



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

"CALCULO DE LA SECCION DE TRITURACION DE
LA UNIDAD MINERO METALURGICA
"TECOLOTE", SONORA"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO QUIMICO METALURGICO

P R E S E N T A :

JUAN MANUEL GARCIA HERNANDEZ

MEXICO, D. F.

1980

M-17989



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

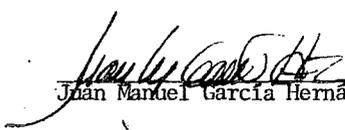
Jurado Asignado Originalmente

según el tema

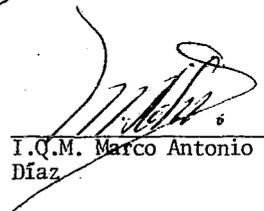
Presidente: Prof. Alberto Obregón Pérez
Vocal: Prof. Enrique Curiel Reyna
Secretario: Prof. Marco Antonio Chamorro Díaz
Primer Suplente: Prof. Francisco Herrera Castañeda
Segundo Suplente: Prof. Jesús Sepúlveda B.

Sitio donde se desarrolló el tema: Unidad Minero-Metalúrgica
"Tecolote" Sonora

Nombre completo y firma del
sustentante:


Juan Manuel García Hernández

Nombre completo y firma del
asesor del tema:


I.Q.M. Marco Antonio Chamorro
Díaz

Nombre completo y firma del
asesor técnico del tema:


Ing. Masaru Turu Kayaba

A mis Padres

Juan B. García

Antonia H. de García

A mis Abuelos

Tomasa

Ramón

Isabel

A mis Hermanos

Carmen

Miguel Angel

Antonio

Guillermo

A todos mis Amigos

A mis Profesores de

Primaria

Secundaria

Preparatoria y

Facultad

A Blanca

I N D I C E

Resumen:

Introducción 1

Capítulo I 4

Generalidades
Antecedentes
Situación Geográfica
Vías de Comunicación
Clima y Vegetación

Capítulo II 7

Geografía Local
Tipo de Yacimiento
Mineralización
Mineralogía y Asociación de los Minerales

Capítulo III 14

Tolvas
Métodos de Almacenaje
Necesidad de la Tolva
Tolvas de Mineral Grueso
Tolvas de Mineral Fino
Pesómetro

Capítulo IV 26

Conminución
Características en la Selección del Equipo
de Trituración
Generalidades

Capítulo V 58

Bandas Transportadoras
Generalidades
Cálculos

Capítulo VI	128
Cribado	
Generalidades	
Cálculo del Area de las Cribas	
Conclusiones	148
Bibliografía	150

Resumen

La unidad minero-metalúrgica "Tecolote" localizada en el estado de Sonora, a 90 kilómetros en línea recta, en la cual se procesan los valores económicos de Cu y Zn por medio de las etapas de trituración, molienda y flotación, ocupándose principalmente de la primera etapa (trituración) de donde se obtuvieron una serie de valores para el equipo de esa etapa o sección, para la capacidad de 500 TPD.

Los datos calculados se compararon contra la capacidad teórica del equipo instalado obteniéndose una discrepancia entre la capacidad del equipo calculado y la del equipo instalado.

Se da la tabla de comparación entre la capacidad calculada y la capacidad instalada.

Quebradoras:

	Tamaño Calculado	Motor	Instalado Tamaño	Motor H.P.
1a.	10" x 16"	30	20 x 36	60
2a.	3' Ø	60	4' Ø	150
3a.	3' Ø	60	4' Ø	150

Bandas Transportadoras:

No.	Tamaño Calculado Ancho en Pulgadas	Motor	Velocidad ft/min.	Tamaño ancho Pulgadas	Motor	Velocidad ft/min.
1+2 (1)	18	5.0 ó	99	30	10	23
3 (2)		7.5				
3 (2)	16	7.5	377	24	10	75
4 (3)	14	5.0	269	24	15	450
5 (4)	14	7.5	250	24	15	20
6 (5)	14	1.5	247	18	5	50
7 (6)	14	0.5	100	18	5	20

Cribas:

	Tamaño	Tamaño
Grizzly	2' x 4'	42" x 7'
Criba Vibratoria	2' x 6'	5' x 12'

Introducción

A - Objetivo del Trabajo

El presente trabajo tiene como propósito el dar a conocer teórica y prácticamente la manera de calcular el tamaño y capacidad necesaria para el equipo de trituración.

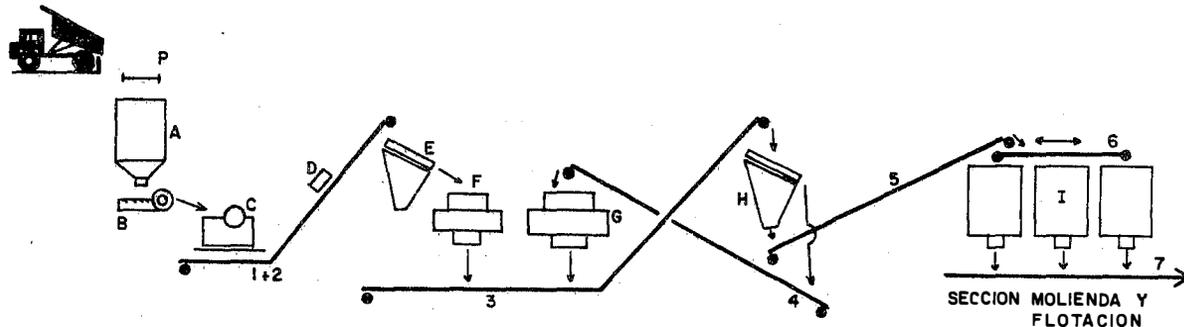
Tomando como referencias memorias de cálculo e información de folletos y boletines de los fabricantes de equipos. Así como los datos característicos del equipo y material. Índice de trabajo, gravedad específica, peso volumétrico, ángulo de reposo y de sobrecarga del material, etc.

Teniendo como fin la obtención de la siguiente información:

- a) Conocer la capacidad teórica del equipo en la sección de trituración.
- b) Dar a conocer los puntos básicos y consideraciones de el cálculo de cada uno de los equipos que se utilizan en el área de trituración, y de determinación del tamaño adecuado de los mismos. (aproximado).

- c) Ver de que manera nos afecta o benefician las características físicas y mineralógicas propias del mineral a procesar.

Diagrama de Flujo Sección Trituración Planta de Beneficio "Ticolote"



A- TOLVA GRUESOS Cap. 475 T.M. VIVAS
 B- ALIMENTADOR DE PLACAS
 C- QUEBRADORA DE QUIJADA PRIMARIA 20"x 36"
 D- ELECTROIMAN
 E- PARRILLA GRIZZLY
 F- QUEB. SECUNDARIA SYMONS STD. 4' Ø
 G- QUEB. Terciaria SYMONS C.C. 4' Ø
 H- CRIBA DOBLE TELA 5 x 12'
 I- TOLVAS DE FINOS CAP. 480 T.M. VIVAS TOTALES
 P- PARRILLA ABERTURA 12"

BANDAS

1+2	30"	ANCHO
3	24"	ANCHO
4	24"	ANCHO
5	24"	ANCHO
6	18"	ANCHO
7	18"	ANCHO

I - Generalidades

A - Antecedentes

La mina "Tecolote" es propiedad de la compañía Minerales Metálicos del Norte, Subsidiaria de IMMSA Industrial Minera México, S.A. desde hace más de 35 años (época de American Smelting and Refining Co.)

Habiéndose calculado aproximadamente 800,000 toneladas de mineral con leyes aproximadas de 60 gr/ton de plata, 2.47% de cobre y 8.77% de cinc. Este tonelaje se ubicó en base en obras mineras y numerosos barrenos de diamante perforados en el interior de la mina, con lo cual el depósito se encuentra bien definido, dando en forma aproximada la potencialidad del depósito.

B - Situación Geográfica

La situación geográfica del área es la porción noroccidental de la región central del estado de Sonora, dentro del municipio de Pitiquito y a 95 kilómetros en línea recta hacia el N30°W de Hermosillo, Capital del Estado de Sonora. Su altura media es de 820 mts. S.N.M.

localizándose geográficamente entre las coordenadas siguientes: Latitud norte 29°53'40" Longitud Oeste, 111°32'10".

C - Vías de Comunicación

Partiendo de la ciudad de Hermosillo rumbo al norte por la carretera federal número 15 a 68 kilómetros se encuentra el sitio denominado el "Oasis" (antigua aduana federal), 1 kilómetro adelante, hacia el poniente hay una desviación de terracería transitable todo el año y a 54 kilómetros de la carretera federal se localiza el poblado Félix Gómez y a 12 kilómetros al NW se encuentra la unidad minera "Tocolote".

Existe una pista de aterrizaje sin asfaltar con 800 metros de longitud localizada a un kilómetro al NW del poblado de Félix Gómez, la cual fue hecha por la compañía Industrial Minera México, S.A.

D - Clima y Vegetación

En la región donde está situada el área prevalece el clima desértico con precipitaciones en verano durante los meses de agosto a octubre y escasas lluvias de invierno.

La temperatura máxima registrada es de 45° promedio en la época de calor y en el invierno - hasta de -4°C promedio.

La vegetación se caracteriza por extensos pastizales donde abundan el mezquite, encino, palo verde, ocotillo, etc. Por lo general no se aprecia vegetación de sierras altas.

Capítulo II

A - Geología Local

El área de la mina se encuentra constituida por rocas de composición variable que son:

- a) Rocas sedimentarias-metamórficas, están constituidas por una secuencia de areniscas y tactitas (skarns), alternadas.
- b) Rocas intrusivas preminerales, constituidas por pórfidos con gran contenido de minerales, intrusionado por otros pórfidos estando asociada la mineralización con uno de ellos ya que están los valores económicos de Cu, Zn y Ag.
- c) Rocas volcánicas post minerales, son flujos de composición intermedia.

B - Tipo de Yacimiento

El yacimiento es de tipo de metamorfismo ígneo, ocasionado en parte por la intrusión de una masa

ígnea, la cual produjo adición de materiales, formando nuevos minerales en condiciones de temperatura y presiones elevadas por reacción metasomática con las rocas calcáreas con las que se encuentra en contacto.

Tanto el metamorfismo como la mineralización están íntimamente relacionadas, cuando hay un alto grado de metamorfismo hay una buena mineralización. Sucediendo lo contrario, si se observa poco metamorfismo las posibilidades de mineralización son nulas.

C - Mineralización

La mineralización que se presenta en "Te colote" en la superficie es de óxidos de cobre, en el interior de la mina, la mineralización es de sulfuros - que consiste en calcopirita, esfalerita (variedad marmática), pirita, pirrotita, molibdenita y schellita disseminada. La mayor proporción de plata se encuentra en el cobre (en concentrado) y poca plata en el cinc.

D - Mineralogía y Asociación de los Minerales Sulfurosos

La mineralogía nos ayuda desde el punto de vista en la relación y asociación de los sulfuros que se tienen en la mina.

Los minerales que se encuentran en mayor proporción de orden de abundancia son:

Pirita, esfalerita (variedad marmática) marcasita, calcopirita, pirrotita, galena, molibdenita, schellita, bismuto nativo y plata.

Como anteriormente se dijo no se sabe con cuál mineral está asociada la plata exactamente.

Su ganga está compuesta principalmente por granates, diopsida, biotita y minerales tardíos tales como cuarzo y calcita.

A continuación se enumera y explica la asociación de cada uno de los minerales económicos que componen la mena y los que aparecen con ellos.

Calcopirita (CuFeS_2) - Se presenta diseminada, - asociada a la esfalerita en forma de cristales, re llenando espacios entre - silicatos, micas y granates.

Presenta cubanita (CuFeS_3) muy asociada y es reemplazada en parte por pirrotita.

- Esfalerita (ZnS) - Se presenta como placas -
bordeando granates dos ve-
ces y en otros, en espacios
entre los silicatos. Sus re
flejos internos son rojos -
por lo que se le atribuye -
una cantidad apreciable de
fierro.
- Pirita (FeS_2) - Al igual que la calcopirita
y la esfalerita se presenta
en forma intersticial entre
los silicatos, en parte -
reemplazada por marcasita -
(FeS_2).
- Pirrotita (FeS) - Se encuentra asociada gene-
ralmente a calcopirita pues
to que la está englobando y
a veces la reemplaza.
- Schellita ($CaWO_4$) - Se presenta diseminada muy
pobremente en la ganga de -
silicatos.
- Marcasita (FeS_2) - Se presenta reemplazando en
sus bordes y por fracturas
a la pirrotita.

- Galena (PbS) - Se presenta en forma de placas incluídos entre la esfalerita y los otros sulfuros, presenta bismuto nativo.
- Bismuto nativo (Bi) - Solo se presenta en la galena
- Cubanita (CuFS_3) - Se presenta en poca cantidad y asociada a la calcopirita.
- Molibdenita (MoS_2) - Se encuentra distribuída irregularmente dentro de la ganga.

Características Físicas de cada uno de los minerales en orden de abundancia

<u>Nombre</u>	<u>Fórmula</u>	<u>% Metal</u>	<u>Color</u>	<u>Lustre</u>	<u>Raya</u>	<u>Dureza</u>	<u>G.E.</u>
Pirita	FeS ₂	Fe -46.7%	Amarillo Bronce.	Metálico	Verdoso	6.9-6.5	5
Esfalerita (Variedad Marmática)	(ZnFe)S Variable	Zn-46.5% a 56.9%	Amarilla, Café Negra	Adiamantino	Café	5.0	3.9-4.2
Marcasita	FeS ₂	Fe-46.6%	Amarilla	Metálica	Gris, Café, Negra	6.0-6.5	4.9
Calcopirita	CuFeS ₂	Cu-34.6%	Bronceado	Metálico	Verdoso Negro	3.5-4.0	4.1-4.3
Pirrotita	Fe ₅ S ₆ a Fe ₁₆ S ₁₇	Fe 61.5% Variable	Café Pardo	Metálico	Negra Grisásea	3.5-4.6	4.6
Galena	PbS	Pb -86.6%	Gris Plomo	Metálico	plomiso	3.0	7.4-7.6
Molibdenita	MoS ₂	Mo-60%	Plomisa	Metálica	Gris verdosa	1.0-1.5	4.7-4.8
Schellita	CaWO	W -63	Blanca Amarillenta	Vítreo Diamantino	Blanca	4.5-5.0	5.9-6
Bismutona- tivo	Bi	Bi-100%	Plata blanco	Metálica	Blanco Plata	2.3	9.7
Plata	Ag	Ag-100%	Plata	Metálica	Plata Blanca	2.8	10.5

Silicatos, (granates,
diopsida
Ganga Micas, (biotita)
Cuarzos (minerales
Calcitas (tardíos

Análisis Químico Cualitativo aproximado en cabezas
g/T Ag %Cu %Zn %Fe
48 1.9 6.8 7.8

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO
DEL MATERIAL

Se tomó un cajón hecho de placa de acero, dándole las dimensiones de 1 ft x 1 ft x 1 ft, para obtener un volumen de 1 ft³ aproximadamente.

Peso del cajón 5.800 kg.

Peso del cajón c/material 60.000 kg.

60.0

6.8

53.2 kg = ft³

Para el cálculo se necesita en lb/ft³

53.2 = 117.282 lbs

El peso del material será de 117.282 lb/ft³

$$d = \frac{M}{V} = \frac{0.0532 \text{ T}}{0.0283 \text{ T}} / M^3 \quad 1.88 \frac{T}{M^3}$$

Todos los cálculos se hicieron con mineral fino (-3/8")

T O L V A S

Las tolvas son medios de repartir el producto de una máquina trituradora de gran capacidad o varias - máquinas trituradoras de poca capacidad, y su producto final, se pasa a la sección de cribas, y su producto pasa a la sección de molienda.

La necesidad para almacenar mineral de diferentes partes de la mina, que pueden ser continuos o - intermitentes de acuerdo a las necesidades de la planta, p.e. reparaciones de equipo, interrupciones en la operación, etc., lo cual resulta incosteable, hace necesaria la construcción de tolvas.

Métodos de Almacenaje:

Pila de almacenamiento. Este se hace cuando las condiciones de tiempo no permiten trabajar en la mina (tajo abierto).

Los medios de transporte (camiones o ferrocarril) se usan cuando el sitio de la mina a la planta del molino son distancias considerables para acarrear desde la mina a las tolvas.

La forma de ésta es determinada primero para el servicio que va a ofrecer, segundo por los materiales con que va a ser construída, y por las características físicas del material. Las tolvas de madera son baratas y de fácil construcción. Las tolvas de concreto son las de mayor vida. Las tolvas de acero son ligeras y ocupan un lugar mínimo para una capacidad dada.

Capacidad de Almacenaje:

Se considera necesario expresar la capacidad en TPD así como el equipo, su método de operación, la frecuencia y duración regular o paros imprevistos de unidades individuales.

Las tolvas son de mayor uso que los apilamientos, son de uso común para materiales secos o filtrado más o menos secos, donde los períodos de almacenaje son cortos.

Las tolvas con fondo plano son cajas rectangulares, usualmente de concreto, porque de esta forma las tolvas no pueden vaciarse totalmente y el tonelaje retenido se conoce como (tonelaje muerto) carga muerta. Esta desventaja es compensada por tres ventajas:

- a) El tonelaje muerto puede ser barrido en casos de emergencia.

- b) El costo inicial de una tolva de fondo plano es más bajo que el de otros tipos de tolva sobretodo en angulado.
- c) No hay desgaste en el fondo de la tolva.

En el diseño y construcción de una tolva lo principal es el conocimiento de la capacidad para la cual va a ser construído.

El segundo paso es la aplicación de mecanismos de semifluídos, ángulos de sobre carga, características del o los materiales, ángulos de reposo, tamaño de partícula para determinar las cargas y presiones en diferentes puntos.

La capacidad de la tolva para la cual fue diseñada, depende del servicio del cual es esperado.

La capacidad de una tolva está dada bajo los siguientes requerimientos:

- a) Capacidad requerida en toneladas.
- b) Contenido cúbico, basado en el peso volumétrico del material (en lb/ft^3) espacio que no puede ser cargado o vaciado (carga muerta).
- c) Localización de la tolva y tipo de forma.

- d) Propósito y efecto de la manera de alimen
tar al equipo (p.e. a quebradoras).
- e) Tipo de material en su construcción (con-
creto, madera o acero).
- f) Angulo de reposo del material, a ser alma-
cenado. Tabla (1).
- g) Angulo de fricción del material sobre la
pared de la tolva. Tabla (2).

La necesidad de tener una tolva de fondo plano primordialmente obedece a que éste sufre menos desgaste con respecto a otros tipos de fondos, cónicos, inclinados, etc., ya que éste está protegido con el mismo material acumulado o material muerto, que está al derredor de la salida del fondo de la tolva, y representa una ayuda para que el material se deslice hacia abajo, en cambio un fondo inclinado o con ángulo debido a la condición continuamente será desgastado con respecto a otros lados de la tolva, y su abertura de descarga sufrirá desgaste también debido al mayor paso del material, ya que éste no tendrá un punto de apoyo y todo el material será arrastrado hacia su descarga. Otro inconveniente sería, que cuando se llegara a vaciar la tolva el material tendrá mayor velocidad al caer y su impacto con el fondo será mayor que si éste fuera amortiguado por un "colchón" del mismo material. Evitando así reparaciones que ocasionarían el paro de la operación en un determinado momento y entorpeciendo las actividades en la planta del molino o de quebradoras (trituration).

Necesidad de la Tolva:

Estas sirven como tanques de almacenamiento provisional de mineral teniéndose siempre mineral de reserva, por si en dado caso no hay acarreo de mineral de la mina por diferentes causas.

La tolva proporcionará la capacidad requerida para uno o varios días de operación en las secciones de

- a) trituración
- b) molienda

La primera abastece a la segunda.

Las tolvas se dividen en tolvas de gruesos que reciben material proveniente de la mina y tolvas de finos que almacenan el material o mineral triturado final, producto de la sección de trituración, para calcular su capacidad se tomarán los puntos referidos en la página 16.

Independientemente del tipo o forma que sea o deseé la tolva.

En las tolvas de gruesos y finos sus materiales de construcción son de acero y concreto.

Las capacidades de las tolvas de gruesos y finos son:

Tolva de gruesos: 403 tons (carga viva)
3 tolvas de finos de 459 tons. cada una
dando un total de 1774 TM.

Descripción de las Tolvas:

1. Tolva de mineral de gruesos.

El mineral de la mina será transportado en camiones a través de la rampa a la tolva de superficie o de grueso a razón de 403 TMPD, cinco días a la semana.

La tolva de gruesos tendrá una capacidad viva de 403 TM para poder dar la capacidad del molino, programando hacerlo en el primero y segundo turno.

Esta tolva es de concreto reforzado, con una sola abertura de salida, en el fondo.

Sobre esta tolva se tiene una parrilla cuya función es tener las piedras grandes, (mayores a 12" de tamaño), diseñándose ésta de tal manera para que puedan ser quebradas a mano o mecánicamente, por medio de rompedores de aire, ya que está construída de rieles.

Tolvas de Mineral Fino:

Estas serán alimentadas por medio de la banda número "6" que está en la parte superior de ellas. Cada una de las tolvas (3) tendrá una capacidad viva de 457 TM descontando las toneladas acumuladas (carga muerta). Esta tolva es de placa de acero, de forma cilíndrica, y su base es de acero y concreto armado con una abertura en el fondo para alimentar a la banda número "7" - con el producto final de la sección de trituración (de tamaño a $-3/8''$), a su vez estas descargas tendrán unos tubos laterales inclinados que tienen como fin el de ayudar a destapar la descarga. Esto es en cada una de las tolvas.

Pesómetro

Su función es el control de la producción por medio del peso del mineral que transporten las bandas totalizando con la medición local, (por turno) y la suma del total de cada uno de el total molido por día.

Cálculo de capacidad de las tolvas de gruesos y finos:

Dimensiones de la tolva primaria:

Longitud = 6.71 M

Ancho = 6.40 M

Altura = 7.01 M

Vol = L x a x h - 6.71 x 6.40 x 7.01 = 301.03 M³

Vol x P. esp. = 301.03 x 1.88 $\frac{T}{M^3}$	= 565.95	Tons.
	= <u>566</u>	Tons.
	- 163	Tons. de car
		ga muerta
	<u>403</u>	Tons. de car
		ga viva

Dimensiones de una tolva de finos (3 tolvas)

Altura = 9.85 M

Ancho = 6.10 M

Vol = $\pi r^2 h$
 = 3.1416 x (3.05)² x 9.85
 = 3.1416 x 9.3025 x 9.85
 = 287.863 m³

Vol x P. esp. = masa - 287.863 x 1.88 $\frac{T}{M^3}$

= 541.18 Tons.

= 541 Tons.

- 84 Tons. carga muerta

457 Tons. carga viva

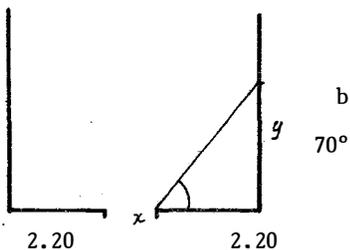
457 x 3 = 1371 Tons. (tolvas finos)

403 Tons. (tolva gruesos)

1774 de carga viva total

Las 1774 tons. nos proporciona aproximadamente cinco días de operación a razón de 355 tons. por día que significa una alimentación de 15 tph al molino Marcy 8' x 9' en la sección de molienda.

Determinación del tonelaje muerto (o carga muerta) en las tolvas de gruesos, tomándose como base el ángulo de extracción para obtener la altura máxima a la que el material acumula.



Desarrollo

$$\frac{b}{\text{sen } 70^\circ} = \frac{x}{\text{sen } 90^\circ}$$

$$\frac{b}{.9397} = \frac{2.20}{20^\circ}$$

$$\frac{b}{0.9397} = \frac{2.20}{0.3420}$$

$$(b) 0.3420 = 2.0673$$

$$b = 6.045$$

Datos

$$L = 5.71$$

$$a = 6.40$$

$$h = 6.05$$

$$b = 6.05 \text{ m}$$

$$V_1 = L \times a \times h$$

$$V_2 = (L \times a \times h) \frac{1}{3}$$

$$V_1 = (6.71 \times 6.40 \times 6.05)$$

$$= (6.71 \times 6.4) \times 6.05$$

$$= 259.81 \text{ m}^3$$

$$V_2 = \frac{1}{3} 259.81 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Vol. de carga muerta: } V_1 - V_2 &= 259.81 - 86.6 \\ &= 173 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Toneladas de carga muerta} = 173.2 \times 1.88 \text{ T} = 325.6 \text{ T}$$

Se considera este tonelaje como si no hubiera huecos entre roca y roca.

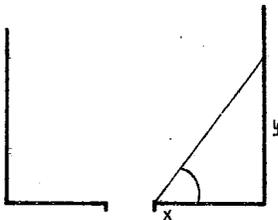
Se asume un 50% del tonelaje total descontando lo del tonelaje calculado ya que es roca grande (superior en 12" de tamaño promedio).

$$\text{Por lo tanto: } 325.6 \times .50 = 162.8 \text{ Vol. de huecos}$$

$$\text{Vol. real} = \text{Vol. total} - \text{Vol. huecos}$$

$$= 325.6 - 162.8 = 162.8 \text{ Tons. de carga muerta}$$

Determinación del tonelaje muerto (carga muerta) en las tolvas de finos.



Dato

$$\text{reposito} = 37^\circ$$

$$\frac{y}{\text{Sen } 37} = \frac{3.05}{.7086} = 3.81 = z$$

$$z^2 = a^2 + x^2$$

$$14.59 = 9.3025 + x^2$$

$$x^2 = 14.59 - 9.3025$$

$$x^2 = 5.2837$$

$$x = 5.2837$$

$$x = 2.29 = h$$

Por lo tanto

$$V_1 = r^2 h$$

$$= 3.1416 (3.05)^2 \times 2.29 = 67.18 \text{ m}^3$$

$$= 57.18 \text{ m}^3$$

$$V_2 = \frac{1}{3} r^2 h$$

$$= \frac{1}{3} V_1$$

$$= \frac{1}{3} 67.18$$

$$= 22.39$$

$$\frac{\text{Vol}}{\text{cm}} = V_1 - V_2$$

$$= 67.18 - 22.39$$

$$= 44.79 \text{ m}^3$$

$$\text{Toneladas de carga muerta} = 44.79 \text{ m}^3 \times 1.88 \frac{\text{T}}{\text{m}^3} = 84 \text{ Tons.}$$

En este caso se considera como tonelaje total ya que es material fino (-3/8).

CONMINUCION:

La conminución es de gran importancia en el proceso industrial minero - metalúrgico.

En general el término conminución se aplica a la reducción de tamaño de materiales en fragmentos pequeños, y ésta se lleva a cabo en dos etapas relacionadas, Trituración y Molienda.

La conminución se basa en tres teorías las cuales contienen consideraciones importantes para las operaciones de trituración y molienda.

Sus teorías se basan en la relación existente, la energía consumida y el tamaño de partícula producido.

El primer principio establece que, hay un consumo de energía necesario para la reducción de tamaño. Sea toda partícula de tamaño finito tiene cierta energía indicada o energía de nivel, la cual debe ser agregada a la energía consumida durante su trituración o molienda para obtener la energía indicada del producto.

Toda manifestación de energía utilizada en la conminución debe de satisfacer esta condición:

ENERGIA CONSUMIDA = Energía indicada del produc
to.

ENERGIA SUMINISTRADA = Energía registrada por producto - la energía registrada por la alimentación.

ENERGIA INDICADA DE ALIMENTACION = La energía que ha sido consumida en la preparación de las partículas de alimentación es descuidada en los datos de análisis de cominución. Este principio es violado y la aplicación de los resultados calculados para diferentes tamaños de producto y alimentación podría ser falsa.

ENERGIA CONSUMIDA EN EL PROCESO = Energía registrada del producto menos energía registrada en vacío.

El segundo principio establece que el trabajo útil realizado en la trituración o molienda es proporcional al tamaño de la nueva superficie producida. Es decir que en la trituración o molienda ordinaria, las partículas de material (rocas) absorben energía, las cuales son deformadas o cortadas hasta que, una grieta débil de la partícula se rompe con la formación de una nueva superficie. Este acto, cambia la forma causando fracturas débiles de la partícula quebrada, liberando la energía de esfuerzo como calor.

La energía registrada usada aquí, representa la energía específica la cual ha pasado a través del material como energía de esfuerzo, incluyendo pérdidas de calor y pérdidas debido a otras causas.

El tercer principio está basado en las fallas del material fracturable; ya que una falla se define como cualquier debilidad estructural de un material, la cual puede desarrollarse bajo un esfuerzo.

Las fallas están siempre presentes en los materiales y pueden causar una amplia variación en fuerzas de ruptura de partículas aparentemente similares. Las partículas con fallas débiles se fracturan más fácilmente y producen un mayor número de partículas, sin embargo no necesariamente son fáciles de moler para dar el tamaño del producto, requiriendo varias etapas de reducción, ya que éstas presentan fallas más fuertes.

El tercer principio establece que las fallas de las partículas determinan su resistencia a la ruptura, pero esto no es el índice de trabajo, ya que éste es controlado por el promedio de fallas en la estructura de todos tamaños, que son enteros del tamaño promedio de las partículas de la prueba.

Es decir, la variación del índice de trabajo en diferentes tamaños de productos, resulta de la concentración de fallas o falta de éstas, en los tamaños usualmente causada por los tamaños de grano naturales.

LEYES:

La eficiencia en la reducción de tamaño está en relación al incremento del área específica de superficie.

El área específica de superficie del material alimentando, en cambio es referido a las características geométricas no solo de una partícula individual sino también de una mezcla de partículas.

La operación de reducción de tamaño, cuando la energía requerida, es comparada con el aumento en la energía de superficie del material sujeto a la reducción de tamaño.

Las tres leyes básicas en trituración:

Rittinger y Kick son las que proporcionan teorías más cercanas a la reciente ley de Bond; enunciándose éstas:

LEY DE RITTINGER: "La energía requerida para la reducción es proporcional a la nueva superficie creada."

Este postulado implica que para una máquina y un material dado, la eficiencia de trituración es constante y es independiente del tamaño producido:

Donde

$$E \propto (A2 - A1)$$

$$= K1 (1/D2 - 1/D1)$$

E = Energía por unidad en peso del material alimentado.

A1 y A2 = Areas específicas de superficie.

D1 y D2 = Diámetros de alimentación y producto.

K1 = Constante característica del material y máquina.

La ley de Rittinger encontró una buena aproximación para operaciones de reducción de tamaño, usando poca energía por unidad de masa, de los sólidos. La ley se comporta bien para casos cuando mucha de la energía suministrada es transferida para crear una nueva superficie. Aquí esto es aplicable en la molienda fina de materiales quebradizos.

LEY DE KICK: "La energía requerida para la reducción de tamaño es relacionada directamente en proporción a la reducción". En otras palabras, cantidades iguales de energía son requeridas para llevar cambios iguales en el tamaño de partículas.

Y se representa matemáticamente como:

$$E = K_2 \text{Log}_n (D1/D2)$$

Log_n = Característica constante de la máquina y tipo del sólido a ser manejado. K_2 es una constante di

mensional determinada experimentalmente de un tamaño de reducción y material dado de una máquina dada.

La ley de Kick asume que el material es homogéneo en estructura y fallas. Para cualquier límite de reducción de material grueso o material de molienda fina.

LEY DE BOND: "La energía requerida para producir un tamaño de partícula D_p , de una alimentación de tamaño finito es proporcional a la raíz cuadrada de la superficie, a un volumen promedio del producto", dado por la siguiente ecuación:

$$E \text{ oc } \frac{1}{\sqrt{D_p}}$$

(Para una reducción de tamaño D_1 a D_2 la ley se puede escribir así:)

$$E = K_3 \left(\frac{1}{\sqrt{D_2}} - \frac{1}{\sqrt{D_1}} \right)$$

El postulado de Bond está intermedio entre las leyes de Rittinger y Kick. Este se transforma para usos prácticos como:

$$W = W_i \left(\sqrt{\frac{100}{P}} - \sqrt{\frac{100}{F}} \right) \quad R = \text{Rel. de Reducción}$$

$$= W_i \left(\sqrt{\frac{10}{P}} - \sqrt{\frac{10}{F}} \right) \quad R = W_i \left(\frac{\sqrt{R-1}}{\sqrt{R}} \right) \left(\sqrt{\frac{100}{P}} \right)$$

F, P = Alimentación y producto de determinadas mallas y representada la abertura en micrones, pasando el 80% del producto.

W = Trabajo requerido para quebrar una alimentación de tamaño "F".

W1 = Índice de trabajo. (KW/H por Ton.) un producto de tamaño "P".

Características en la selección del equipo de trituración:

Hasta que la tercera teoría de conminución o índice de trabajo fue introducido, el método en la determinación del tamaño de un equipo de trituración y molienda de sus datos más aplicables para saber sus tamaños más económicos eran por medio de la experiencia y el uso de datos de operación daban un tamaño de quebradora o molino incorrecto.

La correlación de todos los factores capaces de establecer un factor común y consistente se determinó como Índice de Trabajo para la determinación adecuada del tamaño de la quebradora o del molino.

El índice de trabajo es actualmente el trabajo total requerido para reducir teóricamente de un tamaño de partícula infinito al 80% pasando 100 micras o aproximadamente el 67% pasando el número de malla 200.

El cálculo de la potencia requerida necesaria nos indica la selección apropiada de las unidades de molienda o trituración.

La selección de varios tamaños de máquinas es hecha de los requerimientos enumerados en los boletines publicados por los fabricantes de equipo.

Selección de la Quebradora Primaria:

Los factores que influyen en la selección de una quebradora para este servicio son muchos, considerando de cuántas etapas de trituración hay en el diagrama de flujo, por lo tanto, el término de "quebradora - primaria" por uso común, es aplicado a la quebradora - que se ocupa de la reducción del material de operaciones de voladura o material que manda la mina.

Los siguientes factores tienen más o menos relación importante en la selección de una quebradora primaria:

1) Características del material - Incluyen la clasificación petrográfica de la roca, su estructura física, su análisis químico (concerniente a los constituyentes abrasivos mínimos) y a una evaluación mínima de su resistencia a quebrarse sea medio, duro, suave o muy duro el material.

2) Capacidad requerida - Diaria o por horas el significado de este factor a veces no recibe su importancia que debería, desde el punto de vista de los requerimientos mínimos es estrechamente ligado con el tamaño del producto. Pero la misma quebradora puede - seleccionarse únicamente sobre la base de capacidad requerida.

3) Tamaño del Producto - Este factor está relacionado con la capacidad. En el caso de las quebradoras giratorias primarias y quebradoras de quijadas, serían seleccionadas sus descargas dependiendo del tipo de lana dando el mínimo permisible del tamaño del producto.

4) Tamaño y tipo del equipo

Quebradora giratoria o de quijada.

5) Métodos empleados en la voladura y barrenación de la roca o del mineral u otro material - Aquí los métodos de voladura y barrenación en particular pueden tener influencia en la selección de la quebradora primaria específicamente del tamaño que será recibido en la abertura de la quebradora (tamaño de alimentación).

6) Métodos de alimentación de la quebradora - El tipo de alimentación de una quebradora giratoria es por medio de camiones, debido a su longitud en el tamaño de su abertura. Para quebradoras de quijadas su alimentación es por alimentadores mecánicos a otros. Este artificio el cual ha sido desarrollado de varias formas, surtiendo regularmente y logrando el manejo de materiales gruesos. Esto permite "quitar" el flujo de alimentación cuando hay un atascamiento.

Selección de la Quebradora Secundaria

Son tres factores de importancia primordial en la selección del tamaño y tipo de la quebradora secundaria o conjunto de quebradoras:

- A) Capacidad
- B) Tamaño de Alimentación
- C) Tamaño del Producto

Se podría agregar las características del producto, abarcando su forma característica y clasificación.

Esto no es importante siempre pero algunas veces sí lo es.

- A) Capacidad de la etapa secundaria.

La capacidad de la trituration (quebradora) de la etapa secundaria no es necesariamente igual a la de la quebradora primaria, más no puede ser substancialmente menor, por razones de diseño. En esta sección la capacidad de la etapa en dado momento podría ser igual que la de la quebradora primaria.

Este propósito hace que la quebradora o quebradoras podrían ser bastante grandes para eliminar el retraso por la obstrucción debido a la alimentación en la quebradora primaria (exceso de producto en la quebradora primaria).

Pero si se elimina el material fino del grueso (scalping) en la alimentación a la etapa secundaria podría reducirse la capacidad de esta misma.

B) Tamaño de Alimentación

La etapa secundaria está constituida por una o varias quebradoras tipo "standard" giratorias, la abertura de recibimiento no podría ser 2.5 ó 3 veces menor que la abertura de la descarga de la quebradora primaria. Esto se puede observar en las quebradoras de quijadas, porque el "tableteo" (el abrir y cerrar la muela o quijada móvil contra la fija) propicia este tipo de abertura o sea la abertura efectiva de recibimiento podría ser mínima como máximo en el lado abierto, en la quebradora primaria que podría ser siempre operada (esto es cuando el mantle de la quebradora de quijada está gastado). Dando así el producto que se desee obtener tomando en cuenta esta observación.

De todo lo anterior depende la precaución al seleccionar los tamaños de este tipo de quebradoras como con el tipo de reducción que se quiere seleccionar (tamaño del producto) por medio de las tablas o gráficas de los productos a obtener.

C) Tamaño del Producto

Considerando el número de etapas de reducción en la planta de quebradora primaria, en la menor de estas plantas diseñadas para el manejo del material, es usualmente establecido o cercano a la seguridad de la mínima descarga para la cual es diseñada. Esto no puede mantenerse por un período de tiempo alto estrictamente. La quebradora primaria representa una inversión substancial y su uso es justificado en su deseo para obtener de ella toda la reducción de la cual es capaz.

Para la determinación de la etapa de reducción no hay reglas, ya que ésta podría consistir de una quebradora o varias quebradoras operando en paralelo, - esto es en base al problema en cuestión.

Obviamente, si la selección de la quebradora necesita ser mayor o igual a la quebradora primaria no hay objeción en hacer un arreglo de dos etapas, el número y tamaño de ésta(s) dependería del tamaño de la - quebradora primaria. Usualmente, la quebradora secundaria puede estar y están más cerradas que las quebradoras primarias para proporcionar un tamaño menor en su descarga. (Tamaño del producto).

Selección de la Quebradora Terciaria

Su uso depende cuando el material no ha sido reducido al tamaño adecuado en las etapas primaria y secundaria, cuando esto sucede se agrega la quebradora terciaria, tomando las bases de selección de tamaño de alimentación, tamaño del producto, características del material, índice del trabajo del material (W_i), etc.

Cada uno de los índices ya fueron referidos en los anteriores criterios de selección de las quebradoras primarias y secundarias.

GENERALIDADES

QUEBRADO

Quebrado es normalmente la primera etapa en la beneficiación de minerales sólidos. Es usualmente una etapa del proceso utilizando en las sucesivas etapas de máquinas especialmente construídas o adaptadas para la reducción a tamaños particulares.

DEFINICION:

Es la operación de disminución o reducción de tamaños que consiste en esencia, en la producción de unidades de menor masa a partir de trozos mayores; para ello hay que provocar la fractura o quebrantamiento de las mismas mediante la aplicación de presiones.

Se podría decir que el mejor método para lograr la desintegración de un material sólido consiste en aplicarle presiones de cizallamiento de corte, sin embargo la orientación de los cristales en una masa sólida es tan irregular que la aplicación directa de cargas de compresión resulta en general, tan eficaz como los esfuerzos cortantes.

Todos los aparatos utilizados para la desintegración de los cuerpos sólidos, se basan, o en la compresión o el cizallamiento como esfuerzos desintegradores.

FINALIDAD:

El objeto de la operación de desintegración no consiste solamente en obtener pequeños trozos a partir de los grandes, en cuyo caso la efectividad de la operación se mediría por la finura del material obtenido, sino que también persigue la consecución de un producto que posea un determinado tamaño granular comprendido entre límites preestablecidos.

ETAPAS:

En la práctica para la reducción de tamaño de sólidos desde 0.30 m. o más de diámetro, hasta el de 200 mallas suelen necesitarse por lo menos tres etapas, que se establecen según los tipos de máquinas mejor adaptadas a cada uno de ellos.

1° Reducción de Tamaños Basta o Grueso,
que incluye operaciones que descargan a tamaños 4" a 0" o mayores.

2° Reducción Intermedia de Tamaños, comprende operaciones que toman alimentaciones de 6" a 8" máximo descargan productos de 1/2" ó 3/8".

3° Reducción Fina de Tamaños, comprende operaciones por trituración a 1/4" o más fina. La distinción entre las diferentes etapas no es muy marcada.

Hay una zona confusa en la cual el producto es de 10 ó 14 m. tamaño límite, la cual puede ser de quebrado o molido de acuerdo con el tipo de máquina usada.

Por quebrado primario, se entiende la primera etapa de trituración.

Por quebrado secundario, se entiende la segunda etapa de trituración, etc.

CLASIFICACION DE QUEBRADORAS O TRITURADORAS

Entre las quebradoras de gruesos o rocas, tenemos la quebradora de mandíbulas, quebradora giratoria, quebradora de rodillo o rodillo sencillo, quebradora de rodillo dentado y ocasionalmente el molino de martillo.

Entre las quebradoras de tamaño intermedio están, la de reducción giratoria, quebradora de cono, molino de martillos y ocasionalmente rodillos.

Entre las quebradoras de finos, tenemos la de rodillos, molino de martillos, quebradora de cono cabeza corta, la quebradora giratoria para reducción fina, etc.

VARIABLES DE LA OPERACION

El contenido de humedad, tiene su importancia para la reducción de tamaño de sólidos. Cuando es inferior a 3 ó 4% en peso no surgen dificultades apreciables, por el contrario, la presencia de esta pequeña humedad ejerce, en realidad una acción beneficiosa en la reducción de tamaños, en especial por la gran disminución que determina en la cantidad de polvos. Cuando el contenido en humedad excede del 4%, muchos materiales se vuelven pastosos y adherentes, tendiendo a atascar las máquinas, especialmente en las etapas gruesa e intermedia.

Un gran exceso de agua (50%) o más facilita la operación porque arrastra a la alimentación hacia la zona de acción, y al producto pulverizado hacia -

afuera de la misma, al mismo tiempo que proporciona un medio de transporte de los sólidos por la fábrica en forma de suspensión o papilla. Por lo general, la molienda húmeda se aplica en la etapa más fina de la reducción de tamaños.

La llamada Relación o Cociente de Reducción, es la relación existente entre el diámetro medio de la alimentación y el del producto. Muchas máquinas de trituración grosera poseen una relación de reducción entre 3 y 7. Los molinos para finos pueden poseer hasta un cociente de reducción de 100.

En la Trituración Libre, el producto desintegrado, junto con cierta cantidad de finos formados al mismo tiempo, se separa rápidamente de la zona de acción desintegrante, después de una permanencia relativamente corta. El producto de la molienda puede salir por acción de la gravedad, ser expulsado por aire comprimido o por una corriente de agua, o también lanzado por la fuerza centrífuga.

En la Alimentación Obstruída, el desintegrador está equipado con una tolva alimentadora que se mantiene llena a rebozar, o atascada, de modo que el producto no se descarga libremente. Esto hace aumen-

tar mucho la proporción de finos y disminuye la capacidad de producción. En ciertos casos la alimentación obstruída resulta más económica, pues elimina una o más etapas reductoras, debido a la gran cantidad de finos formados.

Cada etapa de reducción de tamaños puede llevar a continuación, y así suele ocurrir, un aparato de separación de tamaños. Si el material de rechazo (tamaño grueso) es devuelto al desintegrador, esta técnica de trabajo se conoce por Operación de Circuito Cerrado. Cuando el citado material no se devuelve para su retrituration se denomina Circuito Abierto. El trabajo en circuito cerrado significa economía de la energía consumidora en la desintegración, que, en el mejor caso es mucha; permite el empleo de aparatos más pequeños para un determinado tonelaje de producción y rinde productos de mayor uniformidad de tamaño.

Aunque el tamaño granular de la alimentación es un factor de gran importancia, para seleccionar una máquina también hay que considerar otras características, tales como la dureza y la estructura del material.

Cálculo del Alimentador de Placas o Apron

Feeder para su capacidad:

Yardas cúbicas por hora 2.22 (W x D x S x k)

W = ancho de alimentador de pies.

D = Colchón del material en ft.

S = Velocidad de las dos patas en pies por minuto.

k = factor de alimentación = 0.8

TPH = yardas cúbicas x 1.35

Entonces:

W = 3 ft.

D = 5.17 ft.

S = 9 ft/min

k = 0.8; por espacios entre piedras.

yardas 3/hr = 2.22 (3' x 2.17 x 9 x 0.8)

= 104.15 yardas cúbicas por hora.

TPH = 104.15 x 1.35 = 63.73 = 140.6 TPH

= 141 TPH

Conclusión:

Este alimentador tiene mayor capacidad que la que se desea obtener ya que tiene una capacidad teórica de 98 TPH y la calculada es de 128 TPH. Es to quiere decir que está sobrado con 30 toneladas, es decir, en un 31% sobre su capacidad.

Cálculo de la Quebradora Primaria

Datos:

F Alimentación - Máxima 12" = 304800 M 80% aprox.

P Producto - 3 1/2" = 96520 M 80% aprox.

1" = 25400 M

$W_1 = 14$

$W = 0.196$

Horas pro día = 16 horas

Tons. por hora = 30 tons.

Reducción promedio - $R_r = F/P = \frac{304800}{96520} = 3.15$

Para saber el W de trabajo se realiza la siguiente

operación:

$$\begin{aligned}
 W &= W_1 \left(\frac{\sqrt{R_r} - 1}{\sqrt{R_r}} \right) \left(\sqrt{\frac{100}{P}} \right) \\
 &= 14 \left(\frac{3.15 - 1}{3.15} \right) \left(\sqrt{\frac{100}{96520}} \right) \\
 &= 14 \left(\frac{1.77 - 1}{1.77} \right) \left(\sqrt{0.001035} \right) \\
 &= 14 \left(\frac{0.77}{1.77} \right) (0.0322) \\
 &= 14 (0.43503) (0.0322) \\
 &= 14 (0.01399)
 \end{aligned}$$

$W = 0.196 \text{ kWh/ton.}$

Hp calculado = $W \times \text{TPH} \times 1.341$

$$= 0.196 \times 36 \times 1.341 = 9.459 + 15\%$$

factor eficiencia

$$= 10.88 = 11$$

Se puede usar un motor de 15 HP

Según catálogo de Denver Equipment página 50, la quebradora para esta capacidad es del grupo "H" para alimentación forzada.

Tamaño	H.P. Requerido	HP Motor	
10 x 16	20-25	30	para una capacidad de 36 T.P.H.

Por los cálculos anteriores se puede dar cuenta del tamaño de la quebradora que está instalada, según características:

Tamaño	H.P. Instalado	Cap. (T.P.H.)
20 x 36	60	100-140

Viendo la relación que hay referente a las capacidades de cada una hay un porcentaje de:

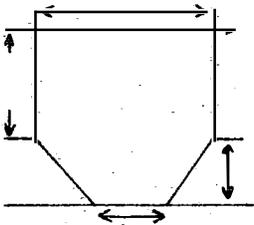
$$\frac{36 \text{ TPH Real}}{120 \text{ TPH teórico}} \times 100 = 30\%$$

Esto nos indica que la quebradora está trabajando a un 30% de su capacidad realmente.

En el aspecto operacional esto ocasionaba sobrecargar el circuito de operación y tener que parar el alimentador para que no se atascara el circuito de quebradoras secundarias y terciarias, y cribas bajando así la eficiencia en el circuito mismo de trituración.

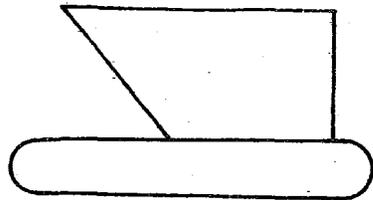
Cálculo del volumen del cajón que recibe el material:

Vista de frente



$$\begin{aligned} \text{Volumen (1)} & A \times B + 1/2 h (a+b) \\ &= 36 \times 24 + 1/2 \cdot 14 (36+26) \\ &= 864 + 434 \\ &= 1298 \text{ in}^2 \times 51'' \\ &= 66198 \text{ in}^3 \end{aligned}$$

Vista lateral



$$\begin{aligned} \text{Vol (2)} & a^2 + b^2 + c^2 \\ &= (38)^2 + (19'') + (26)^2 \\ &= 784 + 361 = 676 \\ &= 1821 \\ &= 42.67 \text{ in}^3 \\ &= 43 \text{ in}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Vol (1)} + \text{Vol (2)} = \text{Vol total}$$

$$\begin{aligned} \text{Vol tot} &= 66198 + 43 \\ &= 66241 \text{ in}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Si } \text{ft}^3 = 1728 \text{ m}^3 \therefore \frac{66241}{1728 \text{ ft}^3} = 38.33 \text{ ft}^3$$

$$1 \text{ ft} = 0.02832 \therefore 38.33 \text{ ft}^3 \times 0.02832 \text{ m}^3$$

$$\text{Capacidad de cajón en } 1.086 \text{ m}^3 \times 1.88 \text{ T} = 2.042 \text{ T}$$

Cálculo para la Quebradora Secundaria

Tomando los datos del balance de la sección de trituración.

Datos:

- | | |
|---|----------|
| 2. DSTPH (toneladas cortas, secas por hora) | 22 |
| 3. F (80% Pasa la alimentación) 2" aproximadamente | 50800 M |
| 4. P (80% Pasa el producto) 1/2" aproximadamente | 12700 M |
| 5. $R_r = F/P$ (reducción promedio) | 4.00 |
| 6. $\sqrt{R_r}$ (factor de corrección) | 2.00 |
| 7. $\sqrt{R_r} - 1$ (factor de corrección) | 1.00 |
| 8. $\frac{\sqrt{R_r}}{R_r} - 1$ (factor de corrección) | 1.00 |
| 9. $\frac{P}{100}$ (factor de corrección) | 127.00 |
| 10. $\sqrt{\frac{P}{100}}$ (factor de corrección) | 11.27 |
| 11. (8) x (10) (Indice de trabajo calculado) | 11.27 |
| 12. W_1 (Indice de trabajo) | 14 w |
| 13. W (factor de corrección) | 14/11.42 |
| 14. W (kwh/ton; energía requerido) | 1.23 |
| 15. Usar una quebradora de 3' std. de lana gruesa a 1/2 y un tamaño máximo de 5" del lado de alimentación con un motor de 60 HP según catálogo: | |
| Nordberg Symons cone crushers (#DJ-10655) | |

Cálculo para la Quebradora Terciaria

Datos:

2.	DSTPH - toneladas cortas secas por hora	40
3.	F (80% Pasa la alimentación) 2" aproximadamente	50800 M
4.	P (80% Pasa la alimentación) 3/8" aproximadamente	9525
5.	R _r (reducción promedio) $\frac{F}{P}$ M	5.33
6.	$\sqrt{R_r}$ (factor de corrección)	2.31
7.	$\sqrt{R_r - 1}$ (factor de corrección)	1.31
8.	$\sqrt{\frac{R_r}{R_r - 1}}$ (factor de corrección)	1.76
9.	$\frac{P}{100}$ (factor de corrección)	95.25
10.	$\sqrt{\frac{P}{100}}$ (factor de corrección)	9.76
11.	(8) x (10) (Índice de trabajo calculado)	17.18
12.	W _i (Índice de trabajo)	14 W
13.	W (trabajo para quebrar)	<u>14</u> 17.18
14.	W (energía requerida en kwh/ton)	0.82
15.	HP = 14 x 2 x 1.341	44
16.	Usar una quebradora de 3' cabeza corta con lana tipo fino a 3/8" del lado de la descarga y un tamaño máximo de 1 5/8" en la alimentación con un motor de 60 HP según catálogo: Nordberg, Symons cone crushers (#DJ-10655)	

QUEBRADORAS DE QUIJADAS

ANALISIS DEL PRODUCTO

ESTE CUADRO DA UN ANALISIS PROMEDIO DE ROCA QUEBRADA POR SOBRE LA CABEZA EXCENTRICA DE LA QUEBRADORA DE QUIJADA. ESTO NO IMPLICA UNA GARANTIA DEL TAMAÑO DEL PRODUCTO, DESDE QUE TODAS LAS ROCAS VARIAN DE UNA AREA A OTRA Y LAS CONDICIONES LOCALES NUNCA SON CONSTANTES.

CIRCUITO ABIERTO

PORCIENTO QUE PASA DE CADA TAMAÑO EN EL PRODUCTO DE UNA QUEBRADORA

Tamaño	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/4	2 1/2	2 3/4	3	3 1/2	4	5	6	7	8	9	10
11"																		100
10"																	100	85
9"																100	85	53
8"															100	85	56	44
7"													100	85	65	50	40	
6"												100	85	69	56	45	36	
5"										100	85	72	60	50	41	33		
4"									100	85	76	67	56	47	39	32	26	
3 1/2"										100	85	77	68	59	50	41	34	27
3"								100	85	78	71	62	54	46	38	31	24	20
2 3/4"							100	85	78	71	64	56	49	42	35	28	22	18
2 1/2"						100	85	79	72	65	58	52	46	39	32	26	20	16
2 1/4"					100	85	78	72	65	58	52	47	41	35	28	23	18	14
2"				100	85	77	70	64	58	52	46	41	35	30	25	20	16	13
1 3/4"			100	85	77	70	63	57	51	46	40	35	30	26	22	18	15	12
1 1/2"		100	85	76	68	62	55	50	45	40	34	30	26	23	19	16	13	11
1 1/4"		85	73	65	57	52	46	41	37	33	29	26	23	20	17	14	12	10
1"	100	78	66	59	51	46	41	36	32	28	25	23	20	17	15	12	11	9
7/8"	85	70	58	52	44	39	35	31	28	25	22	20	17	15	13	11	10	8
3/4"	75	60	51	45	38	33	29	26	24	21	18	17	14	13	11	9	8	7
5/8"	64	50	42	37	30	27	24	22	20	17	15	14	12	11	9	8	7	6
1/2"	51	40	34	29	23	21	18	16	15	12	11	10	8	8	7	6	5	5
3/8"	44	34	29	25	19	17	15	13	12	10	9	8	7	7	6	5	4	4
5/16"	37	29	24	20	16	14	12	10	9	8	7	6	6	6	5	4	3	3
1/4"	29	22	19	16	12	10	9	7	6	5	4	4	4	4	3	3	2	2
4M	16	13	12	10	7	7	6	5	4	3	3	3	3	3	2	2	1	1
8M																		

ANALISIS DE CRIBAS

QUEBRADORA DE CONO "SYMONS"

CIRCUITO ABIERTO

Tamaño del Producto	2 1/2"	2	1 1/2"	1 1/4"	1"	7/8"	3/4"	5/8"	1/2"	3/8"	1/4"
+4 1/2"	2%										
-4 1/2" + 4"	4%										
-4" + 3 1/2"	6%	3%									
-3 1/2" + 3"	12%	5%									
-3" + 2 1/2"	16%	13%	4%								
-2 1/2" + 2 1/4"	9%	10%	5%	2%							
-2 1/4" + 2"	7%	10%	7%	4%							
-2" + 1 3/4"	8%	10%	11%	6%	3%						
-1 3/4" + 1 1/2"	7%	10%	13%	12%	6%	4%					
-1 1/2" + 1 1/4"	7%	9%	14%	16%	12%	7%	4%				
-1 1/4" + 1"	5%	8%	13%	17%	19%	17%	12%	6%			
-1" + 7/8"	2%	3%	6%	7%	11%	12%	11%	6%	3%		
-7/8" + 3/4"	2%	3%	5%	7%	9%	12%	13%	12%	6%		
-3/4" + 5/8"	2%	3%	4%	7%	10%	11%	14%	16%	12%	4%	
-5/8" + 1/2"	11%	2%	4%	5%	8%	10%	12%	17%	19%	12%	
-1/2 + 3/8"		11%	3%	4%	6%	8%	12%	14%	20%	24%	8%
-3/8" + 5/16"			11%	2%	3%	4%	4%	7%	10%	14%	13%
-5/16" + 1/4"				11%	2%	3%	4%	5%	8%	12%	19%
-1/4" + 3/16"					11%	12%	2%	4%	6%	12%	20%
-3/16" + 6M							12%	3%	4%	7%	12%
-6M + 10M								10%	12%	6%	11%
-10M + 14M										9%	4%
-14M + 28M											13%
-28M											
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Los valores de esta tabla variarán con el método de alimentación, selección de la cavidad de la quebradora, peso, lim pieza y contenidos de humedad del material y su diseño de fractura. Los valores exactos deberán ser establecidos por la prueba actual.

ANALISIS DE CRIBASCIRCUITO CERRADO

Los valores de esta tabla variarán con el método de alimentación, selección de la cavidad de la quebradora, peso, limpieza y contenidos de humedad del material y su diseño de fractura. Los valores exactos deberán ser establecidos por la prueba actual.

Tamaño del Producto	Lado Cerrado de la Quebradora o medida tope del producto			
	3/4"	5/8"	1/2"	3/8"
+5/8"	4%			
-5/8" + 1/2"	12%	6%		
-1/2" + 3/8"	14%	19%	8%	
-3/8" + 5/16"	14%	15%	13%	4%
-5/16" + 1/4"	12%	16%	19%	12%
-1/4" + 3/16"	12%	15%	20%	24%
-3/16" + 6M	7%	11%	16%	24%
-6M + 10M	6%	7%	12%	21%
-10M + 14M	2%	3%	3%	4%
-14M + 28M	7%	8%	3%	4%
-28M			6%	7%
	100%	100%	100%	100%

QUEBRADORA DE CONO "SYMONS" CABEZA CORTA - CIRCUITO CERRADO

CAVIDADES - ABERTURAS DE ALIMENTACION - TAMAÑOS DE PRODUCTO - CAPACIDADES (PRODUCTO NETO TERMINADO - LAS CAPACIDADES NO INCLUYEN CARGA CIRCULANTE)

TAMAÑO	TIPO DE CAVIDAD (FIG. II)	MINIMA DESCARGA RECOMENDADA	ABERTURAS DE ALIMENTACION CON DESCARGA MINIMA RECOMENDADA		CAPACIDADES EN TONELADAS (2000 LBS) POR HORA A LA DESCARGA INDICADA							CABALLOS DE FUERZA RECOMENDADO	
			LADO CERRADO	LADO ABIERTO	1/8"	3/16"	1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"		
2 ft.	Fina	1/8"	3/4"	1 3/8"	6	8	10	14	20				30
	Gruesa	3/16"	1 1/2"	2"		8	10	14	20				30
3 ft.	Fina	1/8"	1/2"	1 5/8"	15	20	30	40	50	60	65	75	75
	Media	1/8"	1"	2"	15	20	30	40	50	60	65	75	75
	Gruesa	1/4"	2"	3"			30	40	50	60	65	75	75
4 ft.	Fina	1/8"	1 1/8"	2 1/2"	20	35	50	75	100	125	150	150	150
	Media	1/4"	1 3/8"	3"		35	50	75	100	125	150	150	150
	Gruesa	5/16"	2 3/4	4"				75	100	125	150	150	150
	Ex. Gruesa	5/8"	4 3/4"	5 1/2"						125	150	150	150
5 ft.	Fina	3/16"	1"	2 1/2"		50	75	108	142	174	206	200	200
	Media	1/4"	1 3/4"	3 1/4"			75	108	142	174	206	200	200
	Medio Gruesa	3/8"	2 9/16"	3 7/8"				108	142	174	206	200	200
	Gruesa	3/8"	3 1/4"	4 5/8"				108	142	174	206	200	200
	Ex. Gruesa	1/2"	4 1/8"	5 5/8"					142	174	206	200	200
7 ft.	Fina	3/16"	2"	3 3/4"		120	160	240	300	360	420	300	300
	Media	3/8"	3 7/8"	5 3/4"				240	300	360	420	300	300
	Gruesa	1/2"	5"	7"					300	360	420	300	300
	Ex. Gruesa	5/8"	6 5/16"	8 1/4"						360	420	300	300

QUEBRADORA DE CONO "SYMONS" STANDARD - CIRCUITO ABIERTO

CAVIDADES - ABERTURAS DE ALIMENTACION - TAMAÑOS DE PRODUCTO-
CAPACIDADES

TAMAÑO	TIPO DE CAVIDAD (FIG. I)	"A" MINIMA DESCARGA RECOMENDADA	ABERTURAS DE ALIMENTACION CON DESCARGA MINIMA RECO- "B" MENDADA "B"		CAPACIDADES EN TONELADAS (2000 LBS) POR HORA A LA DESCARGA INDICADA										CABALLOS DE FUERZA RECOMENDADO	
			LADO CERRADO	LADO ABIERTO	1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"	1 1/4	1 1/2"	2"		2 1/2"
2 ft.	Fina	1/4"	2 1/4"	2 3/4"	15	20	25	30	35	40	45	50	60	30		
	Gruesa	3/8"	3 1/4"	3 3/4"		20	25	30	35	40	45	50	60			
	Ex. Gruesa	1/2"	3 1/2"	4"		25	30	35	40	45	50	60	60			
3 ft.	Fina	3/8"	3 3/8"	4 1/8"		35	40	55	70	75	80			60		
	Gruesa	1/2"	4 7/8"	5 11/16"		40	55	70	75	80		85	90			
	Ex. Gruesa	3/4"	6 7/8"	7 1/2"				70	75	80		85	90			
4 ft.	Fina	3/6"	5"	5 5/8"		60	80	100	120	135	150	170	180	100		
	Media	1/2"	6 1/8"	6 3/4"		80	100	100	120	135	150	170	180			
	Gruesa	3/4"	7 3/8"	8 1/4"					120	135	150	170	180		185	
4 1/2 ft.	Fina	1/2"	4 1/2"	5 3/8"		100	125	140	150	175	190	220	250	150		
	Media	5/8"	7 3/8"	8 1/4"			125	140	150	175	190	220	250			
	Gruesa	3/4"	9"	10"				140	150	175	190	220	250			
5 ft.	Fina	5/8"	6 3/4"	7 1/2"				145	175	200	230	250	275	300	200	
	Media	3/4"	8 3/4"	9 1/4"					175	200	230	250	275	300		
	Gruesa	7/8"	9 3/4"	10 1/2"					200	230	250	275	300	300		
5 1/2 ft.	Fina	5/8"	7 1/8"	7 3/4"				160	200	235	275	320	365	430	450	200
	Media	7/8"	8 5/8"	9 1/2"					200	235	275	320	365	430	450	
	Gruesa	1"	9 7/8"	10 7/8"						275	320	365	430	450	450	
7 ft.	Fina	3/4"	10"	11"					370	400	500	620	750	1000	1050	300
	Media	1"	11 1/2"	12 3/4"						400	500	620	750	1000	1050	
	Gruesa	1 1/4"	13 1/2"	14 7/8"							620	750	1000	1050	1050	
	Ex. Gruesa	1 1/2"	16 3/4"	18 1/8"								750	1000	1050	1050	

TIPO DE LAINAS
(CAVIDAD)

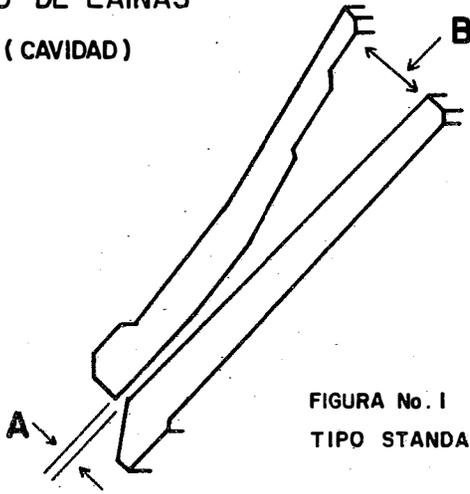


FIGURA No. 1
TIPO STANDARD

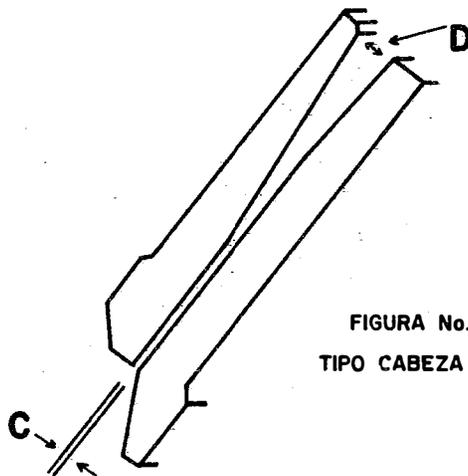


FIGURA No. 2
TIPO CABEZA CORTA

BANDAS TRANSPORTADORAS:

Una banda transportadora se usa en el acarreo de un sitio a otro, de materiales a granel, ya que puede mover la cantidad máxima de material con un mínimo de esfuerzo de la banda y del equipo.

El transporte es rápido y continuo, su carga y descarga es uniforme, sus requerimientos de energía son mínimos así como su mantenimiento, puede ser usado tanto en distancias cortas como en largas, en sentido horizontal o vertical en donde exista una inclinación o pendiente. Esta inclinación no deberá ser mayor de 20° debido a que el material rodaría por la banda debido a la alta inclinación y fuerza de atracción.

Para realizar el cálculo de una banda es necesario realizar una serie de consideraciones de datos experimentales y parámetros de control que son:

Angulo de Sobre Carga.

Peso volumétrico del material.

Velocidad mínima de la banda según las características del material.

Carga del material (considerando la carga máxima para el cálculo de la potencia, ya que

la capacidad de la banda completamente cargada depende de la velocidad.)

Distancia entre centros, que existe entre las poleas terminales.

Tipo de rodillos.

Declive - la diferencia de altura entre el punto de carga y descarga.

Tipo de empalme (grapas o vulcanizado).

Tipo de transmisión (una o dos poleas motrices).

Ajuste (contrapeso o tornillo).

Diámetro de poleas, ya que unas poleas adecuadas nos dan una vida mayor de la banda como la del empalme.

Motor de Transmisión:

El cálculo de las bandas depende de estos factores, además, de las recomendaciones y datos adicionales que la literatura nos proporciona como son: El tipo de banda y accesorios para que la banda nos proporcione un mejor servicio y durabilidad de la misma.

Los datos siguientes para efecto del cálculo se consideran para todas las bandas de esta sección:

Angulo de sobre carga del material:

Se puede calcular de una manera práctica, obteniéndolos a partir del ángulo de reposo del material, este se hace tomando cierta cantidad de material y dejándolo caer en una superficie plana para obtener un - acumulamiento de material dando la forma de un cono, tomando para su determinación el punto más alto y la porción de material de la base, procediendo después a sacar una pendiente y posteriormente el ángulo (tg).

(Ver Fig. #1) $\text{tg } \theta = \frac{b}{c}$

Se checan posteriormente en gráficas de la literatura.

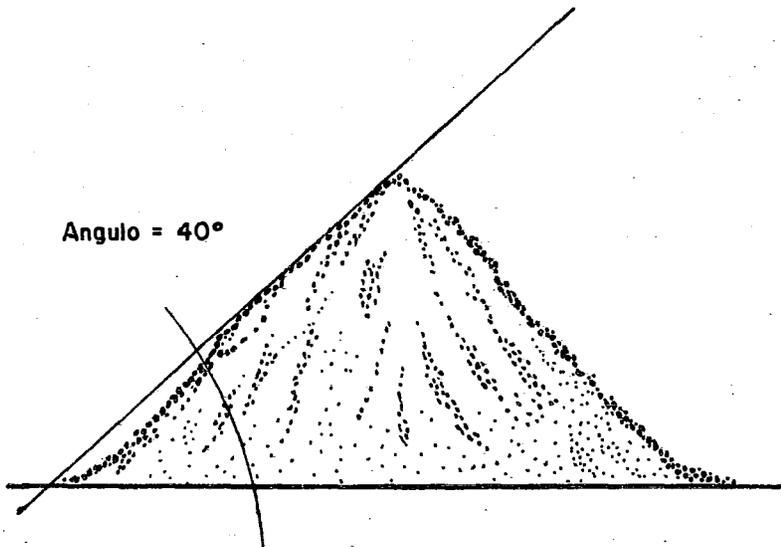


FIG. No. 1

CALCULO DE LA BANDA 1 + 2 (#1)

(UNA SOLA BANDA)

1) Para determinar el ángulo de sobre carga del mineral se emplea la figura #1. El ángulo de reposo* es de 37° , por lo tanto el ángulo de sobre carga** será de 25° .

2) Peso volumétrico del material en lb/ft^3 .
El peso volumétrico de nuestro mineral es de 117.285 lb/ft^3 .

3) Velocidad de la banda según características del material se emplea la tabla #2. Por medio de esta tabla, para un material del tipo de roca gruesa - triturada, mineral anguloso y macizo se necesita una velocidad de 250-350 FPM, hasta un ancho de banda de - 20" y hasta 500 RPM.

* El ángulo de reposo de un material, es el ángulo que la superficie hace con la normal, formando libremente un apilamiento a la horizontal.

** El ángulo de sobre carga de un material, es el ángulo que se forma con la horizontal, asumiendo que está en reposo en una banda transportadora en movimiento. Este ángulo es usualmente entre 5° y 15° menor que el ángulo de reposo. En algunos materiales puede llegar a ser hasta de 2° menor.

4) Transformar reduciendo el tonelaje necesario por hora al tonelaje equivalente a un peso de 100 lb/ft^3 y una velocidad de 100 ft/min . Esto se hace por medio de las siguientes fórmulas:

$$\text{TPH (equivalente)} = \text{TPH (necesario)} \times A \times B.$$

$$\text{donde } A = \frac{100}{\text{Peso real por ft}^3 \text{ de material}}$$

$$B = \frac{100}{\text{Vel. Selec. de banda ft/min.}}$$

Las toneladas necesarias de capacidad es la capacidad de la planta de Beneficio en un transporte de 10 horas efectivas quebrado de dos turnos.

$$\text{TPH (necesario)} = \frac{500 \times 1.1}{10} = 55 \text{ THP}$$

$$\text{TPH (equivalente)} = 55 \times A \times B$$

$$A = \frac{100}{117.285} = 0.853$$

$$B = \frac{100}{150} = 0.666$$

$$\text{TPH (equivalente)} = 55 \times 0.853 \times 0.666 = 31.25$$

5) El ancho apropiado de la banda se ve en la tabla de capacidad (#3) para un material de 100 lb/ft^3 y 100 ft/min .

Buscando en la tabla para un ángulo de sobre carga de 25° y una capacidad equivalente de 55 TPH, no da el ancho de banda de 18" (cap. de 69.3 TPH).

6) Checar el ancho de la banda seleccionada de acuerdo al tamaño del material a transportar.

Basándose en la figura #2 en el eje de la "Y", el tamaño del mineral a manejar en nuestro caso es 6" recorriendo el eje a las "X" hasta interceptar la curva que representa al tipo de material a manejar en nuestro caso todos gruesos y 25° de sobre carga del mineral, esta intercepción se proyecta al eje de la "X" dándonos una banda de 30".

7) Corrección de la velocidad. Es necesario encontrar la velocidad para que esta banda proporcione una capacidad de 55 TPH.

Regresando a la tabla #3 de capacidad encontramos que la banda de 18" y 100 ft/min., teniendo una capacidad de 69.3 TPH.

$$V = \frac{55 \times 100}{69.3} = 79.36 \text{ ft/min.}$$

Solución: Banda de 30"

$$V = 79.36 \text{ ft/mín.} + 25\% = 99.2 = 100 \text{ ft/mín.}$$

8) Cálculo de rodillos; Datos:

Tipo de servicio = 2 turnos

Tipo de material = No seleccionado con peso de 120 lb/ft³.

Tamaño máximo = 6"
 Vel. de banda = 100 ft/mín.
 Peso de banda = 7.2 lb/ft

a) Rodillos de carga 20°.

Para ésto es necesario conocer el producto de la multiplicación de dos factores:

$$P1 = A \times B$$

A = Factor de servicio (tabla #4) = 12 para operación de dos turnos.

B = Factor en función del tamaño máximo de 6" y peso de 120 lb/ft³ y el factor es de 80. (tabla #5).

$$P1 = 12 \times 80 = 960$$

Una vez encontrado el producto P, se pasa a la figura #3 y se encuentra que el número de serie del rodillo de carga es II, después se recurre a la tabla #7 en la cual se obtiene el diámetro del rodillo de 5" y un diámetro de flecha de 3/4".

b) Separación de rodillo de carga:

Se consulta la tabla #6 donde para un ancho de banda de 30" y peso de material de 125 lb/ft³ encontramos un valor de 4.0 ft.

c) Cálculo Rodillos de Retorno; Datos:

Tipo de servicio = 2 turnos

Tipo de material = No seleccionado con peso
de 120 lb/ft³.

Tamaño máximo = 6"

Peso de la banda = 7.2 lb/ft (Tabla #5)

Para el cálculo de los rodillos de retorno se debe de encontrar el producto de la multiplicación de dos factores:

$$P_2 = A \times Wb$$

A = Factor de servicio (tabla #4) = 12 para operación de dos turnos.

Wb) = Factor en función del ancho de la banda y el peso del material transportado (tabla #8) para este caso de ancho de banda de 30" y peso de material transportado de 130-200 lb/ft³ (carga pesada) se tiene que WB tiene un valor de 8.0

$$P_2 = 12 \times 8 = 96$$

Pasándose a la figura #4, se encuentra que el número de serie del rodillo de retorno corresponde al #1.

Se recurre a la tabla #7 como paso siguiente y se obtiene el diámetro del rodillo que corresponde a 5"Ø y flecha de 5/8"Ø.

Separación de rodillos de retorno se consulta la tabla #6 para un ancho de banda de 30" y peso del material de 120 lb/ft^3 encontramos un valor de 10 ft de separación.

9) Cálculo del motor; Datos:

$W_b = 8.0 \text{ lb s/ft}$ peso de la banda

$L = 64.654 \text{ m} = 212.12 \text{ ft}$

$V = 99 \text{ ft/mín.}$

$H = 44.5$

$Q = 55 \text{ TPH}$ cap. de la banda

$Se = 4 \text{ ft}$ espaciamiento entre rodillos de carga.

$A_i = 1.08$ factor dependiendo del diámetro del rodillo y la flecha.

Temperatura: 4° temperatura de operación de la banda.

Ancho banda = 30"

Rodillos de carga tipo II $\emptyset 5"$, \emptyset flecha $3/4"$ y ángulo de rodillo de 35°

Rodillos de retorno clase tipo I \emptyset rod. $5"$, flecha $5/8"$ y ángulo de 35°

a) Cálculo del peso del material transportado, utilizando la fórmula:

$$W_m = \frac{33.3 \times Q}{V}$$

donde W_m = Peso material transportado.

33.3 = Factor establecido.

Q = Capacidad de la banda en Ton. x hora.

V = Velocidad de la banda (ft/mín.)

W_m = $\frac{33.3 \times 55}{99} = 18.5$ lb/ft

b) Cálculo del peso total de la banda incluyendo el peso del mineral.

$$W_b + W_m = 8.0 + 18. = 26.5 \text{ lb/ft}$$

c) Determinación del factor (K_t) de temperatura ambiente. Viendo la gráfica #5 se tiene que para 4 corresponde un factor de 1.30.

$$K_t = 1.30$$

d) Cálculo de la fuerza en libras por pie lineal de la banda (K_x) para el giro de los rodillos de carga y retorno.

$$K_x = 0.00068 (W_b + W_m) + \frac{A_i}{S_i}$$

donde 0.00068 factor establecido

$W_b + W_m$ = peso banda + peso material

A_i = Factor que depende de los diámetros del rodillo y flecha.

S_i = Separación de los rodillos de carga.

$$Kx = 0.00068 (26.5 \text{ lb/ft}) + \frac{1.08 \text{ ft}}{4 \text{ ft}} =$$

$$0.2745 \text{ lbs/ft.}$$

e) Cálculo del % dependiente = $H/L (100)$.

Donde H = desnivel de la banda entre polea de cabeza y polea de cola.

L = Longitud de la banda

$$\% \text{ pendiente} = \frac{44.5}{212} \times 100 = 20.99$$

$$\text{ang } \text{tg } \frac{H}{L} = 13.17^\circ 16''^*$$

(*) ya que es el ángulo máximo para un mineral.

f) Determinación de la fuerza en libras por pie lineal para flexionar la banda transportadora y la carga sobre los rodillos (K_y), consultando la gráfica correspondiente, se tiene una pendiente de 20.9% y una longitud de la banda de 212 ft.

$$K_y = 0.025 \text{ lb/ft}$$

g) Cálculo del motor

$$\text{H.P.} = \frac{T_e V}{33000}$$

T_e = Tensión total efectiva (en libras) requeridas para mover la banda transportadora.

La tensión total efectiva es igual a la suma de:

$$(L)(K_t)(K_x) = (212)(1.30)(0.2880) = 79.3728$$

$$(L)(K_t)(K_y)(W_b) = (212)(1.30)(0.025)(8) = 55.1200$$

$$(L)(K_t)0.015(W_b) = (212)(1.30)(0.015)(9) = 33.0720$$

$$(k_y)(W_m)(L) = (0.025)(212)(18.5) = 5098.6000$$

$$(H)(W_m) = 44.5(18.5) = \frac{823.2500}{6089.4148}$$

$$H_p = \frac{(6089.4148)(99)}{33000} = 18.268 \text{ H.P.}$$

La tensión total efectiva es igual a la suma de:

$$(L)(k_t)(K_x) = (212)(1.30)(0.2880) = 79.3728$$

$$(L)(K_t)(k_y)(W_b) = (212)(1.30)(0.25)(8) = 55.1200$$

$$(L)(K_t)0.015(W_b) = (212)(1.30)(0.015)(8) = 33.0720$$

$$(K_y)(W_m)(L) = (0.025)(212)(18.5) = 98.05$$

$$(H)(W_m) = 44.5(18.5) = \frac{823.2500}{1088.8648}$$

$$H_p = \frac{(1088.8648)(99)}{33000} = 3.3 \text{ H.P.}$$

Si se considera la eficiencia total de la transmisión se aumenta un 25%

$$H_p = 3.3 \times 1.25 = 4.1 \text{ H.P.}$$

Se tomará un motor de 5 H.P. ó 7.5 H.P.

Cálculo del tensor:

$$W = \frac{2(HP \times 33000 \times K)}{\text{Vel. de la Banda}}$$

W = Peso estimado para el contrapeso: Al 90% por ajuste del reductor de velocidad.

33000 = Factor establecido

K = Factor de transmisión

V = Velocidad de la banda

W = $\frac{2 (9 \times 33000 \times .5)}{99 \text{ ft/min.}}$

= $\frac{297000}{99}$

= 3000 lbs

incluye peso de poleas, flechas del eje y la horquilla.

CALCULO DE LA BANDA 3 (#2)

Observación. Se tomará la capacidad de la quebradora secundaria para efectos de cálculo de dicha banda.

1) Angulo de reposo 37° ángulo de sobrecarga 27° .

2) Peso volumétrico 125 lb/ft^3 .

3) Velocidad de la banda. Empleamos la tabla #2. Indica que para un material del tipo de roca gruesa triturado, mineral anguloso duro y macizo, se muestra una velocidad de 250-350 FPM, hasta un ancho de 24" de la banda.

4) Reduciendo el tonelaje necesario por hora al tonelaje equivalente a un peso de 100 lb/ft^3 y una velocidad de 100 ft/min., mediante la siguiente fórmula:

$$\text{TPH (Equivalente)} = \text{TPH (necesario)} \times A \times B$$

*(Los TPH necesarios de capacidad; es la capacidad de la quebradora secundaria para una hora).

$$*\text{TPH (necesario)} = \frac{150 \times 1.1}{1} = 165 \text{ TPH}$$

$$\text{TPH (equivalente)} = 165 \times A \times B$$

$$A = \frac{100}{117.285} = 0.853$$

$$B = \frac{100}{350} = .2857$$

$$\text{TPH (equivalente)} = 165 \times .853 \times .2857 =$$

$$40.21 \text{ TPH}$$

5) El ancho apropiado de la banda se ve en la tabla de capacidad (#3) para un material de 100 - lb/ft³ de peso y 100 ft/mín., de velocidad y un ángulo de sobre carga de 25° y una capacidad equivalente de 40.2 TPH nos da un ancho de 16" y TPH equivalente de 52.5 TPH.

6) Checando el ancho apropiado de la banda seleccionada de acuerdo al tamaño del material transportado, y siguiendo los pasos anteriores se busca en la figura #2, tomando como tamaño máximo 4" en el eje de los "Y" y recorriendo el eje de los "X" hasta interceptar la curva que nos representa el tipo de material a manejar, en este caso 10% de gruesos y 90% de finos, y 30° de ángulo de sobre carga nos da un ancho de 24" de la banda.

7) Corrección de la Velocidad. Se necesita encontrar la velocidad que esta banda nos proporciona a una capacidad de 165 TPH viendo la tabla #3, las capacidades que encontramos para una banda de 16" y 100 ft/mín. se tiene que son 52.5 TPH.

$$V = \frac{165 \times 100}{52.5} = 314.3 \text{ ft/min.}$$

Más un 20% por ser mineral medio: = 377.2

8) Cálculo rodillos: Datos:

Tipo de servicio: Dos turnos

Tipo de material: No clasificado con pe
so de 125 lb/ft³.

Tamaño máximo: 4"

Vel. de la banda: 100 ft/min.

Peso de la banda: 5.7 lb/ft.

a) Rodillos de carga a 20°

Conociendo el producto:

$$P1 = A \times B$$

A = Factor de servicio (tabla #4) = 12
para operación de dos turnos.

B = Factor en función del tamaño máximo
de 4" y un peso de 125 lb/ft³ el
factor es = 60 (tabla #5).

$$P1 = 12 \times 60 = 720$$

El siguiente paso es ver la figura #3 y se encuentra que el número de serie del rodillo de carga es III y pasando a la tabla #7 en la cual obtenemos el diámetro del rodillo que es de 5" Ø y 3/4" Ø de la flecha.

b) Separación de rodillos de carga:

Consultando la tabla #6, para un ancho de

banda de 24" y peso de material de 125 -
 lb/ft³ se tiene un valor de 4.0 ft (in-
 terpretando entre 100 y 150 lb/ft³ de -
 peso del material).

c) Cálculo para los rodillos de retorno;

Datos:

Tipo de servicio = dos turnos.

Tipo de material = no seleccionado con -
 peso de 125 lb/ft³

Tamaño máximo = 4"

Peso de la banda 5.7 lb/ft (tabla #5).

Cálculo de rodillos de retorno; por medio
 del producto:

$$P2 = A \times Wb$$

A = Factor de servicio = 12 (tabla #4)

Wb = Factor en función del peso de la ban-
 da y peso del material para una -
 banda de 24" de ancho y peso de -
 material transportado de 75 y 120 -
 lb/ft³ (carga media), obteniendo -
 un valor de 5.7 lb/ft (tabla #8).

$$P2 = 12 \times 5.7 = 68.4$$

Pasando a la figura #4 encontramos que el
 número de serie del rodillo de retorno es
 II, requiriendo de la tabla #7 obtenemos
 el diámetro correspondiente dando un $\emptyset =$
 5" y un diámetro de la flecha equivalente-
 a 3/4".

9) La separación de los rodillos, revisando la tabla #6, para un ancho de 24" y un peso de 125 ft^3 (interpolando entre 100 y 150 lb/ft^3) tenemos una distancia de 10 pies de separación entre centros.

Cálculo del motor; Datos:

$$W_b = 5.7 \text{ lb/ft}$$

$$L = 45 \text{ m} = 147.6'$$

$$V = 377.3 \text{ ft/min.}$$

$$H = 6.23 \text{ m} = 24'$$

$$Q = 165 \text{ TPH}$$

$S_i = 4'$ separación entre rodillos de carga.

$A_i = 1.08$ factor de rodillos de carga.

$T = 4^\circ\text{C}$ temperatura de operación.

Ancho = 24" de la banda.

Rodillos = Tipo III \emptyset 5" y flecha de 3/4" y ángulos de 20° .

Rodillos = Retorno tipo II de 5" \emptyset y flecha de 3/4 y de 20° .

a) Cálculo del peso del material transportado:

$$W_m = \frac{33.3 \times Q}{V}$$

33.3 = Factor establecido

Q = Cap. de la banda en TPH.

V = Velocidad de la banda.

W_m = Peso del material

$$W_m = \frac{33.3 \times 165}{377.2} = 14.56 \text{ lb/ft}$$

- b) Cálculo del peso total de la banda incluyendo el peso del material.

$$W_b + W_m = 5.7 + 14.56 = 20.26 \text{ lb/ft.}$$

- c) Determinación del factor (Kt), de temperatura ambiente recurriendo a la gráfica correspondiente de temperatura ambiente de la banda en operación se ve que para 4°C corresponde un factor de 1.30 (gráfica #5).

- d) Cálculo de la fuerza en libras por pie lineal de la banda (Kx) para el giro de los rodillos de carga y retorno.

$$K_x = 0.00068 (W_b + W_m) + \frac{A_i}{S_i}$$

$$\text{Factor establecido} = 0.00068$$

$W_b + W_m$ = Peso banda + Peso material.

A_i = Factor que depende del diámetro del rodillo y de la flecha.

S_i = Separación de los rodillos de carga.

$$K_x = 0.00068 (20.26) + \frac{1.08}{4} =$$

$$0.00068 (20.27) + 0.27 = 0.2837 \text{ lb/ft.}$$

e) Cálculo de la pendiente:

$$\% \text{ pendiente} = \frac{H}{L} \times 100$$

H = Desnivel de la banda entre polea de cabeza y polea de cola.

L = Longitud de la banda.

$$\begin{aligned} \% \text{ de la pendiente} &= \frac{24'}{147.6} \times 100 = 16.26\% \\ &= 16\% \end{aligned}$$

$$\text{Tang.} = H/L = 10.26 = 16^\circ*$$

*Ya que es el máximo de inclinación para minerales.

f) Determinación de la fuerza en libras por pie lineal para flexionar la banda transportadora y la carga sobre los rodillos (Kg).

Consultando la gráfica correspondiente se ve que para una pendiente de 16% y una longitud de 147.6'.

$$\text{Kg} = 0.025$$

$$\text{Kg} = 0.025 \text{ lb/ft}$$

10) Cálculo del motor.

Por medio de la siguiente fórmula

$$\text{H.P.} = \frac{T_e \cdot V}{33000}$$

H.P. = Potencia del motor.

Te = Tensión total efectiva (en libras)
requerida para mover la banda T.

V = Velocidad de la banda.

33000= Factor establecido.

La tensión efectiva es igual a la suma de:

$$(L)(Kt)(Kx) = 147.6 \text{ ft} \times 1.30 \times 0.2837 = 54.436$$

$$(L)(Kt)(Wb) = 147.6 \text{ ft} \times 0.025 \times 5.7 = 21.033$$

$$(L)(Kt)(0.615)(Wb) = 147.6 \times 0.015 \times 5.7 = 12.619$$

$$(L)(Ky)(Wm) = 147.6 \times 0.025 \times 1.456 = 53.726$$

$$(H)(Wm) = 24 \times 14.56 = \underline{349.440}$$

491.255

$$\text{HP} = \frac{491.255 \times 377.2}{33000} = 5.62 + 25\% \text{ como seguridad} \\ = 7.02$$

Se tomará un motor de 7.5
H.P.



CALCULO DE LA BANDA 4 (#3)

Observación. Se tomará como base la capacidad de la quebradora terciaria.

1) Angulo de sobre carga, el ángulo de reposo del material es de 37° por lo tanto el ángulo de sobre carga es de 25° ya que es lo que nos indica la tabla figura #1.

2) Peso volumétrico del material (en lb/ft^3). El peso volumétrico de nuestro mineral es de $117.2 \text{ lb}/\text{ft}^3$.

3) Velocidad de la banda según características del mineral, empleando la tabla #2 nos dice que es para roca gruesa triturada, mineral anguloso y macizo. Se necesita una velocidad de 250 a 400 FPM arriba de 20" de ancho y hasta 500 FPM de 24" a 36", para nuestro caso se supone una velocidad de 150 FPM.

4) Transformar reduciendo el tonelaje necesario por hora al tonelaje a un peso de $100 \text{ lb}/\text{ft}^3$ y una velocidad de $100 \text{ ft}/\text{min.}$, de donde:

$$\text{TPH (equivalente)} = \text{TPH (necesario)} \times A \times B$$

$$A = \frac{100}{\text{Peso real por } \text{ft}^3 \text{ de material}}$$

$$B = \frac{100}{\text{Vel. seleccionada de la banda en } \text{ft}/\text{min.}}$$

Las toneladas necesarias de capacidad, es la capacidad de la quebradora terciaria supuestas en un transporte de una hora.

$$\text{TPH} = \frac{75. \times 1.1}{1} = 82.5$$

$$\text{TPH (Equivalente)} = 82.5 \times A \times B$$

$$A = \frac{100}{117.2} = 0.853$$

$$B = \frac{100}{150} = 0.666$$

$$\text{TPH (Equivalente)} = 82.5 \times 0.853 \times 0.666 = 48.45 \text{ TPH}$$

5) El ancho apropiado de la banda se encuentra en la tabla de capacidades para un material de 100 lf/ft³ y velocidad de 100 ft/min., y un ángulo de sobre carga de 25° y una capacidad equivalente de 35.2 TPH nos da un ancho de banda de 14" y de 38.4 TPH de tonelaje equivalente.

6) Checar el ancho de la banda apropiado seleccionado de acuerdo al tamaño de material transportado (material medio) figura #2.

Siguiendo los pasos de los anteriores cálculos se busca en la figura #2.

Tomamos el tamaño mayor a 2" y encontramos en el eje de las "X" hasta interceptar la curva que nos re-

presenta el tipo de material a manejar en este caso es 10% de gruesos y 90% finos a 30°* de sobre carga nos da un ancho de 14" de ancho de banda.

*Nota: Por tener en la gráfica, la curva, 10% de gruesos y 90% de finos a 30° de ángulo.

7) Corrección de la velocidad. La velocidad a que esta banda puede trabajar es una capacidad de 82.5 TPH viendo la tabla #3, las capacidades que encontramos para una banda de 14" y 100 ft/min., se tiene que son de 38.4 TPH.

$$V = \frac{82.5 \times 100}{38.4} = 214.8$$

Más un 15% como factor de seguridad: 283.5
x 1.15 = 247.02 ft/min.

8) Cálculo de rodillos: Datos:

Tipo de servicio = 2 turnos.

Tipo de material = No clasificado con
peso de 100 lb/ft³

Tamaño máximo = 2"

Peso de la banda = 3 lb/ft (tabla 5')

a) Rodillos de carga. Por medio del producto de la multiplicación de dos factores.

$$P_1 = A \times B$$

A = Factor de servicio (tabla #4) = 12 para operación de dos turnos.

B = Factor de función del tamaño máximo 2" y un peso de 125 lb/ft³ ya que

el tamaño nuevo que nos marca la tabla es de 4' y como el incremento en ese peso de material con respecto al tamaño va de 20 en 20 por lo tanto; le damos el valor - próximo inferior de 40 lb/ft^3 a 2" de tamaño:

$$P_1 = 12 \times 40 = 480$$

Viendo la figura #3 encontramos que el número de serie para ese rodillo es del #II y viendo la tabla #7 nos da el diámetro del rodillos que es de 5" y con $3/4" \emptyset$ en la flecha.

b) Separación de rodillos de carga:

Consultando la tabla #6, para un ancho de 14" y peso de material de 125 lb/ft^3 se tiene un valor de $4.75 \text{ ft} = 5"$ (multiplicando, entre la interpolación de 100 y 150 lb/ft^3 de peso del material.)

c) Cálculo de los rodillos de retorno:

Datos:

Tipo de servicio = dos turnos.

Tipo de material = No seleccionado con peso de 125 lb/ft^3

Tamaño máximo = 2"

Peso de la banda = 3 lb/ft (tabla #5)

Por medio del producto de la multiplicación de dos factores:

$$P_2 = A \times W_b$$

A = Factor de servicio = 12

Wb = Factor en función del peso de la banda y peso del material para una banda de 14" de ancho y peso de material entre 75 y 120 lb/ft (carga media) se obtienen valor de 3.0 lb/ft³ (tabla #8).

$$P_2 = 12 \times 3 = 36.0$$

Pasando a la figura #4 encontramos que el número de retorno es del número I requiriendo de la tabla #7 vemos que el diámetro del rodillo es de 5" con un diámetro de flecha de 5/8".

d) La separación de los rodillos de retorno es de 10' (por medio de la tabla #6) para una banda de 14" para un material entre 100 y 150 lb/ft³.

9) Cálculo del Motor: Datos:

$$Wb = 3.0$$

$$L = 127'$$

$$V = 326 \text{ ft/min.}$$

$$H = 23 \text{ ft}$$

$$Q = 82.5 \text{ TPH}$$

$$S_i = 5 \text{ ft}$$

$$A_i = 1.8$$

$$t = -4^\circ\text{C}$$

$$\text{Ancho} = 14''$$

Rodillos de carga tipo II con 5" \emptyset y flecha de 3/4" \emptyset de retorno tipo I y \emptyset de rodillo de 5" y 5/8" \emptyset de la flecha.

a) Cálculo del peso del material:

$$W_m = \frac{33.3Q}{V}$$

33.3 = Factor establecido.

Q = Capacidad de la banda transportadora con TPH.

V = Velocidad de la banda.

W_m = Peso de material

$$W_m = \frac{33.3 \times 82.5}{326} = 8.43 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}$$

b) Cálculo del peso total de la banda más el peso del material:

$$W_b + W_m = 3.0 + 8.43 = 11.43 \frac{\text{lb}}{\text{ft}}$$

c) Determinación del factor (K_t) de temperatura ambiente, se recurre a la gráfica correspondiente un K_t = 1.30 (gráfica #5)

$$K_t = 1.30$$

d) Cálculo de la fuerza en libras por pie lineal (K_x) de la banda para el giro de rodillos de carga y retorno.

$$K_x = 0.00068 (W_b + W_m) + \frac{A_i}{S_i}$$

0.00068 = Factor establecido.

W_b + W_m = Peso banda más peso material.

A_i = Factor dependiendo del \emptyset del rodillo de la flecha.

S_i = Separación de los rodillos de retorno.

$$K_x = 0.00068 (11.43) + \frac{1.08}{5.0} = 0.2238 \frac{\text{lb}}{\text{ft}}$$

e) Cálculo de la pendiente:

$$\% \text{ de la pendiente} = \frac{H}{L} \times 100$$

H = Desnivel entre las poleas de cabeza y cola.

L = Longitud de la banda

$$\% \text{ Pendiente} = \frac{23}{127} \times 100 = 18.11\%$$

$$\text{Ang. Tg.} = \frac{23}{127} = 11.4^\circ > 16^\circ \text{ correcto.}$$

f) Determinación de la fuerza en libras por pie lineal para reflexionar la banda transportadora y la carga sobre los rodillos K_y .

Consultando la gráfica correspondiente se ve que para una pendiente de 18.11% y una longitud de 127'

$$K_g = 0.034$$

$$\therefore K_y = 0.034 \frac{\text{lb}}{\text{ft}}$$

10) Cálculo del Motor:

Por medio de la fórmula:

$$\text{H.P.} = \frac{Te V}{33000}$$

H.P. = Potencia del motor.

Te = Tensión total efectiva (lbs)
para mover la banda transportadora.

V = Velocidad de la banda.

33000 = Factor establecido.

La tensión efectiva es igual a la suma de:

$$\begin{aligned}
 (L)(Kt)(Kx) &= 127 \times 1.80 \times 0.2363 &= 54.018 \\
 (L)(Kt)(Ky)(Wb) &= 127 \times 1.30 \times 0.034 \times 3 &= 16.840 \\
 (L)(Kt)0.015(Wb) &= 127 \times 1.30 \times 0.015 \times 3 &= 7.429 \\
 (L)(Ky)(Wm) &= 127 \times 0.034 \times 10.22 &= 44.129 \\
 (H)(Wm) &= 23 \times 10.22 &= 235.060 \\
 && \underline{\hspace{1.5cm}} \\
 && 357.476
 \end{aligned}$$

$$\text{H.P.} = \frac{357.476 \times 269}{33000} = 2.91 + 25\%$$

= 3.64 usar motor de 5 H.P.

CALCULO DE LA BANDA 5 (#4)

1) Sobre carga material = 25° (reposo 37°).

2) Peso volumétrico del material 117.2
lb/ft³.

3) Velocidad de la banda de acuerdo a las características del material que es del tipo de roca fina, dura y maciza de 300-400 FPM, arriba de 20" de ancho. 500-600 a 24" - 36" y 700 FPM sobre 36".

Para el cálculo de esta banda tomaremos como referencia la mínima velocidad de 300 FPM, para una menos de 24" de ancho.

4) Transformar, reduciendo el tonelaje necesario por hora al tonelaje equivalente a un peso de 100 lb/ft³ y una velocidad de 100 ft/min., mediante las siguientes fórmulas:

$$\text{TPH (Equivalente)} = \text{TPH (Necesario)} \times A \times B$$

$$A = \frac{100}{\text{Peso Real por ft}^3 \text{ del material}}$$

$$B = \frac{100}{\text{Vel. seleccionada de banda en ft/min.}}$$

Las toneladas necesarias de capacidad es la capacidad del equipo terciario para un producto de 3/8" (fino), que es de 75 TPH máxima.

$$\text{TPH (necesario)} = \frac{75 \times 1.1}{1} = 82.5 \text{ TPH}$$

$$\text{TPH (equivalente)} = 82.5 \times A \times B$$

$$A = \frac{100}{117.2} = .853$$

$$B = \frac{100}{300} = .333$$

$$\begin{aligned} \text{TPH (equivalente)} &= 82.5 \times .853 \times .333 = \\ &23.457 \text{ TPH} \end{aligned}$$

5) Ancho apropiado de la banda, para un material de 100 lb/ft^3 y 100 ft/min. , pasando a la tabla #3, se ve que para un ángulo de sobre carga de 25° a una capacidad equivalente de 24.2 TPH, da un ancho de banda de 14" ancho (cap. 38.4 TPH).

6) Se checa la banda seleccionada de acuerdo al tamaño del material a transportar.

Ver la figura #2, en nuestro caso se trata material fino de $1/2"$, la gráfica #2 no permite hacer la comprobación del ancho de la banda ya que el eje "Y" tiene tabulado como tamaño mínimo de $2"$, por lo tanto se tomará el ancho de $14"$.

7) Corrección de velocidad:

Es necesario buscar la velocidad para que ésta banda proporcione la capacidad de 82.5 y $14"$ de ancho.

$$V = \frac{82.5 \times 100}{38.4} = 214.84 \text{ ft/min.} + 15\%, \text{ por ser material fino.}$$

Velocidad 247.1 ft/min.

8) Cálculo de rodillos: Datos:

Tipo de servicio = dos turnos.

Tipo de material = No seleccionado superior a 125 lb/ft³

Vel. 247.1 ft/min = .250 ft/min.

Tamaño máximo = 1/2"

Peso de la banda = 3 lbs/ft

Vel. banda = 250 P.P.M.

a) Rodillos de carga, acanalados a 20°

Debe de buscarse las condiciones de trabajo a las que van a estar sujetos, considerando también el tamaño del material que va a ser transportado así como su gravedad específica.

$$P_i = A \times B$$

A = Factor de servicio = 15 de la tabla.

B = Factor función del tamaño y peso del material = 60 por ser el menor en la tabla.

$$P_i = 15 \times 60 = 900$$

Obteniendo el producto se ve a que tipo de rodillo pertenece la gráfica marca para una velocidad

de 300 FPM y 14" de ancho un rodillo tipo III (CEMA) fig. #3 y en la tabla #7, recomienda un rodillo de 5" \emptyset y un diámetro de flecha de 3/4".

b) Separación de rodillos de carga.

Se considera el peso del material, ancho de banda (14") y el peso del material (125 lb/ft^3) y la tabla #6 nos indica que la separación es de 5 ft. (Por interpolación entre 100 y 125 lbs/ft^3).

c) Cálculo de los rodillos de retorno.

Datos:

Tipo de servicio	=	dos turnos
Tipo de material	=	No seleccionado no superior 125 lb/ft^3 de peso
Tamaño máximo	=	1/2"
Peso de la banda	=	3 lb/ft
Vel. banda	=	250 P.P.M.

Se considera el tiempo de operación como el factor "A" de la tabla (4) = 15. Así como el ancho de la banda y el peso del material transportado, para este caso 14" y 125 lb/ft^3 (Wb) y viendo la tabla 8 (Wb) = 3 lb/ft.

$$\begin{aligned}
 P_2 &= A \times W_b \\
 &= 15 \times 3 \\
 &= 45
 \end{aligned}$$

Correspondiendo a rodillos tipo I con diámetro de 5" y 5/8" \emptyset de flecha.

d) Separación de los rodillos de retorno.

Se toman como datos, el ancho de la banda (14") y el peso del material (125 lb/ft³).

Obteniendo de la tabla #6, la separación de 10' entre centros.

9) Cálculo del motor: Datos:

$W_b = 3.0$ lbs/ft Peso de la banda.

$L = 209$ ft Componente horizontal de la banda.

$V = 259$ ft/min. Vel. de la banda.

$H = 44$ ft Desnivel de la banda.

$Q = 82.5$ Ton/h. Capacidad de la banda.

Tabla #9 $S_i = 5$ ft Espaciamiento entre rodillos de carga.

$A_i = 1.08$ ft Factor dependiendo del \emptyset rodillo y de la flecha.

Temperatura = 4°C Temp. op. de la banda.

Ancho banda = 14'

Rodillos de carga doce III 5" \emptyset 3/4 \emptyset flecha y ángulo de 20°.

- a) Cálculo de peso de material transportado:

$$W_m = \frac{33.3 (82.5)}{250} = 10.989$$

W_m = peso material transportado.

82.5 = Q. Cap. banda en tons/hora.

300 = V Vel. de la banda.

- b) Cálculo del peso total de la banda incluyendo el peso del material:

$$W_b + W_m = 3.0 + 10.989 = 13.989 \text{ lbs/ft}$$

- c) Determinación del factor (K_t) de temperatura ambiente, para una temperatura de $-4^\circ\text{C} = 24.8^\circ\text{F}$, se ve que para esta temperatura corresponde un factor de 1.00 (gráfica #5).

$$K_t = 1.00$$

- d) Cálculo de la fuerza en libras por pie lineal de la banda (K_x) para el giro de los rodillos de carga y retorno:

$$K_x = 0.00068 (W_b + W_m) + A_i/S_i$$

$W_b + W_m = 13.909$ peso del material, más peso banda.

$A_i = 1.08$ ft factor que depende del \emptyset del rodillo y la flecha.

$S_i = 5$ ft distancia entre los rodillos de carga.

$$\begin{aligned} K_x &= 0.00068 (13.989) + \frac{1.08}{5.00} = \\ &= 0.0095 + 0.216 = 0.2255 \text{ lbs/ft} \end{aligned}$$

e) Cálculo de la pendiente:

$$\% \text{ Pendiente} = \frac{H}{L} \times 100$$

H = Desnivel de la banda, entre polea de cabeza y polea de cola.

L = Longitud de la banda:

$$\frac{H}{L} = \frac{44}{209} (100) = 21.0\%$$

ant $\text{tg} = 13.2^\circ < 16^\circ$ correcto, que es la inclinación máxima que permite el manejo de este tipo de material (mineral).

f) Determinación de la fuerza en libras por pie lineal para flexionar la banda transportadora y la carga sobre los rodillos (K_y)

$$K_y = 0.021 \text{ lb/ft.}$$

10) Cálculo del motor:

$$\text{H.P.} = \frac{t_e V}{33000}$$

t_e = Tensión efectiva total (en libras) requeridas para mover la banda.

V = Velocidad de la banda.

33000 = Factor establecido.

t_e = a la suma de:

$$\begin{aligned} (L)(K_t)(K_x) &= 209 \times 1.0 \times 0.2255 &= 47.130 \\ (L)(K_t)(K_y)(W_b) &= 209 \times 1.0 \times 0.021 \times 3 &= 13.167 \\ (L)(K_t)0.015(W_b) &= 209 \times 1.0 \times 0.015 \times 3 &= 9.405 \\ (L)(K_t)(W_m) &= 209 \times 0.021 \times 10.989 &= 48.231 \end{aligned}$$

601.449

$t_e = 601.449 \text{ lbs.}$

$$\text{H.P.} = \frac{601.449 \times 250}{33000} = \frac{150362.25}{33.000} = 4.56$$

$$4.56 \times 1.25 \text{ (ef)} = 5.69 = \text{usar un motor de } 7.5 \text{ H.P.}$$

CALCULO DE LA BANDA 6 (#5)

Banda horizontal.

Se tomará como base la capacidad de la quebradora terciaria, ya que ésta alimenta a la banda #5 y ésta a su vez a la #6 (banda alimentadora de las tolvas de finos).

1) Angulo de sobre carga. Este es 10° menor que el de reposo:

$$\text{reposito} = 37^\circ - 10^\circ = 27^\circ$$

$$\text{sobrecarga} = 27^\circ$$

2) Peso volumétrico del material en (lb/ft^3).

El peso del material es de $117.2 \text{ lb}/\text{ft}^3$.

3) La velocidad de la banda dependiendo de las características del material, se emplea la tabla #2, para roca finamente triturada se tienen velocidades de 300 FPM a 400 FPM, arriba de 20" de ancho. De 500 FPM a 600 FPM de 24" de ancho a 36" de ancho en la banda y 700 FPM sobre 36" ancho.

Suponemos en este caso entre 300 y 400 FPM; será 350 FPM.

4) Transformar el tonelaje necesario por hora al tonelaje equivalente a un peso de $100 \text{ lb}/\text{ft}^3$ y una velocidad de 100 ft/min.

$$A = \frac{100}{\text{Peso real por ft}^3 \text{ del material}}$$

$$B = \frac{100}{\text{Vel. seleccionada de la Banda en ft/min.}}$$

Las toneladas necesarias de capacidad es la capacidad de la quebradora terciaria supuestas en una hora.

75 TPH

$$\text{TPH (necesario)} = \frac{75 \times 1.1}{1} = 82.5$$

$$\text{TPH (equivalente)} = 83.5 \times A \times B$$

$$A = \frac{100}{117.2} = 0.8532$$

$$B = \frac{100}{350} = 0.2857$$

$$\begin{aligned} \text{TPH (necesario)} &= 82.5 \times 0.8532 \times 0.2857 \\ &= 20.11 \text{ TPH} \end{aligned}$$

5) El tonelaje es el equivalente de la banda para un material de 100 lb/ft^3 y velocidad de 100 ft/mín.

Se busca en la tabla #3 para un ángulo de sobre carga 27° y una capacidad equivalente de 20.11 T.P.H. da un ancho de banda de 14" y capacidad de (38.4 TPH).

6) Checando el ancho de la banda según el tamaño del material a transportar.

Se tomará el mismo caso que la banda #5, ya que el tamaño mínimo en el eje de los "Y" es de 2", por lo tanto se tomará el ancho de la banda de 14".

7) Corrección de Velocidad. Se necesita buscar la velocidad de esta banda para que proporcione las 82.5 T.P.H. de capacidad y 14" de ancho.

$$V = \frac{82.5 \times 100}{38.4} = 214.84 \text{ ft/min.} + 15\% \text{ por mat. fino.}$$

$$= 247.2 \text{ ft/min.}$$

y ancho de 14" de la banda.

8) Cálculo de Rodillos: Datos:

Tipo de servicio = Dos turnos.

Tipo de material = No seleccionado con peso no mayor de 1b/ft³.

Tamaño máximo = 1/2"

Velocidad de la banda = 247. ft/min.

Peso de la banda = 3 lb/ft (tabla #5)

a) Rodillos de carga acanalados a 20° por medio del producto de dos factores:

$$P_1 = A \times B$$

A = Factor de servicio (ver tabla #4)
= 15 y 2 turnos.

B = Factor en función del tamaño máximo de 1/2 y peso de 120 lb/ft³ máximo también (tabla #5)

$$P_1 = 15 \times 54 = 810$$

Se pasa a la figura #3 y se ve que se necesitan rodillos tipo III, recurriendo a la tabla #7 se obtiene el diámetro de rodillo que es de 5"Ø y un diámetro de flecha determinado de 3/4"Ø.

b) Separación de los rodillos de carga, tomamos la referencia de la tabla #6, que para un ancho de banda de 14" y un peso del material de 150 lb/ft³ como máximo (el menor es 100 y el peso del material es de 117.216/ft³) encontramos un valor de 4.5 pies de separación para los rodillos de carga.

c) Cálculo de rodillos de retorno.

Datos:

Tipo de servicio = dos turnos.

Tipo de material = seleccionado con peso superior a 100 lb/ft³.

Tamaño máximo = 1/2"

Velocidad de la banda = 247.1 ft/min.

Peso de la banda - 30 lb/ft.

Se debe de encontrar el producto de dos factores

$$P_2 = A \times Wb$$

A = Factor de servicio (de la tabla #4) = 15.

Wb= Factor en función del ancho de banda y peso del material (tabla #8) = 3.0 lb/ft.

Donde:

0.00068 = factor establecido.

Wb+Wm = peso banda + peso material.

Ai = factor que depende del diámetro del rodillo y de la flecha.

Si = Separación de los rodillos de carga.

Kx = $0.00068 (14.12) + 1.08/4.5 = 0.009602 + 0.24 = 0.2496$ lbs/ft.

H = 0 y L = 23 = $0/23 = 0.0\%$ pendiente.

No hay pendiente por ser la banda horizontal

%P = 0.

Determinación de la fuerza en libras por pie lineal para flexionar la banda transportadora y la carga sobre los rodillos. (Kg).

Ky = 0.035 de la tabla del factor Ky.

Ky = $0.035 \frac{\text{lb}}{\text{ft}}$

d) Cálculo del motor

La potencia de la banda transportadora está dada por la fórmula:

$$HP = \frac{Te V}{33000}$$

Te = Tensión total efectiva (en libras)
requerida para mover la banda -
transportadora.

V = Velocidad de la banda en ft/min:

La tensión efectiva es igual a la suma de:

$$\begin{aligned} (L)(Kt)(Kx) &= (23)(2.1)(0.2496) &= 12.0557 \\ (L)(Kt)(Ky)(Wb) &= (23)(2.0)(0.035)(3) &= 5.0715 \\ (L)(Kt)(0.015)(Wb) &= (23)(2.0)(0.015)(3) &= 2.1735 \\ (L)(Ky)(Wm) &= (23)(0.035)(11.12) &= 0.0 \\ &&= \underline{28.0523} \end{aligned}$$

$$HP = \frac{28.2523 \times 247}{33.000} = \frac{5154.812}{33000} = 2115$$

$$+ 25\% = 0.264 \text{ HP}$$

Se pondrá un motor de 1 ó 1.5 HP.

$$P_2 = 15 \times 3 = 45$$

Se pasa a la figura #4 y se encuentra el número de serie del rodillo de retorno corresponde al No. I.

Se pasa a la tabla #7 en la cual se obtiene el diámetro del rodillo que corresponde a 5" y flecha de 5/3" Ø.

e) Separación de rodillos de retorno.

Para una banda de 14" de ancho y peso de material de $150 \frac{1b}{ft^3}$ encontramos un valor de: 10 pies de la tabla #6.

9) Cálculo del motor: Datos:

$W_b = 3 \text{ lbs/ft}$ peso de la banda

$L = 23' = 7 \text{ mts.}$

$V = 247.1 \text{ ft/min}$ del de la banda.

$H = 0.0 \text{ mts.}$

$Q = 82.5 \text{ t/n cap. de la banda.}$

$S_i = 4.5 \text{ ft. espaciamento en los rodillos de carga.}$

$A_i = 1.08 \text{ ft factor dependiente del } \emptyset \text{ rodillo y de la flecha.}$

$t = 4^\circ \text{ temperatura}$

Ancho banda = 14"

Rodillos carga = tipo III 5" y 3/4" \emptyset flecha y angulo de 20° .

Rodillos de retorno = Clase I 5" \emptyset y 5/8" \emptyset flecha y angulo de 20° .

a) Cálculo del peso del material:

$$W_m = \frac{33.3 Q}{V}$$

$W_m =$ Peso del material transportado.

33.3 = factor establecido.

$Q =$ capacidad de la banda en ton. por hora.

$$Y = \frac{33.3 \times 82.5}{247.1} = 11.12 \text{ lbs.}$$

b) Cálculo del peso total de la banda incluyendo el peso del mineral.

$$W_b = W_m = 3 + 11.12 = 14.12 \text{ lbs/ft.}$$

- c) Determinación del factor (Kt) de temperatura ambiente.

Observando la gráfica correspondiente (#5) de temperatura ambiente de la banda en operación, se observa que para 4°C corresponde a un factor de 2.1.

- d) Cálculo de la fuerza en libras por pie lineal de la banda, (Kx) para el giro de los rodillos de carga y retorno

$$Kx = 0.00068 (Wb + Wm) + \frac{Ai}{Si}$$

CALCULO DE LA BANDA 7 (#6)

Para el cálculo de esta banda se toma la capacidad de molienda en toneladas por hora del molino Marcy 8' x 9' de bolas (500 TMPD). Así como los siguientes datos y parámetros:

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Angulo de sobre carga} &= \text{ángulo de re-} \\
 &\quad \text{peso } -10^\circ. \\
 &= 37^\circ - 27^\circ \text{ para} \\
 &\quad \text{cálculo} \\
 &= 25^\circ
 \end{aligned}$$

$$2) \text{ Peso volumétrico} = 117.21 \text{ lb/ft}^3$$

3) Velocidad de la banda de acuerdo a las características del material recurriendo a la tabla #2 se tiene que para un material anguloso y triturado, se necesita una velocidad de 250-400 ft/min para bandas arriba de 20" de ancho y hasta 500 FPM para bandas de 24" a 36" de ancho para este caso se tomará la velocidad de 120 FPM como referencia de cálculo.

4) Se transforma el tonelaje necesario por hora reduciéndolo al tonelaje equivalente, a un peso de 100 lb/ft³ y a una velocidad de 100 ft/min.

De las ecuaciones:

$$a) \text{ TPH (equivalente)} = \text{TPH (necesario)} \times A \times B.$$

$$b) A = \frac{100}{\text{Peso real por ft}^3 \text{ del material}}$$

$$B = \frac{100}{\text{Vel. seleccionada de la banda en ft/min.}}$$

El tonelaje necesario es la capacidad del máximo en toneladas por hora

$$\text{TPH} = \frac{21 \times 1.1}{1} = 23.1 \text{ T.P.H.}$$

$$\text{TPH (equiv)} = 23.1 \times A \times B$$

Donde:

$$A = \frac{100}{117.21} = 0.853$$

$$B = \frac{100}{120} = 0.833$$

$$\text{TPH (equivalente)} = 23.1 \times 0.833 \times 0.833 = 16.421 \text{ T.P.H.}$$

5) De la tabla # 3 observamos que para un material de 25° de sobre carga para un material de 100 lb/ft³ y velocidad de 100 ft/min y a una capacidad equivalente de 16.42 T.P.H. obtenemos un ancho de banda de 14" (cap. 38.4 T.P.H.).

6) Para checar la banda se basa en la figura #2 teniendo un inconveniente, ya que esta figura se puede usar solo hasta tamaños de 2" y máximos de 24". Por lo tanto se tomarán los mismos pasos que se siguieron en la banda #6 (5), siendo éste el ancho de banda apropiado de 14".

7) Corrección de la velocidad, la velocidad de la banda que puede trabajar a una capacidad de 23 T.P.H. de la misma tabla #3 obtenemos la capacidad de la banda de 14" de ancho y 38.4 T.P.H. y 100 ft/min. más un 10% de seguridad.

$$V = \frac{21 \times 100}{23.1} = 90.91 \text{ ft/min} \\ + \frac{9.08}{99.99} \\ = 100 \text{ ft/min.}$$

8) Cálculo de los rodillos: Datos:

Tipo de servicio: tres turnos.

Tipo de material: fino (menor de 3/8")

Tamaño máximo: 1/2"

Peso de la banda: 3 lb/ft de la tabla
5.

a) Rodillos de carga

Se encuentran por medio del producto

$$P_1 = A \times B.$$

$$A = \text{Factor de servicio (Tabla \#4)} = 15.$$

$$B = \text{Factor en función del tamaño máximo (Tabla \#5)} = 54 \text{ por interpolación de los pesos del material tomando como tamaño mínimo } 4".$$

$$P_1 = 15 \times 54 = 810.$$

Una vez hecho el producto se recurre a la figura encontrando el número de serie de rodillo que es del tipo I.

Para una velocidad 100 ft, y viendo la tabla #7 se ve que el diámetro del rodillo es de 5" y su diámetro de flecha es de 5/8".

b) Separación de los rodillos:

Se consulta la tabla #6 para un ancho de 14" y un peso de 100 lb/ft obtenemos la separación de 5 pies.

c) Cálculo de los rodillos de retorno:

Datos:

Tipo de servicio: tres turnos.

Tipo de material: fino (menor 3/8").

Por medio del producto $P_2 = A \times W_b$:

A = factor de servicio (Tabla #4) = 15

W_b = factor en función del ancho de la banda

$$\text{(Tabla \#8)} = 3 \quad P_2 = 15 \times 3 = 45$$

De la tabla 4 observamos que el tipo de rodillo de retorno es del número I y de la Tabla #7 observamos que el diámetro del rodillo es de 5" y 5/8" su diámetro de flecha.

d) Separación de los rodillos:

De la tabla #6 se observa que para un material de 100 lb/ft³ y un ancho de

banda de 14" se tiene una separación de 10' (pies).

9) Cálculo del motor: Datos:

$$W_b = 3.0 \text{ lb/ft}$$

$$L = 110 \text{ ft}$$

$$V = 100 \text{ ft/min}$$

$$H = 11 \text{ ft}$$

$$Q = 21 \text{ tons.}$$

$$S_i = 5 \text{ ft.}$$

$$A_i = 1.08$$

$$t = 4^\circ\text{C}$$

$$\text{Ancho banda} = 14''$$

Rodillos tipo I \emptyset 5" y \emptyset flecha 3/8".

Rodillos tipo I retorno \emptyset 5" y \emptyset flecha 5/8".

a) Cálculo del peso del material

$$W_m = \frac{33.3 \times Q}{V}$$

$$= \frac{33.3 \times 21}{100} = 6.99 = 7 \text{ lbs/ft}^3$$

b) Cálculo del peso total de la banda más el peso del material:

$$W_b = W_m = 3 + 7 = 10 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}$$

c) Determinación del factor (Kt) de temperatura ambiente, viendo la gráfica #4.

$$K_t = 1.30.$$

- d) Cálculo de la fuerza en libras por pie lineal (Kx) de la banda para el giro de los rodillos de carga y retorno:

$$Kx = 0.00068 (Wb = Wm) + \frac{Ai}{Si}$$

$$Kx = 0.00068 (3+7) + \frac{1.08}{5}$$

$$= 0.00068 (10) + 0.216$$

$$= 0.2228$$

- e) Cálculo de la pendiente:

$$\% \text{ de la pendiente} = \frac{H}{L} \times 100$$

$$= \frac{11}{110} \times 100 = 10\%$$

$$\text{ang tg} = \frac{11}{110} = 6.34^\circ$$

- f) Determinación de la fuerza en libras por pie lineal para flexionar la banda transportadora y la carga sobre los rodillos (Kg), de la tabla de valores de Kg obtenemos 0.016, por el % de pendiente, los grados de inclinación y el $Wb = Wm$. de la banda.

$$\therefore 0.016$$

10) Cálculo del motor:

$$\text{H.P.} = \frac{T_e \times V}{33,000}$$

H.P. = caballos del motor.

T_e = tensión efectivo.

V = velocidad de la banda.

33,000 factor establecido.

La tensión efectiva es igual a la suma de los productos:

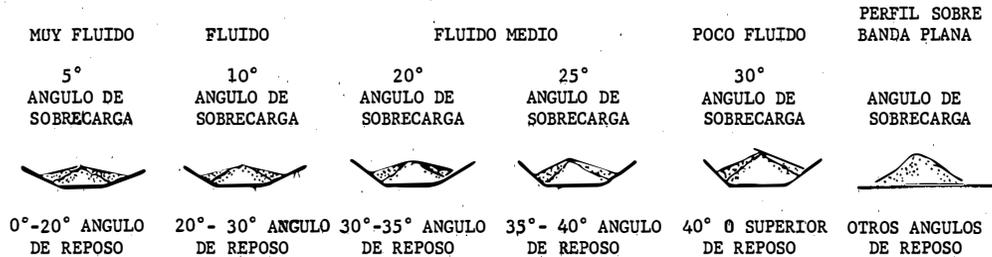
$(L)(K_t)(K_x) = 110 \times 1.30 \times 0.228$	= 31.86
$(L)(K_t)(K_g)(W_b) = 110 \times 1.30 \times 0.016 \times 3$	= 6.87
$(L)(K_t)(0.015)(W_b) = 110 \times 1.30 \times 0.015 \times 3$	= 6.44
$(L)(K_g)(W_b) = 110 \times 0.016 \times 7$	= 12.32
$(H)(W_m) = 11 \times 7$	= 77.00
	<u>134.49</u>

$$\text{H.P.} = \frac{134.49 \times 100}{33000} = 0.4075 \text{ H.P.}$$

más un 25% se tiene 0.51 H.P.

Se tomará un motor de 1/2 caballo.

FLUIDEZ - ANGULO DE SOBRECARGA - ANGULO DE REPOSO



CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

TAMAÑO UNIFORME, MUY PEQUEÑAS PARTICULAS REDONDEADAS, O MUY HUMEDAS O MUY SECAS, COMO LA ARENA SILICA SECA + CEMENTO, CONCRETO HUMEDO ETC.

REDONDEADAS, SECAS, PARTICULAS PULIDAS DE PESO MEDIO COMO GRANOS DE FRIJOL SECOS

GRANOS IRREGULARES TERROSES, MATERIAL DE PESO MEDIO COMO EL CARBON ANTRACITICO, GRANO DE ALGODON HARIOSO, ARCILLA ETC.

MATERIAL TIPO COMUN COMO EL CARBON BITUMINOSO ROCA, MINERALES ETC.

IRREGULAR, CORREOSO, FIBROSO, QUE SE TRABAJA TAL COMO LA MADERA DESMUNUZADA BAGOZO, ARENA DE FUNDICION TEMPLADA

PUEDE INCLUIR CUALQUIER CARACTERISTICA MOSTRADA EN LAS DESIGNACIONES DEL 1 AL 4

FIGURA #1

MATERIAL TRANSPORTADO	VELOCIDAD DE LA BANDA fpm	ANCHO DE LA BANDA fpm
GRANOS QUE CORRAN LIBREMENTE Y QUE NO SEAN ABRASIVOS	400 A 500	ARRIBA DE 20
	600 A 700	24 A 36
	800	SOBRE 36
CARBON, ARCILLA HUMEDA, MINERALES BLANDOS SUELOS Y TIERRAS, ROCA FINAMENTE TRITURADA.	300 A 400	ARRIBA DE 20
	500 A 600	24 A 36
	700	SOBRE 36
ROCA GRUESA TRITURADA, MINERAL ANGULOSO DURO Y MACIZO	250 A 350	ARRIBA DE 20
	400 A 500	24 A 36
ARENA DE FUNDICION CERNIDA CON PEQUEÑAS PARTICULAS EN EL CENTRO PERO SIN PEDACE- RA DE FUNDICION O VACIADA	150 A 200	CUALQUIER ANCHO
ARENA FUNDIDA MEZCLADA CON PEQUEÑAS PIEZAS VACIADAS QUE NO SEAN TAN CALIENTES QUE DAÑEN A LA BANDA	150 A 200	CUALQUIER ANCHO
ARENA FUNDIDA PREPARADA HUMEDA DONDE NO SE USE EL ARADO	250 A 300	CUALQUIER ANCHO
ARENA PREPARADA DE FUNDICION Y MATERIAL HUMEDOS QUE NO SEAN ABRASIVOS, DESCARGADOS DE LA BANDA POR CUCHILLAS QUE TENGAN ARISTAS CUBIERTAS CON HULE	150 A 175	CUALQUIER ANCHO
MATERIALES NO ABRASIVOS DESCARGADOS DE LA BANDA POR MEDIO DE CUCHILLAS	200 MAXIMO EXCEPTO PARA PULPA DE MADERA DONDE ES PRE- FERIBLE DE 300 A 400	CUALQUIER ANCHO
BANDAS ALIMENTADORAS PLANAS O ACANALADAS PARA ALIMENTAR MATERIALES ABRASIVOS O MEDIANAMENTE ABRASIVOS	50 A 100	CUALQUIER ANCHO
BANDAS CON OBSTACULOS MANEJADOS POR LA MISMA BANDA TRANSPORTADORA	400 MAXIMO	CUALQUIER ANCHO

TABLA # 2

CAPACIDAD DE BANDAS TRANSPORTADORAS

ANCHO DE BANDA PULG.	ANGULO DE SOBRECARGA EN GRADOS											
	0°			5°				10°				CAP. tph
	AREA EN PIES CUAD.			CAP. tph	AREA EN PIES CUAD.			CAP. tph	AREA EN PIES CUAD.			
Ab	As	At	Ab		As	At	Ab		As	At		
14	0.079	0	0.979	23.70	0.079	0.009	0.088	26.40	0.079	0.919	0.099	29.40
16	0.109	0	0.109	32.70	0.109	0.013	0.122	36.60	0.109	0.026	0.135	40.50
18	0.144	0	0.144	43.20	0.144	0.017	0.161	48.30	0.144	0.034	0.178	53.40
20	0.184	0	0.184	55.20	0.184	0.021	0.205	61.50	0.184	0.042	0.226	67.80
24	0.278	0	0.278	83.34	0.276	0.031	0.309	92.70	0.278	0.063	0.341	102.3
30	0.456	0	0.456	136.7	0.456	0.050	0.506	151.8	0.456	0.102	0.558	167.4
36	0.676	0	0.676	202.8	0.676	0.074	0.750	225.0	0.676	0.151	0.827	248.1
42	0.940	0	0.940	282.0	0.940	0.103	1.043	312.9	0.940	0.208	1.148	344.4
48	1.249	0	1.249	374.7	1.249	0.134	1.383	414.9	1.249	0.274	1.523	456.9
54	1.600	0	1.600	480.0	1.600	0.171	1.771	531.3	1.600	0.350	1.950	585.0
60	1.992	0	1.992	597.6	1.992	0.216	2.208	662.4	1.992	0.438	2.430	729.0
66	2.430	0	2.430	729.0	2.430	0.262	2.692	807.6	2.430	0.532	2.962	888.6
72	2.922	0	2.922	876.6	2.922	0.303	3.225	967.5	2.992	0.625	3.547	1064.1

TABLA #3

ANCHO DE BANDA PULG.	20°			CAP. tph	25°			CAP. tph	30°			CAP. tph
	AREA EN PIES CUAD. Ab	As	At		AREA EN PIES CUAD. Ab	As	At		AREA EN PIES CUAD. Ab	As	At	
14	0.079	0.038	0.117	35.10	0.079	0.049	0.128	38.40	0.079	0.059	0.138	41.40
16	0.109	0.052	0.161	48.30	0.109	0.066	0.175	52.50	0.109	0.080	0.189	56.70
18	0.144	0.068	0.212	63.60	0.144	0.087	0.231	69.30	0.144	0.105	0.249	74.70
20	0.184	0.086	0.270	81.00	0.184	0.109	0.293	87.90	0.184	0.132	0.316	94.80
24	0.278	0.128	0.406	121.8	0.278	0.163	0.441	132.3	0.278	0.197	0.475	142.5
30	0.456	0.207	0.663	198.9	0.456	0.262	0.718	215.4	0.456	0.317	0.773	231.9
36	0.676	0.305	0.981	294.3	0.676	0.386	1.062	318.2	0.676	0.467	1.143	342.9
42	0.940	0.421	1.361	408.3	0.940	0.533	1.473	441.9	0.940	0.645	1.585	475.5
48	1.249	0.555	1.804	541.2	1.249	0.703	1.952	585.6	1.249	0.851	2.100	630.0
54	1.600	0.709	2.309	692.7	1.600	0.898	2.498	749.4	1.600	1.086	2.686	805.8
60	1.992	0.884	2.876	862.8	1.992	1.119	3.111	933.3	1.992	1.353	3.345	1003.5
66	2.430	1.076	3.506	1051.8	2.430	1.361	3.791	1137.3	2.430	1.646	4.076	1222.8
72	2.922	1.275	4.197	1259.1	2.921	1.616	4.538	1361.4	2.922	1.957	4.879	1463.7

CONT. TABLA #3

FACTOR DE SERVICIO "A" PARA RODILLOS

TIPOS DE SERVICIO	FACTOR
Operación Intermitente	
Menos de 6 horas por día	6
Instalaciones portátiles o temporales	6
Operación para almacenamiento temporal	12
Transportando materiales con densidad superior a 120 libras por pié cúbico	15
Operación de un Turno	
Operación de 6 a 9 horas por día	9
Material seleccionado con densidad hasta 80 libras por pié cúbico	9
Material seleccionado con densidad hasta 120 libras por pié cúbico	12
Material seleccionado con densidad superior a 120 libras por pié cúbico	15
Material no seleccionado con tamaños de grano limitados para bandas anchas	15
Operación de Dos Turnos	
Operación de 10 a 16 horas por día	12
Material no seleccionado con densidad hasta de 100 libras por pié cúbico	12
Material seleccionado con densidad superior a 100 libras por pié cúbico	15
Material no seleccionado con tamaño de grano limitado sólo para bandas anchas	15
Operación Continúa	
Más de 16 horas por día, todos los materiales	15

PESO DEL MATERIAL Y FACTOR DE GRANO "B" SOLO PARA
 RODILLOS DE RETORNO

Tamaño Máximo de grano (pulgadas)	Factor "B"						
	Peso del material, Lbs. por pie ³						
	50	75	100	125	150	175	200
4	24	36	48	60	72	84	96
6	32	48	64	80	96	112	128
8	40	60	80	100	120	140	160
10	48	72	96	120	144	168	192
12	56	84	112	140	168	196	224
14	64	96	128	160	192	224	258
16	72	108	144	180	216	252	288
18	80	120	160	200	240	280	320

TABLA #5

PESOS ESTIMADOS PROMEDIOS PARA BANDAS EN LIBRAS POR PIE
DE LONGITUD

Ancho de Banda en Pulgadas	30 a 74 servicio ligero	75 a 120 servicio medio	130 a 200 servicio pesado
14	2.5	3.0	3.1
16	2.8	3.5	3.6
18	3.1	4.0	4.1
20	3.5	4.5	4.6
24	4.2	5.7	6.2
30	5.3	7.2	8.0
36	9.2	9.6	11.5
42	10.7	11.5	13.8
48	13.6	14.2	16.6
54	15.3	16.9	19.3
60	17.7	19.4	21.4
66	19.0	21.8	23.6
72	20.3	24.3	25.7

TABLA #5'

b, ANCHO BANDA PULGADAS	RODILLOS DE CARGA INCLINADOS										RODILLOS DE RETORNO			
	PESO DEL MATERIAL MANEJADO EN Lb POR PIE ³													
	30		50		75		100		150		200			
14	5.5	PIES	5.0	PIES	5.0	PIES	5.0	PIES	4.5	PIES	4.5	PIES	10.0	PIES
16	5.5	"	5.0	"	5.0	"	5.0	"	4.5	"	4.5	"	10.0	"
18	5.5	"	5.0	"	5.0	"	5.0	"	4.5	"	4.5	"	10.0	"
20	5.5	"	5.0	"	4.5	"	4.5	"	4.0	"	4.0	"	10.0	"
24	5.0	"	4.5	"	4.5	"	4.0	"	4.0	"	4.0	"	10.0	"
30	5.0	"	4.5	"	4.5	"	4.0	"	4.0	"	4.0	"	10.0	"
36	5.0	"	4.5	"	4.0	"	4.0	"	3.5	"	3.5	"	10.0	"
42	4.5	"	4.5	"	4.0	"	3.5	"	3.0	"	3.0	"	10.0	"
48	4.5	"	4.0	"	4.0	"	3.5	"	3.0	"	3.0	"	10.0	"
54	4.5	"	4.0	"	3.5	"	3.5	"	3.0	"	3.0	"	10.0	"
60	4.0	"	4.0	"	3.5	"	3.0	"	3.0	"	3.0	"	10.0	"
66	4.0	"	4.0	"	3.5	"	3.0	"	3.0	"	2.5	"	8.0	"
72	4.0	"	3.5	"	3.5	"	3.0	"	2.5	"	2.5	"	8.0	"

ESPACIAMIENTO NORMAL DE RODILLOS PARA BANDAS

NUMERO DE SERIE	DIAMETRO RODILLO (PULGADAS)	DIAMETRO FLECHA (PULGADAS)
I	4 & 5	5/8
II	4 & 5	0.0669 a 3/4
III	4 & 5	3/4
IV	6	3/4
V	6	1 3/16 or 1 1/4
VI	7	1 3/16 or 1 1/4

TABLA #7

PESO ESTIMADO DE LA BANDA, LBS. POR PIE LINEAL

ANCHO DE LA BANDA (PULGADAS)	30 a 74 Carga ligera	75 a 129 Carga media	130 a 200 Carga pesada
14	2.5	3.0	3.1
16	2.8	3.5	3.6
18	3.1	4.0	4.1
20	3.5	4.5	4.6
24	4.2	5.7	6.2
30	5.3	7.2	8.0
36	9.2	9.6	11.5
42	10.7	11.5	13.8
48	13.6	14.2	16.6
54	15.3	16.9	19.3
60	17.7	19.4	21.4
66	19.0	21.8	23.6
72	20.3	24.3	25.7

TABLA #8

	FACTOR	DIAMETRO RODILLOS	DIAMETRO FLECHA
ai	0.90	6"	3/4"
ai	1.08	5"	3/4"
ai	1.26	4"	3/4"
ai	1.60	7"	1 1/4"
ai	2.13	6	1 1/4"

TABLA #9

VALORES DEL FACTOR Ky

LONGITUD DEL TRANSPOR- TADOR (PIES)	Wb + Wm (Lb x Pie)	Pendiente en porciento						
		0	3	6	9	12	24	33
		Grados Aproximados						
		0	2	3.5	5	7	14	18
250	20	0.035	0.035	0.034	0.031	0.031	0.034	0.035
	50	0.035	0.034	0.033	0.032	0.031	0.028	0.027
	75	0.035	0.034	0.032	0.032	0.030	0.027	0.025
	100	0.035	0.033	0.032	0.031	0.030	0.026	0.023
	150	0.035	0.035	0.034	0.033	0.031	0.025	0.021
	200	0.035	0.035	0.035	0.035	0.032	0.024	0.018
400	250	0.035	0.035	0.035	0.035	0.033	0.021	0.018
	300	0.035	0.035	0.035	0.035	0.032	0.019	0.018
	20	0.035	0.034	0.032	0.030	0.030	0.030	0.030
	50	0.035	0.033	0.031	0.029	0.029	0.026	0.025
	75	0.034	0.033	0.030	0.029	0.028	0.024	0.021
	100	0.034	0.032	0.032	0.030	0.028	0.022	0.019
500	150	0.035	0.034	0.031	0.028	0.027	0.019	0.016
	200	0.035	0.035	0.033	0.030	0.027	0.016	0.014
	250	0.035	0.035	0.034	0.030	0.026	0.017	0.016
	300	0.035	0.035	0.034	0.029	0.024	0.018	0.018
	20	0.035	0.033	0.031	0.030	0.030	0.030	0.030
	50	0.034	0.032	0.030	0.028	0.028	0.024	0.023
600	75	0.033	0.032	0.029	0.027	0.027	0.021	0.019
	100	0.033	0.031	0.029	0.028	0.026	0.019	0.018
	150	0.035	0.033	0.030	0.027	0.024	0.016	0.016
	200	0.035	0.035	0.030	0.027	0.023	0.016	0.016
	250	0.035	0.035	0.030	0.025	0.021	0.016	0.015
	300	0.035	0.035	0.029	0.024	0.019	0.018	0.018
600	20	0.035	0.032	0.030	0.029	0.019	0.030	0.030
	50	0.033	0.030	0.029	0.027	0.026	0.023	0.021
	75	0.032	0.030	0.028	0.026	0.024	0.020	0.016
	100	0.032	0.030	0.027	0.025	0.022	0.016	0.016
	150	0.035	0.031	0.026	0.024	0.019	0.016	0.016
	200	0.035	0.031	0.026	0.021	0.017	0.016	0.016
600	250	0.035	0.031	0.024	0.020	0.017	0.016	0.016
	300	0.035	0.031	0.023	0.018	0.018	0.018	0.018

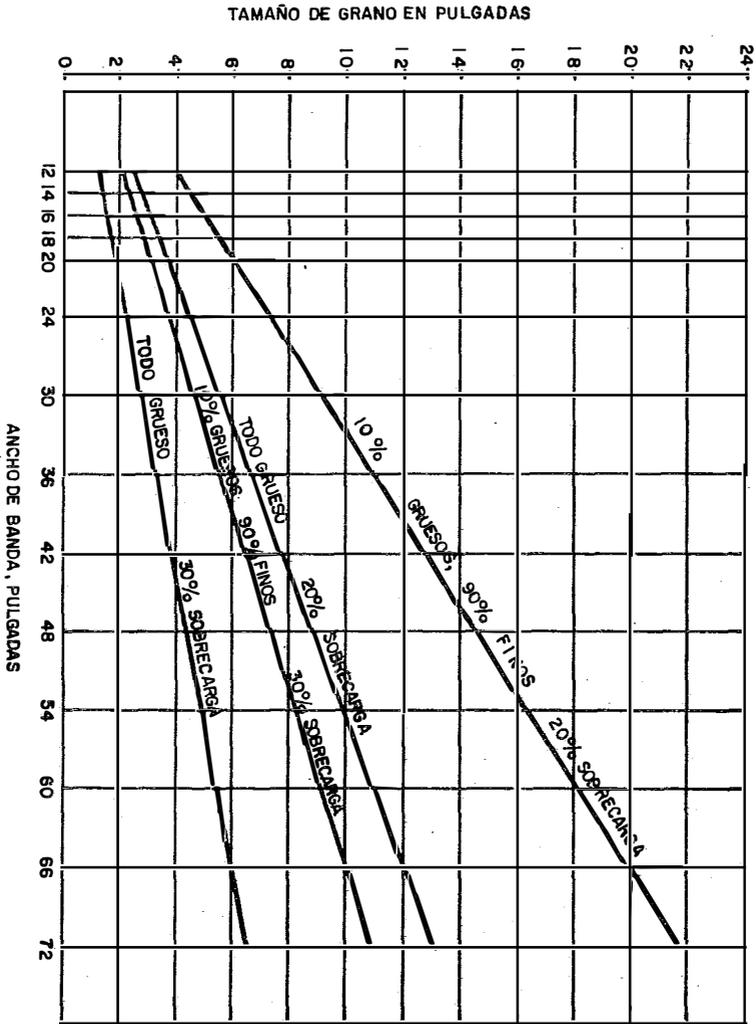
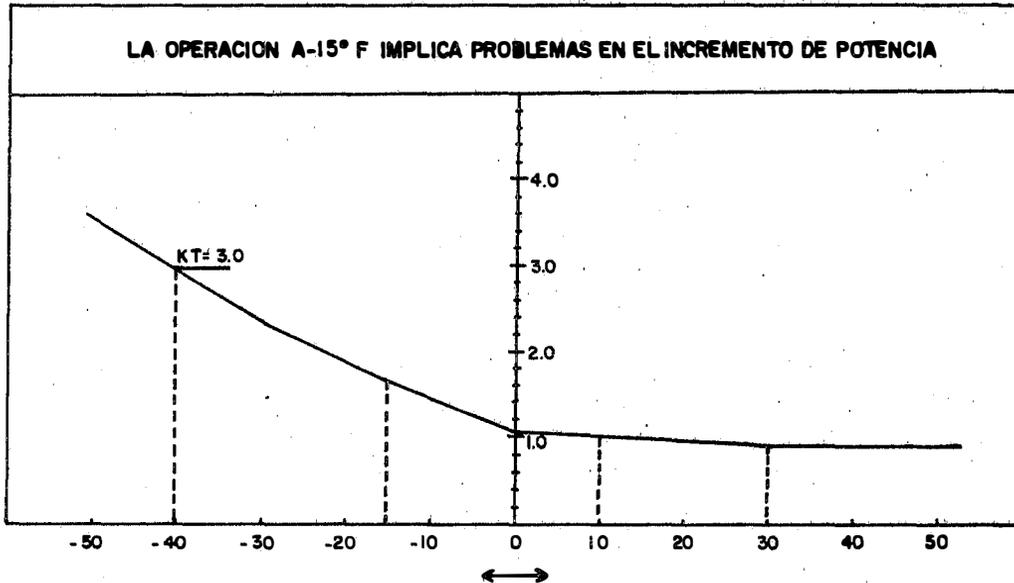


FIG. No. 2

GRAFICA No. 5



C R I B A D O

Tamizado es el proceso de dividir una mezcla de granos de diferentes tamaños en grupos o grados, cuya característica es que las partículas son más o menos del mismo tamaño, todas las cuales han pasado una abertura de ciertas dimensiones y han fallado al hacerlo a través de una más pequeña.

Los propósitos del cribado principalmente son: Separar los finos de un producto de tamaño grande, usualmente para posterior reducción, cortar la carga fina de la alimentación a las quebradoras para ahorrar energía y prevenir el sobre molido, para clasificar los productos de rocas quebradas en tamaños comerciales y para mejorar una etapa en un proceso de concentración.

La función fundamental del cribado es pasar las partículas bajo tamaño a través de las aberturas y rechazar las partículas sobre tamaño.

Los principales tres tipos de superficies de cribado son:

- a) Alambre, Tejido o Seda.

- b) Plato perforado u hoja de metal.
- c) Barras paralelas, rieles o alambres.

Entre los materiales de construcción tenemos: Hierro y acero forjado, aceros con alto, bajo o sin carbón, acero al manganeso, acero al cromo - níquel (inoxidable), bronce, bronce al fósforo, metal monel, nickel y ocasionalmente otros materiales y aleaciones para propósitos especiales, hay también cribas con alambres forrados de hule. La tela de seda, es usada principalmente en la preparación del grafito y abrasivos, también para los tamaños más finos de cribas para pruebas.

La superficie de cribado debe ser lo suficientemente fuerte para sostener su carga (una criba de alambre delgado, es a menudo reforzada poniéndola sobre un soporte más fuerte), y en lo que es posible debe resistir la abrasión y la corrosión pero que al mismo tiempo debe ser barata. Cuando la corrosión no es un factor de mucha importancia las cribas son normalmente hechas de aceros al alto carbón y en ciertos casos de aleaciones especiales de acero. El acero es más fuerte y resiste mejor la abrasión por cualquier otro material disponible. Cuando la corrosión debe

ser resistida, se usan fierro, cobre, bronce y metal monel. Pero tales materiales son más costosos que el acero y no son tan altamente resistentes a la abrasión. Su uso es justificado solamente cuando el costo final, por razón de su gran resistencia a la corrosión es menos que el de las cribas de acero. El acero inoxidable se usa particularmente para cargas húmedas, ya que es resistente tanto a la corrosión como a la abrasión.

Las cribas tejidas pueden hacerse ya sea de aberturas cuadradas o rectangulares y en varias maneras diferentes con la intención de prolongar su vida o prevenir el desacomodo de los alambres en servicio.

Los arreglos típicos de criba con malla cuadrada son:

Doble Rizado	Rizado Intermedio
Rixado Top.Baking	Rixado "Hy-Lo"
Flatlock	Triple Lock

Las cribas de alambres tejidos con aberturas alargadas han sido ampliamente adaptadas por dos razones principales:

a) Para compensar la pérdida de tamaño de abertura efectiva, ocasionada cuando una criba con malla cuadrada tiene una cierta pendiente, o instalada horizontalmente en una criba vibratoria teniendo un movimiento oblicuo a la superficie.

b) Para incrementar la capacidad de cribado especialmente con materiales húmedos o pegajosos y cuando una precisión muy cerrada es innecesaria la dimensión larga de la abertura puede ser paralela o perpendicular al flujo. El primer arreglo puede proporcionar una mayor capacidad y es recomendable para material húmedo, en la última posición, la criba se tapa menos y tiene algunas veces vida más larga y además mayor eficiencia.

La selección de una criba de alambre tejido comprende la exactitud del grado de separación, la capacidad y la libertad de obstrucción. Las aberturas cuadradas dan la mejor separación, pero tienen pérdidas en abertura efectiva y capacidad debido a la inclinación. Las cribas rectangulares con una relación pequeña ancho-largo incrementan la capacidad sacrificando exactitud. La ventaja de las mallas rectan

gulares desaparece grandemente con aberturas mayores de 1/2". Las mallas cuadradas deben ser usadas para trabajar con materiales viscosos o mojados. Las mallas rectangulares con una relación largo ancho son deseables para trabajar con granos en forma de agujas o alargados o donde la humedad o arcillas tienden a causar obstrucción.

Cuando la estructura del aparato de cribado lo permita es bueno dividir la cubierta en secciones. Esto permite escoger alambre más grueso para la sección cabeza, lo cual incrementa el período entre cambios y además distribuye la carga.

CRIBAS VIBRATORIAS

En los últimos años las cribas vibratorias han desplazado grandemente los "trommels" y las cribas agitadas, debido principalmente a su gran capacidad por unidad de área de cernido y el bajo costo de operación por tonelada cribada.

Su campo varía entre 10" y 100 M. de abertura seco o húmedo; en los tamaños más finos han sido sustituidas en algunos molinos por clasificadores mecánicos, y en tamaños más gruesos por emparrillados.

En el cribado industrial se han usado hasta 200 M. húmedo y 325 M. seco, pero aún el manufacturador dice o aconseja que los clasificadores de aire son superiores en este campo. Como sustituto de cribas grandes ahorran volumen tanto como superficie; tienen mejor apariencia y se obstruyen menos.

Las cribas vibratorias consisten esencialmente de una superficie plana de cernido, más o menos inclinada, la cual vibra con una pequeña amplitud y una frecuencia comparativamente grande.

Las superficies vibratorias están dispuestas en un marco rectangular que tiene los lados de las paredes acopladas para confirmar el flujo.

T I P O S

Las cribas vibratorias se pueden conseguir bajo una amplia variedad de marcas. Pero sin embargo, fundamentalmente hay solo dos tipos:

a) Aquellas en las cuales los puntos en la superficie de cribado reciprocán sobre trayectorias sustancialmente rectilíneas.

b) Aquellas en las cuales la trayectoria es más cerrada, ya sea circular o marcadamente elíptica. En ambos tipos la trayectoria va en un plano o sustancialmente una superficie plana paralela a las paredes de los lados de la caja criba. El movimiento a lo largo de las trayectorias no es uniforme en la mayoría de los casos.

MECANISMOS VIBRATORIOS

Son eléctricos o mecánicos, sus impulsos son aplicados directamente a la superficie de cribado o, en la mayoría de los casos a la caja de criba. Los mecanismos eléctricos son todos de C.A., electromagnéticos con o sin expedientes mecánicos como frenos, elementos resilentes interpuestos para amplificar y/o intensificar los efectos vibratoriales. Los métodos mecánicos comprenden: Martillos, excéntricos, giradores, etc., y varias combinaciones de estos mismos mecanismos.

IMPULSO Y RESTRICCIÓN O FRENO

La fuerza aplicada a las partículas en una criba vibratoria es la resultante del impulso del mecanismo sobre la superficie de cribado o el cuadro, el freno opuesto a este impulso por la estructura de la criba, y los demás frenos impuestos por la gravedad actuando en la estructura de la criba y en el material -

en la superficie de cribado. La magnitud de estos impulsos iniciales depende de la potencia suministrada, y la manera en la cual es convertida a fuerza en los puntos de aplicación.

INTENSIDAD DE VIBRACION

Es una función de la longitud de la trayectoria y la rapidez de regreso. Ordinariamente está expresado como el producto de la longitud de la trayectoria proyectada en ángulos rectos al cuadro de cernido y la frecuencia, es decir, al viaje lineal acumulativo en una dirección en ángulos rectos a la superficie de cribado por unidad de tiempo.

MOVIMIENTO DE LA PARTICULA

En y sobre la superficie de cribado es la resultante de la gravedad, y la fuerza ejercida sobre las partículas por la superficie. Lo ideal en el movimiento de las partículas son: su rápida translación, lo cual le da gran capacidad, el contacto continuo con la superficie lo cual asegura repetida presentación de aberturas; voltearse, lo cual causa cambio de orientación de las partículas presentes y lanzamiento de las partículas incapaces de pasar a través de una abertura, para así dar a los de-

más dar a la partícula lanzada oportunidad de presentarse ella misma en forma diferente en otra abertura.

Información necesaria para la selección de una Criba Vibratoria:

Datos:

1. Toneladas máximas por hora a ser cribadas, incluyendo cualquier carga circulante, o cualquier variación en la alimentación.
2. Un tamaño consistente o en un análisis de cribas del material. Si esto no es posible, un análisis estimativo es requerido.
3. El tipo de material y el peso por pie cúbico del material quebrado.
4. La separación deseada en cada tela.
5. La humedad de superficie traída por el material, si el cribado es en seco o una cantidad de agua que no va con la alimentación, si el cribado es húmedo.
6. Condiciones o requerimientos especiales de operación. Se puede incluir, temperatura, abrasividad, corrosión u otras características fijas de la alimentación, eficiencia o productos requeridos, los cuales determinan la selección de la superficie de

cribado o problemas de instalación, que puedan afectar la capacidad o el tamaño de la criba.

Para una eficiencia del 98% se puede considerar como una eficiencia máxima en la criba.

Eficiencia	Factor
70	1.4
80	1.2
90	1.0
94	0.95
98	0.90

La fórmula para calcular tamaño y capacidad de una criba

$$A = \frac{T}{C} = \frac{T}{L \times M \times k \times Q}$$

A = Área de la superficie de la criba requerida en pies cuadrados.

C = Capacidad en tons. por pie cuadrado del área de la criba por hora.

M = Factor para el porcentaje de alimentación, pasando la mitad de la abertura de los hoyos de la criba.

Q = Factor adicional que afecta la capacidad.

Q = 0.50 para material que pesa 50 lb/ft³ quebrado y 0.75 para material que pesa 75 lb/ft³ quebrado. Debe ser variado dependiendo del peso del material que va a ser cribado.

Q = 1.1 a 1.4 para cribado húmedo.

Q = 1.25 a 1.5 para aberturas rectangulares.

F. Factor para tipo de abertura:

Tipo cuadrado	1.0
Tipo ranura grande y circulares	1.15
2 a 1 ranuras	1.00
3 a 1 ranuras	1.20
4 a 1 ranuras	1.25
Grizzly (-2")	1.50
Grizzly (+2")	2.00
Circulares	0.80

G. Para número de cubiertas de las cribas:

No. de cubierta	Factor
Superior	1.0
Segunda	0.9
Tercera	0.8
Cuarta	0.75

H. Humedad de la carga:

Húmeda, lodosa u otro tipo de roca tal como roca fosfórica, yeso etc.	0.75
--	------

Material de superficie y/o cantera o material de apilamiento con superficie húmeda mayor del 6% pero no microscópica 0.85

Material seco del tajo, grumoso, material químico triturado, superficies menores del 4% -1.00.

Materiales secos, sin triturar, materiales que han sido secados previamente o materiales que han sido calentados 1.15

J. Factor para el porcentaje del producto:

A) % Sobre tamaño	Factor	B) %Medio tamaño	Factor
0	0.90	0	0.40
5	0.92	5	0.45
10	0.94	10	0.50
15	0.95	15	0.55
20	0.96	20	0.60
25	1.00	25	0.70
30	1.03	30	0.80
35	1.06	35	0.90
40	1.10	40	1.00
45	1.14	45	1.10
50	1.18	50	1.20
55	1.25	55	1.30
60	1.32	60	1.40
65	1.42	65	1.50
70	1.54	70	1.60
75	2.00	75	1.70
80	2.00	80	1.80
85	2.52	85	1.90
90	3.40	90	2.00
95	4.00	95	2.00

L. Eficiencia de la Criba.

Para muchas aplicaciones, 90% de eficiencia

es satisfactoria. Eficiencia del 70% para operaciones primarias de cribado (scalping).

BALANCE DE CRIBAS EN LA PARRILLA
GRIZZLY Y SU CALCULO DE AREA TEORICA

Análisis de Cribas

Producto	%	Peso
+2 1/2	35.4	12.74
+1 1/2	16.1	5.80
+1	10.8	3.89
+ 3/4	6.1	2.20
+ 1/2	6.5	2.34
+ 1/4	8.8	3.17
- 1/4	16.3	<u>5.86</u>
		36.00

Grizzly sobre tamaño - $36.00 \times 35.4 = 12.74 = 35.4\%$
 bajo tamaño - $36.00 - 12.74 = 23.26 = 64.6\%$

$$A = \frac{T}{C} = \frac{T}{C \times M \times K \times Q} = \frac{36}{7 \times 1.35 \times 1.2 \times 1.5} =$$

$$= \frac{36}{17.01} = 2.04 \text{ ft}^2/\text{Ton/Hr}$$

Tela superior

$$A = \frac{T}{C} = \frac{T}{C \times M \times k \times Q} = \frac{36}{5.6 \times 1.26 \times 1.74 \times 1.5}$$

$$= \frac{36}{18.42} = 1.96 \text{ ft}^2/\text{T/Hr}$$

C = Capacidad de la criba.

M = % de sobre tamaño en la alimentación.

k = % de la alimentación pasando los claros
 (la mitad) del tamaño en las aberturas
 de la criba = 72%.

Q = Densidad del material.

Tonelaje a la criba inferior: $1/2 (75-3-11) - 15\%ef$
 $(75-3-11) - 35.08 = 35$

Tela inferior:

$$A = \frac{T}{C} = \frac{T}{C \times M \times k \times Q} = \frac{35}{3.8 \times 1.28 \times 1.2 \times 1.5} =$$

$$= \frac{35}{6.712} = 5.21 \text{ ft}^2/\text{T/Hr.}$$

$$C = 3.8$$

$$M = 55\% = 1.28$$

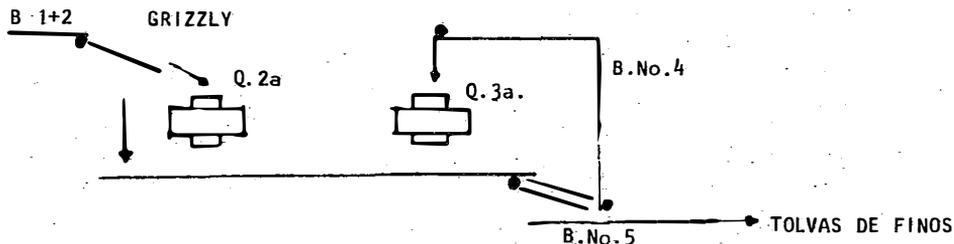
$$K = 50\% = 1.20$$

$$Q = 117 = 1.15$$

La selección de la criba se pasa en área mayor de las áreas calculadas de las diferentes telas que esté compuesta la criba, así para la parrilla Grizzly se toma el área calculada ya que ésta es de una sola tela (barras de igual aberturas, entre ellas), y para la criba vibratoria se toma una 2' x 4', y como seguridad tomamos la criba 2' x 6'.

CALCULO SECCION DE TRITURACION
DE LA UNIDAD TECOLOTE

CON CAPACIDAD DE 500 TMPD ó 36 TMPH



ANALISIS DE CRIBAS:

QUEBRADORA PRIMARIA

ANALISIS DE CRIBAS-PARRILLA GRIZZLY

PRODUCTO	%	% PESO
+ 4	16	7
+ 3 1/2	9	3
+ 3	8	3
+ 2 1/2	12	4
+ 2	9	3
+ 1 1/2	11	4
+ 1	9	3
+ 3/4	6	2
+ 1/2	6	2
- 1/2	14	5
	<u>100</u>	<u>36</u>

PRODUCTO	%	% PESO
+ 2 1/2	45	16
+ 2	9	3
+ 1 1/2	11	4
+ 1	9	3
+ 3/4	6	2
+ 1/2	6	2
- 1/2	14	5
	<u>100</u>	<u>36</u>

SYMONS STD (1") x 16 TONS.

GRIZZLY PRIMER PASO A CRIBA DOBLE CANA

PRODUCTO	%	% PESO	x 20 TONS	ALIM.	(-1/2)	(+1/2)	(1/2+15% de -1/2)
+ 1 1/2	9	1	2	3			
+ 1	31	5	6	11			
+ 3/4	20	3	4	7			
+ 1/2	18	3	4	7	8	28	28+1 = 29
1 1/2	22	4	4	8			
	<u>100</u>	<u>16</u>	<u>20</u>	<u>36</u>			

BALANCE DEL CIRCUITO EN LA PLANTA DE TRITURACION

PASO No.	DOBLE CAMA	ALIM. A LA CRIBA		S/TAMAÑO DE LA CRIBA	BAJO TAMAÑO	QUEBRADORA TERCIARIA CABEZA CORTA		
		+1/2	-1/2	(+1/2)+15%-1/2	85% (-1/2)	ALIM. 16% (+1/2)	84% (-1/2)	
1°	36	28	8	28 + 1 = 29	7	29	5	24
2°	65	33	32	33 + 5 = 38	27	38	5	33
3°	74	<u>33</u>	41	33 + 6 = 39	35	39	5	34
4°	75	<u>33</u>	42	33 + 6 = 39	36	<u>39</u>	5	<u>34</u>

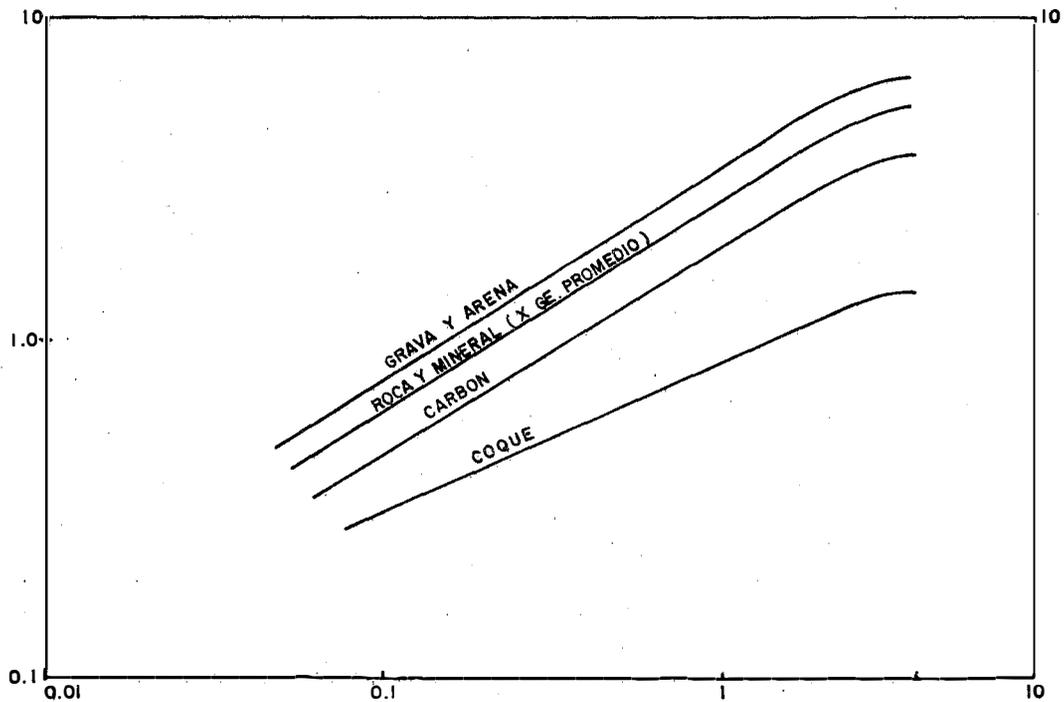
El circuito se estabiliza en el cuarto paso

SYMONS QUEBRADORA TERCIARIA CABEZA CORTA

PRODUCTO (3/8) x 39

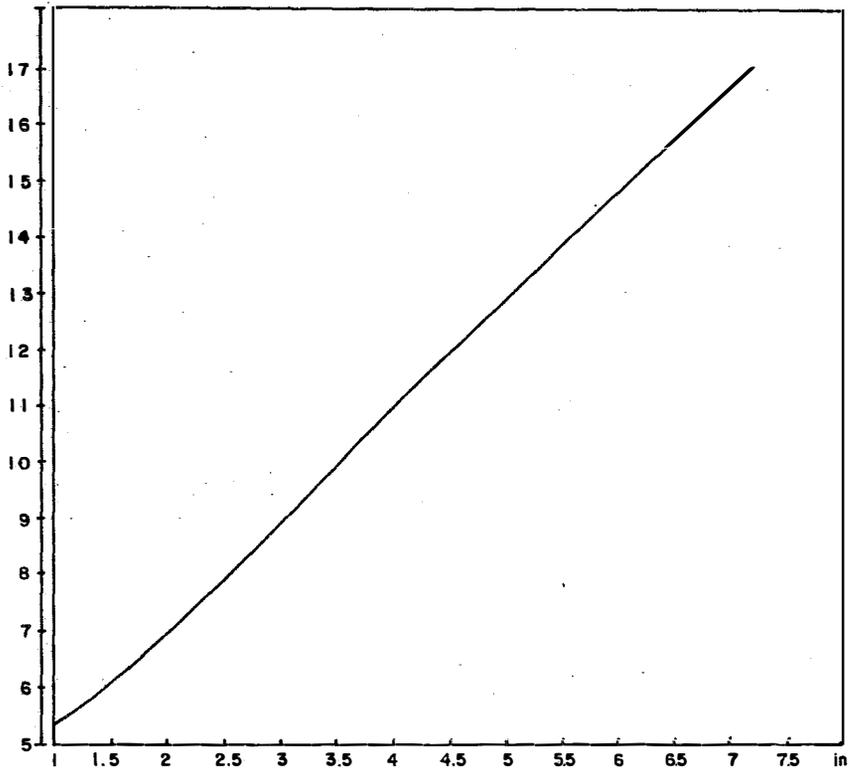
<u>PRODUCTO</u>	<u>%</u>	<u>% PESO</u>	<u>NUEVA ALIM.</u>	<u>ALIM. DEL BALANCE A LA CRIBA</u>
+ 1 1/2			3	3
+ 1			11	11
+ 3/4			7	7
+ 1/2	16	6	7	13
- 1/2	<u>84</u>	<u>33</u>	<u>8</u>	<u>41</u>
	100	39	36	75

TABLA No. I



RELACION ENTRE MATERIAL QUE PASA Y TAMAÑO DE SEPARACION
PARA VARIOS SOLIDOS

TABLA No. 2



FACTOR "c" DE LA FORMULA PARA CAPACIDAD DE CRIBADO

TABLA No. 3 FACTOR DE CORRECCION "M"

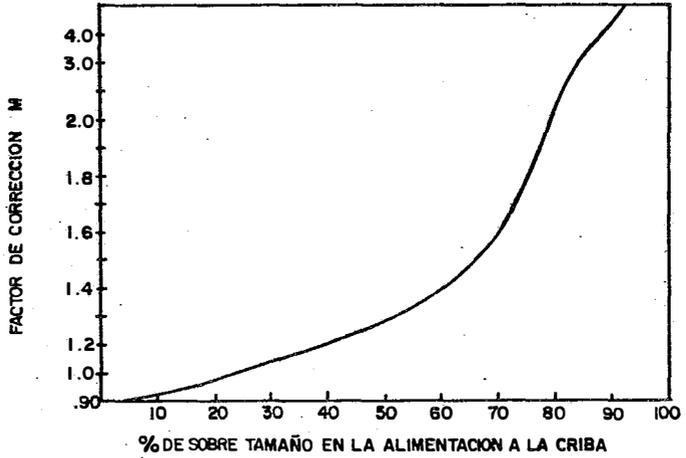
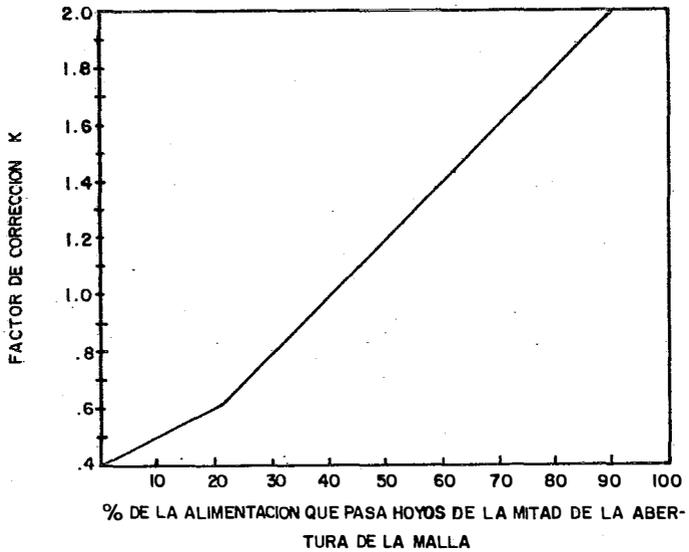


TABLA No. 4 FACTOR DE CORRECCION "K"



C O N C L U S I O N E S

1. Debido a que el equipo existente en trituración no fue calculado específicamente para la capacidad de la planta. Su exceso de caballaje (H.P.), lo cual permitirá a futuro aumentar la productividad.

2. Debido al exceso de alimentación al circuito provocado por el alimentador, (por la velocidad) del alimentador. Provoca una gran cantidad de material en el circuito con el cual se tienen problemas, ya que por esto separa la sección primaria de trituración (Quebradora Primaria). Para dar tiempo a desalojar esta carga, es necesario hacer un reajuste o cambio en las velocidades de las bandas 1 + 2, 3 y 4, provocando con esto una continuidad del flujo en el circuito.

3. Debido al punto anterior, es clara la necesidad que se tiene de los cálculos teóricos para evitar los problemas mecánico-operacionales en circuito de trituración.

4. La importancia que tienen los materiales por sus características, ponen de manifiesto la necesidad de conocer las leyes que rigen la conminución (reducción de tamaño), sus parámetros de control, que tienen -

sus bases empíricas que nos permite conocer aproximadamente el comportamiento de los materiales en el o los equipos.

5. A través de toda la información vertida en esta tesis y como resultado de las comparaciones que se realizaron entre los cálculos teóricos y el equipo real existente se deducen los siguientes puntos:

El equipo resulta excedido en 40% con referencia a la capacidad del mismo, lo cual permitirá una expansión a futuro.

6. La necesidad que se tiene del conocimiento de las operaciones unitarias en los procesos minero-metalúrgicos, para el mejor desarrollo de la productividad hace necesario el enfrentamiento de los ingenieros Metalurgistas en las problemáticas técnica o tecnológica de estos procesos para un mejor aprovechamiento de los recursos naturales y humanos.

B i b l i o g r a f í a

Libros

- Braking, Crushing and Grinding
Suresh P. Babu and Donald J. Cook
Mineral Processing AIME. Vol. II Cap. 27
- Criterio General de Diseño
 Proyecto "Tecolote" IMMSA
 Ing. Héctor Cabada R. Sep. 3, 1975
- Denver Equipment Index
 Second Edition 1947
- Elementos de Preparación de Minerales
 Arthur F. Taggart
 Ed. Interciencia Madrid, España 1966
- Handbook of Mineral Dressing, Ore and
 Industrial Minerals
 A.F. Taggart
 Willey Handbook Series
- Manual de Mineralogía
 Dana
- Mining Engineers Handbook
 Robert Peel
 John Willey and Sons
- Crushing and Grinding Calculations
 Fred C. Bond (Allis Chalmers) 1952
- Crushing Practice and Theory
 Browell McGrew (Allis Chalmers) 1953
- Elementos de Preparación de Minerales
 Arthur F. Taggart
 Ed. Interciencia Madrid, España 1966

Catálogos

- Catálogos de Rodillos Adamson - Stephenson.
(Conveyor Belt Idlers, curve crown Pulleys
catalog #568)

Catálogo de Rodillos Jeffrey (Idlers B-B Series and Permaseal (for built conveyors)).

Catálogo Goodrich Euzkadi - Cómo seleccionar correctamente una banda transportadora.

Catálogo Denver Equipment

1954

Informes

Bosquejo Geológico de la Mina "Ticolote"
Pitiquito, Sonora
Gerencia de Geología Exploración Zona
Noroeste
Por los Ings. Ramón Farías y N. Javier
Olvera

Jul-1976

Estudio Petrográfico y Minerográfico de
la Mina "Ticolote", Estado de Sonora
Dr. Ariel Echavarri P.

1976

Evaluación Económica de Transporte de Mineral
del Interior de la Mina a Tolvas de Superficie
Unidad San Martín, IMMSA

May-1976

Geología de Yacimientos Minerales del Proyecto
"Ticolote" Municipio de Pitiquito, Estado de
Sonora
N. Olvera S.L.P.

1977

Levantamiento Geológico, Ticolote, Sonora
Ing. Remigio Martínez

Sep-1973

Mineralogía y Asociación Mineralógica de 9
muestras del Proyecto "Ticolote", Sonora
Ing. Florentino Muñoz

Feb-1978

Revisión a los Transportadores de Banda
Memorias de Cálculo, IMMSA
Dirección de Minas
S. Romero S.

Nov-1976

Screen Calculations of Taxco
Industrial Minera México

Dic-1971

Serpentix Conveyor System
Wilfrey International Sales Corporation

Handbook of Universal Engineering Corp.
Subsidiary of Pettibone Corporation

1975

Screen Selection, Fórmulas y Talbas
Allis Chalmers Bulletin #26M5548

Tecolote Project - Preliminary Design
G.W. Bossard-Criteria
Tucson, Arizona

Sep-1974