

T  
622.  
CAId.



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería Mecánica**



**"DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN TRANSPORTADOR  
EMERGENTE PARA DESCARGA DE PERIODICO"**

**INFORME TECNICO**

**Previo a la obtención del Título de:**

**INGENIERO MECANICO**

Presentado por:

**Víctor Roberto Caicedo Taylee**

**Guayaquil - Ecuador**

**1989**

AGRADECIMIENTO

Al ING. MANUEL HELGUERO,  
Director de Informe Técnico,  
por su ayuda y colaboración  
para la realización de este  
trabajo.

DEDICATORIA

A MIS PADRES,

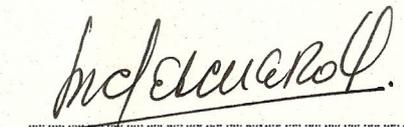
A MI ESPOSA, Y

A MIS HIJOS.



---

ING. NELSON CEVALLOS B.  
DECANO



---

ING. MANUEL HELGUERO S.  
DIRECTOR DE INFORME



---

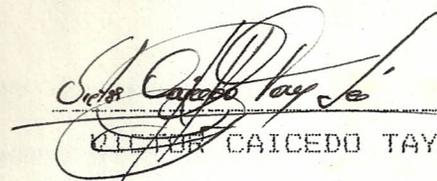
ING. EDMUNDO VILLACIS  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACION EXPRESA

Declaro que:

"Este Informe Técnico corresponde a la resolución de un problema práctico relacionado con el perfil profesional de la Ingeniería Mecánica"

(Reglamento de Graduación mediante la Elaboración de Informes Técnicos).

  
OTILIO CAICEDO TAYLEE

X INDICE GENERAL

RESUMEN

INDICE GENERAL

1. ANTECEDENTES

1.1 HISTORIA

1.2 JUSTIFICACION

1.3 OBJETIVO

2. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

2.1 DIAGRAMA DE FLUJO Y DESCRIPCION DEL PROCESO DE  
TRANSPORTACION

2.2 LIMITACIONES DEL SISTEMA EXISTENTE

2.3 ALTERNATIVAS DE SOLUCIONES

Δ 3. DISEÑO DEL TRANSPORTADOR CURVO

Δ 3.1 CONSIDERACIONES TECNICAS PARA EL DISEÑO DEL  
TRANSPORTADOR EMERGENTE

Δ 3.2 CALCULOS Y SELECCION DE LOS COMPONENTES

Δ 3.2.1 Cálculos de los platos de arrastre

Δ 3.2.2 Determinación del número de árboles

Δ 3.2.3 Cálculos para la determinación del diámetro  
de los árboles

Δ 3.2.4 Determinación de los rodamientos

Δ 3.2.5 Selección de los piñones de cadena

Δ 3.2.6 Determinación de la potencia requerida

4. CONSTRUCCION Y MONTAJE DEL TRANSPORTADOR CURVO

4.1 MECANIZACION DE LOS COMPONENTES

4.2 MONTAJE, INSTALACION Y PUESTA A PUNTO

2- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

APENDICES

3- BIBLIOGRAFIA

## RESUMEN

El Diario El Universo en el afán de difundir las noticias del país y del mundo entero, con mayor eficiencia, procedió a instalar una nueva planta al sur de la ciudad de Guayaquil.

La nueva planta descrita a breves rasgos, consta de un conjunto de máquinas rotativas impresoras donde se imprime cada ejemplar de periódico; y de un sistema sofisticado de distribución de periódico. Dicho sistema de distribución de periódico básicamente consiste de un conjunto de transportadores rectos a banda, y de máquina apiladora, que consta de un contador de rayo láser.

Es de hacer notar que el sistema de distribución de periódico fue adquirido en el exterior e instalado por extranjeros.

Una vez realizado el montaje del sistema de distribución de periódico se procedió a las pruebas de rigor, y es en ese momento cuando se nota la necesidad de instalar un transportador emergente y que vaya ubicado antes de la máquina apiladora de periódico. Este transportador emergente me permitió dar solución inmediata en el instante en que por una falla de cualquier índole que se produzca en la máquina apiladora, se detenga éste, y en

consecuencia la planta se vea obligada a parar su producción, contando de que ésta llega aproximadamente a 40.000 ejemplares por hora; lo que ocasionaría un atraso bastante considerable y por ende pérdida.

Debido a este detalle importante fue necesario contratar mis servicios profesionales capaz de diseñar, construir y realizar el montaje de esta maquinaria.

Cabe señalar que la mano de obra es netamente ecuatoriana, muy eficiente y da solución a un sin número de inconvenientes que se presentan en el desarrollo industrial nacional, además su precisión es excelente que no deja que desear, si la ponemos a nivel de otros.

Debido al espacio físico reducido con el que se contaba fue necesario diseñar, construir y montar un transportador curvo para lo cual determinamos los parámetros más importantes, tales como:

Radio de curvatura, diámetros de los árboles de arrastre, ángulo de apertura entre ejes, diámetros de los piñones de transmisión, coeficiente de fricción entre papel y acero moleteado, disposición de la cadena en su alineamiento.

En la mecanización de los componentes del transportador curvo fue necesario tener los planos correspondientes de

cada una de las partes, para así proceder a la elección de las maquinarias adecuadas para su elaboración.

Las máquinas que se utilizaron fueron máquinas herramientas, tales como:

Tórno, taladro, limadora, soldadora. Una vez construida todas las partes, se procedió al ensamble y las correcciones del caso.

## CAPITULO I

### ANTECEDENTES

#### 1.1 HISTORIA

El Diario "El Universo" con el afán de difundir las noticias del país y del mundo, con mayor eficiencia, procede a instalar una nueva planta en la ciudad de Guayaquil.

Para esta instalación fue necesario importar máquinas de excelente calidad, la cual descrita en breves rasgos, consta de un conjunto de máquinas impresoras modernas por donde es elaborado cada ejemplar de periódico, y de un sistema sofisticado de distribución de descarga de periódico. Dicho sistema de distribución, que en forma esquemática nos muestra la figura 1, básicamente consiste, de un conjunto de transportadores a banda, de una cabina de apilamiento de periódico el cual nos permite hacer paquetes en cantidades programadas por el operador, y de una máquina ensuchadora que automáticamente los amarra, para así dar mayor agilidad en la entrega.

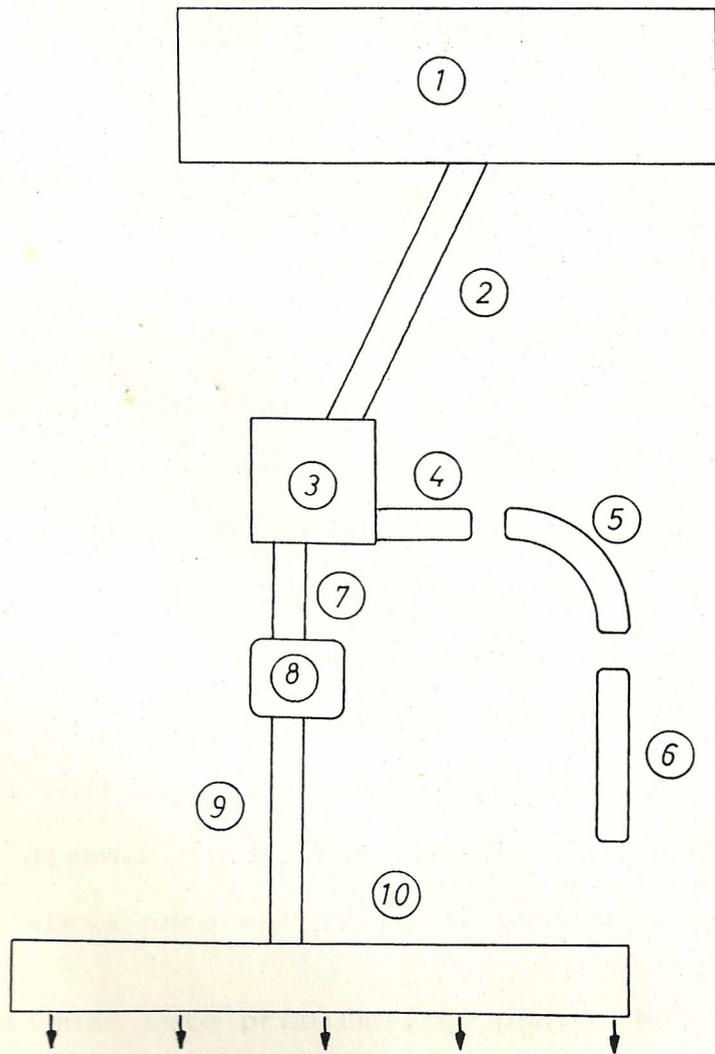


Fig. N° 1 Diagrama esquemático del sistema de distribución de periódico

- 1 = Cuarto de máquina impresora
- 2 -7-9-6 = Transportadores rectos
- 3 = Máquina de apilamiento de periódico
- 4 = Mesa auxiliar
- 5 = Transportador curvo de emergencia
- 8 = Máquina ensunchadora
- 10 = Mesa de entrega

Como el sistema de distribución fue comprado en el extranjero, este debió ser instalado por los mismos, debido al contrato establecido entre las empresas compradoras y vendedoras.

Una vez realizado el montaje del nuevo sistema de distribución de descarga de periódico, se realizaron las pruebas correspondientes, y es, en este momento que se dan cuenta de que pueden existir fallas en el sistema electrónico fundamental, lo cual nos genera la necesidad de implantar un transportador emergente, que se encuentre ubicado antes de la cabina de apilamiento. El espacio físico del cual se disponía para esta instalación es muy reducido, para esto, hubo que diseñar, construir y ensamblar un sistema curvo que sirva para enlazarlo al sistema implantado.

Para solucionar este problema, se pensó contratar los servicios de la compañía extranjera que construyó e instaló el sistema de distribución; pero debido al costo y al tiempo que se demoraba en instalarlo, procedieron a contratar los servicios de profesionales ecuatorianos capaces de diseñarlo, construirlo y ensamblarlo.

## 1.2 JUSTIFICACION

La empresa de comunicación e información "El Universo", para poder llevar a cabo dicho trabajo

debió de hacer diferentes tipos de estudios, que permitiera solucionar su problema con la mayor rapidez y eficiencia posible.

Desde el punto de vista técnico podemos decir:

Que, luego de proceder con la inspección de la ubicación de las maquinarias y partes que componen el sistema de distribución de periódico, se pudo observar, que para la instalación de un transportador emergente, se podría utilizar un transportador recto en desuso, y para la cual era necesario reubicar todo el sistema de distribución de periódico, ya implantado. Esta operación demandaría un tiempo muy elevado, que en ese tiempo no se contaba, tal es así que la mejor solución era construir un sistema curvo y enlazarlo al sistema implantado. La decisión de construir un transportador curvo, se la realizó en base al poco espacio disponible en la planta.

Y desde el punto de vista económico tenemos:

- a) Le ahorra divisa al país. Esto es que al contratarse una compañía extranjera para la realización de dicho trabajo, el valor de éste debe pagarse en dólares.
- b) Luego de realizar las cotizaciones del transportador emergente a la compañía PORTEC, la

cual cobraría S/.3.000.000.00 y comparada con el transportador nacional que tenía un valor de S/.1.500.000.00 existe una diferencia considerable, lo que le permite a la empresa tener un buen ahorro de sucres, esto sin considerar los viáticos y estadías de los extranjeros que vendrían a instalarlo.

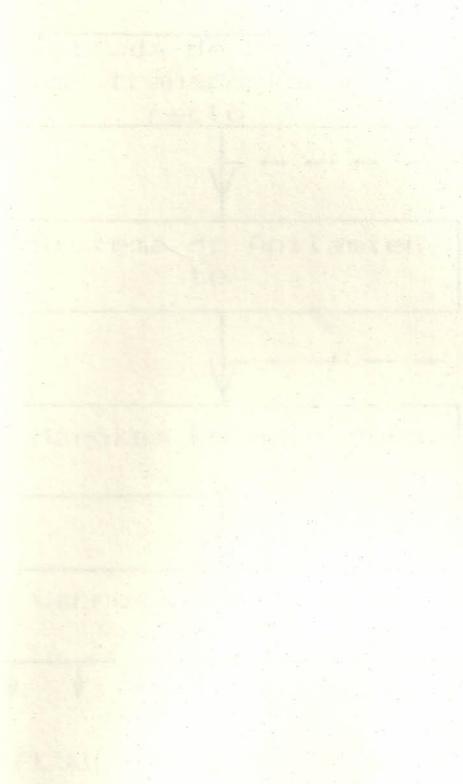
A continuación tenemos un pequeño análisis del transportador curvo.

Materia Prima:	Barras de acero	
	Planchas de acero	
	Rulimanes	600.000.00
Mano de Obra:	Operarios <i>(1 tiempo)</i>	
	160 h/hbre.	
	a S/5.000.00 c/u	
		790.000.00
	Trabaj. Incorp.	80.000.00
Gastos Indir. e Imprevis-	Energía	
	Lijas	
	Cuchillas	
	Aceite	
	Gasolina	
	Lima	
	Grasa	40.000.00
		<hr/>
		1.500.000.00

### 1.3 OBJETIVO

Con la construcción del transportador curvo y el objetivo principal que persigue la empresa es sin lugar a duda, crear un transportador emergente, que

nos permita evitar que la planta se vea obligada a parar su producción, debido al embotellamiento que se crearía por un desperfecto de la cabina de apilamiento de periódico. Esto ocasionaría un atraso bastante considerable y por ende una pérdida de capital para la empresa.





El primer cuadro del diagrama de flujo nos señala la entrada de los ejemplares de periódico al sistema de distribución de descarga, que es entregado desde el cuarto de máquinas impresoras que se encuentra localizado en la parte superior del cuarto de descarga.

Los ejemplares de periódicos son llevados por medio de un transportador recto a banda hasta la cabina del apilamiento. Este transportador, está provisto principalmente de dos rodillos cóncavos, que se colocan en sus extremos, que tienen esta forma debido a que nos permite que la banda permanezca centrada.

Uno de los rodillos es el motriz, que está accionando por un moto-reductor y el otro es el rodillo guía de la banda, y entre estos dos se encuentran pequeños rodillos que actúan libres, que sirven para que la banda no se pandee por su propio peso y el del producto que se transporta.

Posteriormente, tenemos la cabina de apilamiento, que consta de un contador de rayo láser, con un sistema computerizado que le permite al operador programar a la máquina apilar la cantidad de unidades deseadas. Luego tenemos un sistema de canastillas, donde el periódico cae luego de ser contado.

Una vez que es contado, pasa a la máquina ensunchadora, donde los periódicos son amarrados,

para luego por medio de otro transportador recto como el descrito anteriormente, es llevado hasta la mesa de reparto, y entregado así a los camiones repartidores encargados de llevarlos a sus respectivas agencias.

Como se puede notar en el diagrama, en la línea de la cabina de apilamiento es donde se encuentra la posibilidad de una falla electrónica, fundamentalmente en el contador de rayo láser, por lo que se hace necesario la implementación en esta zona del sistema auxiliar.

En el sistema de apilamiento nos olvidamos de mencionar que existe una mesa auxiliar, que servirá para enlazarnos con el transportador emergente, el cual consta de un transportador curvo y de un transportador recto a banda.

Es de anotar que el problema posterior solo se puede ocasionar debido a que las personas deben contar el periódico manualmente, para luego mandarlos a la máquina ensuchadora y amarrarlos y así seguir con el proceso normal.

## 2.2 LIMITACIONES DEL SISTEMA EXISTENTE

El sistema de transportadores a banda, para la distribución de los productos elaborados a los

diferentes departamentos, sean éstos de embodegajes, envoltura, etc., utilizados en las industrias del país, es sin lugar a dudas un sistema simple y muy conocido por nuestros profesionales.

Para nuestro caso, en el cual se realizó el trabajo, se utiliza un sistema muy sofisticado de distribución de descarga de periódico, esto es, que consta de un grupo de transportadores rectos a banda, de un sistema de apilamiento y de una máquina ensunchadora.

El sistema de apilamiento fue descrito anteriormente en la sección 2.1, pero para considerar los inconvenientes que se presentan en el sistema de distribución de descarga de periódico, es necesario nombrar de qué consta dicho sistema de apilamiento.

El sistema de apilamiento consta de un contador de rayo láser computarizado, de una canastilla donde el periódico es recibido después de ser contado, de un mecanismo que permite que la canastilla gire a  $180^\circ$  para recibir el periódico en otra posición deseada, y de una mesa auxiliar.

A continuación nombraremos los inconvenientes que presentan el sistema de distribución existente:

- a) Si el contador de rayo láser sufre un desperfecto:

- No existiría otro para reemplazarlo
- El tiempo que demoraría para repararlo sería posiblemente muy largo, debido a que este contador es muy sofisticado y en nuestro país no existe un técnico que lo repare y por ende habría que hacerlo en el extranjero.

b) Si el motor que acciona el mecanismo para mover o girar la canastilla, falla:

- Es un motor especial de corriente continua con un sistema electrónico incorporado, y no existía otro para reemplazarlo.
- El tiempo que se tomaría sería muy prolongado comparado con el tiempo de producción de los periódicos.

c) La mesa emergente es muy corta

- El espacio es muy reducido, para la cantidad necesaria de hombres en el conteo de los periódicos.

### 2.3 ALTERNATIVAS DE SOLUCIONES

Teniendo en cuenta los inconvenientes que nos presenta el sistema de apilamiento, podemos tener algunas alternativas de soluciones, y éstas son:

- a) Tener en bodega un contador de rayo láser como emergencia.
- b) Tener un motor con las mismas características del que acciona el mecanismo para hacer girar la canastilla.
- c) Construir un transportador emergente.

Para encontrar la alternativa mas conveniente y útil para la empresa, es necesario realizar un estudio comparativo entre ellas.

Tal es así, que para las alternativas a y b, en la que tendría que cambiar el contador de rayo láser y el motor que acciona la canastilla, cuando estos sufran un desperfectos, nos produciría una gran pérdida de tiempo, eso sin tomar en cuenta el tiempo que se tomaría en detectar, qué es lo que realmente está fallando en el sistema de apilamiento de periódico. Además, esto produciría la paralización de la producción y por ende pérdida de capital.

Con la construcción del transportador emergente nos facilita tener una producción continua, por lo tanto las pérdidas de tiempo son mínimas. Además, tenemos un transportador recto en desuso que nos serviría para la parte recta

También, hay que considerar que cuando está en

funcionamiento este transportador, se podrá realizar la reparación o reposición de los elementos o mecanismos que fallaron en el sistema de apilamiento.

Con este análisis llegamos a la conclusión, que a alternativa más útil y económica es la construcción del transportador emergente.

## CAPITULO III

### + DISEÑO DEL TRANSPORTADOR CURVO

#### <sup>A</sup> 3.1 + CONSIDERACIONES TECNICAS PARA EL DISEÑO DEL TRANSPORTADOR EMERGENTE.

Para realizar el diseño de este transportador, fue necesario hacer un reconocimiento del lugar dónde se instalará el sistema emergente, donde se observa que debido a la disposición de las máquinas que componen el sistema de distribución, el espacio o lugar dónde debería de ir el sistema emergente es muy reducido, para lo cual era necesario instalar un sistema curvo para enlazarlo a la parte recta.

Luego de esto, se tomó en cuenta ciertas consideraciones técnicas.

- a) Producto que se desea transportar, en este caso periódico.
- b) Tamaño, forma y peso del periódico.
- c) Tipo y tamaño del transportador. En el tipo del transportador se involucra el tamaño y forma del periódico, y la forma de entrada del mismo.

Además el espacio existente donde se instalará el transportador. Para este caso, el tipo de transportador curvo es a base de platos de arrastre. En su selección se considerará: Materiales existentes en el mercado, facilidad en la construcción, facilidad en la reparación en caso de daños.

Con estas consideraciones técnicas podemos obtener, los parámetros necesarios para la realización de los cálculos y la selección de los componentes del transportador emergente.

### 3.2 CALCULOS Y SELECCION DE LOS COMPONENTES

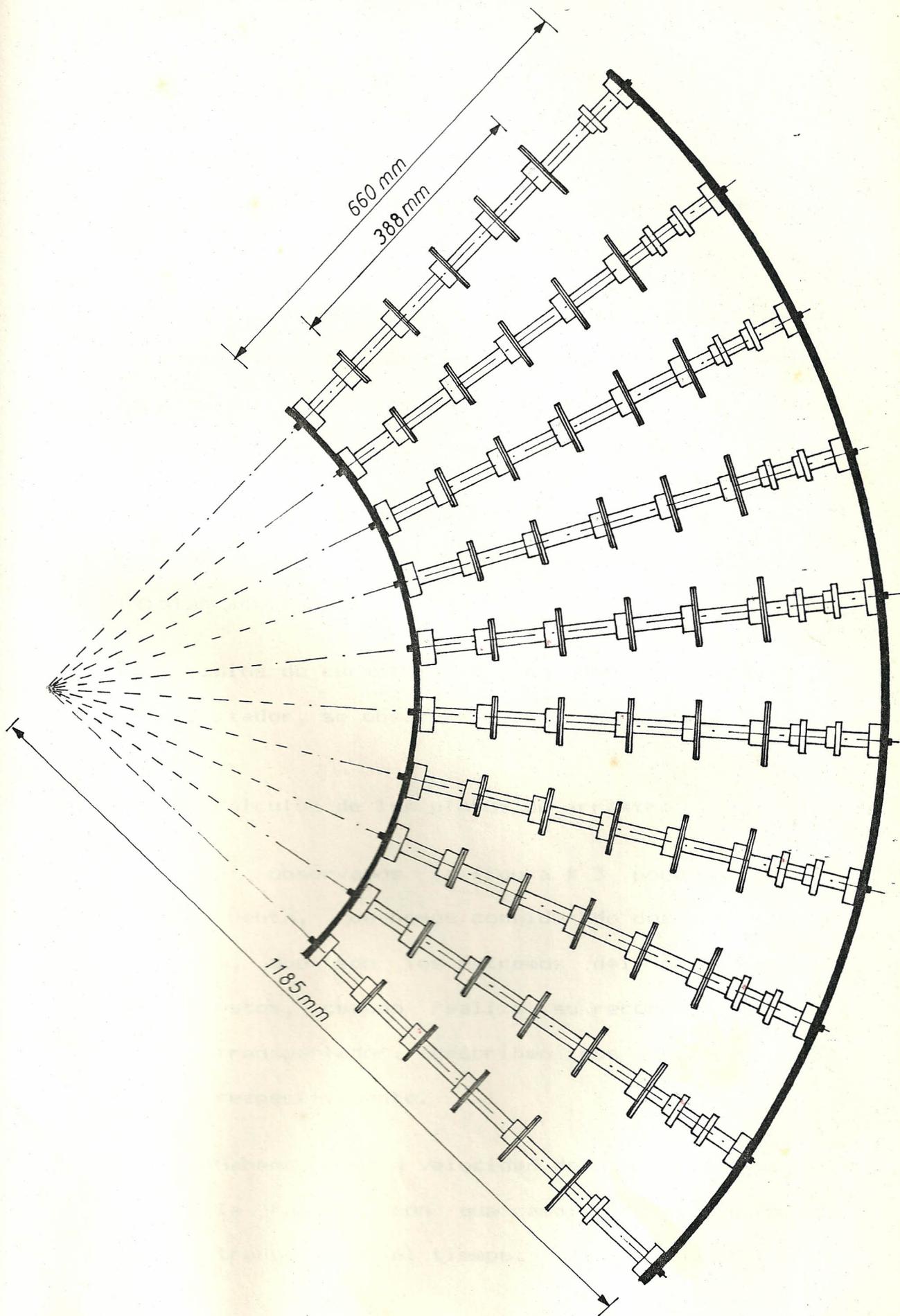
Antes de proceder a la realización de los cálculos, haremos una descripción básica del transportador curvo.

El transportador curvo, nos ayudará a que el periódico sea desviado  $90^\circ$  de su recorrido por el sistema de distribución.

Para realizar esta desviación, el transportador utiliza, 10 conjuntos de árboles con cinco platos de arrastre montados sobre dichos árboles.

Estos conjuntos se encuentran separados, a distancias iguales, sobre los  $90^\circ$  que tiene el

FIG. № 2



transportador curvo.)

Los árboles van apoyados en sus extremos, por rulimanes, y éstos en cajas, que están empernados en las paredes del transportador.

Para darle movimiento al transportador, utilizamos un moto-reductor, el cual por medio de piñón y cadena, hace girar un árbol y éste por otro piñón y cadena hace girar otro árbol, y así sucesivamente.

El sistema de transmisión de piñones y cadenas presenta una tapa de seguridad, para evitar que existan accidentes.

Los radios de curvaturas que nos dan el tamaño del transportador, se observan en la figura # 2.

### <sup>1</sup> \* 3.2.1 Cálculos de los platos de arrastre

Si observamos la figura # 3 podemos darnos cuenta, que hemos considerado dos puntos, M y m, que son los extremos del periódico, y éstos, cuando realiza su recorrido por el transportador, describen dos arcos AC y BD respectivamente.

Sabemos que la velocidad de una partícula, es la rapidez con que cambia de posición al transcurrir el tiempo. Valiéndonos de este

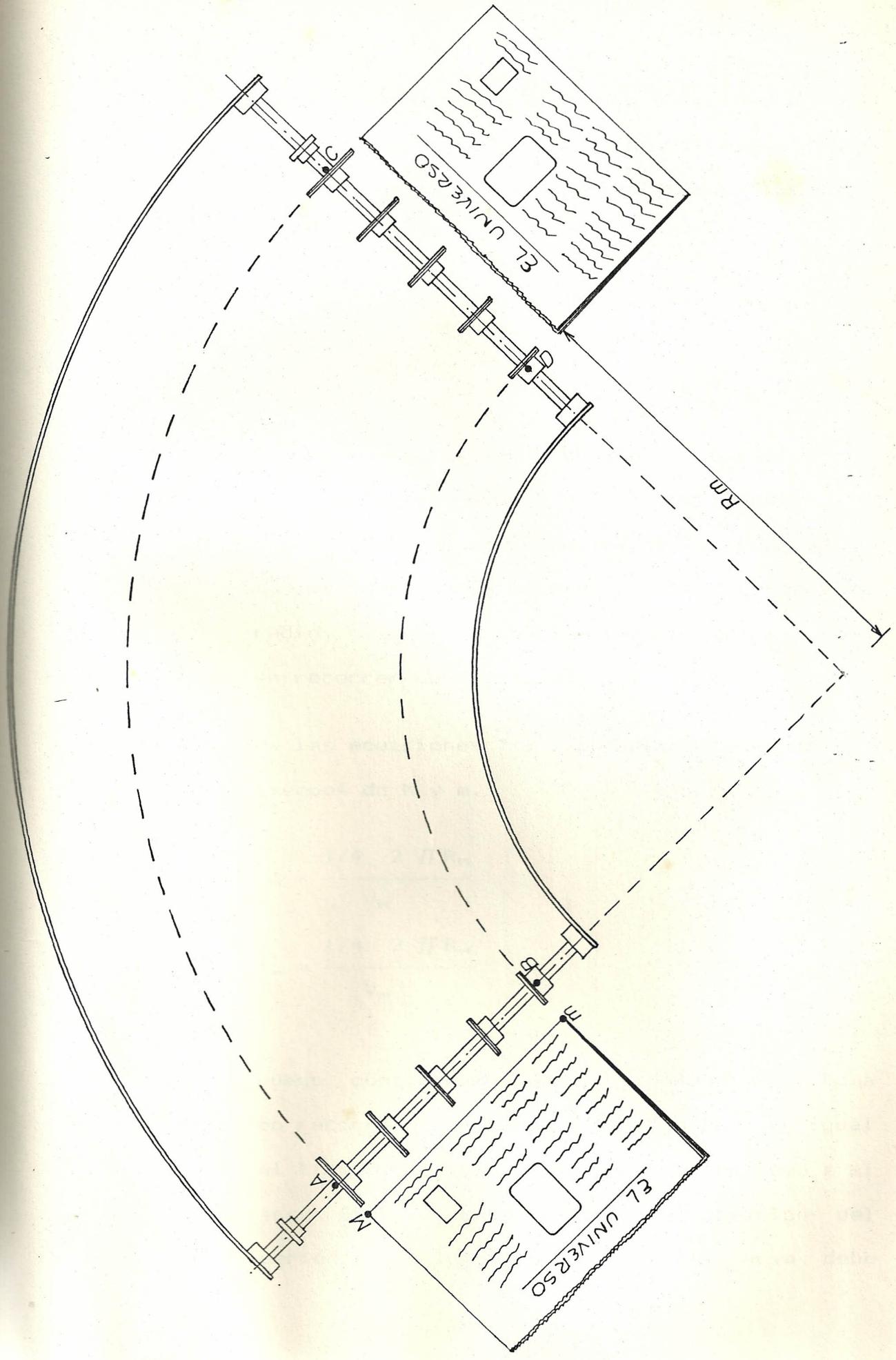


Fig. nº 3 Bosquejo de la trayectoria del periódico

criterio podemos decir que la velocidad en el extremo M y la velocidad en el extremo m están representadas por las siguientes ecuaciones:

$$V_M = \frac{AC}{t_M} \quad (1)$$

$$V_m = \frac{BD}{t_m} \quad (2)$$

Donde: los cargos AC y BD son los espacios que recorre los extremos M y m respectivamente, y estos tienen un valor de 1/4 de la longitud de la circunferencia formada por su respectivo radio, y  $t_M$  y  $t_m$  son los tiempos que se toma en recorrer sus espacios.

De las ecuaciones 1 y 2 podemos determinar los tiempos de M y m.

$$t_M = \frac{1/4 \cdot 2 \pi R_M}{V_M} \quad (3)$$

$$t_m = \frac{1/4 \cdot 2 \pi R_m}{V_m} \quad (4)$$

Luego consideramos que el tiempo que se toma en recorrer el extremo M al arco AC, es igual al tiempo que toma en recorrer el extremo m al arco BD, en base a que la posición del periódico a la salida de la parte curva debe

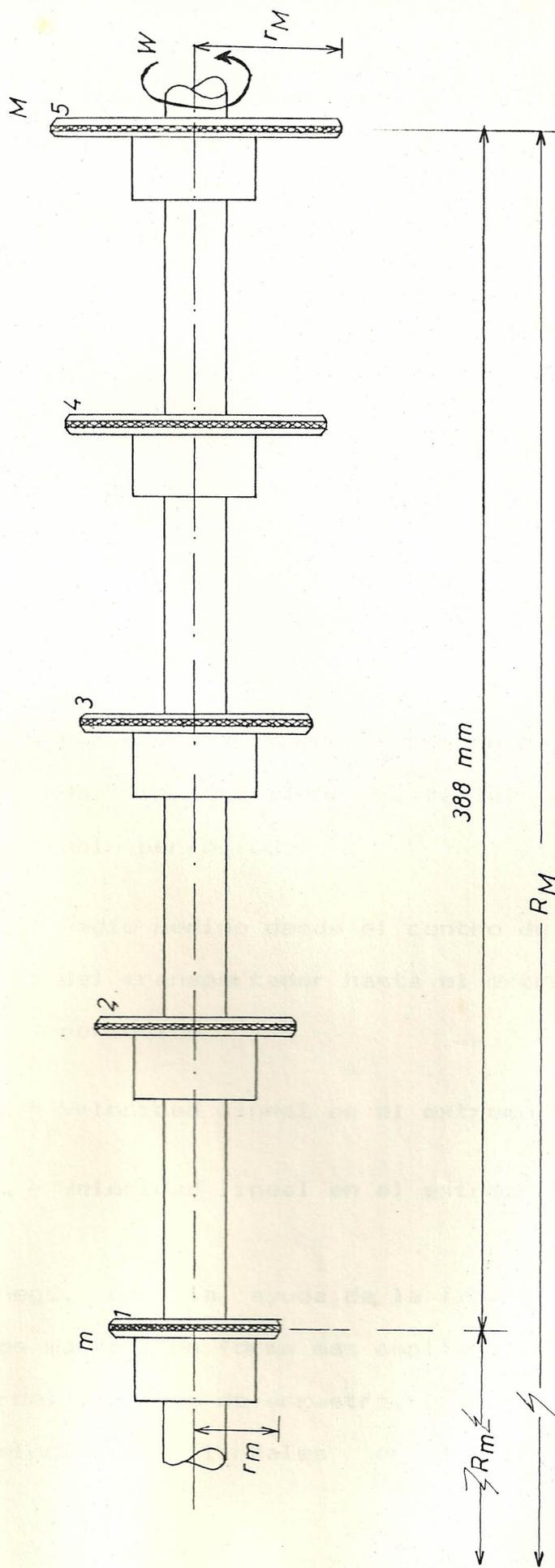


Fig. N° 4 Conjunto árbol-plateos de arrastre

ser igual a la entrada del mismo. Entonces, tenemos:

$$t_M = t_m$$

$$\frac{1/4 \cdot 2 \pi R_M}{V_M} = \frac{1/4 \cdot 2 \pi R_m}{V_m}$$

$$\frac{R_M}{V_M} = \frac{R_m}{V_m} \quad (5)$$

Donde:

$R_M$  = Radio medido desde el centro de curvatura del transportador, hasta el extremo M del periódico.

$R_m$  = Radio medido desde el centro de curvatura del transportador hasta el extremo m del periódico.

$V_M$  = Velocidad lineal en el extremo M

$V_m$  = Velocidad lineal en el extremo m

Luego, con la ayuda de la figura # 4 que nos muestra en forma más ampliada el conjunto árbol y platos de arrastre, determinamos las velocidades lineales en función de la

velocidad angular con la que gira el conjunto árbol-platos y de los radios de los platos de arrastre. A continuación tenemos sus respectivas ecuaciones:

$$V_m = \omega r_m \quad (6)$$

$$V_m = \omega r_m \quad (7)$$

Y reemplazando las fórmulas 6 y 7 en 5 obtenemos la relación entre los radios de curvatura y los radios de los platos de arrastre, la cual nos permitirá obtener el tamaño de cualquier transportador curvo.

$$\frac{R_m}{r_m} = \frac{r_m}{r_m} \quad (8)$$

Con la fórmula # 8 obtenemos los valores de los diámetros de los platos de arrastre que están tabulados en la Tabla 1. Para realizar estos cálculos se tiene como dato la longitud del periódico que es de 400 mm, lo que nos permite determinar 5 platos de arrastre, en base a pruebas realizadas, donde se observó que mientras mayor sea la distancia entre plato y plato, el periódico se pandeaba y se producía un atascamiento. También hay que tener en cuenta que los platos que van en los

extremos del periódico no deben ir en el filo del mismo, porque éste se caería ya sea de un lado u otro y nos crearía problema en la transportación. Entonces, éstos nos hace reducir la distancia entre los platos de los extremos a 388 mm, valor que fue tomado en base a pruebas experimentales, igual para la determinación del número de platos.

Otro dato importante es el radio de curvatura hasta el primer plato de arrastre, que viene dado de acuerdo al espacio físico existente, su valor es de 637 mm.

TABLA I

M	m	$R_m$ mm	$R_m$ mm	$r_m$ mm	$r_m$ mm
1		637	637	29	29
2		734	637	29	33.4
3		831	637	29	37.8
4		928	637	29	42.3
5		1025	637	29	46.7

✓

1

### 3.2.2 Determinación del número de árboles

La determinación del número de árboles, lo hacemos en base al desalineamiento que nos permite la cadena de transmisión.

Para esto realizamos los cálculos, donde utilizamos las formulas 9 y 10 que son determinadas con la ayuda de la figura # 5, y utilizando los criterios de Seno y Arco.

$$X = 2 R \text{ Sen } \alpha/2 \quad (9)$$

$$B = \left( \frac{3.14}{180} \right) R. \quad (10)$$

Donde:

X = Distancia entre los piñones de 2 árboles consecutivos.

B = Arco entre los piñones de dos árboles consecutivos.

R = Radio medido desde el centro de curvatura del transportador al piñón.

$\alpha$  = Angulo de apertura entre 2 árboles consecutivos.

Lo que pretendemos obtener, es que los valores de X y B sean casi iguales, lo que nos permite, que la cadena tenga un pequeño desalineamiento.

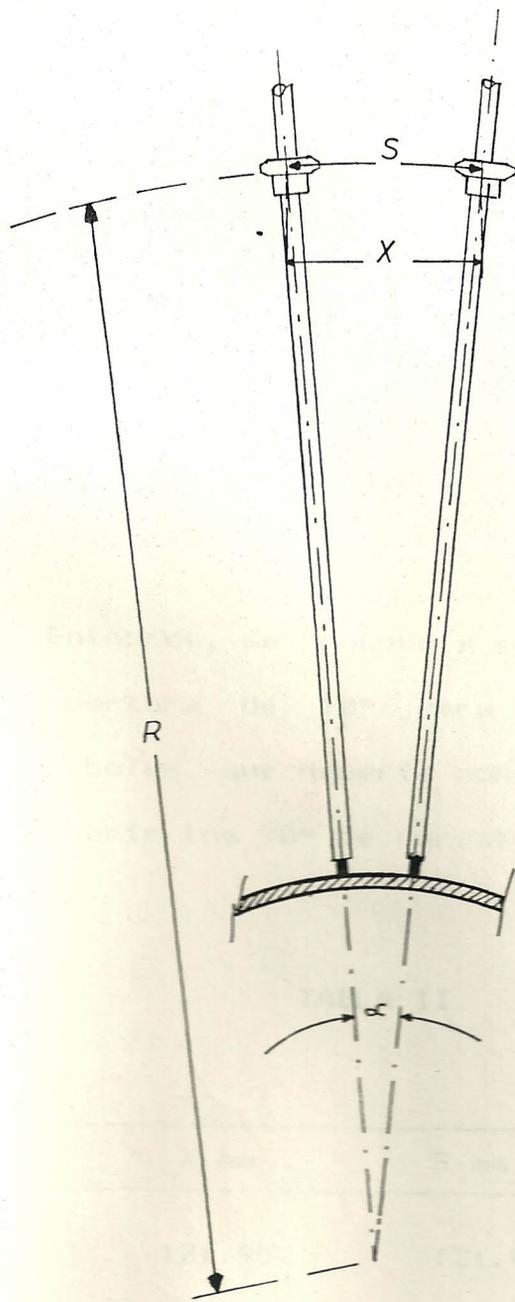


Fig. N° 5 Bosquejo de dos árboles consecutivos

A continuación tenemos la tabla # 2, cuyos valores son obtenidos experimentalmente, donde observamos, que para el ángulo de apertura  $10^\circ$ , tenemos que la diferencia entre X y S es de 0.2172 mm, el cual es mínimo comparado con los siguientes.

Esto nos indica que mientras el ángulo de apertura se hace mayor, el desalineamiento de la cadena es mayor, por lo tanto ésta se trabaría.

Entonces, se procede a escoger un ángulo de apertura de  $10^\circ$  para lo cual tenemos 10 árboles que debería construirse para lograr cubrir los  $90^\circ$  de curvatura del transportador.

TABLA II

$\theta$	X mm	S mm	S-X mm
6	121.952	121.988	0.0458
8	162.541	162.64	0.0992
10	203.083	203.3	0.2172
12	243.555	243.96	0.4051
16	324.266	325.28	1.0139

### 3.2.3 Cálculos para la determinación del diámetro de los árboles

La figura # 6 nos muestra las fuerzas de fricción que se producen entre los platos de arrastre y el periódico y el par de fuerza que se genera en el piñón de cadena.

La fuerza de fricción se la determina con la fórmula # 11.

$$f = \mu N \quad (11)$$

$\mu$  = es el coeficiente de fricción entre acero moleteado y papel, obtenida experimentalmente.

$N$  = es la normal

El valor del coeficiente de fricción se lo determina, hallando la tangente del ángulo que se forma en un plano inclinado, en este caso una plancha de acero moleteado, cuando el periódico empieza a deslizarse.

El ángulo que se obtuvo fue de  $39^\circ$  o coeficiente de fricción es de 0.81.

El valor de la normal lo determinamos analizando el del producto a transportar, tal

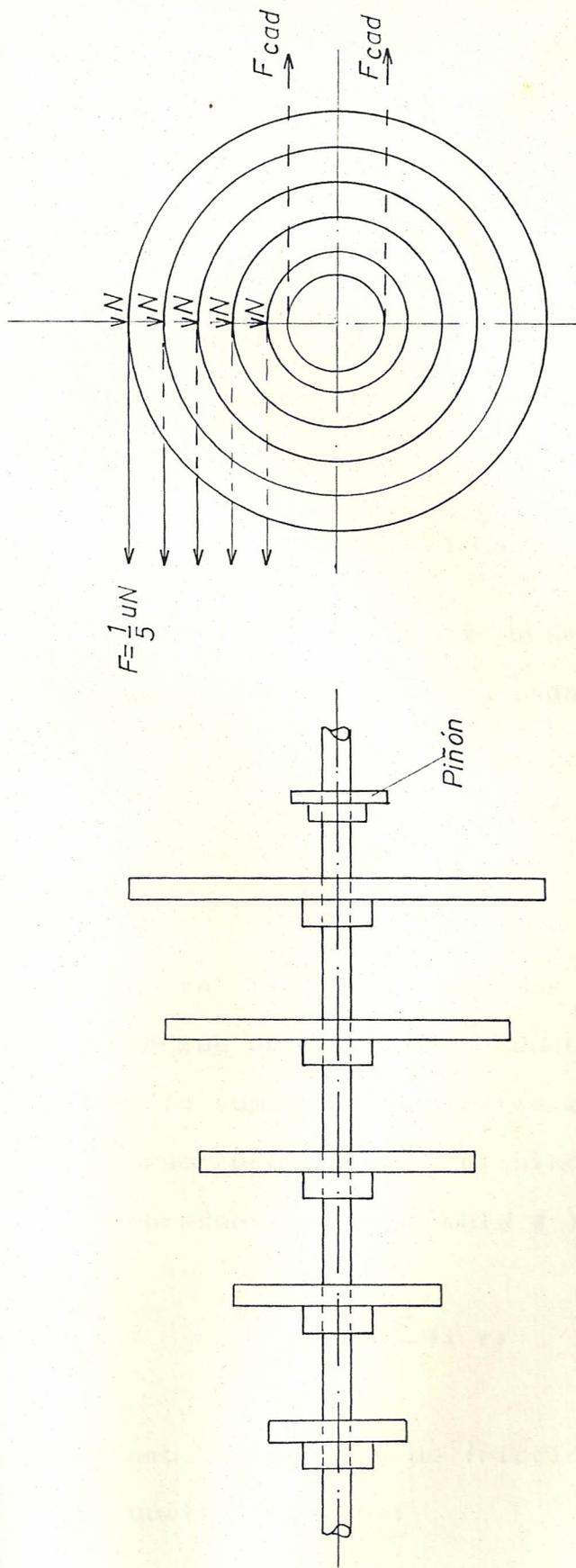


Fig. Nº 6 Bosquejo de las fuerzas que se producen en el árbol

es que, los 10 conjuntos árbol-platos soportan una carga de 20 Kg de periódico que se encuentran uniformemente distribuidos y por lo tanto cada conjunto soporta 2 Kg. y éste a su vez tiene 5 platos, los que soportarán 0.4 Kg. Entonces la normal N que es igual al peso que actúa sobre cada plato es igual a 0.4 multiplicado por la gravedad 9.81 m/s.

$$N = 3.924 \text{ Kg f}$$

Teniendo estos valores podemos determinar las fuerzas de fricción en cada plato.

$$f = 0.81 \times 3.924$$

$$f = 3.18 \text{ Kg f}$$

En la figura # 6 podemos observar que las fuerzas de fricción producen momentos torsor, y la suma de todos estos es igual al momento torsor producido en el piñón de cadena y está representada en fórmula # 12.

$$T = \sum f_i r_i \quad (12)$$

Como las fuerzas de fricción en cada plato son iguales, tenemos:

$$T = 3.18 (2.9 + 3.34 + 3.78 + 4.23 + 4.67)$$

$$T = 90.97 \text{ Kgr f-cm}$$

Volviendo a la figura # 6, tenemos que el árbol está sometido a momentos de torsión y flexión producido por el par de fuerza del piñón de cadena.

De aquí que hay que tener en cuenta la magnitud del par en el árbol.

Entonces, estudiamos la distribución del momento flector, para lo que realizamos los diagramas de esfuerzos cortantes.

Mediante este diagrama determinamos el momento flector máximo y con el valor máximo del momento de torsión, podemos determinar el diámetro del árbol.

Con la fórmula # 13, obtenida del libro de diseño de elemento de máquinas de Faires en la sección 9.2, tenemos la fuerza de la cadena del piñón.

$$F_{ca} = \frac{T}{r_p} \quad (13)$$

$r_p$  = radio del piñón 3.5 cm

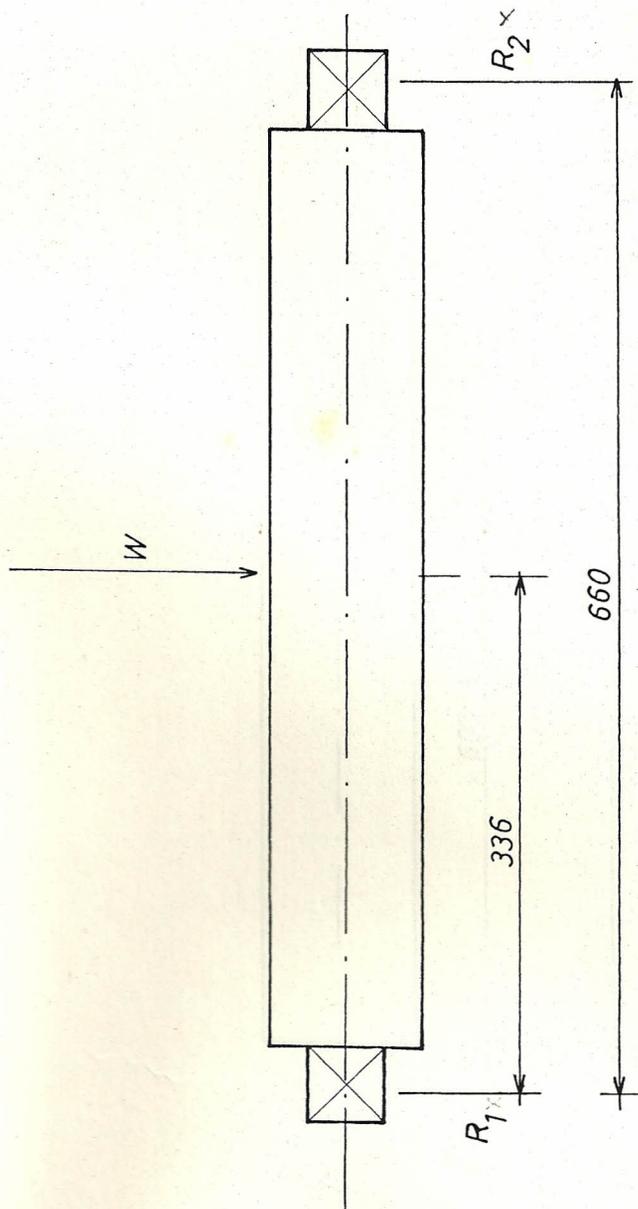


Fig. N° 7 Diagrama de fuerza en Plano X

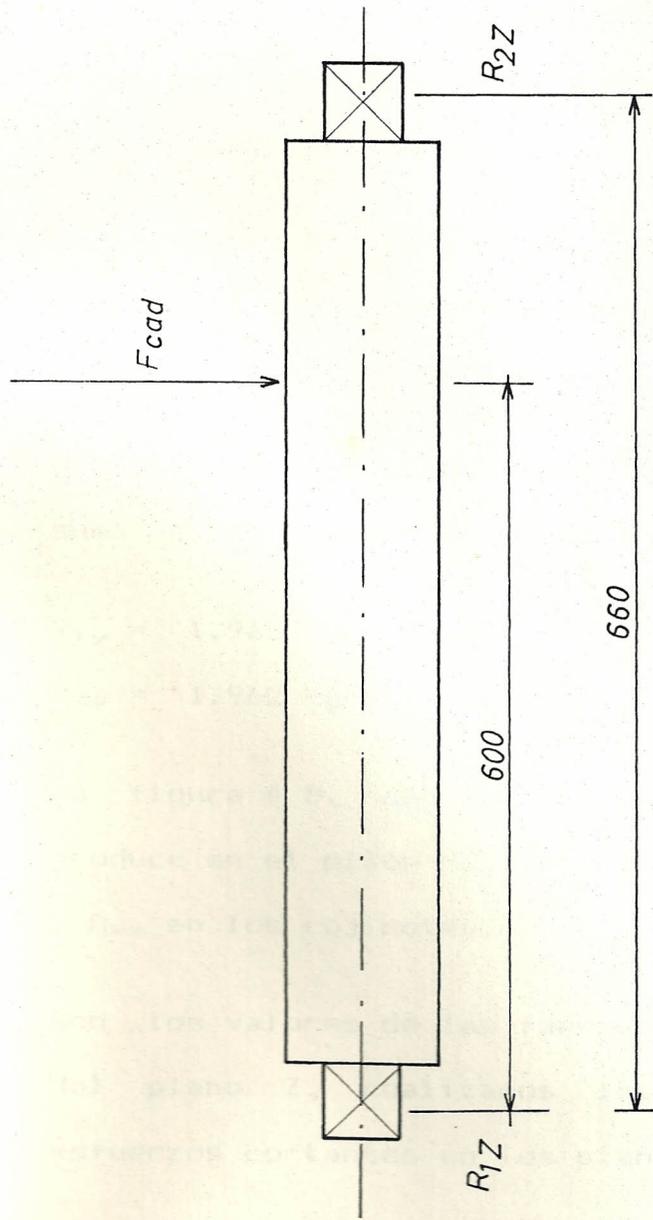


Fig. N° 8 Diagrama de fuerza en Plano Z

Entonces tenemos:

$$F_{cad} = 25.99 \text{ Kgrf.}$$

Con esto pasamos a realizar el análisis de las fuerzas que soporta el árbol en el plano Y y en el punto Z, para esto utilizamos la figura # 7 y 8 respectivamente.

En la figura # 7 tenemos  $R_{1y}$  y  $R_{2y}$  que son las reacciones que se presentan en los cojinetes, y W es el peso del periódico.

Utilizando el concepto de estática de que la suma de las fuerzas es igual a cero, tenemos:

$$R_{1y} = 1.962 \text{ Kgrf}$$

$$R_{2y} = 1.962 \text{ Kgrf}$$

La figura # 8, nos muestra la fuerza que se produce en el piñón  $F_{cad}$  y las reacciones  $R_{1z}$  y  $R_{2z}$  en los cojinetes.

Con los valores de las fuerzas del plano Y y del plano Z, realizamos los diagramas de esfuerzos cortantes en los planos respectivos.

Observando las figuras #s. 9 y 10 podemos determinar que las fuerzas que actúan en el plano Y son despreciables comparadas con las del plano Z.

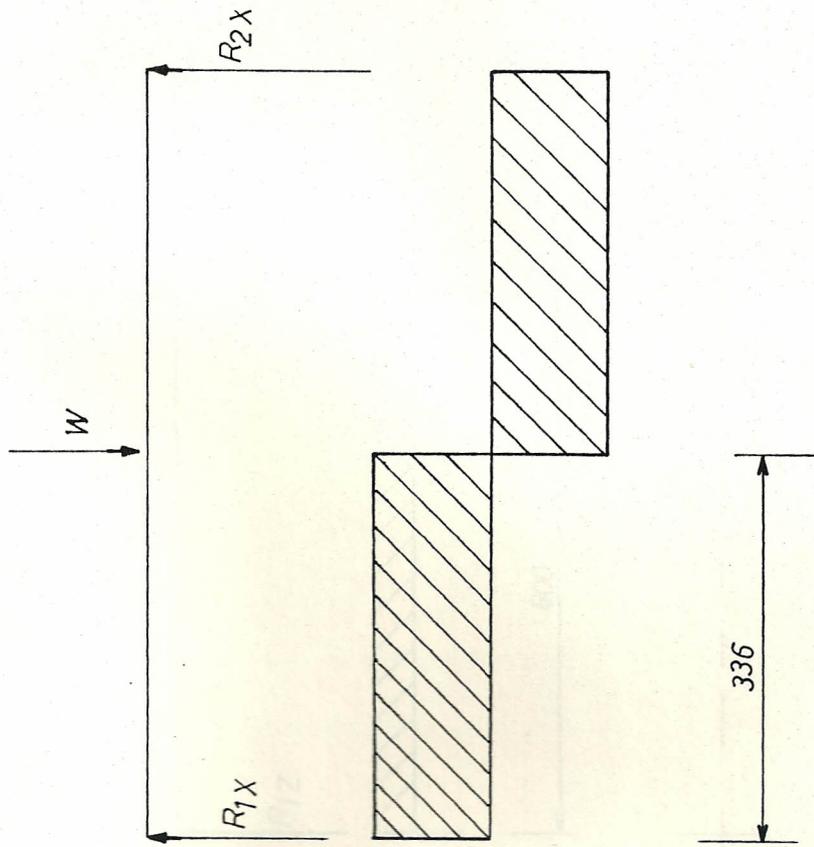


Fig. N° 9 Diagrama de esfuerzo cortante en Plano X

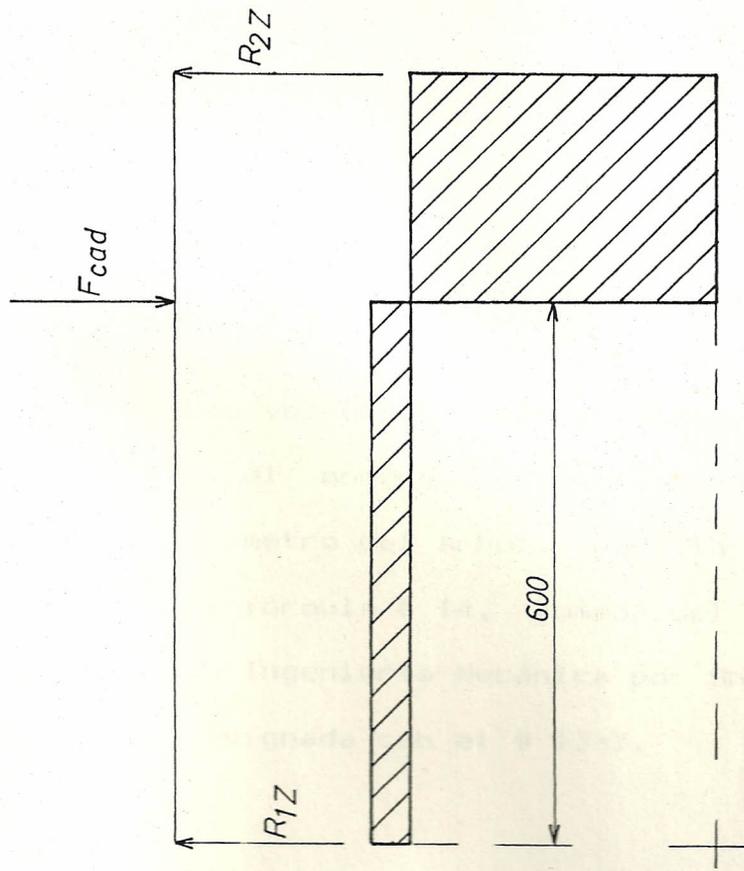


Fig. N° 10 Diagrama de esfuerzo cortante en Plano Z

Entonces, para efecto de cálculos consideramos sólo las fuerzas del plano Z.

En el diagrama de esfuerzo cortante, figura # 10, se observa que la fuerza  $F_{ca}$ , corta el eje de referencia, por consiguiente es el punto de máximo momento flector. Entonces la suma de los momentos a la derecha de la sección es:

$$\begin{aligned} M &= 25.97 \times 6 \\ &= 156 \text{ Kgrf} - \text{cm} \end{aligned}$$

Una vez determinado el máximo momento flector y el momento flector, determinaremos el diámetro del árbol, para la cual utilizaremos la fórmula # 14, tomada del libro el proyecto en Ingeniería Mecánica por Shigley donde está designada con el # 13-7.

$$d = \left( \frac{32 n}{\pi} \left[ \left( \frac{T}{S_y} \right)^2 + \left( \frac{M}{S_e} \right)^2 \right]^{1/2} \right)^{1/3} \quad (14)$$

$n$  = coeficiente de seguridad

$S_y$  = límite de fluencia

$S_e$  = límite de fatiga modificado

La selección del coeficiente de seguridad que ha de emplearse en un proyecto, es una

piense cuidadosamente.

La experiencia, más que otra cosa, le enseña un Ingeniero qué coeficiente escoger por lo tanto se recomienda un factor de seguridad de 1.25 hasta 4; pero no es raro encontrar factores de seguridad hasta 20 para salvaguardar la vida humana.

Para nuestro caso se elige un factor de seguridad de 4.

El límite de fluencia viene dado por las especificaciones del material a utilizarse.

El límite de fatiga modificado lo determinamos con la fórmula # 15, tomada del libro El Proyecto de Ingeniería Mecánica, por Shigley.

$$S_e = K_a K_b K_c S_e$$

Donde:

$K_a$  = coeficiente de superficie

$K_b$  = coeficiente de tamaño

$K_c$  = coeficiente modificado por concentración de tensiones

$S_e$  = límite de fatiga de la probeta.

El coeficiente de superficie  $K_a$ , viene dado de acuerdo al acabado superficial de la pieza a

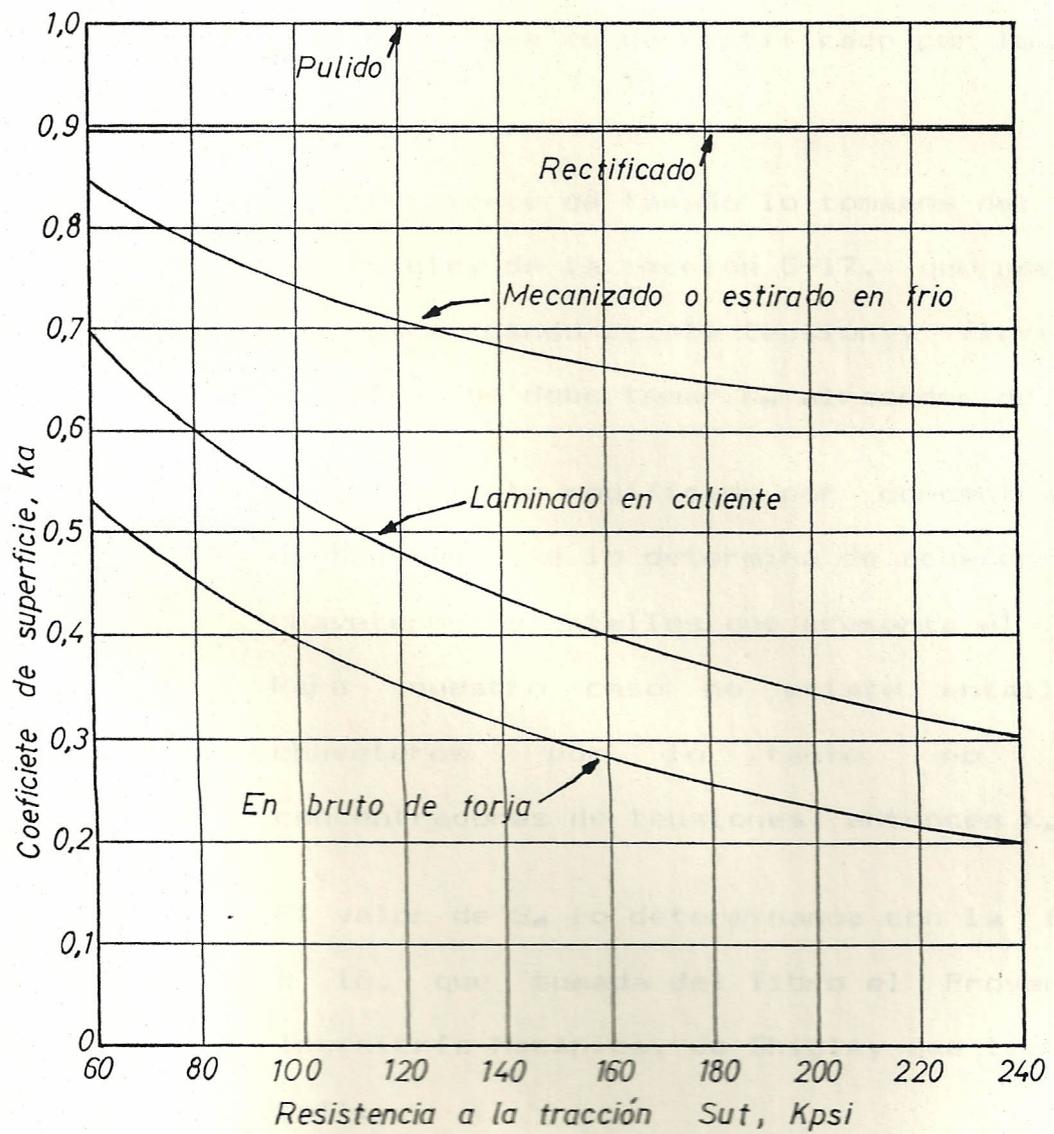


Fig. N° 11 Coeficientes modificativos por el acabado superficial

construirse } y para nuestro caso se lo determina en el libro de Shigley por medio de la figura // . { El acabado superficial de nuestra pieza es de rectificado por lo tanto es 0.89. }

{ El coeficiente de tamaño lo tomamos del libro de Shigley de la sección 5-17, que nos dice que para cuando existe tensión y flexión en una barra se debe tomar  $K_t$  alrededor de 0.85. }

El coeficiente modificado por concentraciones de tensiones se lo determina de acuerdo a los chaveteros y entalles que presenta el árbol. Para nuestro caso no existe entalles y chaveteros por lo tanto no existe concentradores de tensiones, entonces  $K_e = 1$ .

{ El valor de  $S_e$  lo determinamos con la fórmula # 16, que tomada del libro el Proyecto de Ingeniería Mecánica, de Shigley que tiene el # 5-11. }

$$S_e = 0.5 S_u \quad (16)$$

Utilizando un acero 1015 con las siguientes características:

$$S_u = 4430 \text{ Kgrf/cm}^2$$

$$S_y = 3230 \text{ Kgrf/cm}^2$$

Y con los valores correspondientes de los demás parámetros utilizamos la fórmula # 14 y determinamos el diámetro del árbol de 18 mm.

#### 3.2.4 Determinación de los rodamientos

Realizando el análisis de las cargas que soporta el árbol, encontramos que las cargas axiales son nulas y sólo actúan cargas radiales, lo que nos permite seleccionar los rodamientos de bolas.

Luego por medio de las reacciones  $R_1 = 2.36$  Kgrf y  $R_2 = 23.64$  Kgrf y sabiendo que el sistema construido es emergente, esto es, que el tiempo sometido a trabajo es bajo y con ayuda del manual de mantenimiento y recambio de rodamiento de la SKF determinamos el rodamiento de bolas 624 que tiene un diámetro interior de 4 mm, diámetro exterior de 13 mm y ancho 5 mm.

#### 3.2.5 Selección de los piñones de cadena

Es necesario que el desplazamiento del periódico por el transportador curvo sea uniforme y constante, para la cual utilizamos un sistema de transmisión a base de cadena con una relación de 1:1. Esta relación permite

determinar que los piñones deben tener los mismos diámetros.

Debido a la distancia entre los ejes de los árboles, es necesario escoger piñones con diámetros pequeños y por ende paso pequeño, lo que nos permitiría ayudar el desalineamiento que existe entre piñón y piñón.

Se considera como buena regla el utilizar una rueda conductora de 17 dientes por lo menos, para obtener un funcionamiento suave a velocidades moderadas y altas. Para velocidades muy bajas, o cuando haya limitaciones severas del espacio, puede utilizarse un número más pequeño de dientes, sacrificando algo la duración de la cadena.

Para nuestro caso utilizamos un piñón de 14 dientes, que tiene un diámetro de 70 mm, un paso de 12.7 mm y un ancho de 8 mm, teniéndose que tomar en cuenta la disponibilidad de éstos en el mercado, debido a que se necesitan 19 piñones del mismo tamaño, para obtener una velocidad constante en el transportador.

La selección de la cadena lo hacemos en base al paso y ancho del piñón, tal es así, que los fabricantes de cadena de rodillos tienen

tablas normalizadas en las que podemos determinar el número de la cadena a utilizarse.

Para nuestro caso utilizamos cadena número 40 que tiene un paso de 12.3 mm, ancho 8 mm, y una resistencia a la tracción de 1680 Kgr. Si esta resistencia a la tracción es comparada con la que se obtuvo en nuestros cálculos  $F_{c_{max}} = 25.99 \text{ Kg}$ , podemos darnos cuenta, que el valor dado por el fabricante es aproximadamente 50 veces mayor que el nuestro, por lo tanto está sobredimensionada y no habrá peligro de que falle por falta de resistencia a la tracción.

#### 3.2.6 Determinación de la potencia requerida

Con la ecuación # 17 podemos determinar la potencia que necesita el transportador para ponerlo en movimiento. Esta fórmula es tomada del libro el Proyecto en Ingeniería Mecánica, de Shigley, donde está designada con el número 2-13.

$$\text{Pot} = \frac{T \cdot n}{71700} \text{ [cv]} \quad (17)$$

Donde:

T = Momento torsor Kgr-cm

n = # de rev/mit. 40

71700 = una constante de unidades

En la seccion 3.2.3, determinamos el momento torsor:

$$T = 90.966 \text{ Kgr - cm}$$

Y tenemos como dato que el transportador debe girar a 40 rpm, determinamos entonces con la formula # 13 la potencia en c/árbol.

$$P = \frac{90.966 \times 40}{71700}$$

$$P = 0.05072 \text{ cv.}$$

Es de recordar que el transportador tiene 10 árboles; entonces la potencia total será:

$$P_t = 0.5072 \text{ cv}$$

y multiplicado por el factor de conversión de 0.746 obtenemos la potencia total en kilowatts.

$$P_t = 0.3925 \text{ kw.}$$

## CAPITULO IV

### CONSTRUCCION Y MONTAJE DEL TRANSPORTADOR CURVO

#### 4.1 MECANIZACION DE LOS COMPONENTES

Antes de proceder con la construcción de las diferentes piezas o elementos que componen el transportador curvo, es necesario disponer de los siguientes puntos:

- a) Dibujo definitivo de pieza; con sus respectivas dimensiones, tratamiento térmico y la calidad del material.
- b) Cantidad de pieza a producir
- c) Producción diaria
- d) Maquinaria disponible
- e) Situación de la maquinaria en el taller
- f) Posibilidad de adquisición de otra maquinaria
- g) Utilajes disponibles
- h) Posibilidad de desplazar la maquinaria a posiciones más convenientes.

Tomando en cuenta estos puntos, podemos entonces

determinar el tipo de maquinaria a emplearse en la fabricación de los diferentes componentes del transportador, tal es el caso, que se utilizó máquinas-herramientas como torno, limadora, taladro, soldadoras y utilajes como pié de rey, micrómetro, compases interior y exterior.

A continuación, por medio de ciclos de fabricación expresamos la manera como se realizó la mecanización de los componentes del transportador curvo.

En el ciclo de fabricación tenemos el nombre del producto para nuestro caso sería: transportador curvo, la denominación de la pieza, la cantidad o número de pieza que ha de construirse, el nombre del material a emplearse, el número de operario que se necesita para su elaboración, nombre de la maquinaria a utilizarse, la descripción de las operaciones que se realizan en la maquinaria, un croquis de la pieza a construirse con sus respectivas medidas, utilajes empleados, datos técnicos de la maquinaria cuando realiza la mecanización y el tiempo empleado.

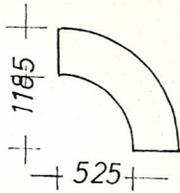
Una vez realizada la mecanización de los componentes del transportador curvo, se procede con el ensamblaje de las mismas.

CICLO DE FABRICACION

PRODUCTO : TRANSPORTADOR CURVO

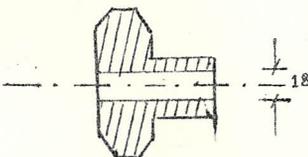
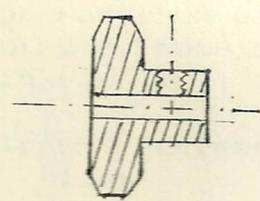
DENOMINACION DE LA PIEZA : MESA CURVA CANTIDAD: 1

MATERIAL : AISI  
A 1020

N° OPERADOR	MAQUINA	DESCRIPCION DE LA OPERAC. Y CROQUIS	UTILAJES	DATOS TECN.	TIEMPO min
2	Soldado ra Auto gena Rolado ra		Flexóme tro Plantilla		8 hs
	Soldado ra eléc trica	a) Cortado con ace- tileno de la me- sa curva b) Acabado de las paredes de la mesa c) Soldado de las paredes d) Soldar paredes ó soportes de los árboles.			

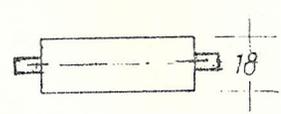
CICLO DE FABRICACION

PRODUCTO :	TRANSPORTADOR CURVO
DENOMINACION DE LA PIEZA :	TORNEADO DEL DIAMETRO INT. DE LOS PIONES DE CADENA :
CANTIDAD:	19
MATERIAL :	

N° OPERADOR:	MAQUINA:	DESCRIPCION DE LA OPERAC. Y CROQUIS	UTILAJES:	DATOS:	TIEMPO:
				TECN.:	min
1	Torno Paralelo	 <p>(a) Fijar piñón en mandril de 3 ga                      (b) Perforado con broca de 19 mm                      (c) Tornear interior a = 18 mm</p>	Pie de rey Compás interior Broca	a=0.1 mm	15 min
1	Taladro de columna	 <p>(a) Perforado a = 5 mm                      (b) Radializado a 6 mm</p>	Broca =		10 m

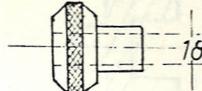
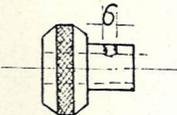
CICLO DE FABRICACION

PRODUCTO	TRANSPORTADOR CURVO		
DENOMINACION DE LA PIEZA	ARBOL	CANTIDAD:	10
MATERIAL	AISI: 1018		

N° OPERADOR	MACHINADO OPERAC. Y CRUCES	DESCRIPCION DE LA UTILAJES	DATOS TECH.	TIEMPO min
1			Micrómetro de 10-29 mm	n=500 10 min
		<p>(a) Fijar la pieza en mandril de 3 garras y en el otro extremo con tuerca</p> <p>(b) Tornear extremo =12mm</p> <p>(c) Controlar y desmontar</p> <p>(d) Proceder de la misma manera para el otro extremo siguiendo los pasos a), b), c).</p>		

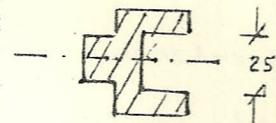
CICLO DE FABRICACION

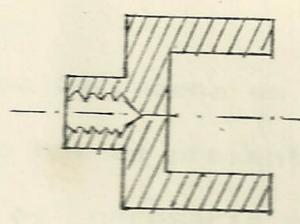
PRODUCTO :	TRANSPORTADOR CURVO		
DENOMINACION DE LA PIEZA :	PLATOS DE ARRASTRE	CANTIDAD:	10
MATERIAL :	AISI: 1018		

N° OPERADOR:	MAQUINA:	DESCRIPCION DE LA OPERAC. Y CROQUIS	UTILAJES:	DATOS:	TIEMPO:
				TECN.:	min
1	Torno Paralelo	 <p>(a) Fijar pieza en mandril de 3 garras.                      (b) Tornear ext. 637                      Tornear ext. 30                      (c) Tornear <math>i=19</math>                      (d) Moletear</p>	Pié de rey	$a=0.2$ mm/seg.	20 min
1	Taladro de Columna	 <p>(a) Perforado para pasar machuelo de 6 mm.                      (b) Machuelear</p>	Broca de 5mm Machuelo	Palanca de machuelo	5 min

CICLO DE FABRICACION

PRODUCTO	TRANSPORTADOR CURVO	
DENOMINACION DE LA PIEZA	CAJERA DE RULIMANES	CANTIDAD: 20
MATERIAL	AISI 1018	

N° OPERADOR	MAQUINA	DESCRIPCION DE LA OPERAC. Y CROQUIS	UTILAJES	DATOS TECN.	TIEMPO min
1	Torno	 <p>a) Fijar la pieza                      b) Perforar interior con broca de <math>\varnothing = 25</math> mm                      c) Tornear a 26 mm.</p>	Compás interior Pie de rey Broca de 25 m Barra de torneear interior	a=0.2 mm	15 min

1			Machuelo		5 min
			Machuelear a 10mm	10 mm	

#### 4.2 MONTAJE, INSTALACION Y PUESTA A PUNTO

Teniendo todas las piezas mecanizadas del transportador curvo, colocamos los 5 platos de arrastre en forma escalonada, de tal manera que de la impresión de ser un rodillo cónico, sobre el árbol de 20 mm, además se colocan 2 piñones de cadena, que nos servirá para hacer la conexión entre árbol y árbol.

Una vez armado los árboles con sus respectivos platos de arrastre y piñones, lo colocamos sobre la mesa curva. Estos árboles deben tener una apertura de  $10^\circ$  entre sí y la disposición de los árboles deben tener una inclinación de tal manera que la línea que se forma al unir los diámetros exteriores de los cinco platos de arrastre, sea horizontal, esto lo podemos ver en la figura # 12.

Luego, colocamos la cadena en los piñones. Debido al desalineamiento que se presenta por la disposición de los árboles, es necesario que la cadena tenga un pequeño juego, el cual permitirá que no se trabe.

Instalado y armado el transportador curvo se realizan las pruebas correspondientes.

Se pudo detectar que el transportador recto que se encuentra después del transportador curvo tiene poca fuerza de arrastre cuando recibe el periódico, esto

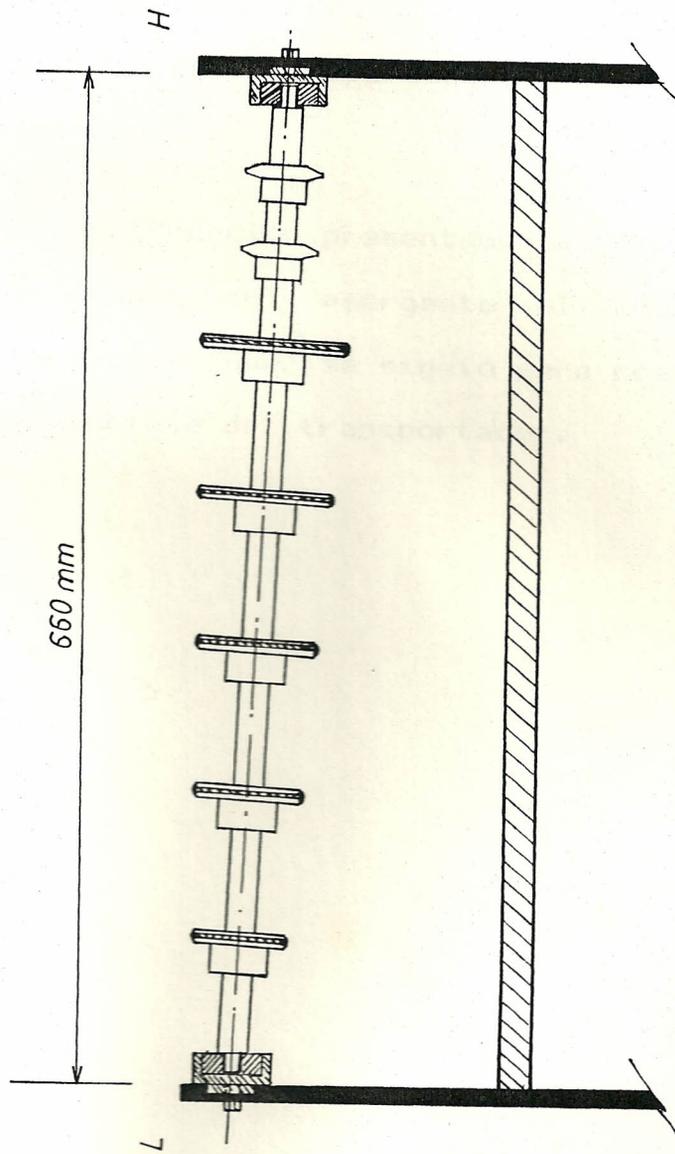


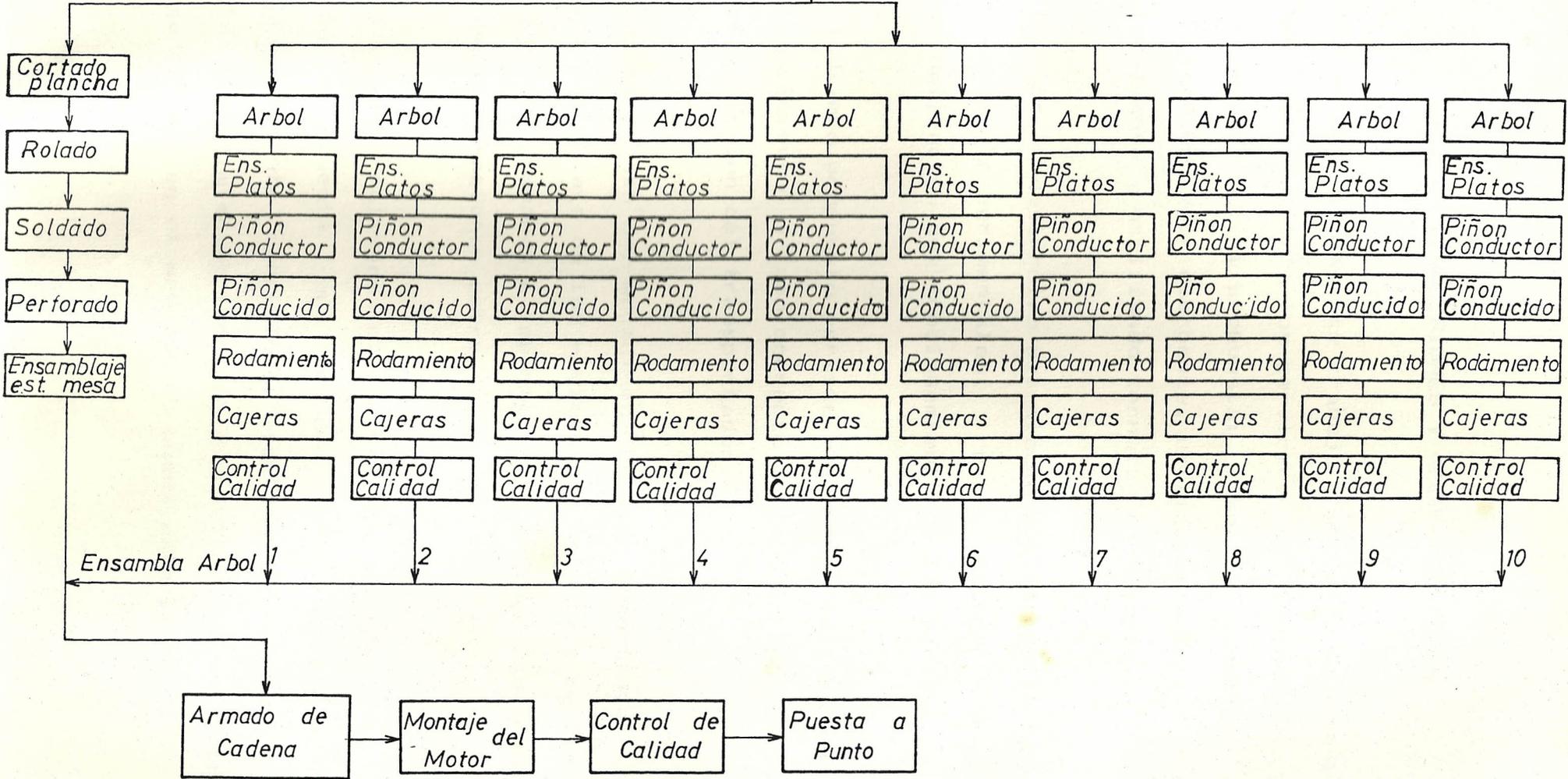
Fig. N° 12 Posición del conjunto árbol-platos de arrastre en el transportador

hace que éste gire, por lo que es necesario realizar una modificación que consiste en hacer que el último conjunto de platos de arrastre tengan los mismos diámetros.

Con esta modificación la posición del periódico a la salida del transportador curvo es igual a la de la entrada.

A continuación presentamos el ciclo del montaje del transportador emergente el cual nos indica la secuencia que se siguió para realizar el armado o ensamblaje del transportador.

MATERIA PRIMA



CICLO DE MONTAJE DEL TRANSPORTADOR

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El autor del presente trabajo y por ende la empresa a la que se le prestó los servicios de Ingeniería pudieron conseguir la meta propuesta: diseñar, construir y montar un transportador emergente, utilizando material disponible localmente y utilizando tecnología nacional.

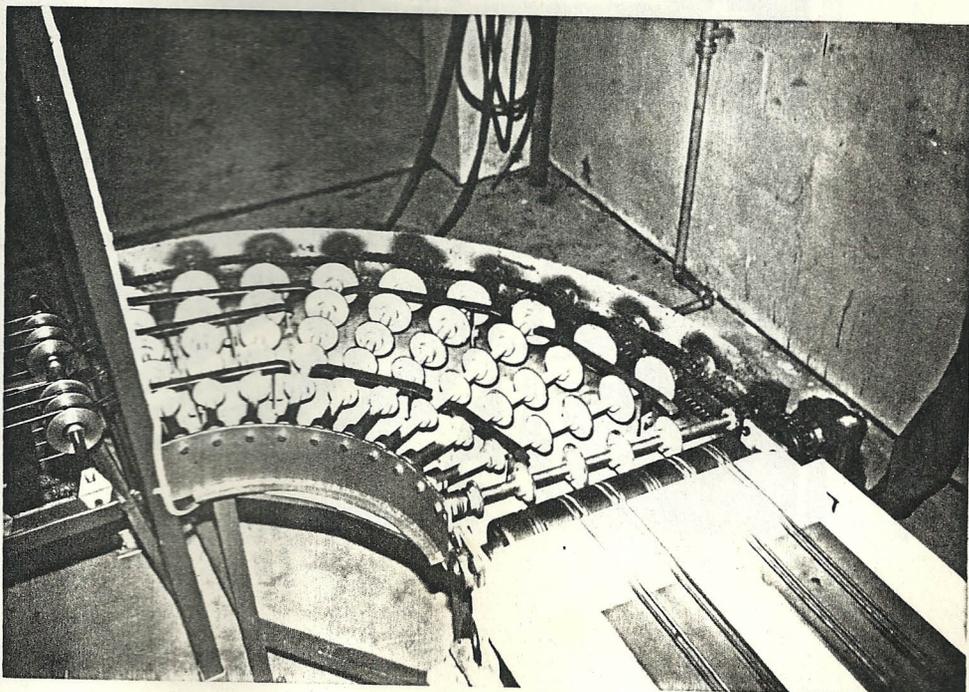
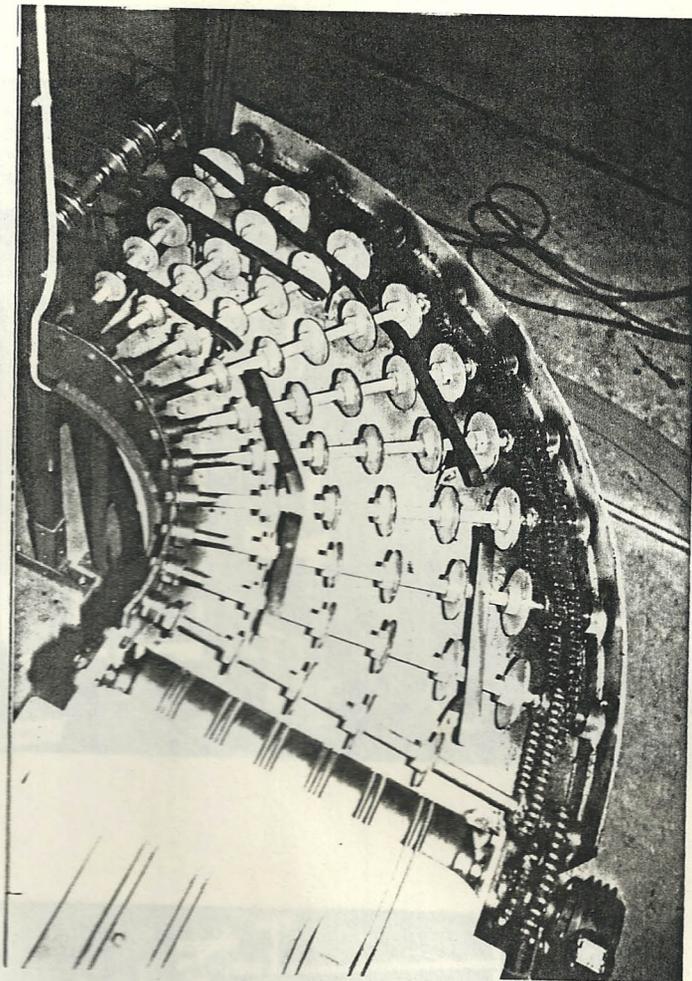
Durante el desarrollo del diseño fue necesario requerir de pruebas experimentales, para obtener una mejor visualización del funcionamiento de las partes.

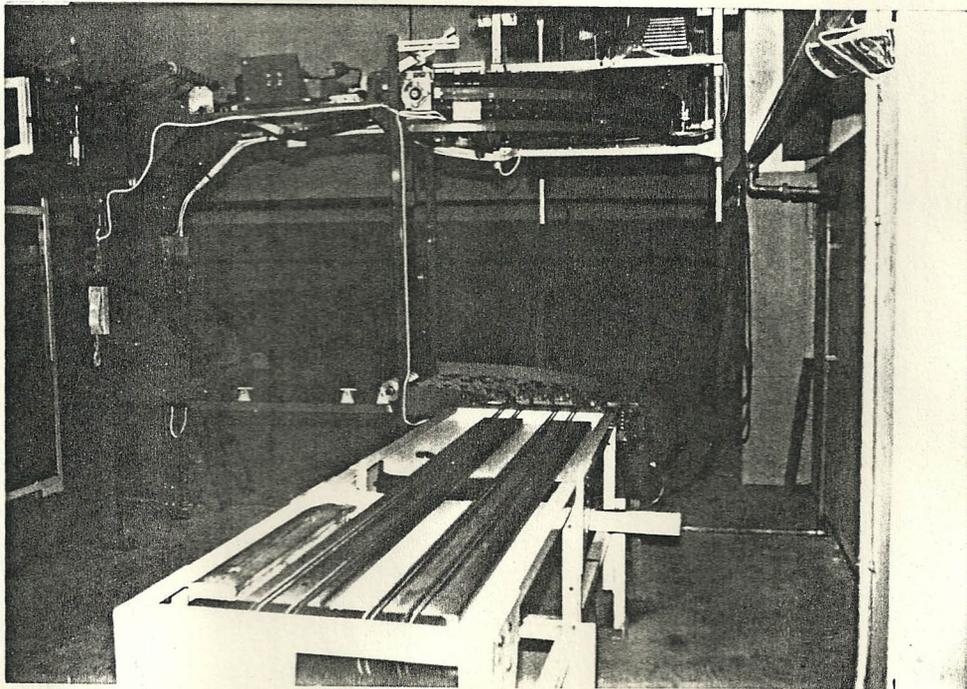
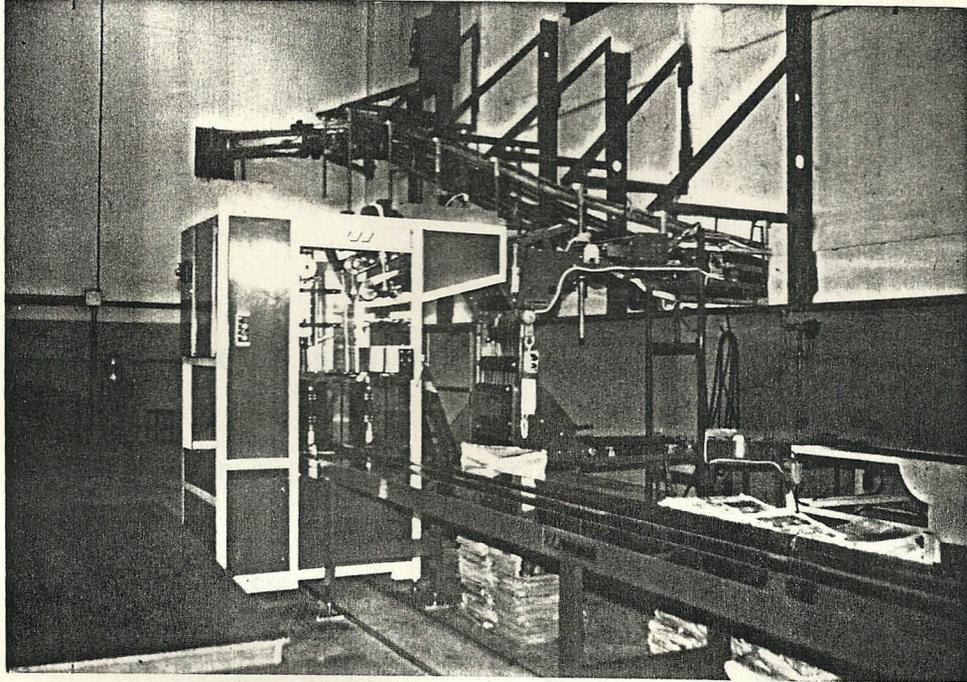
El diseño propuesto permite visualizar la importancia del conocimiento y uso correcto de los parámetros para la construcción del transportador.

En el diseño del mecanismo ha sido importante tener un sentido claro de los movimientos relativos de las partes que las componen e importante determinar las dimensiones que se relacionan entre sí.

Una vez realizado el transportador emergente podemos darnos cuenta que no es tan compleja, diríamos prácticamente sencillo de efectuarse, si a más de tener los conocimientos teóricos y prácticos de su fabricación se dispone en el mercado de buena materia prima.

APENDICE





\* BIBLIOGRAFIA

- EL PROYECTO DE INGENIERIA. MECANICA DE SHIGLEY
- DISEÑO DE ELEMENTOS MECANICOS DE FAIRES
- MECANICA DE SOLIDOS, SINGER