

**CONSTRUCCION DE UN REGULADOR MECANICO DE BANDA PARA
ALIMENTAR UN MOLINO DE BOLAS**

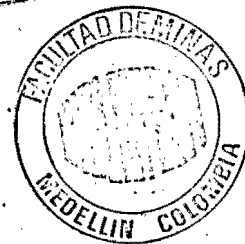
JORGE IVAN ALVAREZ GONZALEZ

Trabajo presentado como requisito para
promoción a Profesor Asociado.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SECCIONAL DE MEDELLIN
FACULTAD DE MINAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECANICA
Medellín, 1993**



F
621.852
159



AGRADECIMIENTOS

Los objetivos logrados en el presente trabajo corresponden en gran medida al aporte del grupo de Minería y el autor desea expresar sus agradecimientos a:

Señor Victor Hernández Jaramillo, y su grupo de trabajo en el desarrollo constructivo del proyecto.

Ingeniero Enrique Arango Linares, en la parte administrativa.

Ingeniero Eliseo Fresneda Bautista, en su asesoría conceptual del proyecto.

Donación a: El Cullor
30 - VI - 93

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE FIGURAS	iv
RESUMEN	v
1. INTRODUCCION	1
2. DESCRIPCION DEL EQUIPO	3
2.1 DESCRIPCION GENERAL	3
2.2 DESCRIPCION SUBCONJUNTOS	4
2.2.1 Movimiento oscilatorio	4
2.2.2 Sistema de trinquete	5
3. CALCULOS BASICOS	6
3.1 SISTEMA DE TRINQUETE	6
3.2 CAPACIDAD	7
3.3 VELOCIDAD DE LA BANDA	8
3.4 POTENCIA DEL MOTOR	9
3.5 CALCULO DE ANGULO DE ROTACION	11
4. PRESUPUESTO	12
5. CONCLUSIONES	13
BIBLIOGRAFIA	14

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Pág.
1.	Proceso de Reducción de tamaño	2
2.	Esquema general del equipo	3
3.	Movimiento del brazo	4
4.	Accionamiento de la volante	5
5.	Cuña de Fricción	6

RESUMEN

El presente trabajo se basa en un rediseño de una banda dosificadora que regula el material de entrada a un molino que procesará 30 ton/día de mineral auroargentífero.

El trabajo se materializa en la construcción y evaluación de la banda dosificadora la cual se encuentra en las instalaciones del Departamento de Ingeniería Mecánica. Adicionalmente se adjunta planos básicos (no definitivos) con los cuales se realizó el proceso de fabricación y montaje de los distintos elementos componentes, como también algunos cálculos básicos y un cuadro de costos incurridos.

Basados en diseños y equipos existentes se realiza un rediseño del sistema de transmisión y se acondiciona a los requerimientos del proyecto Marmato (obra civil) amén de analizar algunos problemas de funcionamiento que si bien no son relevantes, si mejoran las condiciones de dosificación.

Las características generales del equipo son:

- . Alto 1350 mm
- . Largo 660 mm

1. INTRODUCCION

El presente trabajo se desarrolla en el marco general del proyecto "Diseño y construcción de equipos para pequeña y mediana minería" que comprende la construcción de una planta de procesamiento para mineral auroargentífero que se instalaría en Marmato - Caldas¹.

La dosificación de banda, objeto del presente estudio, sirve de nexo entre las dos etapas iniciales del proceso: trituration y molienda, ver Figura 1. Este equipo es muy utilizado en plantas de baja producción, es decir menores de 50 ton/día aproximadamente y será utilizado para alimentar un molino de bolas cuya capacidad es de aproximadamente 30 ton/día.

Se toma como punto de partida el análisis de equipos existentes en instalaciones similares a la proyectada, posibilitando así plantear una solución constructiva, sólida y de bajo costo.

¹ ARANGO L., Jorge Enrique. Construcción planta de beneficio " La Aurora". Informe de evaluación, marzo 1992. Universidad Nacional - Mineralco.

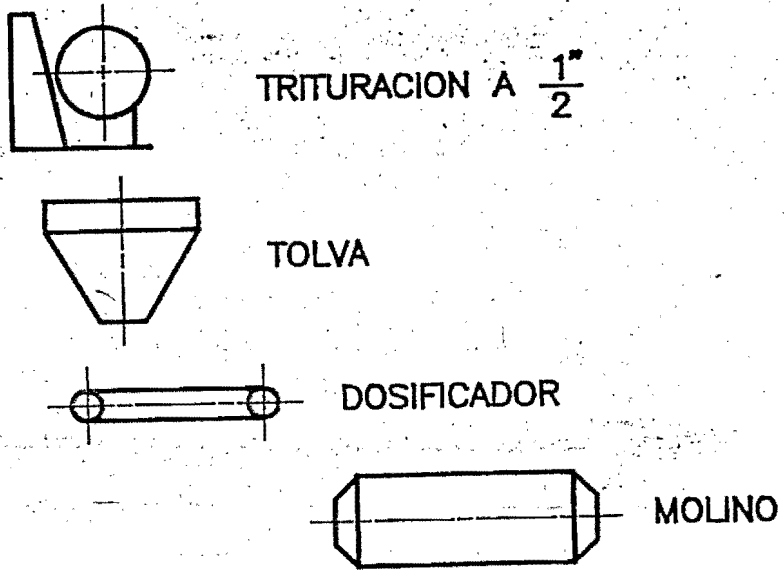


FIGURA 1. Proceso de Reducción de tamaño.

2. DESCRIPCION DEL EQUIPO.

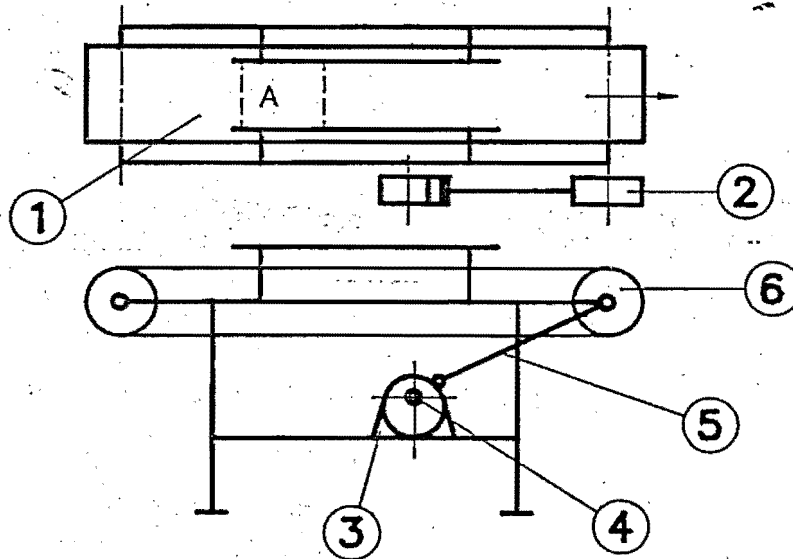


FIGURA 2. Esquema general del equipo

2.1 DESCRIPCION GENERAL :

El material depositado en la Zona A del dosificador es transportado por la banda 1, según se indica en la Figura 2. El movimiento se inicia en el motorreductor 3, que tiene acoplada una excéntrica 4., produciendo en el brazo 5 un movimiento oscilatorio. Este brazo dispone de un sistema de trinquete que le imprime movimiento intermitente a la volante 2, y ésta a su vez al tambor motriz 6, produciendo un movimiento intermitente en la banda.

2.2 DESCRIPCION SUBCONJUNTOS

Se divide el equipo en dos (2) sistemas básicos de movimiento como son: movimiento oscilatorio del brazo y el dispositivo de trinquetes que transmite el movimiento intermitente a la banda.

2.2.1 Movimiento oscilatorio.

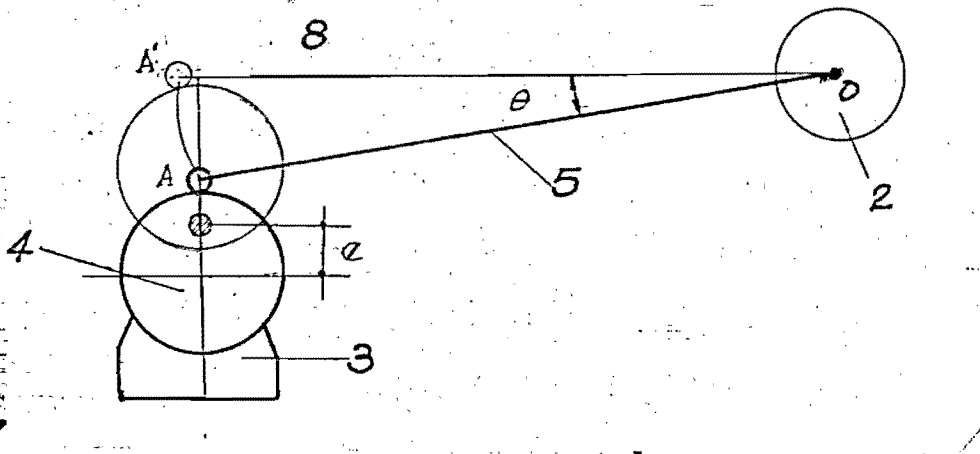


FIGURA 3. Movimiento del brazo

El motorreductor 3. transmite una rotación a la excéntrica 4. que le imprime un movimiento oscilatorio al brazo 5. a través del seguidor 8. describiendo un ángulo θ en recorri-ascendente de AA'. Este ángulo es función de la distancia entre centros de la volante 2. al seguidor 8. y la excéntrica e.



2.2.2 Sistema de trinquete

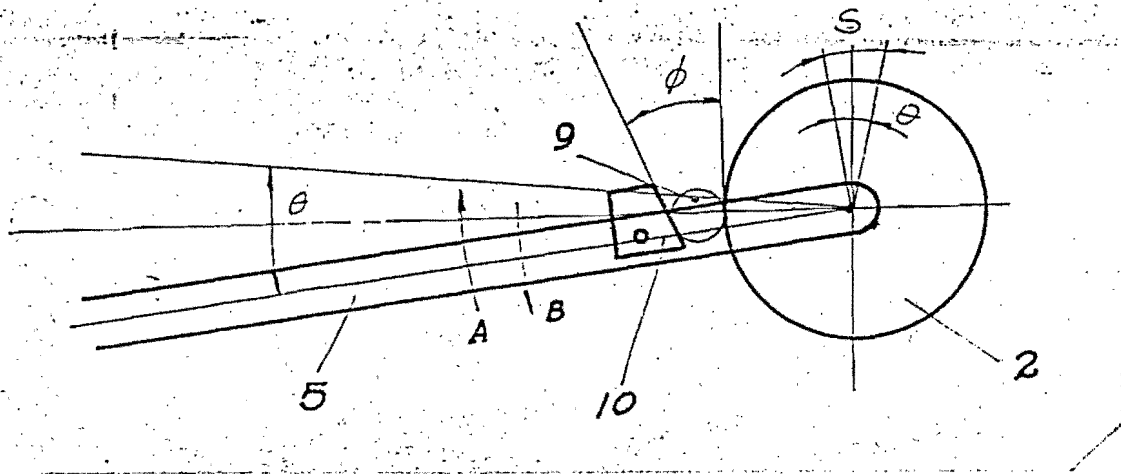


FIGURA 4. Accionamiento de la volante.

El movimiento oscilante del brazo 5. es transmitido al bloque 10. que comprime el cilindro 9. contra la volante 2. imprimiéndole movimiento por fricción. El ángulo θ será el mismo ángulo que rota el tambor al ascender, ya que durante el descenso el cilindro 9. cae por gravedad.

El ángulo ϕ formado por la cuña y la tangente a la volante es crítico ya que determina básicamente el ángulo de fricción lo que deberá ser regulable.

3. CALCULOS BASICOS

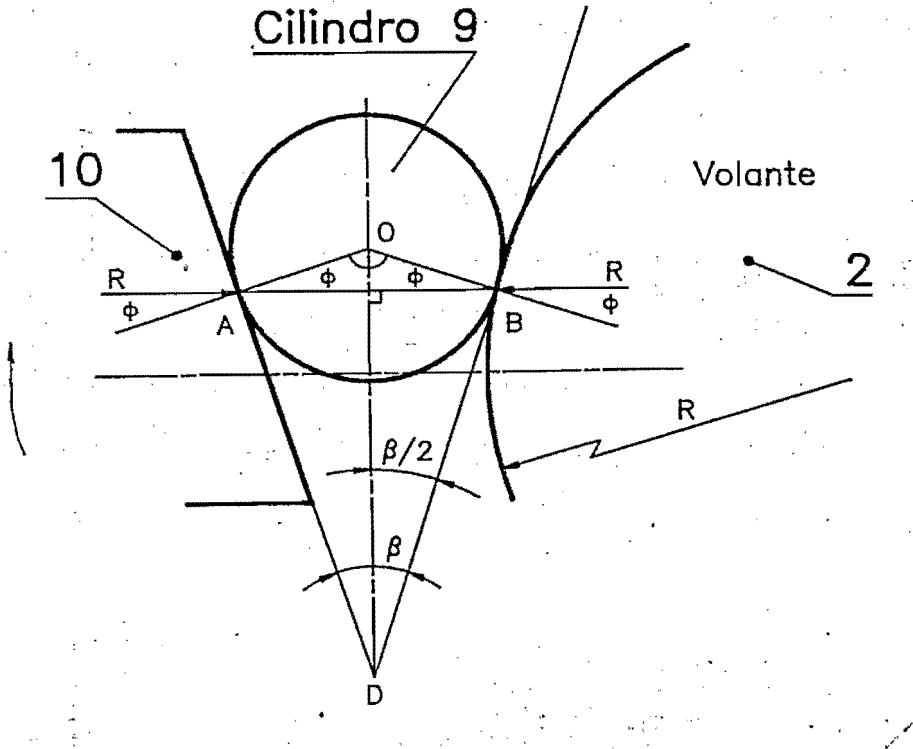


FIGURA 5. Cuña de Fricción.

3.1 SISTEMA DE TRINQUETE

Al colocar el cilindro entre el bloque 10 y la volante 2, se forma una especie de cuña ABD la cual está comprimida al iniciarse el movimiento ascendente, ello implica que el cilindro presenta un comportamiento de irreversibilidad que está determinado por el ángulo que debe ser menor que un valor crítico el cual es función del ángulo de rozamiento ϕ .

$$\beta/2 = \phi \text{ por lo tanto } \beta = 2 \phi$$

$$\phi = \text{tg}^{-1}(f)$$

f = coeficiente de fricción

$$f = 0,4 - 0,6$$

$$\phi = 21,8^\circ - 30,1^\circ$$

$$\beta = 43,6^\circ - 61,0^\circ$$

Se debe garantizar este valor que será función de: ángulo de inclinación del bloque 10; diámetro del cilindro 7 y la distancia entre el bloque y la volante 2. El diseño se realiza con la posibilidad de ajustar estas variantes en el equipo.

3.2 CAPACIDAD

Está determinada por la capacidad del molino, es decir 30 ton/día aproximadamente, cuyo volumen ocupado sería :

$$V = \frac{m}{DA} = \frac{30 \text{ ton}}{2 \text{ ton/m}^3} = 15 \text{ m}^3$$

V : Volumen (m^3)

m : Masa (ton)

DA: Densidad aparente (ton/m^3)

¹ Tomado del SME. Mineral Processing Handbook. Tomo I. pag. 10-35

El máximo volumen a manejar por el dosificador sería de 15 m³ de mineral.

Esta cantidad de material se mueve en un día, es decir que la capacidad del dosificador será :

$$C = \frac{15 \text{ m}^3}{\text{día}} = 0,0105 \text{ m}^3/\text{min} \quad (1.25 \text{ ton/h})$$

C: Capacidad del dosificador.

Del catálogo general de Icobandas para densidad de material entre 105 - 165 lbs/pie³ se recomienda una banda ANL - 125 de 2 lomas con una carga de trabajo de 140 lbs/pulg, espesor 9/32" ángulo de abrazado de 180° y un diámetro mínimo de polea de 10" y un ancho de 14".

3.3 VELOCIDAD DE LA BANDA.

En un minuto la banda debe mover un volumen de 0,0105 m³.

La altura entre la salida de la tolva y la banda es aproximadamente 0,15 m, luego el volumen a mover estará determinado por el ancho de la banda (0,35 m) por la altura a la tolva (0,15 m) x la longitud recorrida por la banda en un minuto (a).

$$0,0105 \text{ m}^3 = 0,35 \times 0,15 \times a$$

$a = 0,2 \text{ m.}$ Luego la velocidad S será :

$S = 0,2 \text{ m/min. (0,656 pie/min)}$ ya que el volumen de 0.0105 m^3 es desplazado en un minuto

3.4 POTENCIA DEL MOTOR¹

$$T_c = T_x + T_y + T_z$$

T_c : Fuerza transmitida por el motor cuando la banda se mueve entorno a la polea de accionamiento.

T_x : Tensión para mover la banda vacía

T_y : Tensión para mover la carga en sentido horizontal

T_z : Tensión para elevar o bajar la carga; en este caso es cero (0) porque es totalmente horizontal

$$T_x = F_x \cdot L_c \cdot G$$

donde:

F_x : Coeficiente de fricción 0,035

L_c : Valor ajustado de la distancia entre centros (L)

$L_c = L$ para $L \leq 250 \text{ pie.}$

De la distribución en planta que se tiene del proyecto para el dosificador la distancia entre centros es de aproximadamente 1500 (5 pie).

¹ Catálogo de Icobandas, pag. 37.

$$L_c = 1500 \text{ mm (5 pie)}$$

G : peso de piezas en movimiento (rodillos, poleas, etc.)

$$G = 12 \text{ lbs/pie para rodillos hasta 4" de diámetro.}$$

$$T_x = 0,035 \times 5 \times 12 = 2.3 \text{ lbs.}$$

$$T_y = F_y L_c \cdot Q$$

F_y : Fricción entre banda y rodillos 0,04

$$Q = \frac{33,3 \cdot C}{S}$$

donde:

C : Carga en ton/hora = 1,25

S : Velocidad en pie /min = 0,656

$$Q = 63,5 \text{ lbs/pie}$$

$$T_y = 0,04 \times 5 \times 63.5$$

$$T_y = 12,7 \text{ lbs}$$

$$T_c = 12,7 + 2.3 = 15 \text{ lbs.}$$

$$HP = \frac{T_c \times S}{33000}$$

$$HP = \frac{15 \times 0.656}{33.000} = 3 \times 10^{-4}$$

Lo que da una potencia muy baja.

Se selecciona un motorreductor de 0.36 HP - ASEA - SIMENS:

134 rpm de salida.

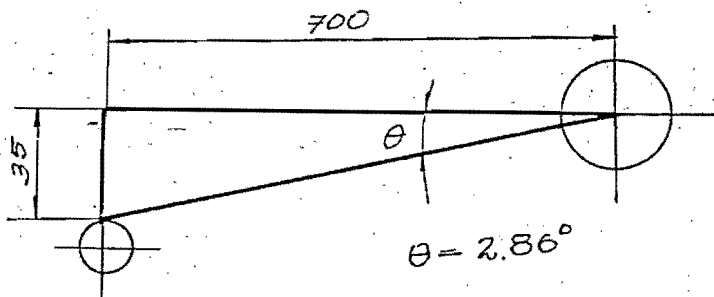


Handwritten calculation:
 $\frac{1.25 \text{ ton}}{\text{hora}} \left(\frac{\text{min}}{0.656 \text{ pie}} \right) \left(\frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} \right) \left(\frac{1000 \text{ lb}}{1760} \right) \left(\frac{16 \text{ lb}}{0.4536 \text{ kg}} \right)$

3.5 CALCULO DE ANGULO DE ROTACION

Se parte de la ubicación del motorreductor en la estructura buscando que no esté muy cerca a la volante porque daría una excentricidad grande. Ver Figura 2.

Si se toma una excentricidad de 35 mm y una distancia de 700



lo que para un tambor (polea) de 10" , se tiene que el avance de la banda será la longitud del arco subtendido en el ángulo de 2.8° .

$$s = r \theta$$

$$s = 10" \times 2.8^\circ \times \frac{\pi}{180^\circ}$$

$$s = 0,48 \text{ pulg.}$$

el avance en un minuto (a) será:

$$a = s \times \frac{n}{2} = 0,48 \times 134/2 = 32,17 \text{ pulg/min que es muy}$$

superior a 7,8 pulg/min (0,2 m/min) lo que permite una gran regulación del ángulo de rotación y por lo tanto la dosificación del material.

4. PRESUPUESTO

A continuación se presenta una relación de costos desglosados en los elementos constitutivos del dosificador.

Motorreductor	\$	256.000
Banda		41.000
Rodillos		40.000
Tambores		150.000
Soportes		80.000
Estructura sup.		30.000
Estructura Inf.		36.000
Modelos		18.000
Tensores		40.000
Ejes		28.000
Volante		34.000
Bujes		10.000
Brazo		67.000
Regulador		13.000
Otros Elementos		12.000
Pintura		<u>26.000</u>
TOTAL COSTOS	\$	881.000

A estos costos sería necesario incorporarle algunos otros valores como los costos de Ingeniería, algunos costos generales (transporte, imprevistos, etc.) y los valores de administración incurridos por el grupo de trabajo.

5. CONCLUSIONES

- Los aspectos constructivos respecto de los procesos de fabricación son base esencial en el papel del diseñador lo que conlleva a una mayor dedicación en la planeación de la construcción, así también el realizar una buena revisión, tanto del diseño funcional como de los cálculos básicos o principales



BIBLIOGRAFIA

1. ARANGO L., Jorge Enrique. Construcción planta de beneficio La Aurora. Informe de evaluación. Mayo 1992. Universidad Nacional - Mineralco.
2. AMERICAN INSTITUTE OF MINING, SME. Mineral Processing Handbook. Tomo I, II. Ed. Kingsport Press New York, 1985.
3. HARRIET, Quin. Product Industrial Laboratory. Catálogos.
4. VSM. Extrait de normas pour Ecoles Techniques. Bereau Des normes de la Societe Suisse. Des Constructeur de Machines.