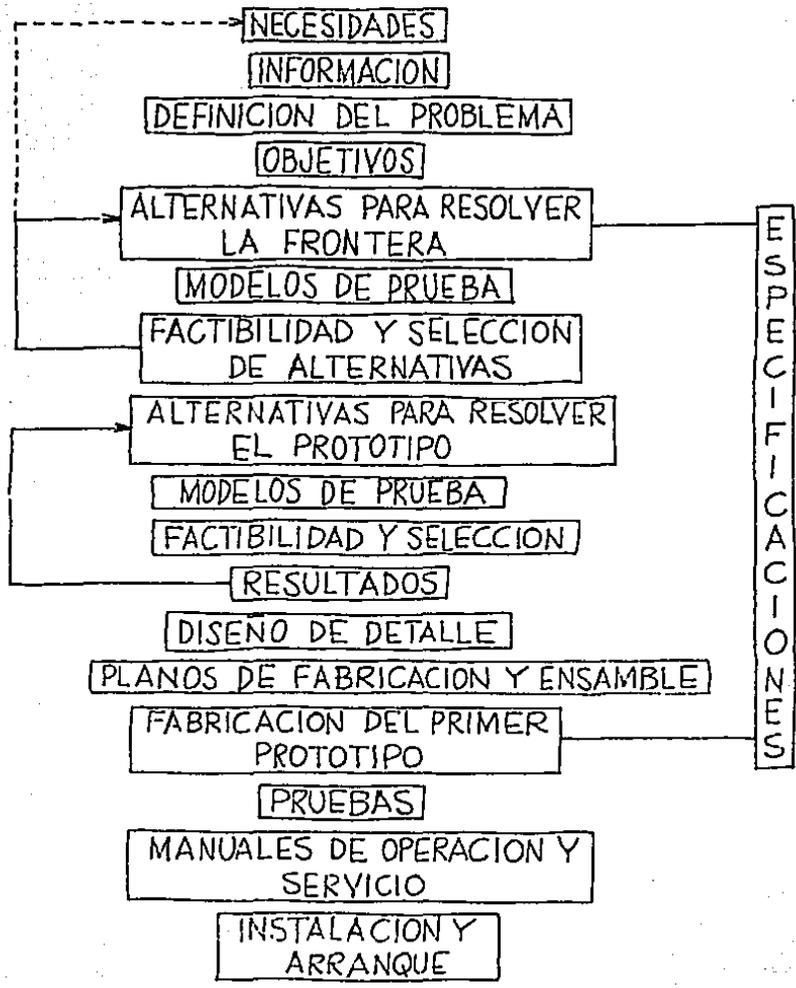
El trabajo tiene un objetivo principal:

Resolver el proyecto "*Diseño y Fabricación de un Prototipo de Máquina Automática Formadora, Empapeladora y Secadora de Tapetes de Mosaicos Venecianos*". Proyecto que surge de la actual preocupación por incrementar la eficiencia en la producción, -- así como la calidad del producto para exportación de la compañía "Mosaicos Venecianos de México, S.A." ubicada en la zona industrial CIVAC en Cuernavaca, Morelos, México.

### 3. METODO DE DISEÑO.

La metodología del diseño se puede esquematizar en la fig. (1).

Tal vez la mejor manera de explicar el proceso ilustrado sea mediante su aplicación concreta a la solución de la problemática de la Compañía de Mosaicos.



PASOS EN EL DISEÑO  
 Figura (1)

En el diseño de prototipos de máquinas originales el proceso de diseño adquiere una dinámica muy particular que lo hace ser primordialmente *iterativo y autoconectivo*. Lo que se quiere decir con estos términos es que cada una de las etapas del proceso, algunas veces la misma definición del problema están expuestas al cambio. El análisis inicial del problema y la búsqueda de información permiten el planteamiento claro de los objetivos y especificaciones, pero no es sino hasta el inicio de la etapa de generación y búsqueda de alternativas cuando se evidencia la dimensión de cada uno de ellos.

#### 4. "MOSAICOS VENECIANOS DE MEXICO, S.A."

"Mosaicos Venecianos de México, S.A.", tiene como principales objetivos y funciones la fabricación de mosaicos venecianos, el diseño y construcción de equipo para fundido de vidrio, su industrialización, asesoramiento técnico en montajes y operación, así como la adquisición, venta y comercialización de productos que se relacionen con envases, vidrio laminado y mosaico de vidrio. Dicha empresa firmó, junto con el Consejo Nacional de -- Ciencia y Tecnología y la Universidad Nacional Autónoma de México, un convenio de desarrollo tecnológico cuyo objeto y alcance serían el diseño y construcción de un prototipo de máquina para formar, empapelar, engomar y secar tapetes cuadrículados de mosaicos venecianos, con capacidad mínima de 250 unidades por hora, cada una de 15 x 31 mosaicos. El desarrollo tecnológico comprendería la siguiente información:

- Configuración de la máquina y de los conjuntos.
- Diseño de detalle.
- Dibujos y especificaciones de fabricación, con tolerancias dimensionales.
- Secuencias de ensamble.

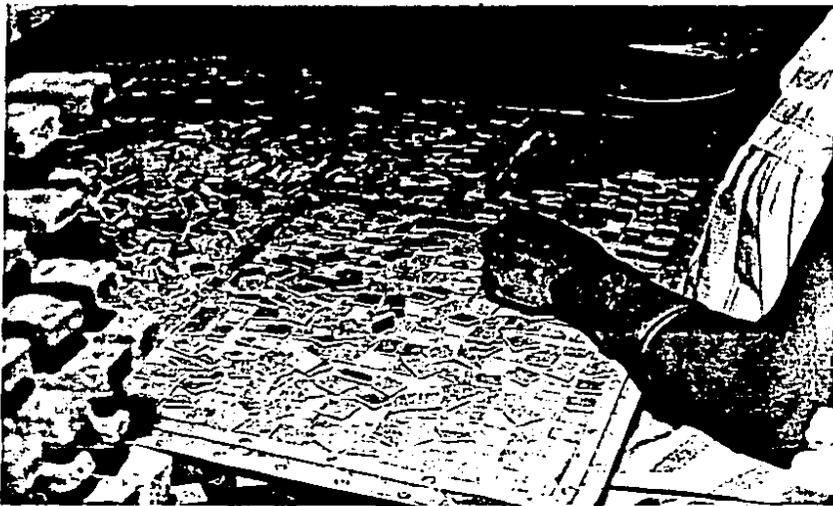
- Secuencia de pruebas.

Mosaicos Venecianos de México, S.A. es una empresa constituida con capital mexicano en un 100%. Fundada en 1949, ha venido operando ininterrumpidamente hasta la fecha y está en condiciones de ofrecer los siguientes productos:

- (1) Mosaico tipo veneciano para recubrimiento de toda clase de muros, marca "Kolorines".
- (2) Mosaico artístico para murales y decoración ornamental, tipo "Bizantino".
- (3) Mosaico para recubrimiento en pisos, marca "Kristapiso".

El mosaico tipo veneciano es un producto de vidrio inspirado en la técnica italiana más antigua. Sus ingredientes, el 90% de origen nacional, son principalmente arena sílica, fundentes y colorantes que se someten a un análisis de laboratorio antes de aprobar su utilización. El vidrio es fundido a 1,300°C y posteriormente grabado en rodillos especiales, de donde salen los cuadrados de 20 x 30 mm, pasa a un horno de temple que le da las propiedades mecánicas necesarias. El proceso de fabricación actual del tapete se ilustra en la serie de fotografías (1) que se presentan a continuación.

Serie de Fotografías (1)



Llenado manual de las charolas de mosaicos.



Empapelado manual del tapete, se observa la pila de tapetes sobre tarimas (en proceso de secado).

## 5. ANALISIS DE NECESIDADES.

Siendo el análisis de necesidades el proceso fundamental para poder definir y ubicar el problema, se considera conveniente distinguir los tres factores generadores de necesidad: Cliente, Usuario y Diseñador. Actuando en un marco de tres dimensiones: Funcionalidad, Costo y Tiempo.

### Necesidades del Cliente.

El prototipo deberá:

- Producir cuatro tapetes por minuto, mínimo.
- Manejar el mosaico, a pesar de sus irregularidades en dimensiones y la calidad (rotos).
- Tener un grado máximo de automaticidad.
- Utilizar las charolas de aluminio cuadrículadas con el mínimo de modificaciones en su diseño.
- Utilizar el engrudo como adhesivo.
- Usar el papel como elemento de unión.
- Aprovechar la energía disponible en la planta: agua, electricidad, aire comprimido, gas L.P. y combustóleo.
- Ser de mantenimiento sencillo y económico.
- Tener refacciones de fácil adquisición en México.
- Evitar el maltrato del mosaico.
- Ajustarse al presupuesto: \$14'500,000.00 M.N.
- Utilizar equipo y materiales nacionales.
- Diseñarse para su fabricación en serie y comercialización.
- Tener un costo competitivo para exportación.
- Realizar el proyecto en veinticuatro meses.

### Necesidades del Usuario.

El prototipo deberá:

- Ser fácil de operar (personal no calificado).

- Evitar el contacto manual del operador con los mosaicos de vidrio y el adhesivo (harina-agua-sosa).
- Mantener el ruido a un mínimo.
- Ser compacta y segura en su operación.
- No requerir de un mantenimiento y ajustes excesivos.

Necesidades del Diseñador.

El prototipo deberá:

- Ser diseñado totalmente por el personal del C.D.M.I.T.
- Fabricarse con los recursos propios.
- Coadyuvar a la creación de una organización y a la aplicación de una metodología del diseño eficiente.
- Ser aprovechado para realizar programas de servicio social y tesis.
- Ser utilizado para vincular a los grupos de la materia de Diseño de Máquinas que se imparte en la Facultad de Ingeniería de la UNAM.
- Ser aprovechado como una experiencia que impulse el diseño mecánico en México.
- Ser diseñado y fabricado en un mínimo de tiempo.

6. INFORMACION.

No existe dentro de la industria nacional ninguna información acerca de un posible intento por desarrollar una máquina para el formado de tapetes de mosaicos. Tampoco existe alguna empresa o representación nacional o extranjera que suministre este tipo de maquinaria.

Se sabe que se encuentra funcionando un sistema semiautomático en Italia, diseñado y fabricado en ese mismo país. El fabricante se negó a proporcionar cualquier tipo de información.

## 7. DEFINICION DEL PROBLEMA Y OBJETIVO.

Se enfrenta el diseño y fabricación de un prototipo de máquina original, donde las ideas innovadoras, la creatividad, la experimentación y el análisis en el restirador, juegan un papel primordial.

¿Cuál es el problema?

*Formar, automáticamente, tapetes de mosaicos venecianos siguiendo los pasos de:*

LLENADO DE CHAROLAS  
 EMPAPELADO y  
 SECADO

Se busca que la máquina satisfaga los siguientes requerimientos:

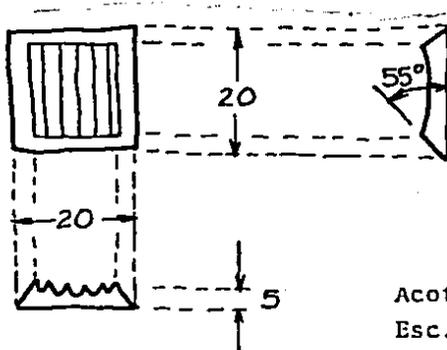
- Capaz de producir cuatro tapetes por minuto, mínimo.
- Que utilice charolas, papel y adhesivos convencionales.
- Capaz de operar con mosaicos de dimensiones irregulares y en grado máximo de automaticidad.
- Que sea de operación y mantenimiento simples.
- Que utilice equipo y materiales nacionales.

## 8. ESPECIFICACIONES.

### Mosaicos:

Material:	VIDRIO
Peso Promedio:	Un mosaico: 3.01 gr. 465 (1 tapete): 1.4 kgs.
% Material defectuoso (Roto y mal acabado):	10% (medidos en las mesas de llenado para charolas, en la planta).

## Geometría:



Acot: mm

Esc.: 1.1

Tol.:  $\pm 1.5\text{mm}$ ,  $\pm 10^\circ$ Charolas

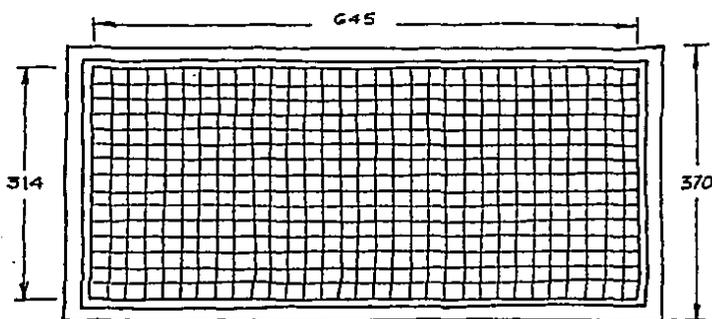
Material:

Aluminio.

Peso:

Una charola: 726 gr.

Geometría:



Solera de aluminio (7/16" x 3/32) remachada. Esc.: 1.5

Cuadrícula 15 x 31 mosaicos.

Acot. mm

Láminas de aluminio cal. 18 (1.024 mm)

Tolerancias en la fabricación:  $\pm 2$  mm

Papel

Tipo: Kraft.  
 Dimensiones: 500 x 630 mm + 1 mm  
 Peso: 20 hojas 160.5 gr.

Adhesivo

Preparación: En frio (Temperatura ambiente)  
 Formulaci3n: 90% agua  
 (en peso) 8% harina de trigo  
 2% sosa.  
 Peso:  
 Propiedades: Viscosidad (Temperatura ambiente)  
 Tiempo de secado a temperatura ambiente de un tapete: 10 min.  
 Consumo: 0.0189 l/hoja.

Producci3n

Producci3n (Dic. 1987- 500,000 m<sup>2</sup>/año  
 (proyectada) (20 tapetes/min)  
 No. empleados necesarios para tal producci3n: 100  
 Producci3n de un operario (proceso manual) 12 tapetes/hora  
 (0.2 tap./min.)  
 Manejo del material - 10 tons./3 turnos.  
 (Ene. 1987)

Tiempos Requeridos para la Fabricaci3n de un Tapete (Un Operario).

Llenar la charola y moverla para acomodar los mosaicos (aleatoriamente). 8 seg. (prom.)

Voltear y quitar material defectuoso	190 seg. (prom.)
Rellenar huecos:	72 seg. (prom.)
Llenado	<u>270 seg. (4.5 min.)</u>
Empapelado de la charola:	0.5 min.
Tiempo total de fabricación de un tapete:	<u>5.0 min.</u>

## 9. ALTERNATIVAS DE SOLUCION.

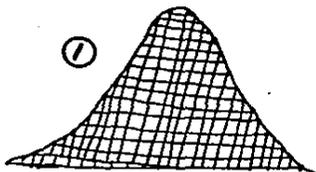
Se distinguen cuatro puntos importantes:

- (A) Cuatro elementos principales involucrados.
- (B) Secuencia en el proceso de fabricación del tapete.
- (C) Alternativas para voltear el mosaico.
- (D) Alternativas para juntar y vaciar.

(A) El problema involucra cuatro elementos principales a saber:

- (1) Mosaicos.
- (2) Charolas.
- (3) Papel.
- (4) Adhesivo.

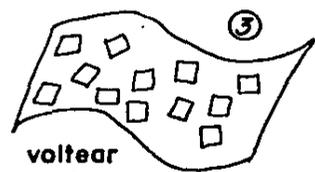
(B) Secuencia en el proceso de fabricacion del tapete



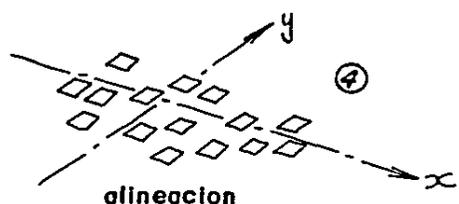
① MONTON DE MOSAICOS



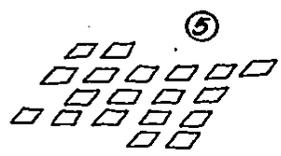
② mosaicos sobre una superficie



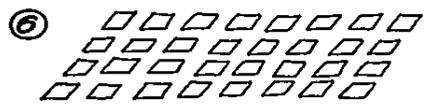
③ voltear todos los mosaicos



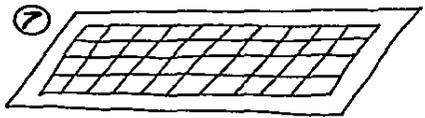
④ alineacion



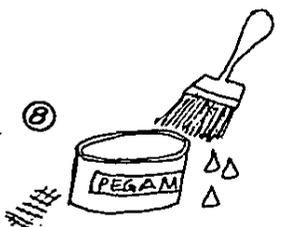
⑤ arreglo por renglones y columnas



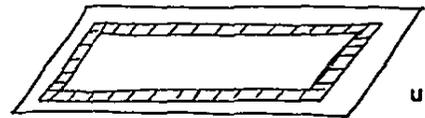
⑥ rectangulos de 15x31 mosaicos



⑦ vaciado en charola



⑧ engomar



⑨ unir mosaicos y papel

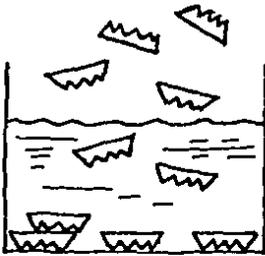


⑩ secado

TAPETE TERMINADO

(C) Alternativas para efectuar el volteo del Mosaico.

Algunas de las alternativas para realizar el volteo del mosaico son:

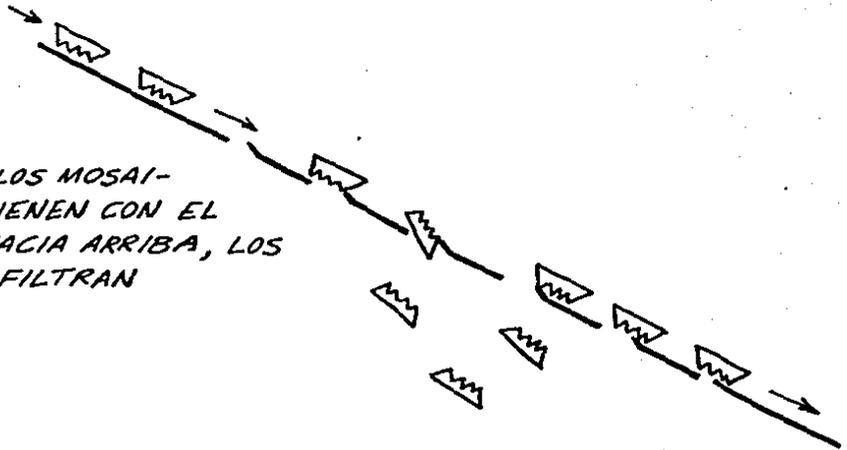


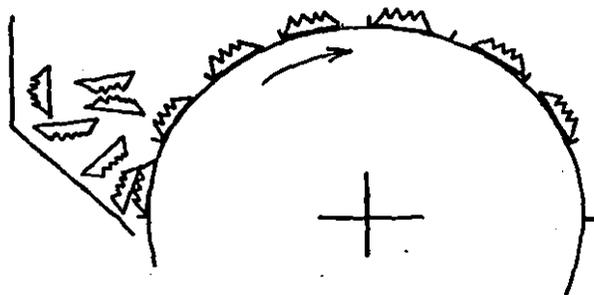
① AGUA

SI SE DEJAN CAER LOS MOSAICOS EN UN RECI-  
PIENTE CON AGUA, TODOS SE DEPOSITAN -  
CON EL ANVERSO HACIA ARRIBA

② REJILLA

RESBALAN LOS MOSAI-  
COS QUE VIENEN CON EL  
ANVERSO HACIA ARRIBA, LOS  
DEMAS SE FILTRAN



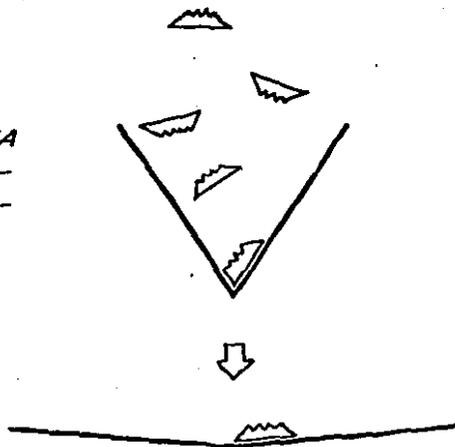


### ③ CILINDRO

EL CILINDRO CON CANGILONES SOLO RECOGE LOS MOSAICOS POSICIONADOS CON EL REVERSO HACIA ARRIBA

### ④ CANAL EN "V"

AL CAER LOS MOSAICOS EN UNA CANAL EN FORMA DE "V" SE ACOMODAN DE ACUERDO AL ANGULO QUE FORMA SU BISEL



La mayoría de las soluciones para voltear el mosaico se probaron en el taller, utilizando modelos. Las pruebas realizadas indican que no se presenta mucha dificultad para lograr el volteo y tampoco para alinearlos. La alternativa que presenta mayores ventajas es el cilindro con cangilones:

1. Permite el manejo a granel de grandes volúmenes.
2. No depende de la precisión en las dimensiones del mosaico ni de la calidad del mismo (rotos, acabado, superficial, rechupes, bixel, ángulos).
3. Es muy compacto y su principio de operación es simple. No rompe el mosaico.
4. Voltea, alinea y forma las columnas del tapete en una sola operación.
5. El principio de operación es versátil, se pueden lograr distintas geometrías (cilindros, curvas, planos, rampas) para integrar elementos que ayuden al formado y vaciado del tapete.

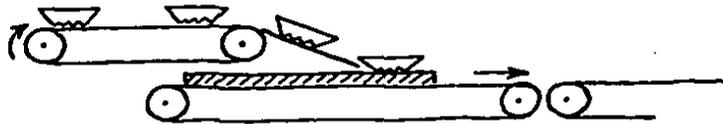
#### (D) Alternativas para vaciar el mosaico.

El trabajo con los modelos para realizar el volteo demuestran que es posible diseñar un prototipo que opere con una alta eficiencia. De esta forma queda abierta la puerta para -- atacar el problema de vaciado en la charola. Algunas de las -- ideas estudiadas son:

##### (1) Rampa con flujo continuo.

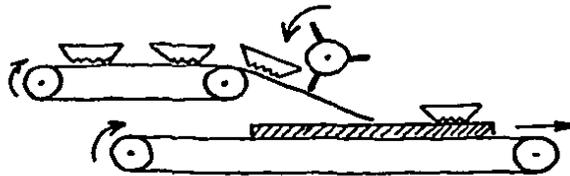
En esta alternativa los mosaicos se vacían por medio de una resbaladilla. El control que se tiene de la caída de cada mosaico no es preciso.

(El elemento ashurado en el dibujo es la charola)

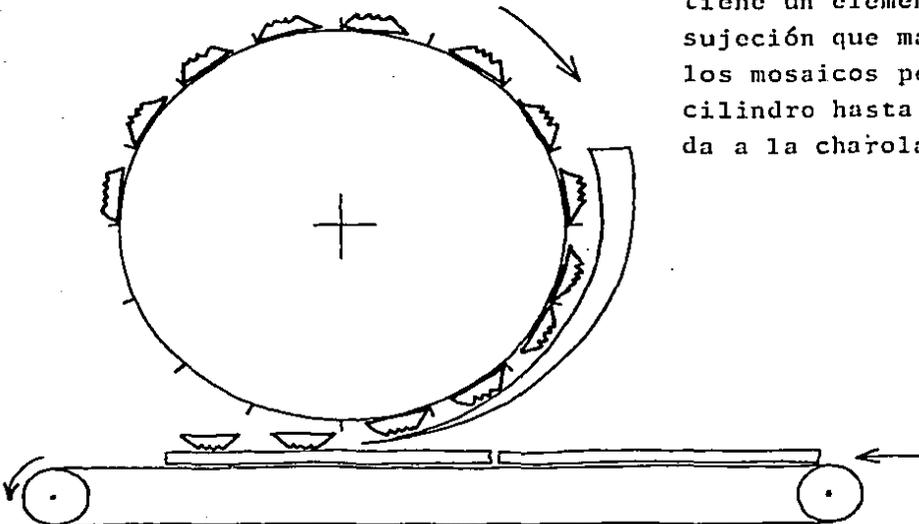


(2) Rampa con flujo intermitente.

La rueda dosificadora permite un mayor control de la caída de los mosaicos.

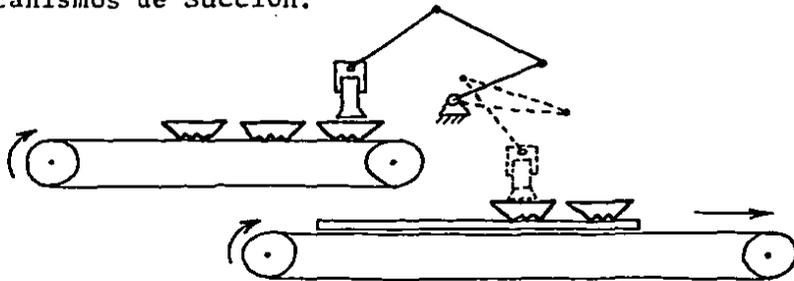


(3) Directo - Flujo continuo.



En esta alternativa se tiene un elemento de sujeción que mantiene los mosaicos pegados al cilindro hasta su llegada a la charola.

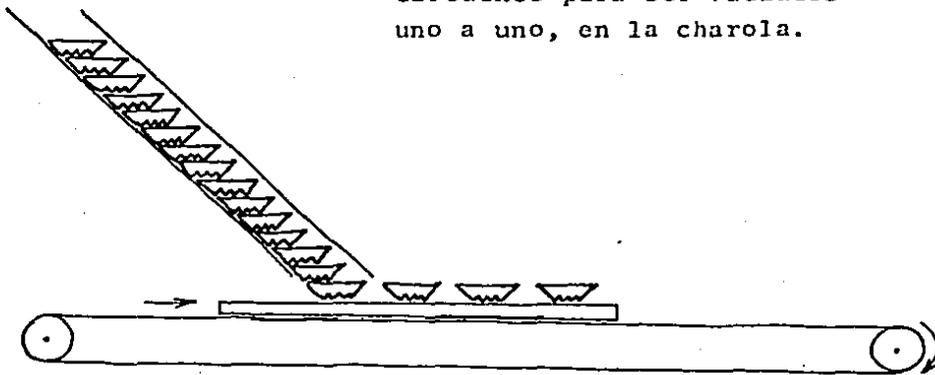
## (4) Mecanismos de Succión.



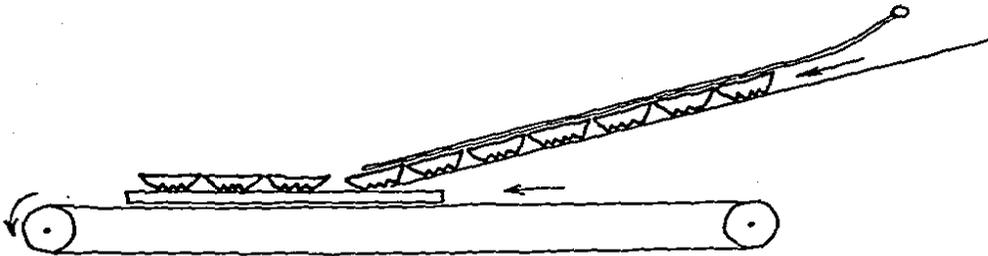
El mecanismo toma línea por línea de mosaicos por medio de unas ventosas (chupones de vacío) para depositarlos sobre la charola. El vaciado es intermitente.

## (5) Cartucho.

Los mosaicos se apilan en cartuchos para ser vaciados uno a uno, en la charola.



## (6) Rampa con lengüeta.



La lengüeta impide que los mosaicos se encimen al ir resbalando sobre la canal. Además absorbe la diferencia de alturas.

Resultados

Dadas las características y el desarrollo del proyecto hasta este punto (comportamiento de los mosaicos y la utilización de las charolas, principalmente) se divide el proyecto en dos partes:

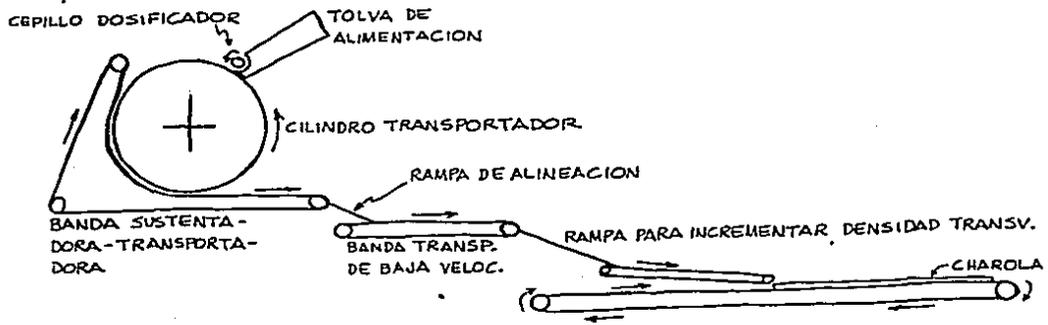
1. Máquina Formadora del Tapete (llenado de las charolas).
2. Máquina Empapeladora y Secadora de Tapetes (colocación del papel).

## 10. MAQUINA FORMADORA DEL TAPETE (LLENADORA DE CHAROLAS).

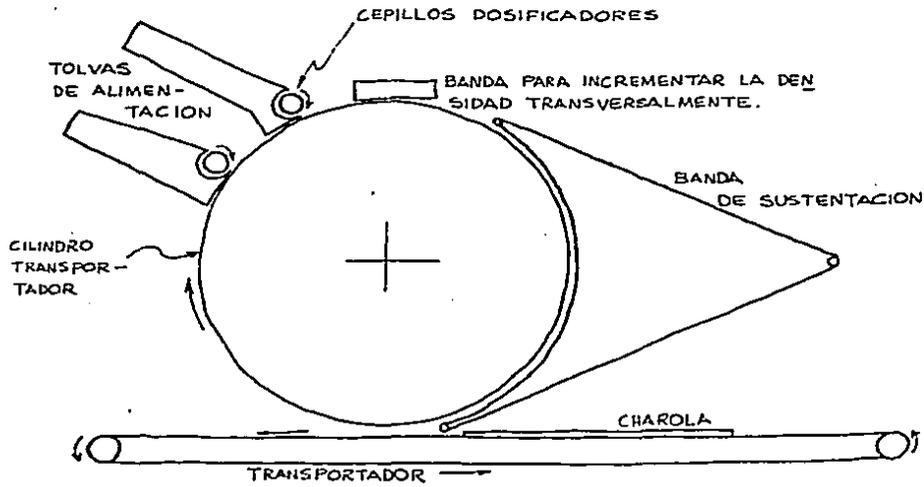
## 10.1 ALTERNATIVA 1: BANDAS Y RAMPAS.

En esta alternativa se utiliza el principio del cilindro para voltear todos los mosaicos. La banda sustentadora (ver dibujo en la siguiente hoja) recibe los mosaicos y los conduce hacia la rampa de alineación. La serie de rampas y bandas juntan los mosaicos transversalmente y longitudinalmente con objeto de formar una cuadrícula perfecta.

ALT. 1 : BANDAS Y RAMPAS



ALT. 2 : CILINDRO



### Resultados de las Pruebas de la Alternativa 1

(1) Se presenta el problema de la diferencia en los coeficientes de fricción de los mosaicos. Las superficies son muy irregulares y la variación en dimensiones y pesos es grande. Por lo tanto, al resbalar por las rampas los mosaicos se montan unos sobre otros.

(2) La caída de los mosaicos en las charolas es muy difícil de controlar. Por lo regular no caen en sus cuadros correspondientes.

(3) Se hace necesaria una zona de inspección manual donde se llenen los huecos que quedan en las charolas. Esto disminuye la ventaja de tener un flujo contínuo de material.

#### 10.2 ALTERNATIVA 2: CILINDRO.

Este modelo da solución al problema de vaciado de los mosaicos en la forma más compacta. Utiliza el mismo principio de volteo y alineación (cilindro con cangilones) pero instalando una tolva doble para una mayor dosificación de mosaicos (Ver figura).

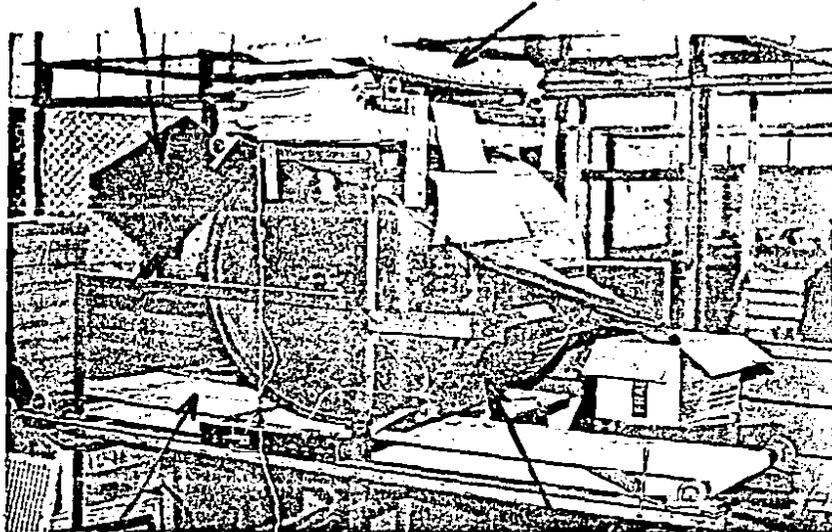
La banda que se encuentra en la cumbre del cilindro junta todos los mosaicos transversalmente, formando las quince hileras requeridas. La banda de sustentación mantiene pegados los mosaicos a los cangilones, llevándolos hasta la parte inferior del cilindro. En este punto se efectúa el deslizamiento del material hacia la charola.

### Modelo de Prueba

Las pruebas de funcionamiento se realizaron en el siguiente modelo:

Tolvas de alimentación

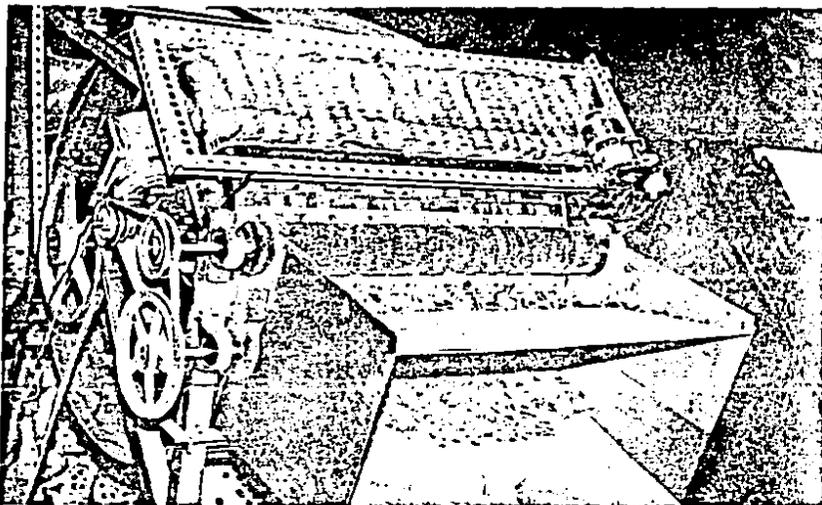
Banda para juntado transversal



Vaciado de mosaicos en el transportador.

Banda de sustentación

En las siguientes fotografías se aprecian la banda de junta-  
do transversal, el rodillo dosificador y las tolvas:



Fotografía (5)

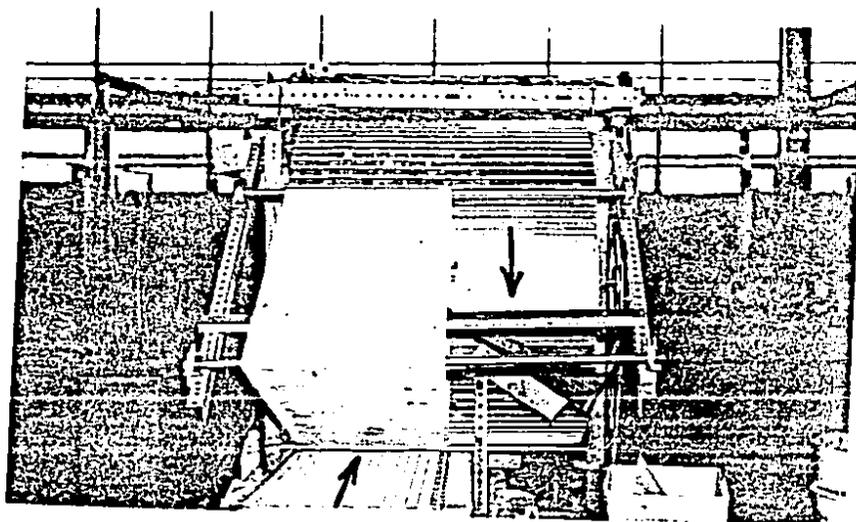


Fotografía (6) Los Mosaicos se juntan en un extremo  
del cilindro con cangilones.

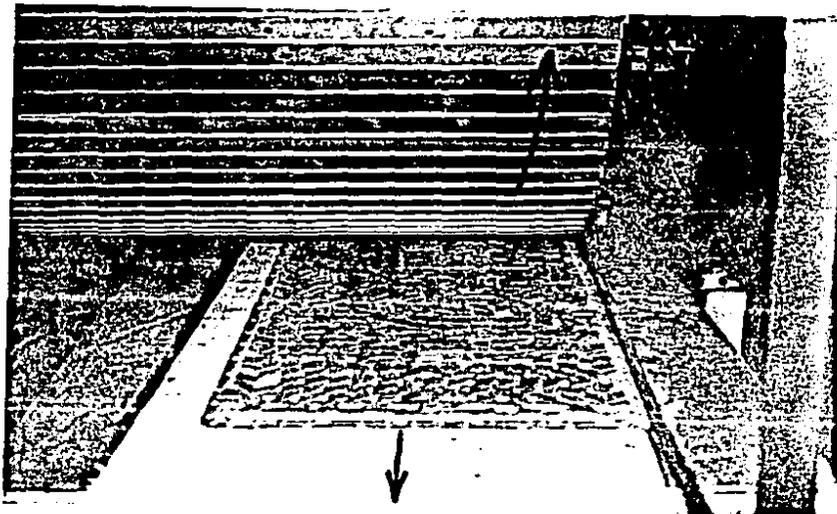
Aquí se puede apreciar la banda de sustentación y la entrada de la charola hacia la zona de vaciado



Fotografía (7)



Fotografía (8)



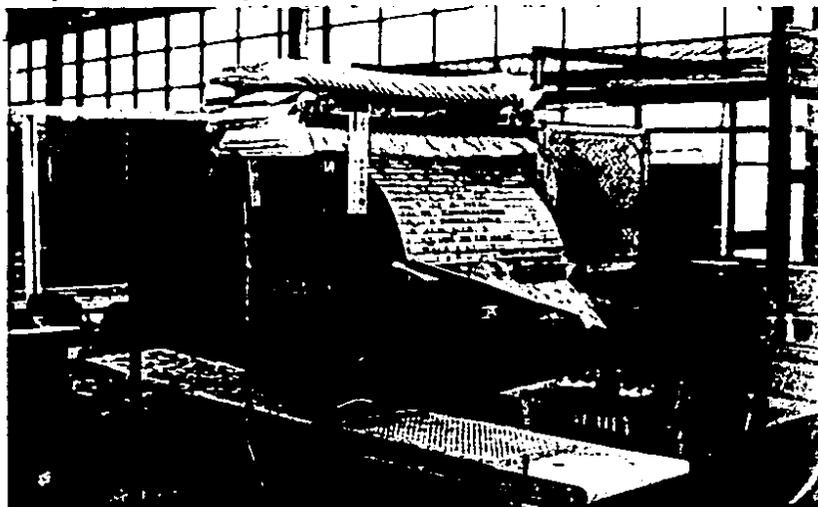
Fotografía (9). Salida de la charola con los mosaicos.

#### Otras Formas de Vaciar.

El principal problema que se encontró con el modelo anterior fue el funcionamiento de la banda sustentadora. Debido a las -- irregularidades en sus dimensiones, los mosaicos tienden a montar se unos sobre otros, esto es, la banda no es capaz de absorber la diferencia de altura entre mosaico y mosaico. Además la banda de juntado transversal resulto ser poco eficiente. Estos dos elementos se sustituyeron por bandas formadas con cepillos de nylon:



Fotografía (10) Las cerdas actúan como "dedos" aplicando una presión independiente a cada uno de los mosaicos.



En esta fotografía se puede observar la envolvente de lámina donde se sujetan los cepillos que impiden la caída de los mosaicos.  
Fotografía (11) En la parte superior del cilindro puede observarse la banda de junta do transversal.

Los cepillos de sustentación llegan hasta la parte inferior del cilindro. Las cerdas se flexionan al entrar la charola, (Ver sig. foto), además absorben la diferencia de alturas en los mosaicos, lográndose un vaciado más preciso.



Fotografía (12) Entrada de la charola hacia la parte inferior del cilindro. Las cerdas sostienen a los mosaicos hasta el punto de caída (vaciado).

### Resultados

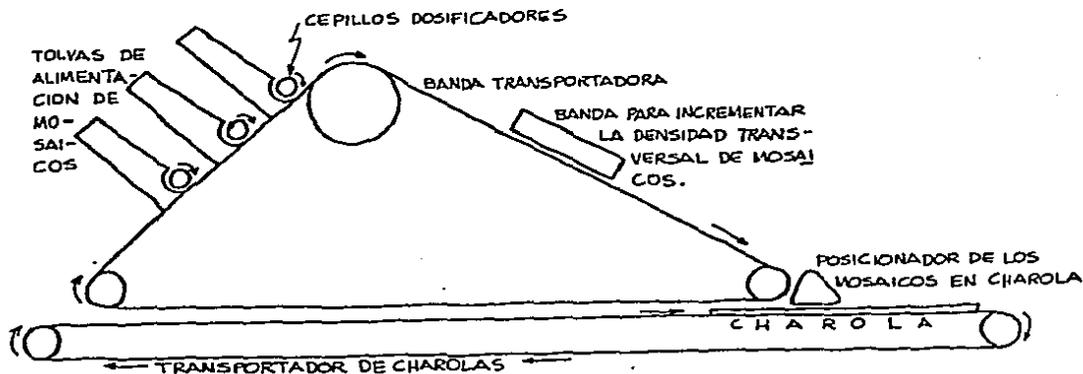
(1) En las pruebas efectuadas con la alternativa 2 se obtuvo una producción promedio de 12 charolas por minuto, con una eficiencia de llenado del 90 al 95%. Si la charola contiene 465 mosaicos, el 95% significa 24 huecos (1.6 hileras sin llenar).

(2) La eficiencia se puede incrementar enormemente si se aumentan las áreas para la alimentación y el juntado transversal de los mosaicos.

(3) La utilización de los cepillos con cerdas ayuda a absorber la diferencia de dimensiones entre mosaico y mosaico. Este hecho es el principal obstáculo para obtener una automatización del 100%.

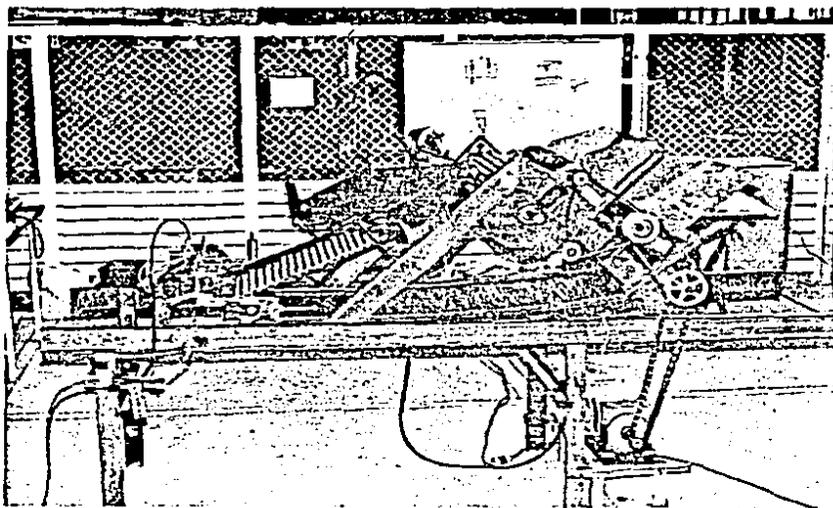
### 10.3 ALTERNATIVA 3: BANDA POLIGONAL.

Esta idea utiliza una banda de tablillas. El modelo ofrece una mayor área de alimentación y juntado transversal de mosaicos, teniéndose una mayor eficiencia de llenado. El vaciado se efectúa en forma intermitente: línea por línea de mosaicos, utilizando quince chupones de vacío accionados por un mecanismo de leva.

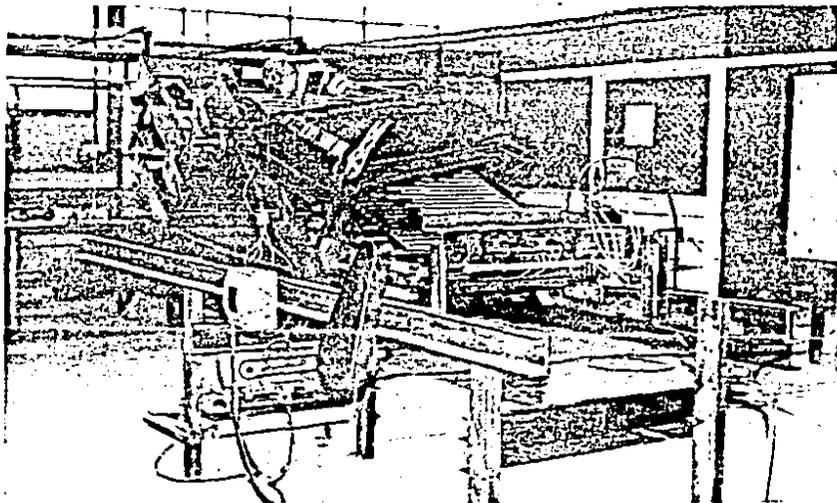


+ EL FUNCIONAMIENTO DE CADA ELEMENTO SE PUEDE APRECIAR EN LAS FOTOGRAFÍAS QUE SIGUEN A ESTA HOJA

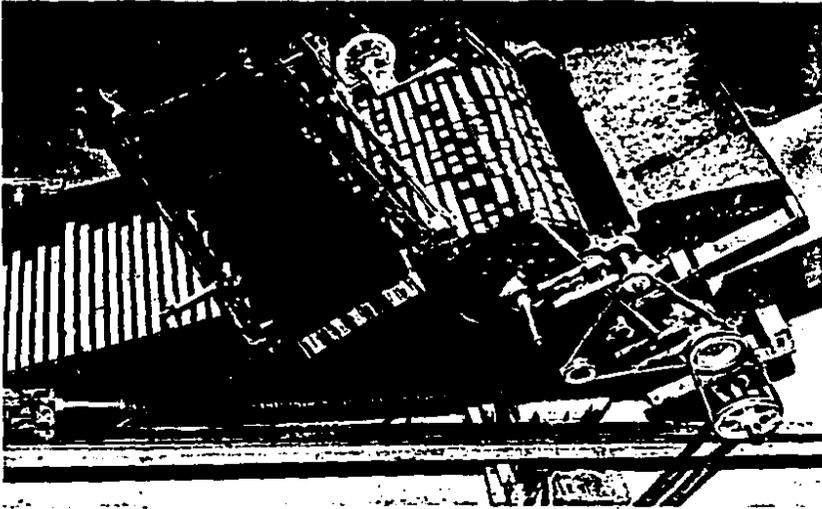
Modelo de Prueba



Fotografía (12) Del lado derecho se localizan las tolvas de llenado, al centro la banda de juntado y a la izquierda el mecanismo de vaciado por vacío.



Fotografía (15) Vista Frontal.



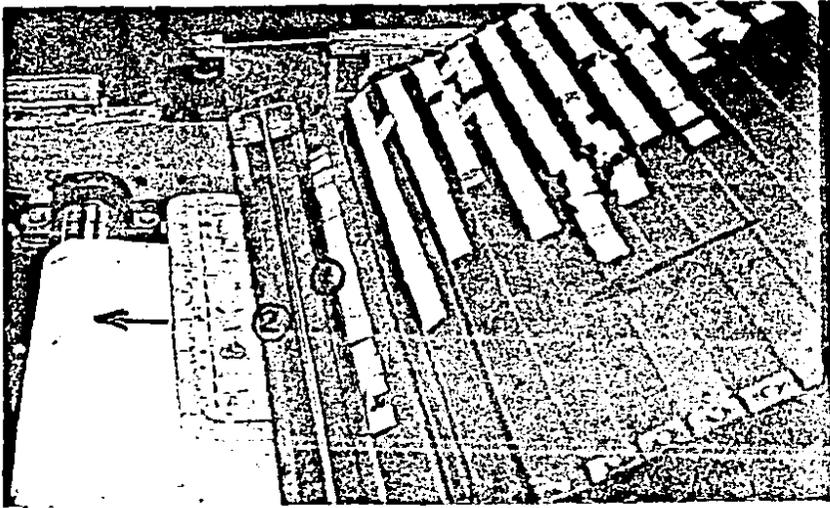
Fotografía (14) Vista Superior.

Otras Formas de Vaciar.

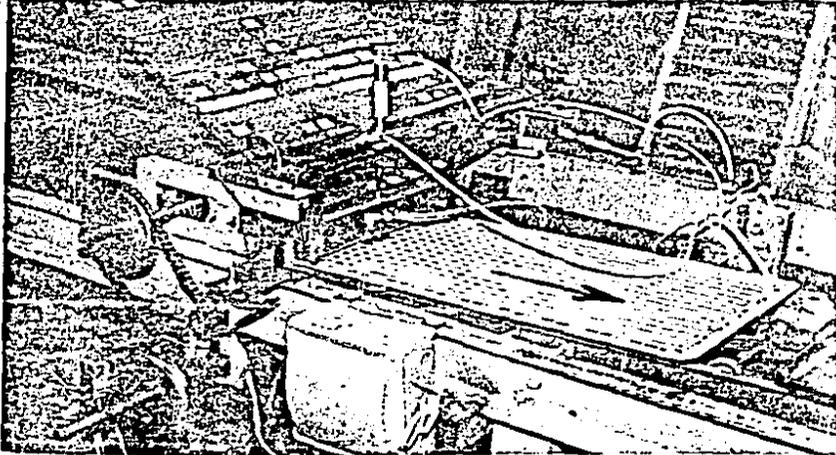
En forma directa, utilizando cepillos:



Fotografía (15) La charola entra de izquierda a derecha.



Fotografía (16) Vaciado utilizando un mecanismo con trampas. La compuerta No. (1) detiene la caída de los mosaicos, luego gira para permitir que deslicen a la compuerta No. (2). El objetivo es vaciar sin permitir el desordenamiento del material.



Fotografía (17) Mecanismo de Chupones accionados con dos cilindros neumáticos. El cilindro neumático vertical sube las ventosas que succionan los mosaicos. Luego baja para depositarlos sobre la charola.

### Resultados:

- (1) La eficiencia para llenar y juntar los mosaicos sobre la banda es excelente. Esto se debe a que cuenta con una gran área de trabajo.
- (2) Los mecanismos posicionadores de mosaicos, (que transportan los mosaicos desde la banda hasta la charola), limitan la velocidad de producción. El principal problema son las fuerzas inerciales. En las pruebas realizadas se lograron eficiencias de llenado del 95-98% en promedio, con una velocidad de cuatro charolas por minuto. (El 98% significa 9 mosaicos no colocados en la charola).
- (3) Debido a que el material es muy heterogéneo (peso y dimensiones) se provocan fallas en los mecanismos posicionadores).

#### 10.4 SELECCION.

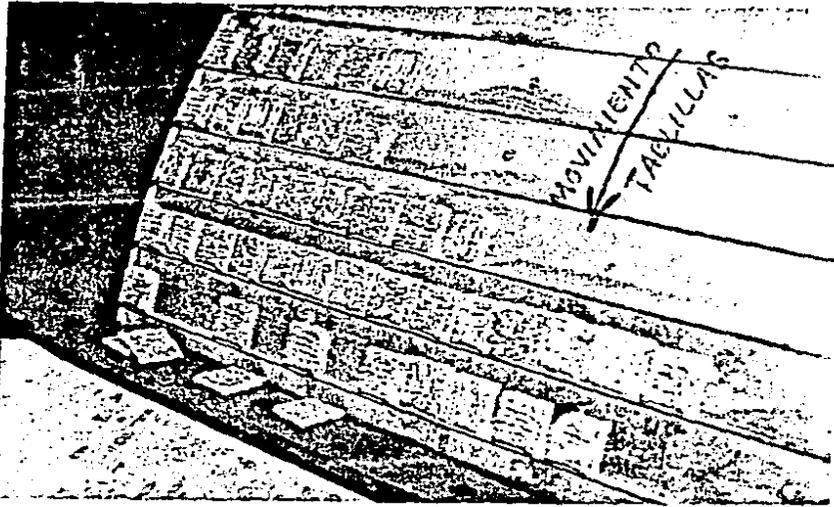
La forma en que se realiza el vaciado de los mosaicos en las charolas constituye la función que determina la diferencia entre una y otra alternativa.

En la primera alternativa no existe control en el formado, juntado y vaciado debido a que la fuerza de gravedad y la fricción determinan la posición de cada mosaico.

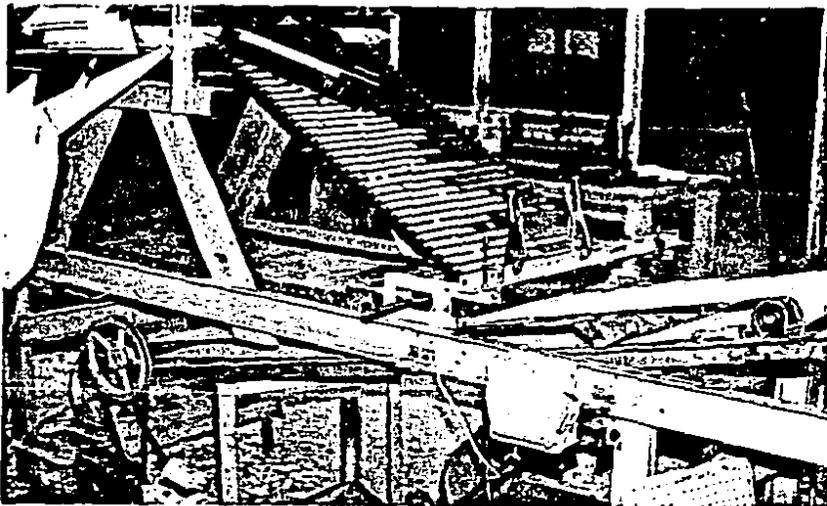
Las alternativas de banda poligonal y cilindro presentan ventajas y desventajas. Ambas pueden proporcionar eficiencias en el llenado superiores al 95% y ambas requieren de un transportador de charolas vibratorio que ayude al posicionamiento final de los mosaicos sobre los cuadros de la charola.

Debido a las irregularidades del material es difícil aumentar la eficiencia y velocidad de la alternativa de banda poligonal.

Fotografía (18) En la siguiente fotografía se observa que las diferencias en pesos y dimensiones provocan que algunos mosaicos caigan antes. Los mosaicos tienden a encimarse:

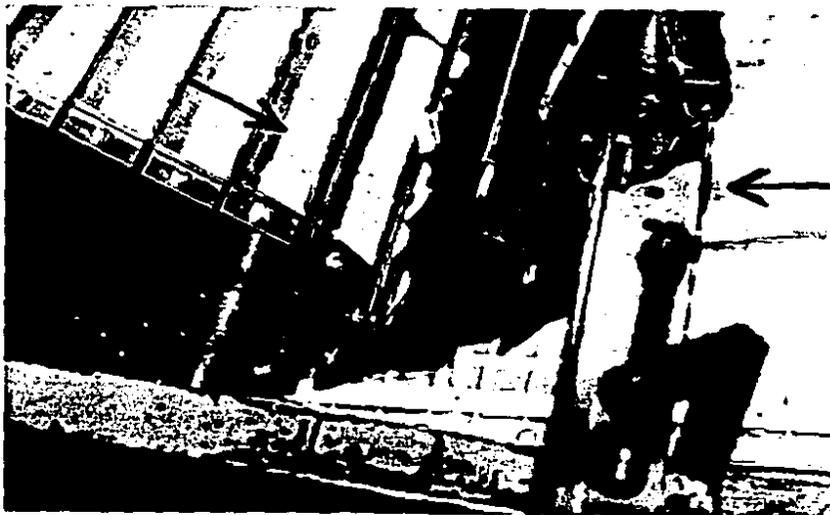


Aún así se pueden aprovechar las virtudes de esta alternativa para diseñar un prototipo final. Este prototipo se basaría en el modelo que se muestra en esta fotografía.

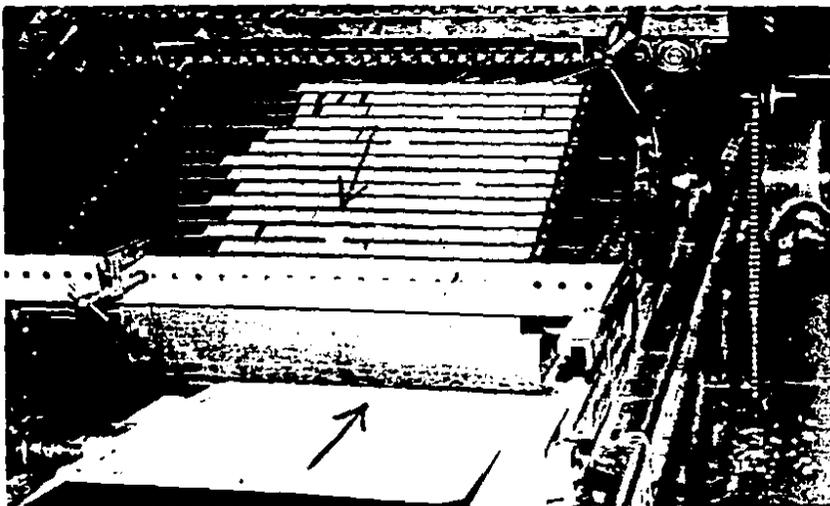


#### 10.5 DISEÑO DE DETALLE.

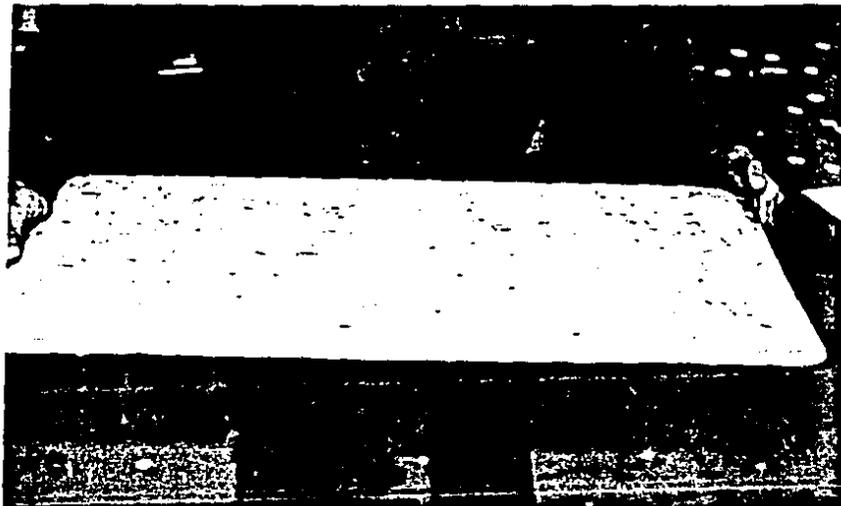
Como se aprecia en la fotografía anterior la configuración es simple: una banda de tablillas de lámina de acero soportada por dos cadenas apoyadas en cuatro ejes con catarinas. Dado que la materia prima es de vidrio, el desgaste de las tablillas y cepillos es el principal problema en el diseño de detalle. Una solución económica y que no presenta mayor problema para su fabricación, operación y mantenimiento la constituye los cepillos y tablillas intercambiables. Los primeros pueden fabricarse (en la misma planta) de nylon o alambre de instrumento musical. Las tablillas se fabrican de lámina de acero al carbón calibre 18 y son fácilmente intercambiables.



Fotografía (20) Los cepillos detienen a los mosaicos con objeto de depositarlos sobre la charola. Los cepillos - actúan como "dedos" absorbiendo las diferencias en las - dimensiones de los mosaicos.



Fotografía (21) El movimiento de la banda con los mosaicos (parte superior) y la charola (parte inferior) es continuo. La banda da la vuelta hacia abajo, transportando y volteándo a los mosaicos.



Fotografía (22) La banda da la vuelta (fotos página anterior) y deposita a los mosaicos sobre la charola. El posicionamiento se aprecia en esta fotografía

Dado que los mosaicos no caen perfectamente en los cuadros de las charolas es necesario utilizar una banda transportadora con vibración. Esta es una forma muy efectiva de simular el movimiento de vaiven que las manos proporcionan a la charola en el proceso manual de llenado.

La velocidad de la banda poligonal transportadora de mosaicos debe ser un 45% mayor a la velocidad del transportador de charolas, debido a que la separación entre hilera e hilera de mosaicos en la banda es mayor que en la charola.

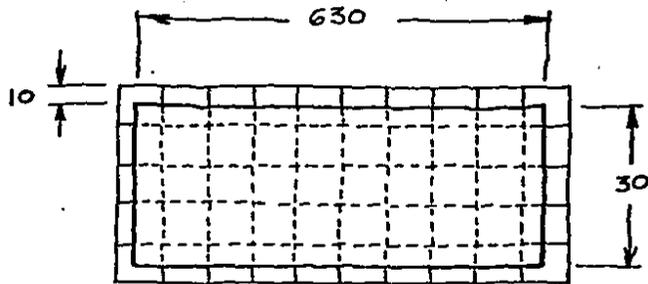
#### 10.6 CONCLUSIONES.

Mientras la calidad del mosaico no sea la adecuada, lograr una maquina formadora 100% automática es muy difícil. Para el prototipo que se acaba de mostrar se requieren 4 operadores (para una producción de 12 charolas por minuto) dependiendo del número de mosaicos rotos, defectuosos o huecos dejados en la charola.

## 11. MAQUINA EMPAPELADORA.

Especificaciones

- . El prototipo deberá poder manejar charolas que presentan variaciones en sus dimensiones ( $\pm 1 \text{ ó } 2 \text{ mm}$ ).
- . El papel deberá quedar perfectamente adherido a todos y cada uno de los mosaicos.
- . Se dejará un margen en todo el perímetro del tapete, con una tolerancia de  $\pm 2\text{mm}$ .
- . El tapete deberá quedar perfectamente seco, con una producción mínima de cuatro tapetes por mín., listo para ser embalado.
- . Se deberá mantener invariable la separación entre mosaicos durante y después de la operación de empapelado y secado.
- . La charola y mosaico no deberán sufrir daño alguno.
- . Utiliza papel tipo Kraft.
- . Utiliza engrudo: 90% agua, 8% harina de trigo y 2% de sosa.
- . Lograr el 100% de eficiencia. Debido a que el empapelado manual involucra el 10% del tiempo total del procesado del tapete (sin contar el tiempo de secado).



ACOT. MM

TAPETE : 15 X 31 MOSAICOS  
MARGEN : 10MM APROX.  
TOLERANCIA EN  
EL PEGADO DEL  
PAPEL :  $\pm 2$  MM

*EL PAPEL DEBE QUEDAR PERFECTAMENTE ADHERIDO A CADA UNO DE LOS MOSAICOS. PARA LOGRAR TAL EFECTO ES NECESARIO APLICAR UNA PRESION UNIFORME SOBRE TODA LA SUPERFICIE DEL TAPETE.*

PEGADO DEL PAPEL

El acoplamiento es la operación donde se consume el proceso de empapelado del tapete. Esta operación involucra la observancia de los siguientes puntos importantes:

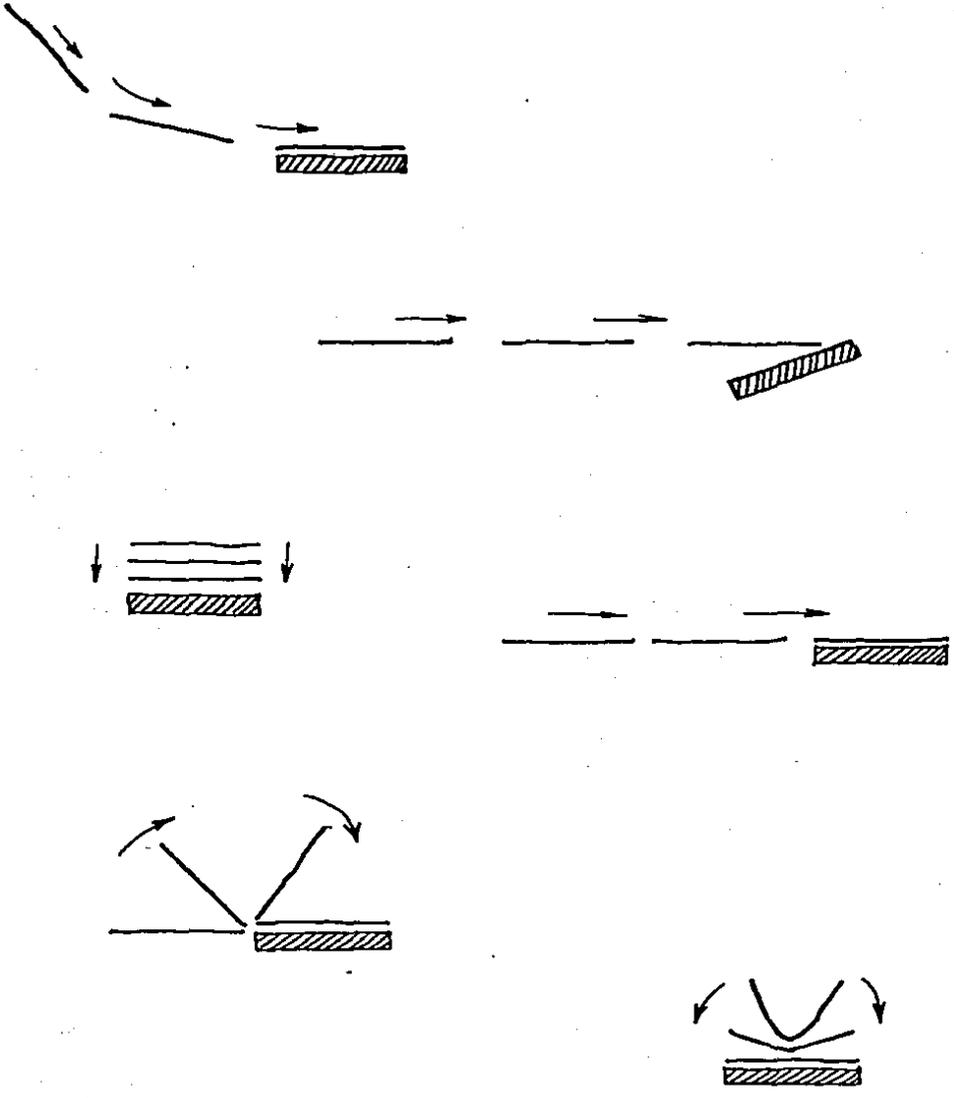
- 1) La hoja y la charola con mosaicos deben acoplarse en forma precisa ( $\pm$  2mm)
- 2) Se debe evitar el movimiento de los mosaicos en sus respectivos cuadros con objeto de prever huecos en el tapete.
- 3) Se debe ejercer una presión uniforme sobre cada uno de los mosaicos para asegurar una adhesión 100% eficaz.
- 4) Deberá ser un sistema simple donde sea sencillo el control en la calidad del tapete.
- 5) Evitar en lo posible la modificación de la geometría de la charola y hoja de papel.
- 6) Evitar mecanismos con ajustes y dispositivos muy complicados.
- 7) Rapidez. Con el fin de obtener la producción especificada.

#### 11.1 ALTERNATIVAS PARA RESOLVER EL ACOPLAMIENTO HOJA-CHAROLA.

Existen varias formas de realizar el acoplamiento:

1. Transportando la hoja.
2. Transportando la charola.
3. Transportando ambos.

① LA HOJA SE TRANSPORTA



LA HOJA PUEDE SEGUIR VARIAS TRAYECTORIAS PARA ACOPLARSE CON LA CHAROLA. LA MEJOR SERA AQUELLA QUE COMBINE PRECISION, SENCILLEZ Y VELOCIDAD.

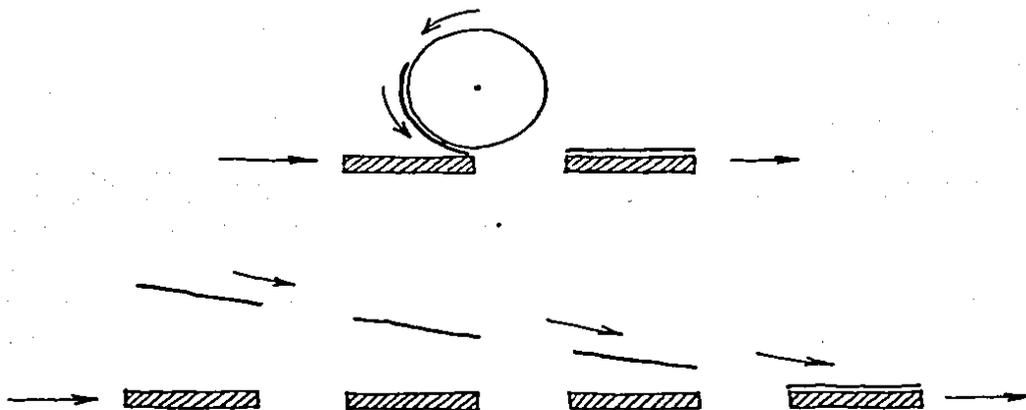
② SE TRANSPORTA LA CHAROLA

BASICAMENTE LA CHAROLA PUEDE EJECUTAR LOS MISMOS MOVIMIENTOS QUE LA HOJA; CUIDANDO QUE LOS MOSAICOS NO CAIGAN.



EL OBJETIVO DE GENERAR IDEAS, REPRESENTADAS CON DIBUJOS SENCILLOS, ES EL DE AYUDAR A LA CONCEPTUALIZACION DEL PROTOTIPO.

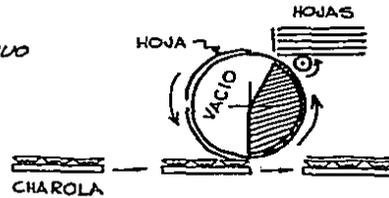
③ SE TRANSPORTAN AMBOS



## I CILINDRO DE VACIO

### VENTAJAS :

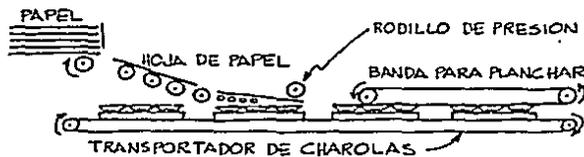
- ES UN PROCESO CONTINUO
- SE PUEDE TENER UNA PRODUCCION ELE - VADA
- ES COMPACTO



### DESVENTAJAS :

- Se requiere mucha precisión en la alimentación de hojas.
- El cilindro debe de serde fabricación exacta para crear un vacío sin fugas.
- Se requiere una sincronización - muy precisa entre charola y papel para evitar deslizamientos y - mantener las tolerancias en el ar - gen del tapete.
- La presión entre cilindro y hoja de papel es en una línea. La diferencia de altura entre los mo - sateos los hace moverse de su - lugar en la charola.

## II BANDA DE FLUJO CONTINUO

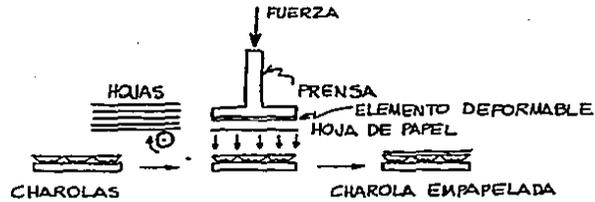


### VENTAJAS :

- PUEDE SER DE FLUJO CONTINUO.
- EL PRINCIPIO DE FUN - CIONAMIENTO ES SEN - CILLO.

### DESVENTAJAS :

- SE REQUIERE DE - UNA BANDA PARA EL PLANCHADO FINAL.
- SINCRONIZACION PRE - CISA.



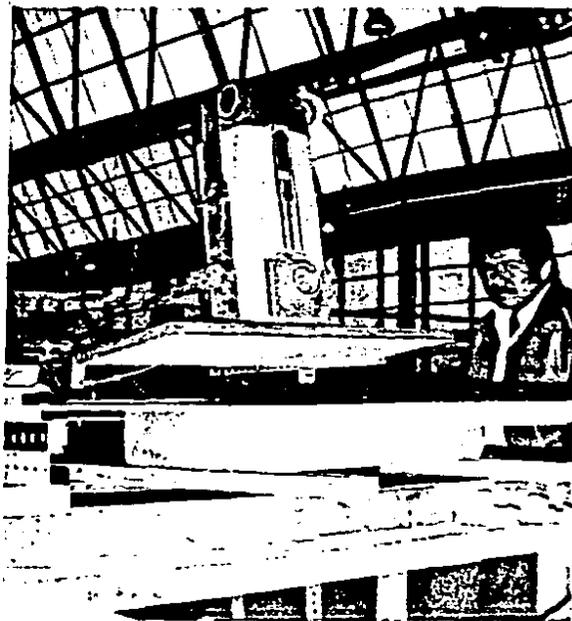
### VENTAJAS

- SE APLICA UNA PRESION UNIFORME SOBRE LA HOJA (Se requiere un elemento de formable)
- SOLAMENTE SE REQUIERE ALINEAR LA CHAROLA CON EL PAPEL PARA LOGRAR UN ACOPLAMIENTO PRECISO.
- LA SINCRONIZACION NO ES DIFICIL DE REALIZAR.

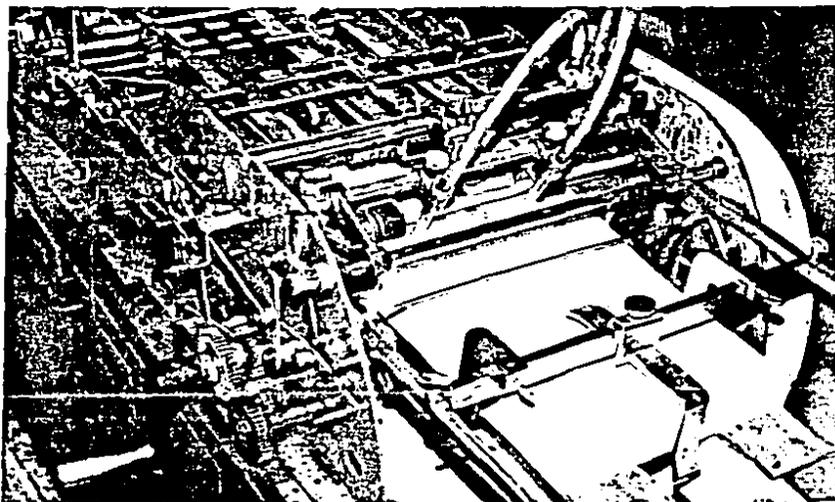
### DESVENTAJAS

- ES INTERMITENTE (Por estaciones)
- ES DIFICIL LOGRAR UNA ALTA PRODUCCION (Máx de doce charolas por minuto)

### III ALTERNATIVA: PRENSADO



Fotografía (23) Modelo fabricado con una aspiradora para probar el prensado hoja-mosaicos.



Fotografía (24) La utilización de un sistema continuo de alimentación requiere de mecanismos de control y accionamiento más complejos.

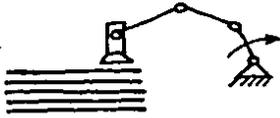
## 11.2 RESULTADOS Y SELECCION.

Teniendo el resultado de pruebas realizadas en modelos para evaluación de los diferentes principios de funcionamiento, se puede concluir:

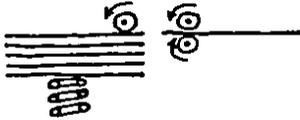
1. El acoplamiento requiere de la unión de dos elementos en forma exacta. Evitando el movimiento de los mosaicos en la charola.
2. El sistema para lograr la sincronía del acoplamiento debe de ser simple.
3. Las máquinas industriales modernas que manejan papel en forma continua lo hace, preferentemente, a partir de bobinas. El papel es cortado en las etapas finales (por ej. el cartón corrugado). Esto evita la utilización de dispositivos complicados que manejen hoja por hoja en forma precisa.
4. La estabilidad del mosaico en la charola es crítica. Debido a la calidad y geometría del mismo es fácil sacarlo de su cuadro (en la charola) al ejercer fuerzas sobre su superficie.

Los resultados presentados llevan a la selección del princi-

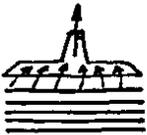
DISTINTOS MEDIOS PARA MANEJAR  
LAS HOJAS



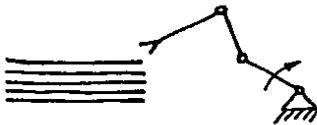
① MECANISMO CON CHUPONES



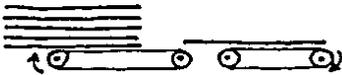
② RODILLOS DE TRACCION Y RESORTE



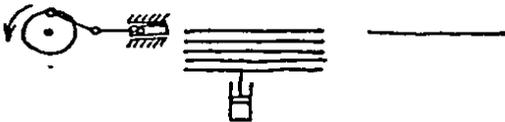
③ TOLVA DE SUCCION



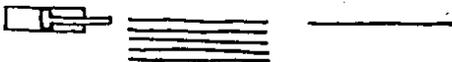
④ MECANISMO CON PINZAS



⑤ POR GRAVEDAD



⑥ MECANISMO CON MOVIMIEN-  
TO ALTERNATIVO



⑦ CILINDRO NEUMATICO

pio de funcionamiento por prensado. Existen dos alternativas para realizar el acoplamiento: una que se realice en forma continua sin detener un solo instante el viaje de la charola por el transportador. Teniéndose, consecuentemente, las dificultades enumeradas anteriormente en las alternativas de flujo continuo. La otra opción es una máquina con estaciones donde una de esas estaciones sea el acoplamiento. Tendría que ser un proceso intermitente que produce velocidades de operación más bajas pero que simplifica -- los dispositivos de control para el transporte y posicionado de charola y papel.

La sencillez, sobre todo de los diferentes sistemas para manipular la hoja hasta ser colocada y pegada al tapete de mosaicos de una máquina con estaciones se ve reforzada por el hecho de que sus elementos mecánicos, eléctricos y de control pueden ser diseñados, fabricados y ensamblados perfectamente con los recursos -- propios del C.D.M.I.T.

#### TOLVA DE SUCCION

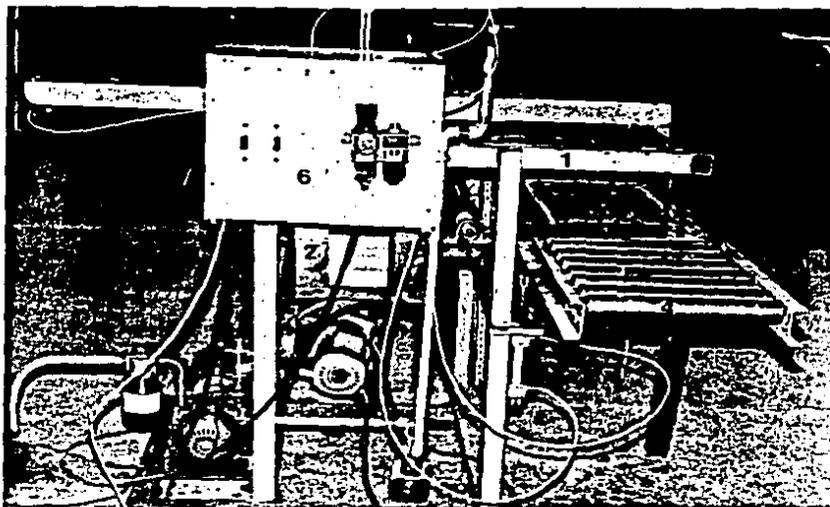
Presenta las siguientes ventajas:

1. Requiere de una bomba de vacío pero la mecánica y control sobre la hoja son de gran confiabilidad y simplicidad.
2. Se posiciona la hoja en la tolva fácilmente con gran precisión.
3. Es fácil controlar la extracción de una sola hoja sin alterar el orden de las demás, independientemente del tipo y calidad del papel.
4. El transporte es muy estable sin peligro de atascamiento

o deslizamiento de la hoja durante el engomado.

5. El mismo elemento (la tolva) puede realizar las operaciones de: tomado-engomado-pegado, sin necesidad de hacer pasar la hoja por distintos dispositivos de sujeción y accionamiento.
6. Es difícil que se dañe una hoja.
7. Tal vez la principal ventaja de la tolva radica en el hecho de que permite una sujeción y presión uniforme a lo largo y ancho de su superficie plana, durante todo el proceso.
8. En especial durante el pegado del papel es muy ventajoso que el mismo elemento que tomó y engomó la hoja pueda -- ejercer una presión adecuada sobre cada uno de los mosaicos en la charola.

### 11.3 SISTEMAS QUE INTEGRAN EL PROTOTIPO.



Fotografía (25) 1. Bastidor. 2. Depósito de hojas.  
3. Engomador de engrudo. 4. Transportador de charolas.  
5. Tolva de vacío (no se observa en fotografía)  
6. Sistema electroneumático de control.

#### DEPOSITO DE HOJAS

Tiene una capacidad de dos mil hojas. Las hojas se apilan una sobre otra y son extraídas en forma vertical. Los únicos dispositivos de dosificación son las brozas: cepillos pequeños que impiden que se peguen dos hojas al ser succionadas por la tolva de vacío. Son muy utilizadas en las máquinas copiadoras.

#### Alternativas:

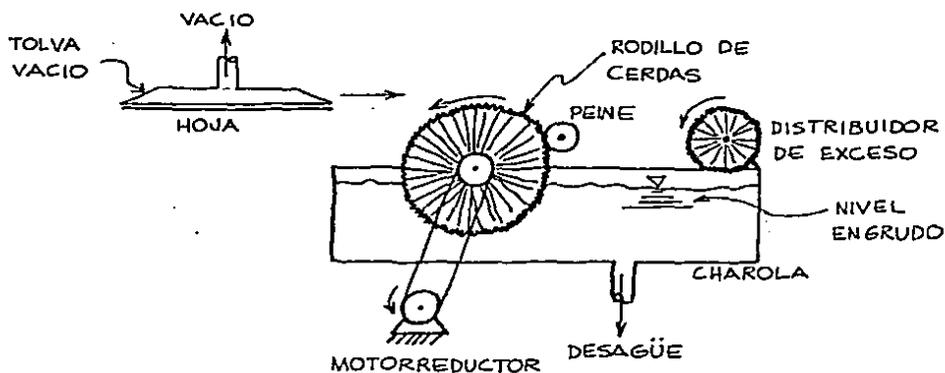
Es posible diseñar un alimentador que mantenga un nivel constante conforme se va consumiendo la pila de hojas. Como el diseño de este dispositivo queda en función de la trayectoria de la tolva de succión, el único requerimiento de importancia es el de mantener siempre una hoja lista, posicionada correctamente en forma horizontal. La ventaja de mantener un ni

vel constante radica en el hecho de que se ahorra el tiempo en - que la tolva de vacío tardaría en bajar hasta toparse con una hoja. Esto incrementa la velocidad de producción de la máquina.

### ENGOMADOR DE ENGRUDO.

Tiene como función la de proveer de una capa delgada y uniforme de adhesivo a la hoja que será pegada para formar el tapete.

#### ENGOMADOR



- EL RODILLO GIRA EN SENTIDO CONTRARIO AL MOVIMIENTO DE LA TOLVA.
- ES POSIBLE VARIAR LA PRESION QUE EJERCE EL RODILLO SOBRE LA HOJA.

#### CARACTERISTICAS DEL ENGOMADOR

- (1) Las cerdas tienen el efecto de "brocha para pintar", esto es, recogen una buena cantidad de engrudo (independientemente de su viscosidad y al aplicarse sobre el papel lo distribuyen de una manera uniforme. El contacto no es en una línea (rodillo liso) sino en área rectangular.
  
- (2) Las cerdas recogen el engrudo al sumergirse en la charola y luego son "exprimidas" por el peine. La presión del peine puede ser ajustada. Este efecto es muy importante debido a que cada cerda (pelo) o grupos de cerdas transfieren simplemente su humedad al papel. En este caso se transfiere una "capa" que va adherida al rodillo.
  
- (3) Los rodillos requieren del lavado con agua al finalizar cada turno de trabajo.

1. La trayectoria de la hoja es horizontal y rectilínea; -  
sujetada por la tolva de succión que le obliga a mante-  
ner siempre su posición en un plano.
2. Es necesario aplicar una capa delgada y uniforme de pe-  
gamento.
3. El exceso de pegamento aplicado provoca la formación de  
grumos y escurrimientos. Además prolonga el tiempo de  
secado.
4. El adhesivo empleado es engrudo, con la siguiente formu-  
lación: 90% agua, 8% harina de trigo y 2% sosa (en peso).
5. Las propiedades del engrudo varían en función de:
  - a) La técnica para prepararlo (Temperatura, agitación,  
porcentajes)
  - b) El tiempo transcurrido entre su preparación y uso.
6. La variación en la viscosidad del engrudo, dependiendo  
de las condiciones de su preparación y uso, es determi-  
nante en el diseño del engomador.
7. El engrudo es corrosivo y al secarse forma costras.

#### Alternativas:

De las pruebas realizadas con modelos y a partir de la in-  
formación disponible de engomadores industriales, es posible re-  
sumir:

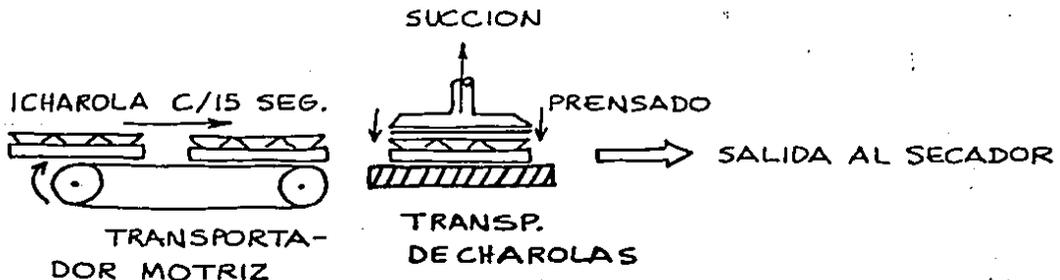
1. Los engomadores más utilizados funcionan a base de tren-  
es de rodillos lisos, de acero, hule o materiales sin-  
téticos.

2. La hoja de papel, para el caso de la empapeladora tiende a pegarse a los rodillos-lisos.
3. Dada la viscosidad del engrudo y su variación es difícil controlar el arrastre de pegamento por parte de los rodillos lisos.
4. En el proceso de pegado del papel, manualmente, se utilizan cepillos planos de cerdas.

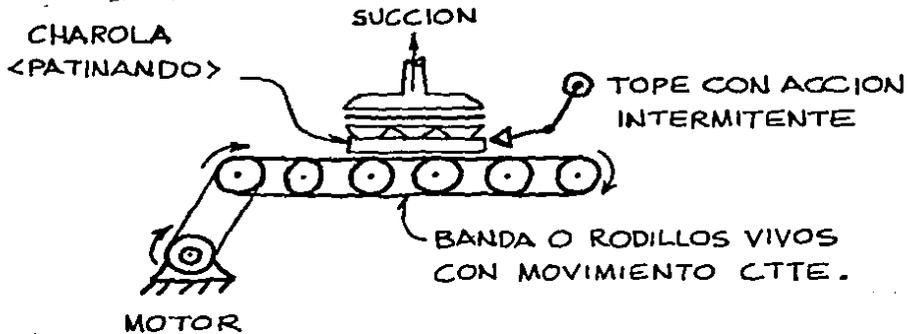
#### TRANSPORTADOR DE CHAROLAS

Este transportador recibe a las charolas que vienen de la máquina formadora a una razón mínima de cuatro por minuto. Al llegar a la máquina empapeladora la charola se detiene unos segundos para recibir la hoja con el adhesivo. Hay varias formas de transportar cada charola y luego detenerla. Dado que al salir de la máquina formadora (donde son llenadas) las charolas son transportadas por medio de un sistema motriz, el problema se limita a poder detectar el paso de las mismas y detenerlas, una por una, exactamente en el lugar donde bajará la tolva de vacío que transporta la hoja.

Esquemáticamente:

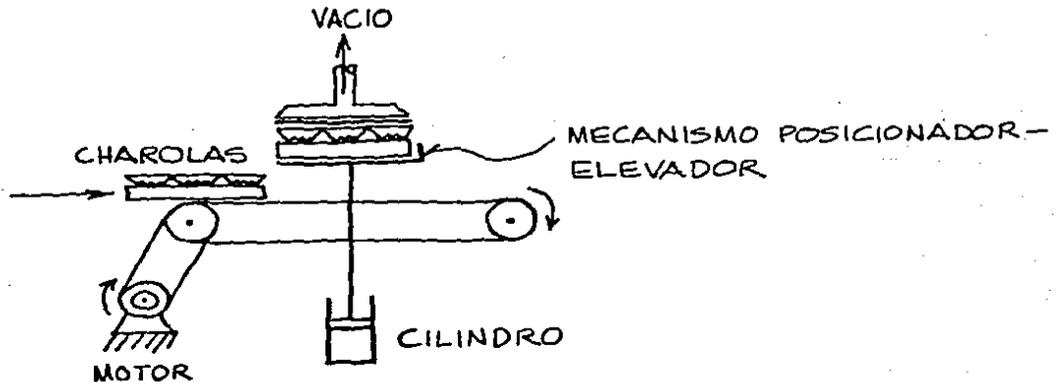


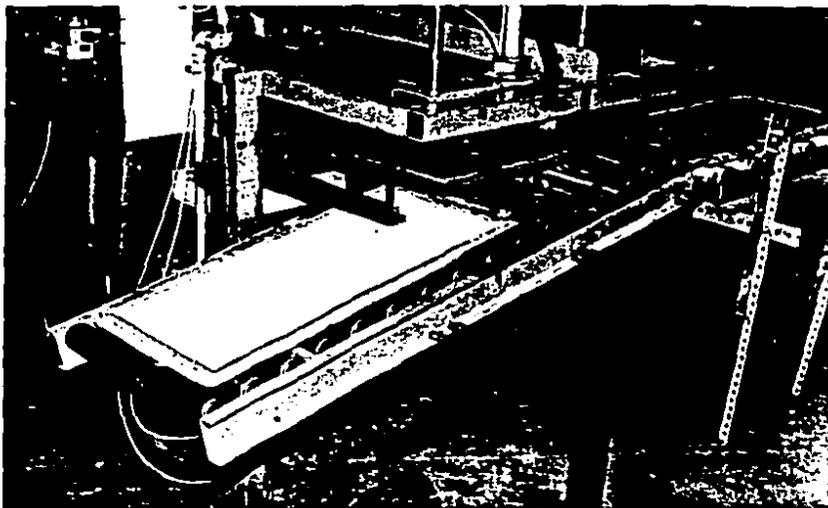
Comercialmente se pueden adquirir equipos completos que realicen esta operación. Básicamente operan a base de bandas -- transportadoras o rodillos "vivos" accionados por medio de motoreductores. La detección de cada charola se logra por medio de sensores fotoeléctricos ó microswitches que detienen el movimiento del transportador. También es posible tener un transportador con movimiento constante:



O una con avance intermitente en donde el movimiento se logre por medio de una rueda con trinquete accionada electromecánicamente (un mecanismo ó cruz de malta) ó neumáticamente.

Otra forma sería el levantar la charola en el instante de su llegada a la zona de empapelado:



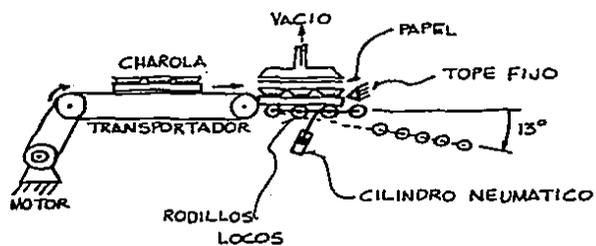


Fotografía (27) El transportador se diseño de rodillos "por gravedad". Después del empapelado el transportador se inclina para permitir la salida de la charola.



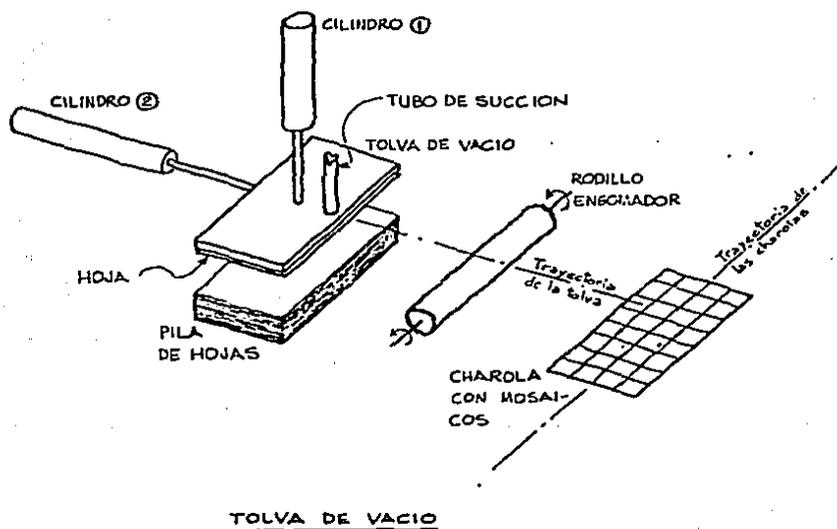
Fotografía (28) La tolva de vacío (parte superior) succiona hoja por hoja. En esta alternativa el nivel de hojas se mantiene constante por medio de un cilindro neumático (parte inferior).

### TRANSPORTADOR DE CHAROLAS



#### OPERACION:

- LA CHAROLA ENTRA IMPULSADA POR EL TRANSPORTADOR DE SALIDA DE LA MAQUINA FORMADORA.



TOLVA DE VACIO

## OPERACION:

1. El cilindro (1) baja hasta encontrar una hoja. La tolva succiona una hoja, creándose un vacío. La bomba es del tipo de paletas deslizantes.

2. El cilindro (1) sube con la hoja.

3. Se actúa el cilindro (2), haciendo pasar la hoja sobre el rodillo engomador.

4. Una vez que salio completamente el vástago del cilindro (2), el cilindro (1) baja y prensa la hoja engomada sobre la charola con mosaicos.

5. Se corta el vacío en la tolva y el cilindro (1) sube.

6. El cilindro (6) se retrae.

7. Se inicia un nuevo ciclo.

+ Para evitar que la tolva de vacío se engome en su carrera de retorno, se utiliza un dispositivo mecánico que permite variar la distancia entre el rodillo engomador y el papel.

+ La bomba de vacío se encuentra operando en todo momento. Para soltar la hoja sobre la charola se utilizan un par de válvulas que abren la cámara de la tolva de vacío, -- igualando su presión a la atmosférica.

+ Es posible calibrar el tiempo que la tolva permanece prensando el papel sobre los mosaicos en el acoplamiento.

- + El hecho de que la tolva tenga un movimiento rectilíneo facilita sobre todo la aplicación del pegamento al papel.

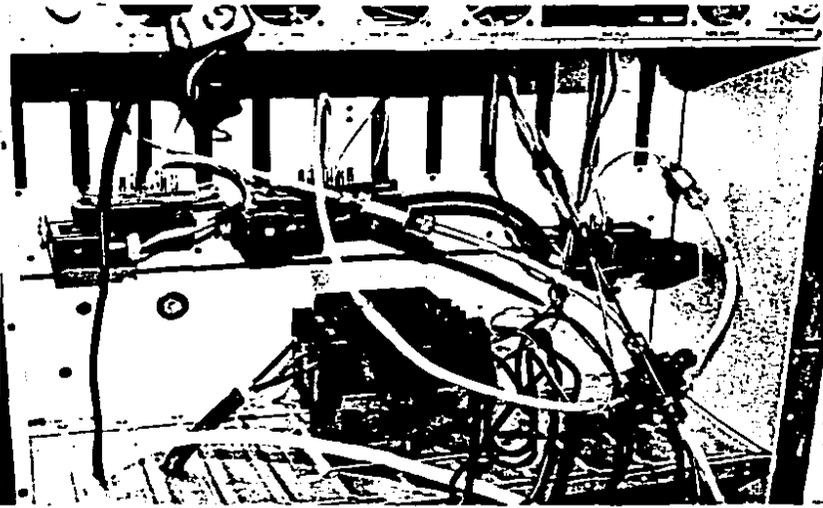
#### UTILIZACION DEL AIRE COMPRIMIDO.

1. El aire es una energía cara pero la planta de mosaicos venecianos cuenta con toda su instalación.
2. Dadas las bajas velocidades que se manejan en la máquina el uso de motorreductores con altas relaciones es costoso.
3. No es necesario maquinar engranes ni diseñar mecanismos complicados, que implican un mantenimiento adecuado, ni el diseño de transmisiones para lograr movimientos reciprocantes, rectilíneos o curvilíneos.
4. Es sencillo variar la velocidad y limitar los desplazamientos de los cilindros sin averiarlos.
5. Para el caso de esta máquina los desplazamientos son variables. La carrera del cilindro (1) Fig. depende del nivel de hojas en el depósito.
6. La fuerza que ejerce el cilindro (1) sobre la charola, en el momento del pegado, puede ser variada regulando la presión del aire en el pistón.
7. En caso de haber un atascamiento los cilindros no sufren daño.
8. Al variar la posición del vástago, por medio de un tope, es posible ejercer una mayor o menor presión sobre el rodillo en gomador.

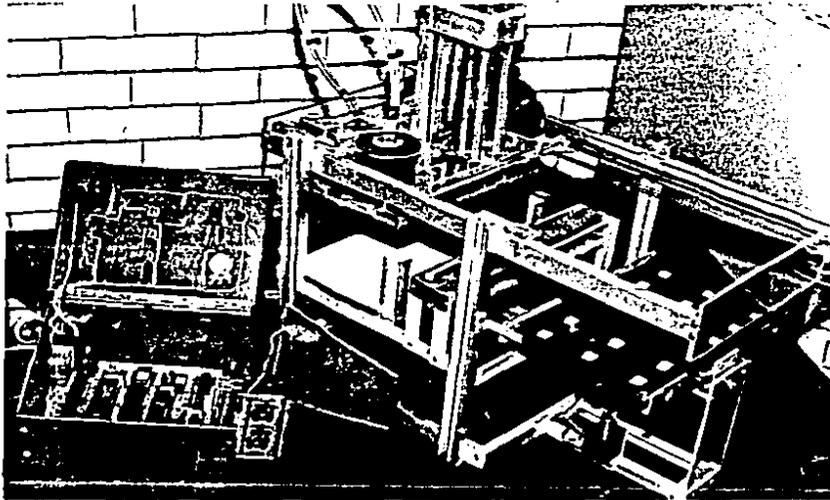
9. El mantenimiento es mínimo, la confiabilidad y vida útil son grandes.

10. La neumática es muy utilizada en la automatización de máquinas industriales que trabajan en forma secuencial. Los dispositivos de mando y control son sencillos de entender y aplicar.

11. El uso de dispositivos neumáticos evita la fabricación mecánica de excesiva precisión.



Fotografía (29) Existen tres válvulas electroneumáticas (parte superior). El arrancador se encuentra en la parte inferior.



Fotografía (30) Circuito electrónico y modelo a escala de la Empapeladora. Se fabricó para probar el funcionamiento del control electrónico programable (controla el accionamiento y los tiempos de las 3 electroválvulas).

## TOLVA DE VACIO

Como se ha expuesto, este elemento es el primero en definir se completamente: una cámara de vacío plana que toma la hoja, la engoma y deposita sobre la charola de mosaicos. Existe un requisito: que la tolva baje verticalmente y preñe la hoja contra la charola.

## SISTEMA ELECTRONEUMATICO DE CONTROL

La lógica del control es muy simple. Tan solo hay que mandar tres cilindros por medio de válvulas electroneumáticas (solenoide) y un circuito electrónico de control programable.

### 11.4 DISEÑO DE DETALLE .

El diseño de detalle del prototipo de máquina empapeladora abarca la selección de materiales y equipo comercial, esto es, motor eléctrico, bomba de vacío, cilindros y válvulas neumáticas, rodamientos, etc.; así como el diseño (desde el punto de vista de la rigidez y resistencia mecánica) de algunos elementos importantes que integran el prototipo: tolva de succión, guías, resortes, válvulas, estructura, etc.

## BOMBA DE VACIO

La selección del equipo para generar el vacío en la tolva depende del diseño de ésta. Su geometría es muy importante para la operación eficiente de todo el sistema. La tolva está compuesta por una placa plana de aluminio, del tamaño de la hoja del papel, y una cámara rectangular fabricada con lámina de acero.

La variable importante es el volumen de aire desplazado, más que la presión de vacío necesaria. Se realizaron pruebas utilizando ventiladores, generadores de vacío y aspiradoras domésticas e industriales.

Debido a que se requiere un equipo confiable capaz de operar tres turnos seguidos, proporcionando el gasto y presión adecuados, se seleccionó una bomba de vacío de uso industrial.

El diseño de la cámara de vacío es tal que minimiza el volumen de aire que es necesario de desplazar:

Volumen-cámara	=	1.89 L
Volumen-manguera y tubería (3/4")	=	0.57 L
Suma		<u>2.46 L</u>

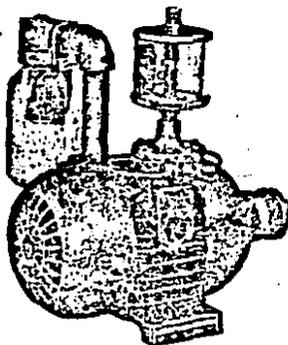
Volumen total = 2.5 L  
=====

Si se pretende, teóricamente, succionar una hoja 0.5 seg. se requeriría, grosso modo, desplazar:

$$\frac{2.5 \text{ lts.}}{0.5 \text{ seg.}} \cdot \frac{\text{m}^3 \times 3600 \text{ seg.}}{\text{hr} \times 1000 \text{ lts.}} = 18 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

$Q = 18 \text{ m}^3/\text{hr}$  (teórico).

De la gráfica de operación de la bomba puede leerse que para ese gasto aproximadamente se obtienen 700 mbar de presión de vacío.



Model  
2565

#### FEATURES

- Muffler and Oiler
- Fan Cooled
- Coupling
- Base (except 2565-V2)

#### RECOMMENDED

- Filter AA900D
- Base AB320F
- Coupling Guard AE873
- Vacuum Relief Valve AA308
- Vacuum Gauge AA640
- Oil AD220
- Repair Kit K296

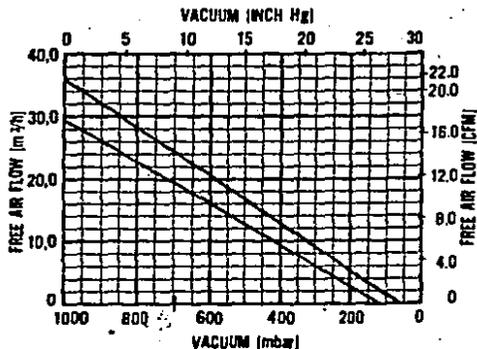
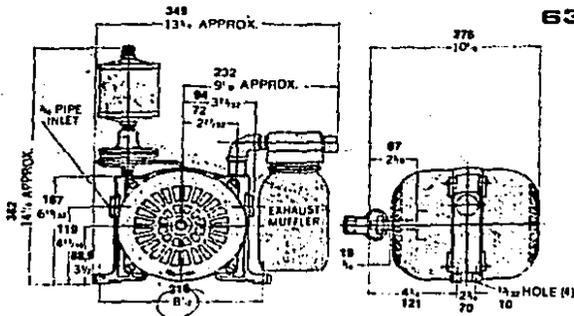
Note: On all drawings  
● - Metric  
● - Imperial

Lubricated, Separate Drive

Model No.	Motor	Coupling		Max. RPM		Max. HP   kW	Ship. Wt.	
		Base	Guard	60 Cycle	50 Cycle		lbs.	kg
2565-V2		●	●	1725	1725	1 1/2   1.1	49	22.2
2565-V3A		●	●	1725	1725	1 1/4   1.1	66	29.9
2565-V4A-T336	Z30/460-60-3	●	●	1725		1 1/4   1.1	85	43.1
2565-V2-SD100BC/3/D	380/440-50-3	●	●	1725		1   0.75	55	43.1

\*Available only in Europe

Black line on curve is for 60 cycle performance. ( )  
Blue line on curve is for 50 cycle performance.



### CILINDROS NEUMATICOS

LAS VARIABLES QUE DEFINEN LA SELECCION DE UN CILINDRO NEUMATICO SON LA FUERZA REQUERIDA Y LA CARRERA PRINCIPALMENTE. EL PROTOTIPO DE EMPAQUEADORA ESTA ASIGNADO POR MEDIO DE TRES PISTONES NEUMATICOS.

EL CONTROL DE LOS MISMOS ES MUY SIMPLE DEBIDO A QUE CADA UNO DE ELLOS ESTA MANDADO POR UNA ELECTRO-VALVULA NEUMATICA INDEPENDIENTE. TODOS SON DEL TIPO DOBLE EFECTO CON AMORTIGUAMIENTO REGULABLE EN AMBOS SENTIDOS DE LA CARRERA:

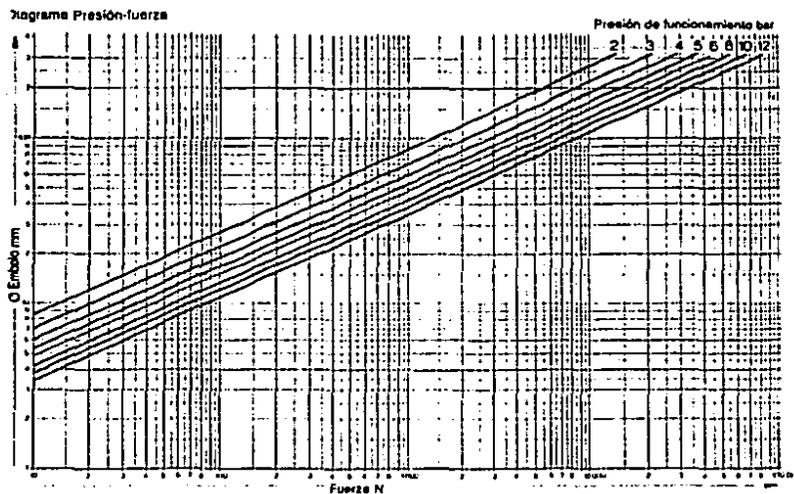
Nº.	CILINDRO	DIAM EMBOLO	CARRERA
2	HORIZONTAL	35 MM	550 MM
1	VERTICAL	35 MM	250 MM
3	TRANSPORTADOR	35 MM	100 MM

UNA CARACTERISTICA IMPORTANTE DE ESTOS CILINDROS ES QUE CUENTAN CON EMBOLO MAGNETICO QUE ACCIONA A POR MEDIO DE SU CAMPO A LOS MICROINTERRUPTORES QUE SE INTEGRAN POR FUERA, SOBRE LA CAMISA DEL CILINDRO. ESTO FACILITA LA DETECCION DE LA CARRERA DE AVANCE Y RETRASEO. DEBIDO A QUE EL ACCIONAMIENTO REQUERIDO PARA MOVER HORIZONTAL Y VERTICALMENTE LA TOLVA NECESITA TAN SOLO VENCER EL PESO Y LA FRICCION EN LAS GUIAS, SE

SELECCIONA EL CILINDRO CON DIAMETRO DE EMBOLO MENOR:  
 35 MM. EL CILINDRO VERTICAL ADEMAS DE  
 SUBIR Y BAJAR LA TOLVA DE VACIO. APLICA UNA PRESION -  
 SOBRE EL TAPETE DE MOSAICOS. EN EL MOMENTO DE PEGAR -  
 LA HOJA:

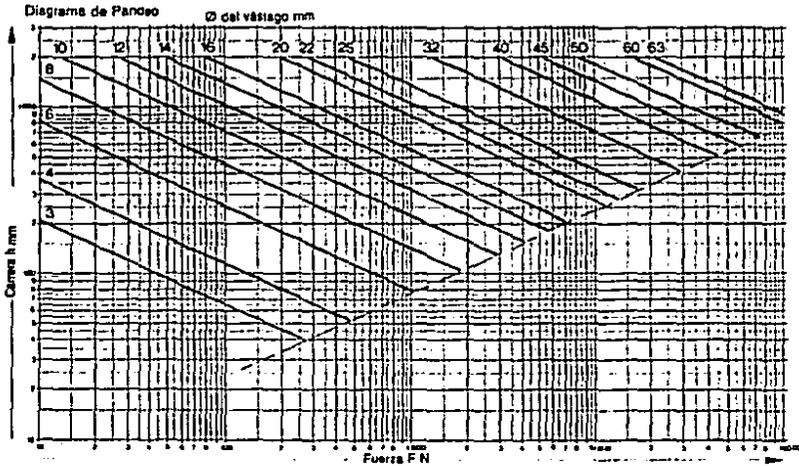
35 MM Ø @ 6BAR = 50 KG DE FUERZA  
 1 TAPETE = 465 MOSAICOS  
 50KG/465 = 107 GR/MOSAICO

LA FUERZA QUE EJERCE EL CILINDRO SE PUEDE LEER EN  
 ESTA GRAFICA:



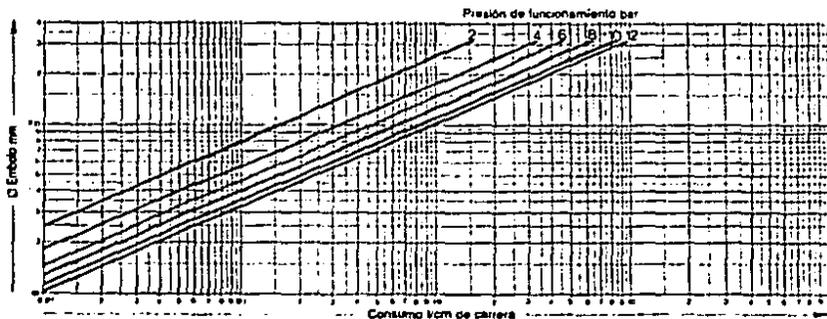
LA CARGA DE PANDEO EN EL VASTAGO DEL CILINDRO NEUMÁTICO ES UNA VARIABLE IMPORTANTE, SOBRE TODO EN GRANDES CARRERAS, COMO ES EL CASO DEL PISTÓN HORIZONTAL.

EL DIAGRAMA QUE PERMITE CALCULAR EL DIÁMETRO DEL VASTAGO PARA EVITAR LA CARGA CRÍTICA ES:



#### CONSUMO DE AIRE

EL GASTO DE AIRE REQUERIDO POR EL PROTOTIPO SE PUEDE OBTENER DE:



CALCULO DEL GASTO DE AIRE COMPRIMIDO

CILINDRO (1):

35 mm a 6 Bar; Carrera = 25 cm

Ø vástago = 12 mm.

$$Q_{1AV} = 0.0575 \text{ l/cm} \times 25 \text{ cm} = 1.4375 \text{ l}$$

$$Q_{1RETRO} = A_1/AV \cdot Q_1/12\phi = (1.4375) - (0.01 \text{ l/cm} \times 25 \text{ cm}).$$

$$Q_{1RETRO} = 1.1875 \text{ l.}$$

Consumo total ida-vuelta = 2.625 l

Empapelando 8 tapetes/mín = 16 ciclos/min = 42 l/mín =  
1.48 ft<sup>3</sup>/mín.

CILINDRO (2):

35 mmØ a 6 Bar; Carrera = 65 cm

Ø vástago = 22mm

$$Q_{2AV} = 0.0575 \text{ l/cm} \times 65 \text{ cm} = 3.74 \text{ l}$$

$$Q_{2Retro} = Q_2/AV \cdot Q_2/22\phi = (3.74) - (0.0225 \text{ l/cm} \times 65 \text{ cm}) =$$

2.28 l.

Consumo total ida-vuelta = 6.02 l.

Empapelando 8 tapetes/min = 8 ciclos/min = 48.16 l/min =  
1.7 ft<sup>3</sup>/mín.

CILINDRO (3): (Sube y baja el transportador de charolas)

35 mm $\emptyset$  a 6 Bar; Carrera = 10 cm

$\emptyset$  vástago = 12mm.

$$Q_{3AV} = 0.0575 \text{ l/cm} \times 10 \text{ cm} = 0.575 \text{ l.}$$

$$Q_{3RETRO} = Q_{3AV} - Q_{3/12\emptyset} = (0.575) - (0.01 \text{ l/cm} \times 10 \text{ cm}) =$$

$$0.475 \text{ l}$$

Consumo total ida-vuelta = 1.05 l

Empapelado 8 tapetes/mín = 8 ciclos/mín = 8.4 l/cm =  
0.297 ft<sup>3</sup>/mín.

El gasto total será:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_T$$

$$42 + 48.16 + 8.4 = 98.56 \text{ l/mín} \approx 3.481 \text{ ft}^3/\text{mín.}$$

=====

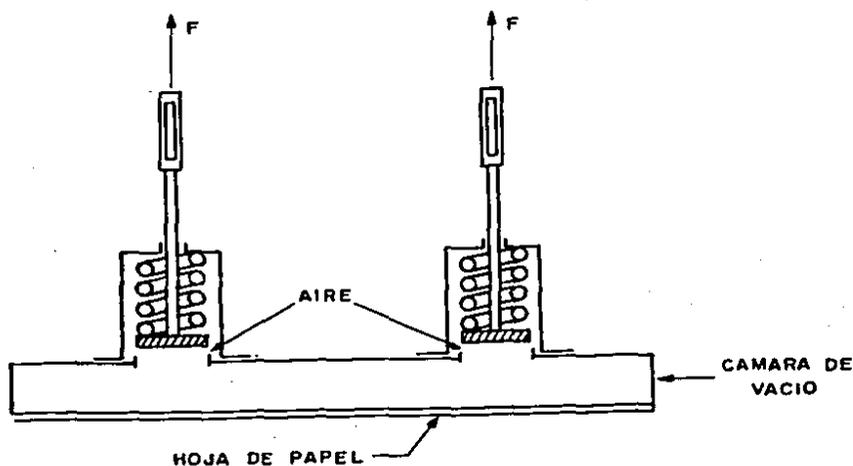
El compresor requerido para manejar el gasto de aire calculado es de 1.5 C.P., (comercial), que proporciona 7.73 pies cúbicos por minuto.

## MOTORREDUCTOR

Para el motorreductor el criterio de selección fundamental es la velocidad angular. Dicha variable se definió en las pruebas efectuadas manualmente en el modelo de engomador: 84 rpm no existen grandes cargas estaticas ni de impacto sobre la flecha, además la atmósfera no presenta ningún riesgo o problema particular. El par requerido es mínimo. Por lo que se elecciona la potencia menor que se puede obtener comercialmente: 0.25 C.P.

## RESORTES PARA LA VALVULAS DE VACIO

La tolva de vacío toma una hoja, la engoma y luego deposita sobre la charola con mosaicos. Después de ejercer una presión de planchado la tolva debe soltar la hoja y luego subir. El rompimiento del vacío en la tolva, con el objeto de soltar la hoja, se lleva a efecto por medio de 2 válvulas controladas mecánicamente, -- que abren la cámara de vacío.



## CALCULO DEL RESORTE:

EL ESFUERZO CORTANTE ACTUANDO ES:

$$\tau = K(S) * (SFD) / (3.14 * D(A)^3)$$

$K(S)$  - FACTOR DE MULTIPLICACION DE ESFUERZO CORTANTE

F - FUERZA AXIAL

D - DIAMETRO DEL RESORTE

$D(A)$  - DIAMETRO DEL ALAMBRE

DONDE,  $K(S) = 1 + (0.5/C)$

$C = D/D(A)$ ; INDICE DEL RESORTE

LA CONSTANTE DEL RESORTE ES:

$$K = (D(A)^4 * G) / (8D^3 * N)$$

G - MODULO DE RIGIDEZ

N - NUMERO DE ESPIRAS

EL CRITERIO DE DISEÑO ES:

$$\tau_a = S(SE) / (NCF) ; \quad \tau_{max} = S(SY) / (NCS)$$

$\tau_a$  - ESFUERZO CORTANTE ALTERNANTE

$S(SE)$  - LIMITE DE RESISTENCIA A LA FATIGA EN CORTE

$NCF)$  - FACTOR DE SEGURIDAD EN FATIGA

$\tau_{max}$  - ESFUERZO CORTANTE MAXIMO

$S(SY)$  - RESISTENCIA A LA FLUENCIA EN CORTE

$NCS)$  - FACTOR DE SEGURIDAD ESTADICO

EL SIGUIENTE PROGRAMA CALCULA LAS DIMENSIONES DE  
LOS RESORTES DADAS LAS RESTRICCIONES GEOMETRICAS Y --  
CONDICIONES DE TRABAJO:

```

1 OPEN4,4:CMD4
20 FOR I=1 TO 9
40 READ DA(I)
50 NEXT I
60 M=0.140
70 P=2170
80 N=4
90 I=0
100 N=N+1
110 IF N=10 THEN 300
120 I=I+1
130 IF I=10 THEN 90
140 K(I)=(20.899*(DA(I)14))/N
150 SI(I)=0.43275*(M/DA(I)11)
160 C(I)=7/DA(I)
170 KM=((4*C(I)-1)/(4*C(I)+4))+0.615/C(I)
180 KS=1+0.5/C(I)
190 ME=(KM/KS)1/2
200 SSE=0.914*KS*310
210 D1(I)=5.4K(I)
220 D2(I)=D1(I)+5
230 FMAX(I)=K(I)*D2(I)
240 FR(I)=(FMAX(I)-5)/2
250 TR(I)=(KS*17.8253*FR(I))/DA(I)13
260 NF(I)=SSE/TR(I)
270 TMAX(I)=(KS*17.8253*FMAX(I))/DA(I)13
280 NS(I)=SI(I)/TMAX(I)
290 LS(I)=(M/3)/DA(I)
300 LF(I)=2.97*(M/3)
310 PRINT#4,NG DA(I);FMAX(I);SSE,NF(I);SI(I);NS(I);LS(I);LF(I);D1(I)
315 DATA .46,.51,.56,.64,.71,.81,.89,1.24,1.65
320 GOTO 120
330 END

```

READY.

Nº ESP.	Ø ALAM.	F-MAX [N]	S <sub>se</sub> [MPa]	FACT. SEG. FATIGA	S <sub>sy</sub> [MPa]	FACT. SEG. ESTATICO
5	0.460	6.294	238.419	1.948	1051.802	0.884
5	0.510	6.955	236.950	1.740	1036.076	1.070
5	0.560	7.842	235.490	1.570	1022.025	1.235
5	0.640	9.848	233.167	1.353	1002.293	1.431
5	0.710	12.344	231.150	1.203	987.218	1.528
5	0.810	17.440	228.289	1.034	968.407	1.565
5	0.890	23.132	226.017	0.927	955.181	1.535
5	1.240	73.323	216.223	0.622	910.034	1.220
5	1.650	219.199	204.959	0.431	872.860	0.898
6	0.460	6.078	238.419	2.338	1051.802	0.915
6	0.510	6.629	236.950	2.089	1036.076	1.122
6	0.560	7.368	235.490	1.884	1022.025	1.314
6	0.640	9.040	233.167	1.623	1002.293	1.559
6	0.710	11.120	231.150	1.444	987.218	1.697
6	0.810	15.367	228.289	1.241	968.407	1.776
6	0.890	20.110	226.017	1.112	955.181	1.766
6	1.240	61.936	216.223	0.746	910.034	1.444
6	1.650	183.499	204.959	0.518	872.860	1.072
7	0.460	5.924	238.419	2.728	1051.802	0.939
7	0.510	6.396	236.950	2.437	1036.076	1.163
7	0.560	7.030	235.490	2.198	1022.025	1.377
7	0.640	8.463	233.167	1.894	1002.293	1.666
7	0.710	10.246	231.150	1.684	987.218	1.841
7	0.810	13.886	228.289	1.448	968.407	1.966
7	0.890	17.951	226.017	1.298	955.181	1.979
7	1.240	53.802	216.223	0.871	910.034	1.662
7	1.650	157.999	204.959	0.604	872.860	1.245
8	0.460	5.809	238.419	3.117	1051.802	0.957
8	0.510	6.222	236.950	2.785	1036.076	1.196
8	0.560	6.776	235.490	2.512	1022.025	1.429
8	0.640	8.030	233.167	2.164	1002.293	1.755
8	0.710	9.590	231.150	1.925	987.218	1.967
8	0.810	12.775	228.289	1.655	968.407	2.136
8	0.890	16.332	226.017	1.483	955.181	2.175
8	1.240	47.702	216.223	0.995	910.034	1.875
8	1.650	138.874	204.959	0.690	872.860	1.417
9	0.460	5.719	238.419	3.507	1051.802	0.972
9	0.510	6.086	236.950	3.133	1036.076	1.222
9	0.560	6.579	235.490	2.826	1022.025	1.472
9	0.640	7.694	233.167	2.435	1002.293	1.832
9	0.710	9.080	231.150	2.165	987.218	2.078
9	0.810	11.911	228.289	1.862	968.407	2.291
9	0.890	15.073	226.017	1.669	955.181	2.356
9	1.240	42.957	216.223	1.119	910.034	2.082
9	1.650	124.000	204.959	0.777	872.860	1.587
10	0.460	5.647	238.419	3.897	1051.802	0.985
10	0.510	5.978	236.950	3.481	1036.076	1.245
10	0.560	6.421	235.490	3.140	1022.025	1.508
10	0.640	7.424	233.167	2.705	1002.293	1.899
10	0.710	8.672	231.150	2.406	987.218	2.175
10	0.810	11.220	228.289	2.069	968.407	2.433
10	0.890	14.066	226.017	1.854	955.181	2.525
10	1.240	39.162	216.223	1.244	910.034	2.283
10	1.650	112.100	204.959	0.863	872.860	1.755
11	0.460	5.588	238.419	4.286	1051.802	0.995
11	0.510	5.889	236.950	3.829	1036.076	1.263
11	0.560	6.292	235.490	3.454	1022.025	1.539
11	0.640	7.304	233.167	2.976	1002.293	1.957
11	0.710	8.338	231.150	2.647	987.218	2.263
11	0.810	10.655	228.289	2.276	968.407	2.562

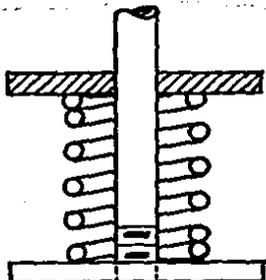
Nº ESP <sub>2</sub>	ØALAM	F-MAX. [N]	S <sub>sc</sub> [MPa]	FACT. SEG. FATIGA	S <sub>sy</sub> [MPa]	FACT. SEG. ESTATICO
11	0.890	13.242	226.017	2.039	955.181	2.682
11	1.240	36.056	216.223	1.368	910.034	2.480
11	1.650	102.363	204.959	0.949	872.860	1.922
12	0.460	5.539	238.419	4.676	1051.802	1.004
12	0.510	5.815	236.950	4.177	1036.076	1.279
12	0.560	6.184	235.490	3.768	1022.025	1.566
12	0.640	7.020	233.167	3.246	1002.293	2.008
12	0.710	8.060	231.150	2.837	987.218	2.341
12	0.810	10.183	228.289	2.483	968.407	2.680
12	0.890	12.555	226.017	2.225	955.181	2.829
12	1.240	33.468	216.223	1.493	910.034	2.672
12	1.650	94.250	204.959	1.035	872.860	2.088
13	0.460	5.498	238.419	5.066	1051.802	1.011
13	0.510	5.752	236.950	4.525	1036.076	1.293
13	0.560	6.093	235.490	4.082	1022.025	1.589
13	0.640	6.865	233.167	3.517	1002.293	2.053
13	0.710	7.825	231.150	3.128	987.218	2.411
13	0.810	9.785	228.289	2.689	968.407	2.789
13	0.890	11.974	226.017	2.410	955.181	2.966
13	1.240	31.278	216.223	1.617	910.034	2.859
13	1.650	87.384	204.959	1.122	872.860	2.252
14	0.460	5.462	238.419	5.455	1051.802	1.018
14	0.510	5.698	236.950	4.873	1036.076	1.306
14	0.560	6.015	235.490	4.396	1022.025	1.610
14	0.640	6.732	233.167	3.787	1002.293	2.094
14	0.710	7.623	231.150	3.363	987.218	2.475
14	0.810	9.443	228.289	2.896	968.407	2.890
14	0.890	11.476	226.017	2.596	955.181	3.095
14	1.240	29.401	216.223	1.741	910.034	3.041
14	1.650	81.500	204.959	1.208	872.860	2.414
15	0.460	5.431	238.419	5.845	1051.802	1.024
15	0.510	5.652	236.950	5.221	1036.076	1.316
15	0.560	5.947	235.490	4.710	1022.025	1.628
15	0.640	6.616	233.167	4.058	1002.293	2.130
15	0.710	7.448	231.150	3.609	987.218	2.533
15	0.810	9.147	228.289	3.103	968.407	2.934
15	0.890	11.044	226.017	2.781	955.131	3.216
15	1.240	27.774	216.223	1.866	910.034	3.219
15	1.650	76.400	204.959	1.294	872.860	2.576

CRITERIO :

1.5 < FACT. SEG. FATIGA < 2

3 < FACT. SEG. ESTATICO < 5

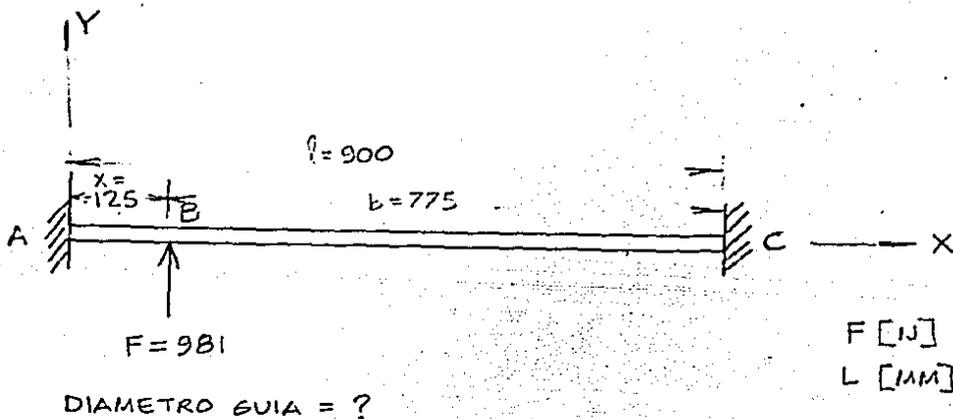
Estas válvulas requieren de la utilización de un resorte helicoidal que las mantiene cerradas. El resorte debe ser diseñado con las siguientes restricciones geométricas:



EL RESORTE SE ENSAMBLARA CON UNA  
PRECARGA DE 0.5 Kg.

GUIA HORIZONTAL

La configuración de la guía en un plano es:



La fuerza máxima ocurre durante el acoplamiento de la hoja en la charola, habiendo 12 ciclos por minuto.

La deformación de la guía debe ser mínima para mantener la tolva de succión perfectamente paralela a la charola, sobre todo durante el acoplamiento.

Diseño de la Guía por Rigidez:

$$y = \frac{Fb^2x^2}{6EI\ell^3}(3a + b) - 3a\ell$$

$$E = 207000 \text{ MPa}$$

$$F = 981$$

$$b = 775$$

$$X = 125$$

$$E = 207000$$

$$\ell = 900$$

$$a = 125$$

$$b = 175$$

$$D = \left( \frac{-40134.24}{y} \right)^{1/4}$$

Si  $y \leq 0.3$  mm, dado que la deformación debe mantenerse a un mínimo durante el pegado de la hoja.

$$\therefore d_{0.3} = 19.12 \text{ mm; } (3/4''\emptyset)$$

Analizando la resistencia:

$$M_{AB} = \frac{Fb^2}{\ell^3} (x(3a + b) - \ell a)$$

$$M_{AB} = \frac{981 \times 775^2}{900^3} (125(375 + 775) - (900 \times 125))$$

$$M_B = 25257.76 \text{ N-MM}$$

$$I_{19.05} = \frac{\pi \times 19.05^4}{64} = 6464.72 \text{ mm}^4$$

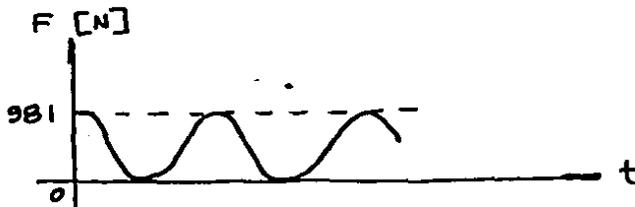
$$\sigma_{\text{Max}} = \frac{M_B \times d/2}{I} = \frac{25257.76 \times 19.05/2}{6464.72} = 37.21 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a = \sigma_m = \underline{19 \text{ MPa}} \quad (\text{El esfuerzo alternante es igual al medio})$$

AISI 1018 CD:  $S_y = 372 \text{ MPa}$

$S_{uT} = 441 \text{ MPa}$

Las condiciones de carga son:



@ 12 CICLOS / MIN

Calculando el Límite de Resistencia a la Fatiga del Acero

Seleccionado:

$$S_c' = 0.5 S_{uT} = 0.5 (441) = 220.5$$

$$S_c = k_a k_b k_c k_d k_e k_f S_c'$$

$$k_a = 0.8 \text{ (fig. 5-17, Shigley)}$$

$$k_b = 0.85 \text{ (pg. 190, Shigley)}$$

$$k_c = 0.52 \text{ (Tabla 5-2, Shigley).}$$

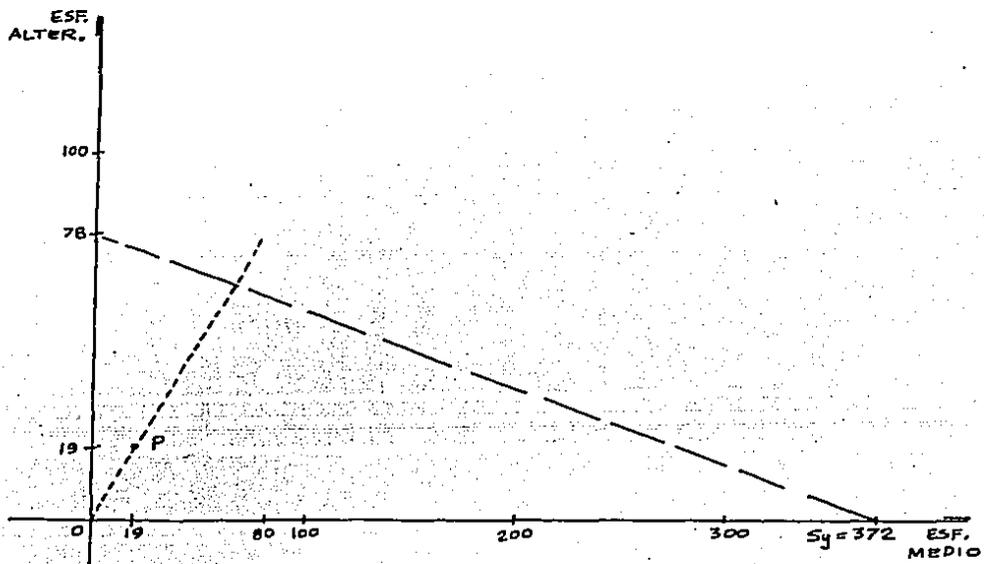
$$k_d = 1$$

$$k_e = 1$$

$$k_f = 1$$

$$\therefore S_e = 0.8 \times 0.85 \times 0.52 \times 220 = 78 \text{ MPa}$$

Calculando el Factor de seguridad, según el criterio de Soderberg:



P = PUNTO DE TRABAJO DE LA GUIA

N = FACTOR DE SEGURIDAD =  $72/28 = 2.5$

## 11.5 CONCLUSIONES.

El prototipo de maquina empapeleadora mostrado puede producir 12 tapetes por minuto, con una eficiencia cuando menos -- del 98%. Estos datos son de pruebas efectuadas en el taller. Definitivamente el proyecto no termina aún. Falta la instalación y el arranque de la maquina en la planta de mosaicos venecianos. Seguramente habra necesidad de hacer ajustes y mejoras con respecto al mantenimiento y operación del equipo.

## 12. SECADOR DE LOS TAPETES.

Una vez pegado el papel, es necesario secar el tapete. El secado a temperatura ambiente (23 grados centígrados) puede llevar hasta media hora, estando los tapetes en reposo.

El estudio del problema de secado llevó al desarrollo de un nuevo pegamento que seca casi instantáneamente.

El adhesivo esta compuesto de silicato de sodio y engrudo elaborado de la siguiente forma: 50% silicato de sodio, 25% engrudo (20% harina de trigo, 80% agua) 20% agua, 5% azúcar.

Esta combinación mejora las propiedades de ambos compuestos, una de las cuales es su resistencia a temperaturas que excéden - 100 grados centígrados.

Especificaciones:

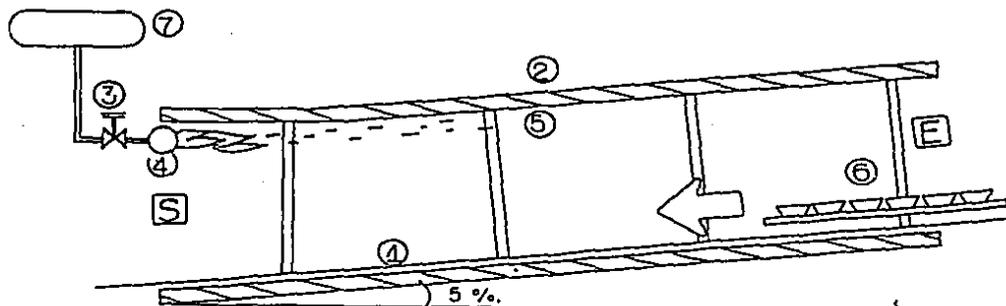
\* tiempo de secado: 5 seg.

* Dimensiones del equipo: metros de largo en un carril de 40 cm de ancho para un -- gasto de 8 charolas por minu to.	4.5
* Tiempo de rehidratación: a temperatura ambiente.	7.0 min.
* Precio del pegamento conven- cional	19.22 \$ por kilogramo.
* Precio del nuevo pegamento:	97.17 \$ por kilogramo.
* Rendimiento del pegamento - convencional:	35 hojas por kilo.
* Rendimiento del nuevo adhe- sivo:	230 hojas por kilo.
* Costo del pegamento para en gomar 1000 hojas:	
Pegamento convencional:	\$557.5
Pegamento nuevo:	\$388.6

Una vez que se han establecido los métodos de deshidratación apropiados al igual que pegamentos adecuados a cada caso, se reporta como la mejor alternativa de secado, la combinación del pegamento con el horno de precalentado. La finalidad es introducir a la máquina empapeladora, tapetes de mosaico, con la energía suficiente para la deshidratación instantánea del pegamento, una vez que estos entran en contacto. La principal característica del pegamento es su alta resistencia en temperaturas superiores a 100 grados centígrados.

Respecto al sistema precalentador, su capacidad para elevar la temperatura del tapete en unos cuantos segundos lo vuelve ideal para su aplicación en el problema del secado. Este equipo precede a la máquina empapeladora y su diseño propone el máximo ahorro de energía, gran capacidad y eficiencia.

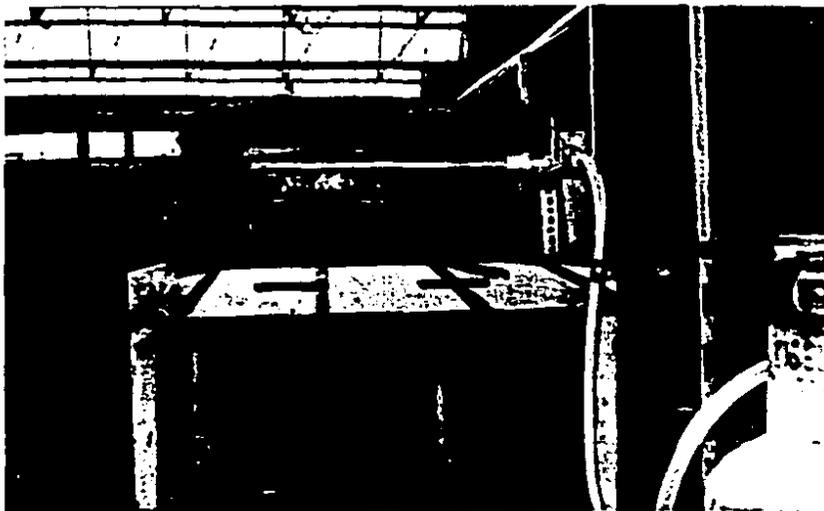
Las características más sobresalientes de tal equipo, son señaladas en el esquema siguiente:



① BANDA TRANSPORTADORA ② AISLAMIENTO TERMICO ③ VALVULA GAS

④ QUEMADOR ⑤ GASES CALIENTES ⑥ CHAROLA ⑦ DEPOSITO GAS

Largo:	4.5 m.
Ancho:	0.4 m.
Alto:	0.1 m.
Gasto charolas:	8/min.
Gasto gas:	3 kg/hr.
Temp. a la salida:	(700-800) grados centígrados. (temperatura de los gases)
Temp. a la entrada:	(250) grados centígrados (temperatura de los gases)
Sistema de avance:	Charolas en sentido opuesto al flujo de gases calientes.
Horno aislado térmicamente con colchoneta de lana mineral.	
Temperatura final de los mosaicos: 105-120 grados centígrados.	



Fotografía (30) Vista interior del horno de precalentado.



Fotografía (31) Charola saliendo del horno de precalentado (se observa el recubrimiento térmico que envuelve al horno).

### 13. CONCLUSIONES GENERALES DEL TRABAJO.

Para fines de 1987, Mosaicos Venecianos de México, S.A. estará produciendo 500,000 m<sup>2</sup>/año, lo que significa 20 tapetes por minuto (de 15 x 31 mosaicos c/u). Para cubrir dicha producción se necesitarían aproximadamente 100 operarios que realizaran el trabajo manual. El modelo que se describió en la sección (10) es capaz de llenar 12 charolas (tapetes) por minuto, necesitando tan solo 4 operadores encargados de cambiar material defectuoso y llenar huecos. Por lo tanto se requerirían 2 máquinas y 8 operarios para el formado (llenado) de charolas.

La máquina empapeladora descrita, puede empapelar 8 charolas por minuto, con un solo operador. Por lo tanto se requerirían 3 máquinas con 3 operadores.

Las primeras máquinas formadora y empapeladora serán instaladas en la Planta de CIVAC, Cuernavaca Morelos, México en diciembre de 1987.

## 14. BIBLIOGRAFIA

1. Kline, James. "Paper and Paperboard, Manufacturing and Converting Fundamentals"  
Miller Freeman Publications, Inc., 1982. Pgs. 137-142
2. Festo. "Programa de Fabricación"  
Festo, 1988. Pgs. 3 - 13
3. Dieter, George. "Engineering Design"  
Mc. Graw Hill, 1983. Pgs. 29-43
4. Shigley, Joseph. "Mechanical Engineering Design"  
Mc. Graw Hill, 1977. Caps. Ejes de Transmisión y Resortes.
5. Glegg, Gordon "The Selection of Design"  
Cambridge, 1972. Pgs. 3-14