

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**DISEÑO DE UNA LINEA DE CHANCADO DE 500  
TONELADAS POR HORA PARA UNA PLANTA  
CONCENTRADORA DE COBRE**

**INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO MECÁNICO**

**JOSE E. ALVAREZ JAUREGUI**

**PROMOCIÓN 1984-I**

**LIMA - PERÚ**

**2013**

## INDICE

<b>PROLOGO</b>	1
<b>CAPÍTULO 1</b>	3
<b>Introducción</b>	3
1.1 Generalidades	3
1.2 Ubicación	4
1.3 Antecedentes	4
1.4 Objetivos	5
1.5 Justificación	5
1.6 Alcances y limitaciones	6
<b>CAPITULO 2</b>	
<b>Consideraciones de diseño</b>	7
2.1 Generalidades	7
2.2 Propiedades del mineral	7
2.3 Descripción de la línea	8
2.3.1 El proceso	8
2.3.2 La línea de chancado	12
2.3.3 Los equipos	14
<b>CAPÍTULO 3</b>	30
<b>Cálculo y selección de equipos</b>	30
3.1 Parámetros de diseño	30
3.2 Disposición de la línea	31
3.2.1 Chancado primario	31
3.2.2 Chancado secundario	32

3.2.3	Chancado terciario	35
3.3	Chancado primario	37
3.3.1	Tolva	37
3.3.2	Alimentador primario	38
3.3.3	Rejilla estacionaria, GF-1 AP	40
3.3.4	Chancadora primaria CH-1-P	41
<b>3.5</b>	<b>Chancado secundario</b>	<b>45</b>
3.5.1	Alimentador AF-2-AS	45
3.5.2	Chancadora secundaria CH-2-S	47
<b>3.6</b>	<b>Chancado terciario</b>	<b>50</b>
3.6.1	Alimentador AF-3-AT	50
3.6.2	Chancadora terciaria CH-3-T	51
3.6.3	Alimentador AF-4-DT	54
3.6.4	Cinta de clasificación FT-1-HT	55
3.6.5	Zaranda H-1-T	65
3.6.6	Cinta de Recirculación FR-2-RT	67
<b>3.7</b>	<b>Otros equipos e instalaciones</b>	<b>75</b>
	<b>CAPÍTULO 4</b>	<b>76</b>
	<b>Costos</b>	<b>76</b>
4.1	Costo de equipos	76
4.2	Costo de Instalación	77
4.3	Costo total	77
	CONCLUSIONES	78
	BIBLIOGRAFÍA	79
	ANEXOS	80
	APENDICE	

Fig. 2.1 Proceso típico de chancado convencional	9
Fig. 2.2 Diagrama de la línea de chancado	11
Fig. 2.3 Diagrama de flujo de proceso de chancado	12
Fig. 2.4 Esquema de disposición de línea	13
Fig. 2.5 Rejilla de barras fijas.	15
Fig. 2.6 Corte típico y operación de una chancadora de mandíbulas	16
Fig. 2.7 Componentes principales de una chancadora de mandíbulas	16
Fig. 2.8 Chancadora de quijadas LIMING tipo Blake con reducción 8 :1	17
Fig. 2.9 Chancadora universal	18
Fig. 2.10 Chancadora tipo Dodge	18
Fig. 2.11 Vista exterior de una chancadora de quijadas	19
Fig. 2.12 Vista superior de una chancadora de quijadas que muestra la sección de Ingreso	19
Fig. 2.13 Chancadoras giratorias	20
Fig. 2.14 Chancadora de cono. Efecto de chancado	22
Fig. 2.15 Chancadora de cono estándar. Se usa en chancado secundario	22
Fig. 2.16. Chancador de cono de cabeza corta	23
Fig. 2.17 Características de chancadoras cónicas	24
Fig. 2.18 Alimentador con chute de carga	25
Fig. 2.19 Distancias horizontal y vertical y ángulo de inclinación de la cinta	26
Fig. 2.20 Diagrama de cinta transportadora	27
Fig. 2.21 Componentes de un transportador de una Cinta	28
Fig. 2.22 Zaranda	29
Fig. 3.1 Esquema de disposición de planta	34
Fig. 3.2 Esquema de chancado primario	37
Fig. 3.3 Tolva de gruesos de 100 m <sup>3</sup> de capacidad	37

Fig.3.4 Alimentador	39
Fig. 3.5 Esquema de disposición cinta FT-1-HT	45
Fig. 3.6 Soportes tipo artesa Red Idlers Series B+ de 20° y rodillos de igual longitud	48
Fig. 3.7 Chancadora MEPSO MP 800	53
Fig. 3.8 Esquema de disposición faja FT-1-HT	56
Fig. 3.9 Soportes tipo artesa Red Idlers Series B+ de 20° con rodillos de igual longitud	61
Fig. 3.10 Zaranda Truemáx YK 1848	66
Fig. 3.11 Esquema de disposición cinta FT-2-RT	67

Tablas (ver anexo)

## PROLOGO

El crecimiento de la minería ha generado la necesidad de aumentar la capacidad de procesamiento de mineral de la planta concentradora de cobre en 500 t/h.

El presente trabajo trata sobre la línea de chancado y se desarrolla en cuatro capítulos:

En el capítulo uno, se presentan las generalidades del proyecto y las características del mineral. La planta que está en una zona de la costa central del país a 542 msnm, constará de etapas de chancado, molienda y flotación. Se establece como objetivos el diseño de la disposición de equipos de la línea de chancado y la selección de los equipos que la conforman, como limitaciones se tiene no considerar aspectos relativos al minado, cimentaciones, sistemas eléctricos y de control.

En el capítulo dos, se presentan las consideraciones generales del diseño de la línea de chancado, con una producción anual de 2 000 000 de toneladas, la Planta de procesamiento de mineral tiene una producción horaria de 500 t/h con un turno de 12 h. Se presentan las propiedades de mineral, la descripción de la planta, los circuitos de chancado, los equipos correspondiente y el diagrama de flujo de proceso.

En el capítulo tres, se muestra la disposición de la línea de chancado, además se presenta el cálculo y selección de equipos, mostrando los parámetros de diseño, el método de Bond para hallar el Índice de trabajo, la disposición de línea de chancado primario con chancadora de quijadas y una reducción de 762 mm (30") a 152,4 mm (6"), dos chancadoras cónicas, la de chancado secundario con reducción de 152,4 (6") mm a 50,8 mm (2"), y la de chancado terciario de 50,8 a 12,5 mm (1/2"). También se consideran equipos como alimentadores, cintas transportadoras, zarandas y otros.

En el capítulo cuatro, se presentan la estructura de costos del proyecto.

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 GENERALIDADES

Actualmente existe una gran expansión de la actividad minera en general dentro de la que se incluye la minería de cobre con inversiones previstas por el Perú de US\$ 35 429 millones para los próximos años. En este marco de referencia muchas empresas mineras están ampliando sus inversiones. El proyecto consiste en implementar la línea de chancado en una planta concentradora de mineral para aumentar su capacidad de procesamiento de mineral de cobre a 500 t/h.

La línea de chancado recibe mineral minado de 762 mm (30") de diámetro y lo debe entregar a la sección molienda con un diámetro máximo de 12,5 mm (1/2"), como esta reducción es grande, de 80:1, esta se divide en tres etapas de chancado.

En el chancado primario se reducen de 762 mm (30") a 152,4 mm (6"), en el chancado secundario se reducen de 152,4 mm a 50,8 mm (2") y en el chancado terciaria de 50.8 mm a 12.5 mm (1/2") para que pueda pasar a la etapa de molienda.

### 1.2 UBICACIÓN

La planta de chancado se ubicará en la costa norte de la Región Lima en la provincia de Huacho, a 10 km de la línea de costa y a una altura de 542 msnm.

En la zona las condiciones ambientales son:



Clima	:	Árido y semicálido
Temperatura máxima	:	30°
Temperatura mínima	:	12°
Temperatura promedio máxima	:	21,7°
Lluvia, promedio multianual máximo	:	50 mm

### 1.3 ANTECEDENTES

En la actualidad, la empresa está realizando el chancado de su mineral en otra empresa, por un cambio de política, la administración ha decidido tener su propia línea de chancado aprovechando la topografía del terreno. Con esta ampliación la planta concentradora quedará completa y comprenderá las etapas de chancado, molienda y flotación.

La línea de chancado constituye la primera parte del proceso de reducción de tamaño del mineral de cobre para luego pasar a la segunda etapa que es la de molienda.

El área donde se instalará la línea de chancado se ubica en un terreno que tiene dos zonas relativamente planas con un desnivel entre ellas con una pronunciada pendiente

Esta topografía se aprovecha para obtener una ventajosa disposición de planta en la que el mineral se entrega con camiones en la parte alta y en una disposición descendente se ubican el chancado primario, el secundario y el terciario que queda casi al nivel de la zona baja, donde se ubica el equipo de clasificación. A continuación, al mismo nivel se ubican las secciones molienda y flotación.

## 1.4 OBJETIVOS

Desarrollar el proyecto de una línea de chancado para aumentar la capacidad de procesamiento del mineral obtenido de la mina a 500 t/h.

Para este trabajo se realizará el diseño de la línea y la selección de los principales equipos de la línea de chancado de una capacidad de 500 t/h para reducir mineral minado de diámetro máximo de 762 mm a 12,7 mm en tres etapas, una etapa de chancado primario y una etapa de chancado secundario, ambas en circuito abierto y una etapa terciaria con clasificación en circuito cerrado.

## 1.5 JUSTIFICACIÓN

El tamaño máximo del mineral minado es de 762 mm y para procesar el mineral en la etapa de molienda se requiere que tenga un tamaño igual o menor a 12,7 mm. Esta situación hace necesaria la preparación mecánica del mineral que consiste en una etapa de trituración, que tiene una razón de reducción 60,96.

En el mercado local se encuentran con facilidad equipos para el chancado convencional tales como chancadoras de mandíbulas, y chancadoras cónicas, tanto nuevas como repotenciadas. Igualmente se consiguen con facilidad y a precios competitivos toda la gama de repuestos requeridos por estos tipos de chancadoras.

Por este motivo la línea de chancado se equipara como una planta convencional.

## 1.6 Alcances y limitaciones

El proyecto comprende el diseño de la línea de chancado y selección de los equipos, considerando las chancadoras primaria, secundaria y terciaria, las fajas

alimentadoras, los clasificadores de material y las fajas transportadoras de gruesos y finos. No se determinan los insumos requeridos como energía eléctrica y agua.

No considera los aspectos relativos al minado, los sistemas eléctricos, ni los de dispositivos de control y automatización. También se excluyen las obras civiles y las cimentaciones.

## **CAPÍTULO 2**

### **CONSIDERACIONES DE DISEÑO**

#### **2.1 GENERALIDADES**

La mina de tipo subterráneo, tiene una capacidad de producción de 2 000 000 toneladas anuales. Su producción diaria es de 6 000 toneladas que suministra en un turno de 8 horas con una producción nominal horaria de 750 t/h de mineral. La planta de chancado tiene previsto operar durante un turno y medio, es decir durante 12 horas diarias por lo que su capacidad nominal es de 500 t/h. El proceso de chancado es de tipo convencional con tres etapas. El chancado primario y el chancado secundario operan en circuito abierto y el chancado terciario opera en circuito cerrado con una etapa de clasificación. Los tipos de chancadoras y su aplicación se muestran en la tabla 2.1 del Anexo.

El mineral que proviene de mina se deposita directamente en la tolva de chancado primario, y para los casos en que el chancado pueda quedar fuera de servicio, se detiene el suministro de mineral. El mineral que pueda llegar cuando la planta está parada se deposita transitoriamente en una cancha.

#### **2.2 PROPIEDADES DEL MINERAL**

El mineral tiene las propiedades que se tienen en cuenta para el diseño y selección de equipos.

- **Densidad**

La densidad aparente del mineral de cobre, calcopirita es de  $2,10 \text{ gr/cm}^3$  (Anexo Tabla 3.7)

- **Humedad**

El mineral de cobre tiene una humedad de 3 % por lo que no presenta ningún inconveniente para el chancado en seco.

- **Angulo de reposo**

El ángulo de reposo del mineral de cobre determinado es de  $30^\circ$ .

- **Tamaño de mineral**

- **Ingreso a la línea de chancado:**

En este caso, el mineral llega de la mina transportado por camiones con un tamaño máximo de 762 mm que equivale a  $7,62 \times 10^5 \mu\text{m}$ .

- **Salida de la línea de Chancado**

Debe salir de la planta de chancado para ser entregado al proceso de molienda con el 100 % de partículas de un tamaño menor o igual a 12,7 mm, que representan  $1,270 \times 10^4 \mu\text{m}$ .

## 2.3 DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA

### 2.3.1 El proceso

El proceso de típico de chancado convencional completo se muestra en el diagrama de la figura 2.1, en este caso el proceso se subdivide etapas de chancado primario, chancado secundario y chancado terciario.

El chancado primario opera en circuito abierto.

El chancado secundario opera también en circuito abierto.

El chancado terciario opera en circuito cerrado con un equipo de clasificación de tamaño para garantizar los tamaños de mineral de alimentación de los molinos.

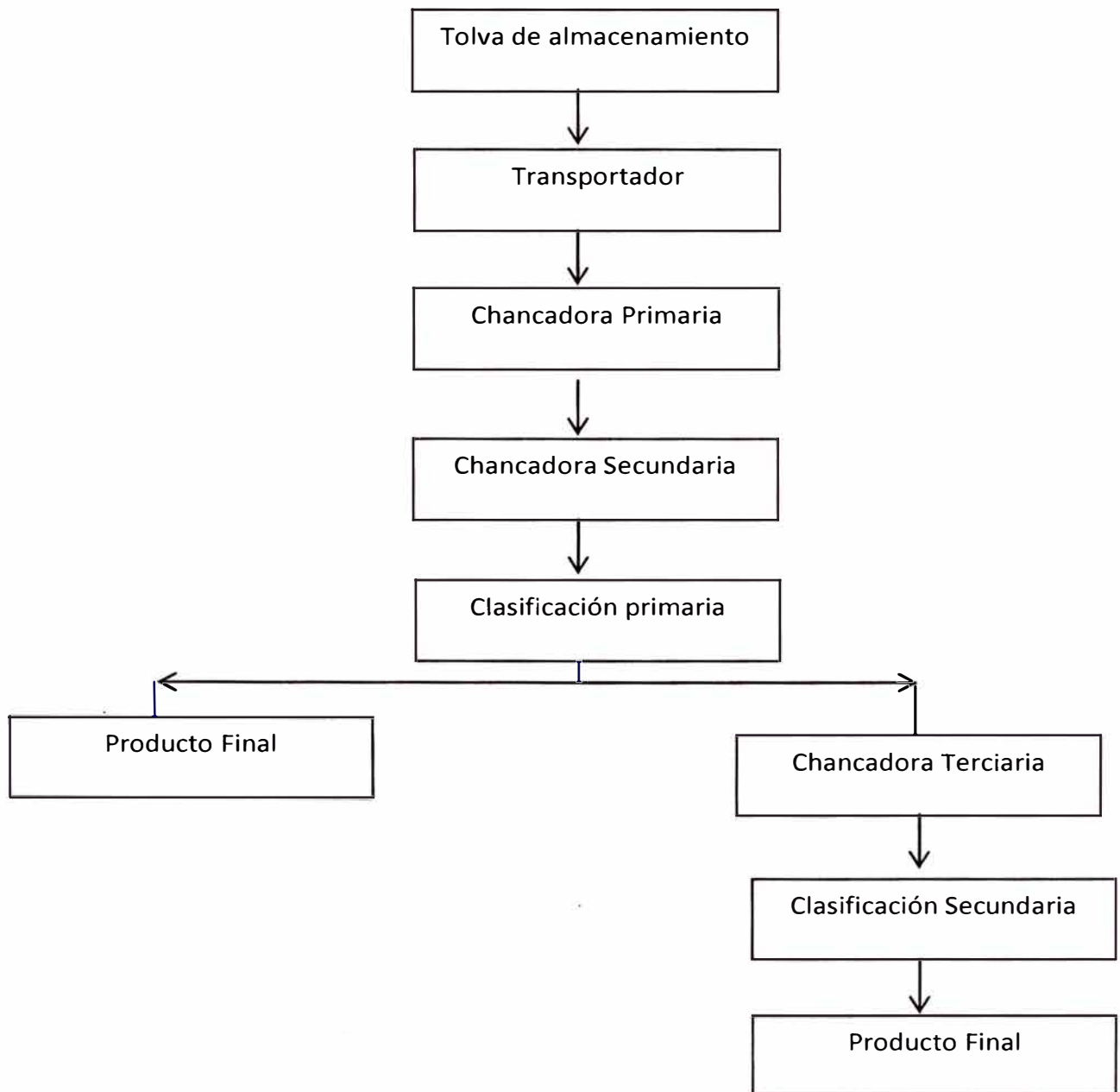


Fig. 2.1 Proceso típico de chancado convencional

En este proyecto el proceso de chancado se ha simplificado debido a que no se requiere extraer mineral en los pasos intermedios.

El mineral ingresa a la línea de chancado, llevado por tracto camiones con capacidad de 45 t manteniendo un flujo de 500 t/h depositan su carga directamente en el circuito de chancado primario.

Como la línea de chancado está destinada exclusivamente a suministrar mineral para el proceso de molienda no se requiere tener mineral de tamaños diferentes al requerido por este proceso. Solo es necesario garantizar que el tamaño del mineral que sale de la panta de chancado al proceso siguiente sea el adecuado para molienda.

En estas condiciones, el chancado primario opera en circuito abierto y se inicia con una tolva de recepción de mineral, el chancado secundario también opera en circuito abierto y el chancado terciario opera en circuito cerrado y termina en la salida de finos de la zaranda.

El diagrama de la línea de chancado convencional mostrado en la Fig. 2.1 en este caso particular se simplifica, quedando como se muestra en la Fig.2.2.

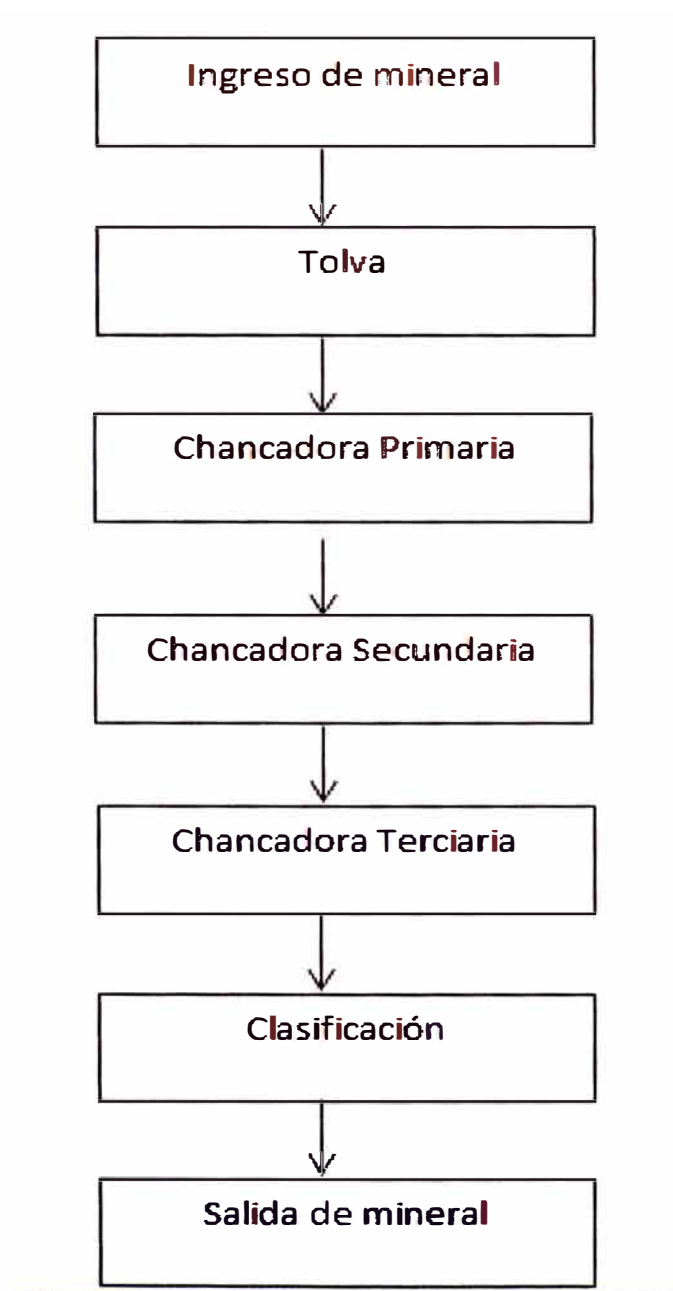


Fig. 2.2 Diagrama de la línea de chancado



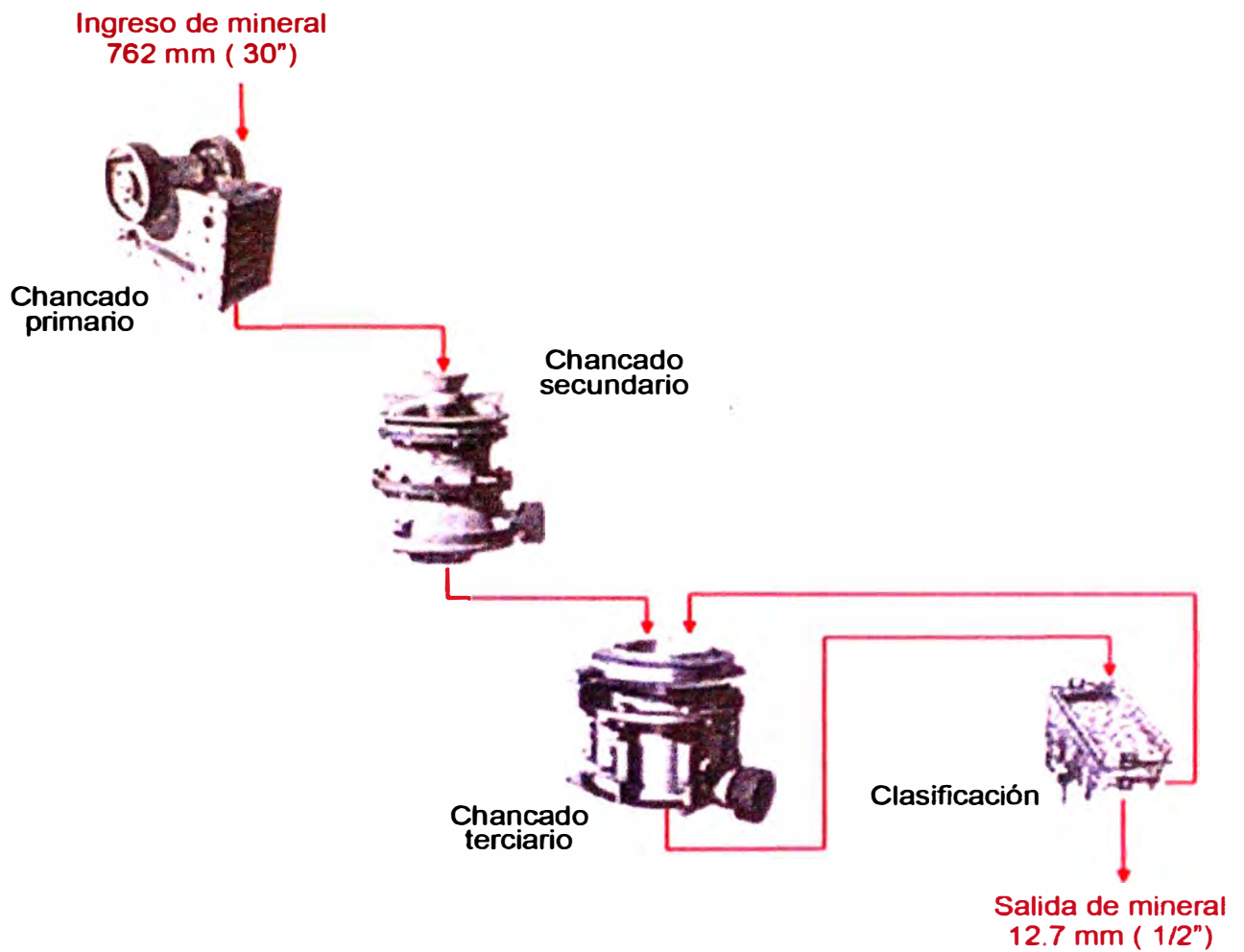


Fig. 2.3 Diagrama de flujo de proceso de chancado

### 2.3.2 La línea de chancado

Para realizar el proceso la línea de chancado se ubicará en ladera de cerro y debe tener la disposición que se muestra esquemáticamente en la Fig. 2.4 y tiene las siguientes características:

La etapa de chancado primario opera en circuito abierto, que se inicia cuando el mineral se deposita en una tolva que no tiene propósito de almacenamiento si no que opera como un chute facilitando el suministro de mineral al alimentador primario (apron feeder).

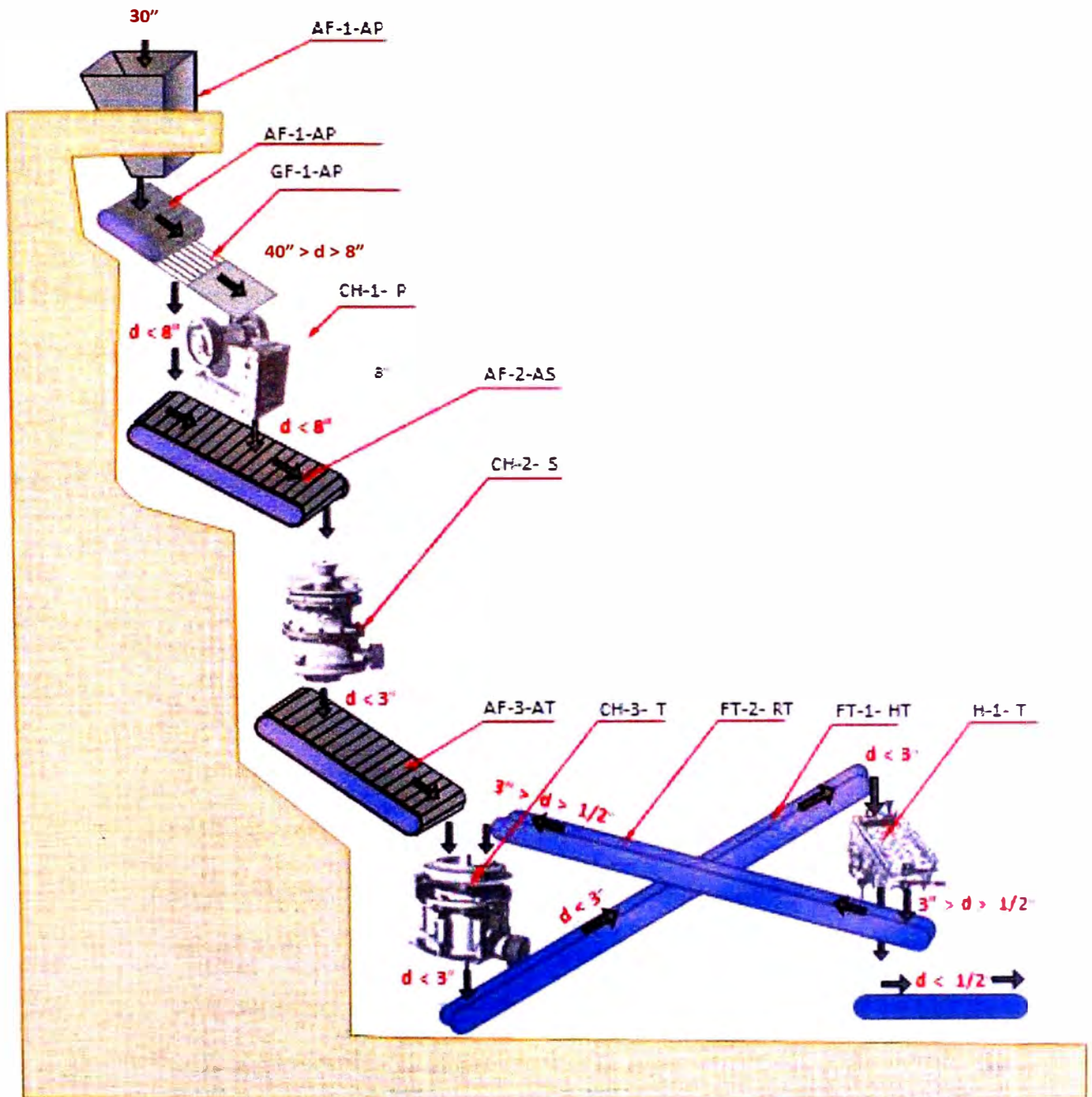


Fig. 2.4 Esquema de disposición de línea

El alimentador primario transportará el mineral a una rejilla de barras fijas, cuya salida de mineral grueso cae en una chancadora primaria.

La descarga de la chancadora primaria cae en el alimentador secundario que alimenta directamente la chancadora secundaria.

La descarga de la chancadora secundaria cae en el alimentador terciario que alimenta chancado terciario.

En el chancado terciario, que opera en circuito cerrado, la descarga cae directamente sobre el alimentador de la zaranda terciaria, de donde los gruesos retornan a la chancadora terciaria y los finos salen de la planta de chancado a la etapa de molienda.

### **2.3.3 Los equipos**

- **Tolva**

Recibe el mineral de los camiones de alimentación y alimenta directamente la rejilla de barras fijas.

- **Rejilla de barras fijas (Grizzly)**

El mineral extraído de la mina tiene un tamaño que varía desde el máximo aceptado, hasta un mínimo que constituye el porcentaje de finos. El ingreso de estos finos a la chancadora tiene dos efectos negativos:

Una cantidad de mineral se chanca innecesariamente, produciendo una reducción de la eficiencia del equipo.

Puede producir un apelmazamiento del mineral sobre las paredes de la chancadora, lo que reduce la sección de paso del mineral.

Para evitar estos problemas, antes que el mineral entre en la chancadora se instalará una rejilla, formada por rieles, con un ángulo de 45° ubicado de modo que, mientras que los gruesos pasan sobre

la rejilla y llegan a la chancadora, los finos caen a través de los rieles sobre el alimentador de la chancadora secundaria.

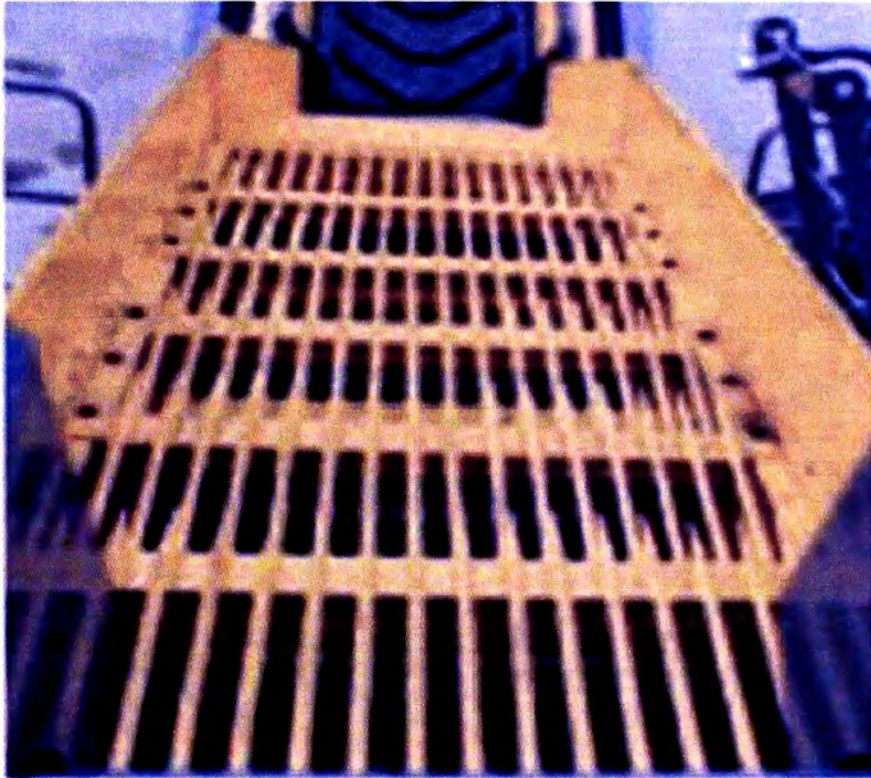


Fig. 2.5 Rejilla de barras fijas.

- **Chancadora de quijadas**

El chancado se obtiene con la aplicación de una fuerza sobre las partículas del mineral para romperlo hasta obtener tamaños más pequeños utilizando principalmente fuerzas de compresión que son producidas por el giro angular, a medias o bajas velocidades de una mandíbula móvil que se mueve alternativamente sobre otra que permanece fija sin llegar a tocarse entre ellas.

El mineral que cae entre estas quijadas queda sometido a fuertes presiones que causan su colapso.

El corte típico y forma de operación de una chancadora de quijadas se muestra en la figura 2.6.

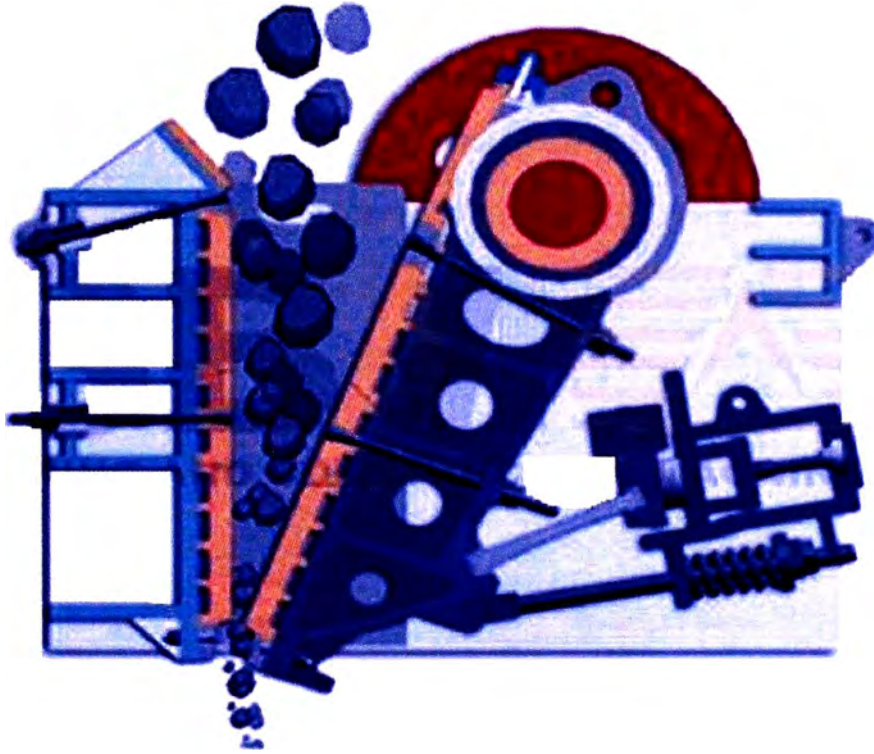


Fig. 2.6 Corte típico y operación de una chancadora de quijadas

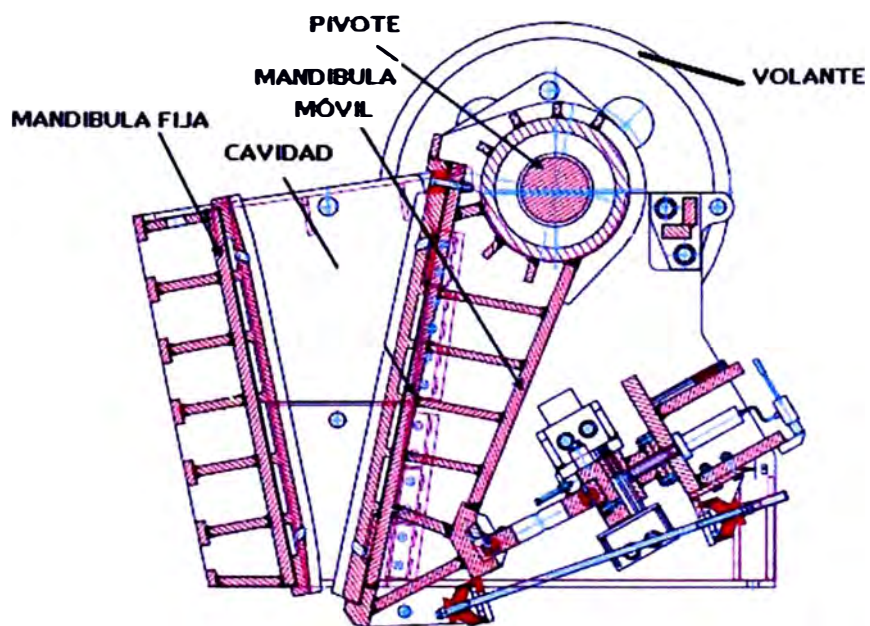


Fig. 2.7 Componentes principales de una chancadora de quijadas

La quijada fija forma parte de la estructura de la chancadora, la quijada móvil que se ubica formando un espacio en forma de "V", tiene un movimiento angular alternativo alrededor de un eje de rotación, causado por una excéntrica movida por una volante.

El mineral que ingresa cae por gravedad entre las quijadas, es triturada por el impacto de ellas y sale, también por gravedad, por el espacio del vértice inferior de la "V". El ancho de este espacio se puede variar con una barra de ajuste para regular el tamaño de las partículas que salen, obteniéndose reducciones hasta de 8 a 1. (2).

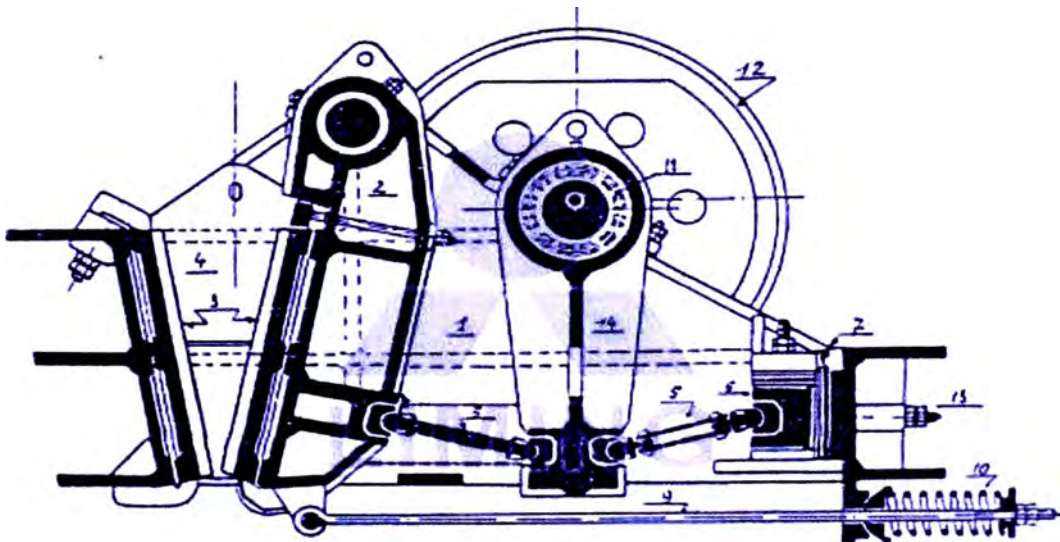


Fig. 2.8 Chancadora de quijadas LIMING tipo Blake con reducción 8:1

La ubicación del eje de rotación de la quijada caracteriza la chancadora, ya que según la ubicación de este punto de giro, pivót, las chancadoras se clasifican en:

**Tipo de chancadora**

Blake

**Ubicación del eje de rotación**

Punto más alto

Universal

Punto medio

Dodge

Punto más bajo

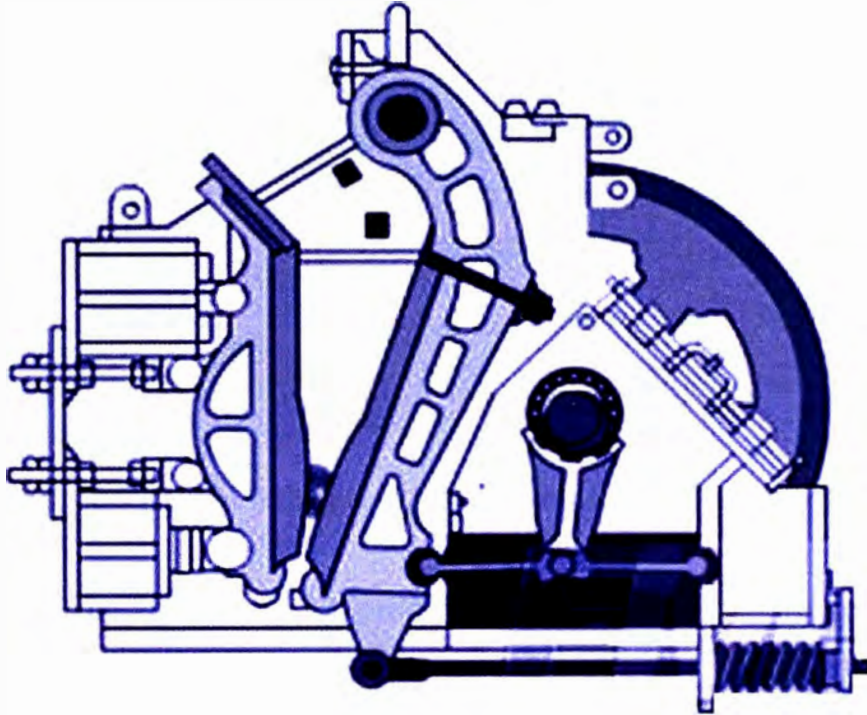


Fig. 2.9 Chancadora Blake

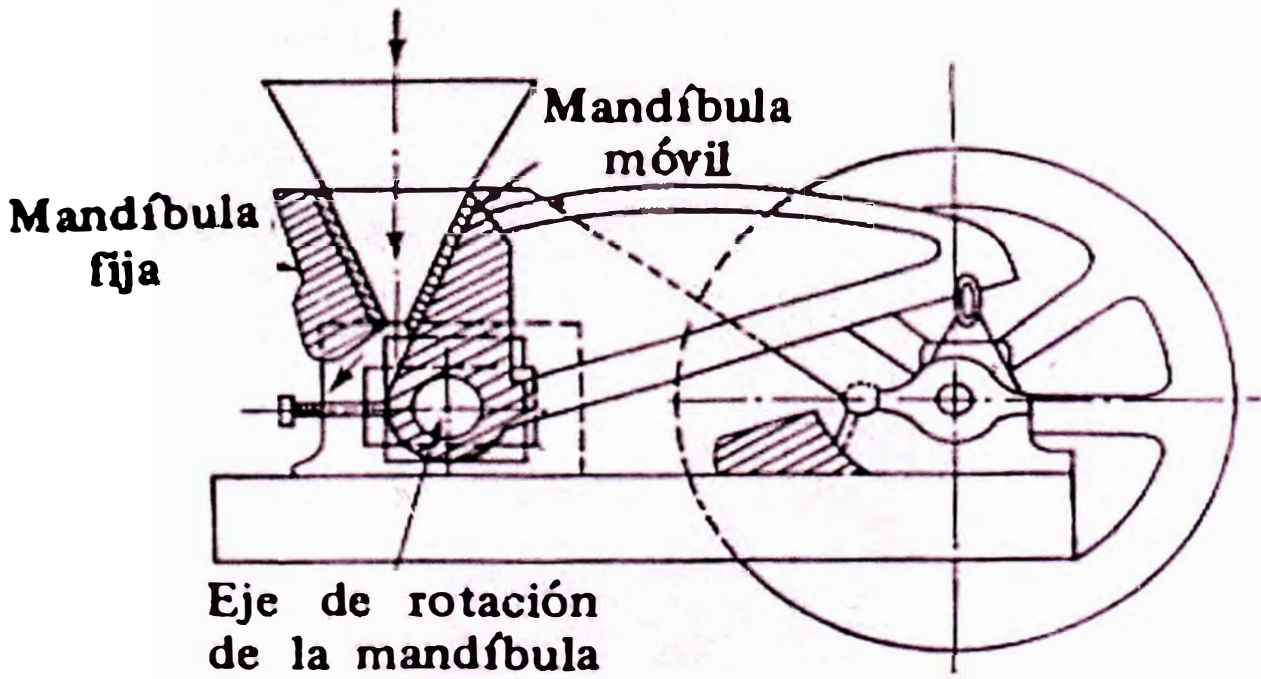


Fig. 2.10 Chancadora tipo Dodge

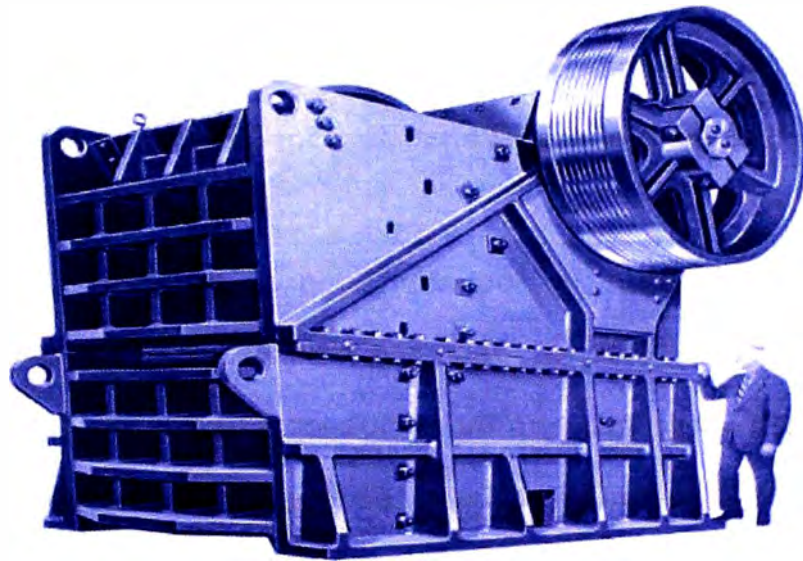


Fig. 2.11 Vista exterior de una chancadora de quijadas

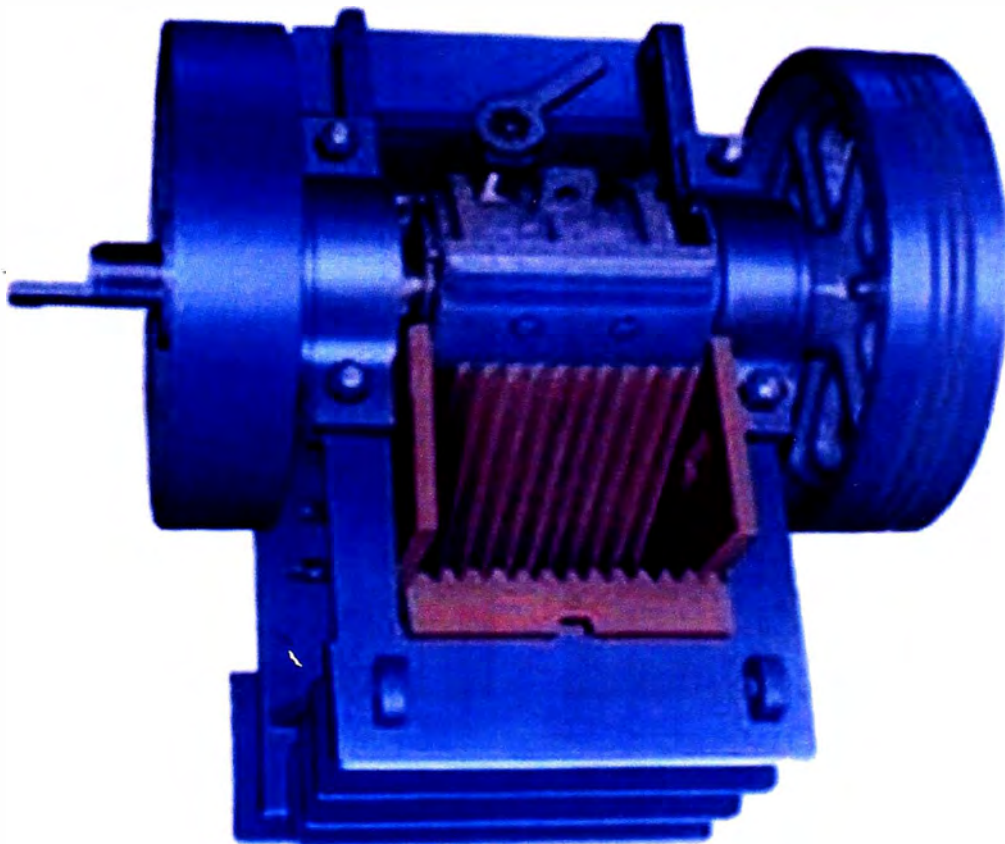


Fig. 2.12 Vista superior de una chancadora de quijadas  
que muestra la sección de ingreso



Una vista exterior de la chancadora se muestra en la Fig. 2.11 y en la Fig. 2.12 se observa la sección rectangular de ingreso a la chancadora que limita el tamaño máximo de las partículas que se pueden chancar.

La chancadora es accionada por un motor eléctrico por medio un sistema de transmisión por fajas. En este caso una de las volantes actúa como polea conducida para lo cual tiene las ranuras guías de las fajas tal como se observa en las figuras anteriormente señaladas.

- **Chancadora giratoria**

El diseño básico de una chancadora giratoria tiene las siguientes características:

Consta de dos superficies sólidas cónicas ubicadas una encima de la otra dejando entre ellas un espacio libre, Fig. 2.13.

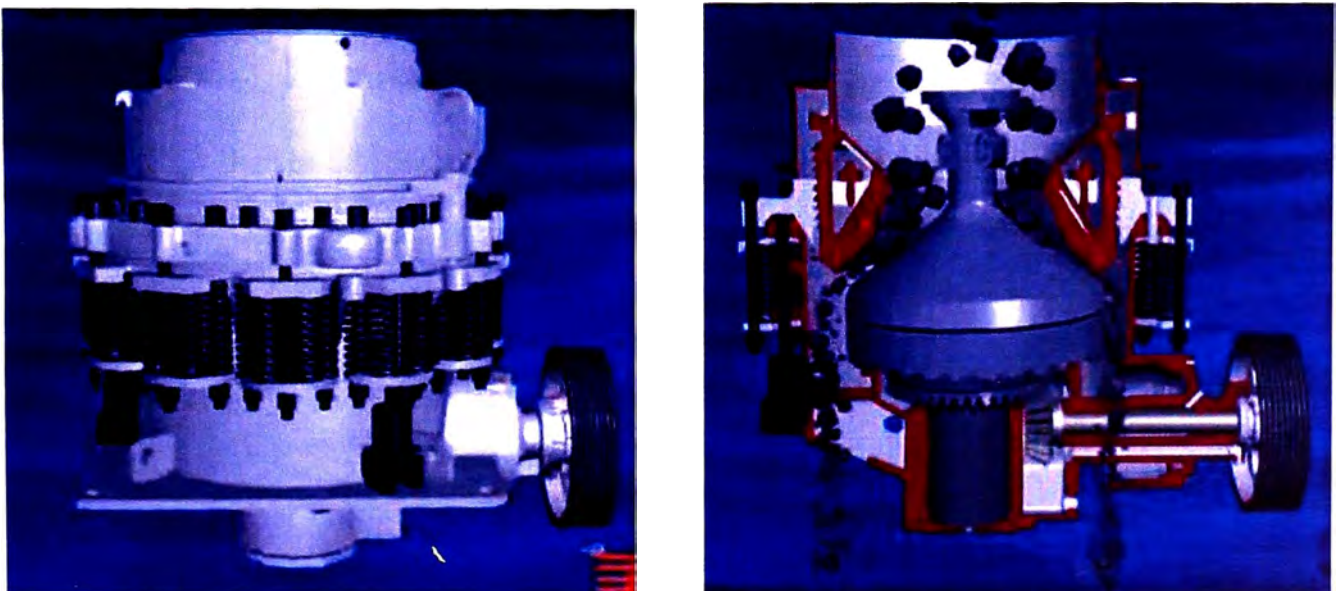


Fig. 2.13 Chancadoras giratorias

La superficie inferior actúa verticalmente como una placa fija, accionada por un sistema de transmisión por poleas que le da un

movimiento giratorio mientras que superficie superior, que no gira, puede desplazarse verticalmente de arriba abajo, sin llegar a tocar la inferior para lo cual cuenta con un sistema de resortes que amortigua este movimiento.

El mineral cae entre estas dos superficies, y cuando la superficie superior desciende queda bajo la acción de una fuerza que lo fragmenta en trozos más pequeños hasta que se obtiene un grado de fragmentación correspondiente a la reducción de tamaño deseada.

- **Chancadora de cono**

Es una chancadora de cono modificada en la cual el cono realiza un movimiento de balanceo causado por una excéntrica.

- **Tipos**

Existen dos tipos de chancadora de cono:

- **Chancadora de cono estándar**

Tienen un relación de reducción típica de 3:1, aunque podrían llegar hasta 5:1. Se utilizan generalmente en chancado secundario.

Los modelos grandes, de diámetros de ingreso de 2 134 mm (7 pies) tienen una alimentación gruesa, de 152,4 mm (6") a 203.3 mm (8").

Los modelos pequeños, de diámetros de ingreso hasta de 609,6 mm (2 pies) tienen una alimentación de 106 mm (4") a 19 mm ( $\frac{3}{4}$ ").

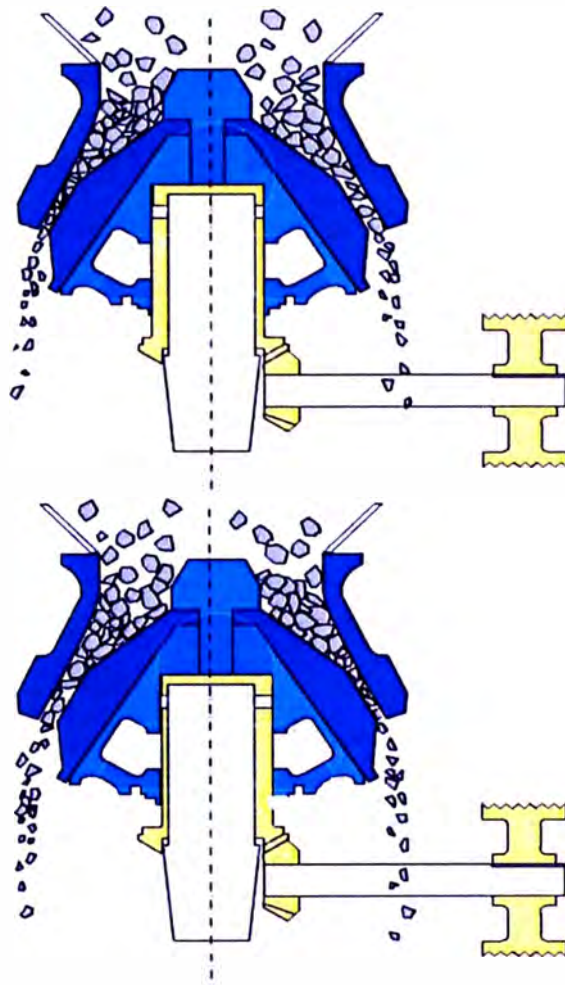


Fig. 2.14 Chancadora de cono. Efecto de chancado

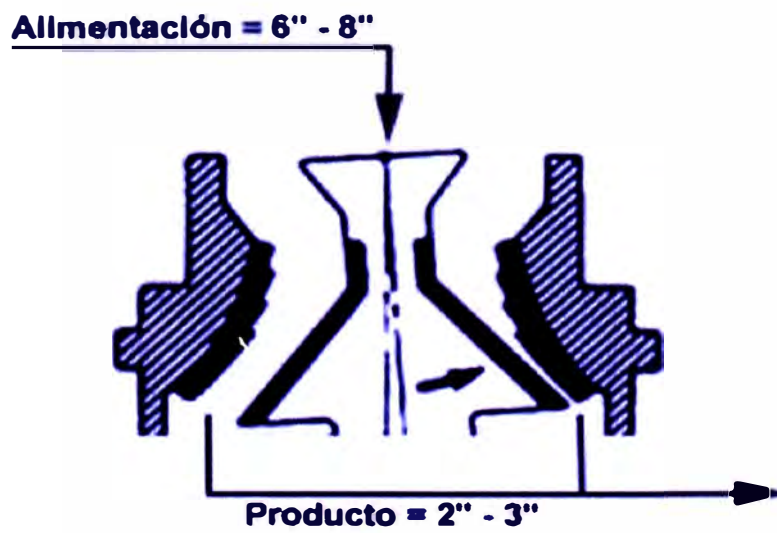


Fig. 2.15 Chancadora de cono estándar. Se usa en chancado secundario

### Chancadora de cono de cabeza corta

La alimentación varía de 76,2 mm (3") a 50,8 mm (2"), con una relación de reducción de 5 a 6, por lo que el producto que tiene un tamaño de salida de 12,7 mm (1/2") a 9,25 mm (3/8"). Se utilizan en chancado terciario.

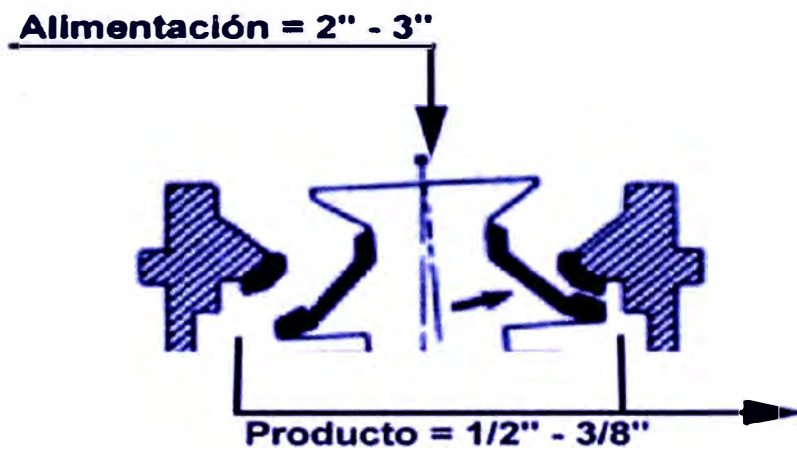


Fig. 2.16. Chancador de cono de cabeza corta

Las chancadoras giratorias se caracterizan por tener:

- Alta capacidad
- Alta eficiencia
- Adecuado ratio de reducción
- Boca de admisión adecuada
- Bajo consumo de energía específica

El mineral debe tener una resistencia a la compresión no mayor a 320 MPa con lo que se obtiene una alta relación de reducción, alta producción, mantenimiento fácil, costo de operación económico, etc.

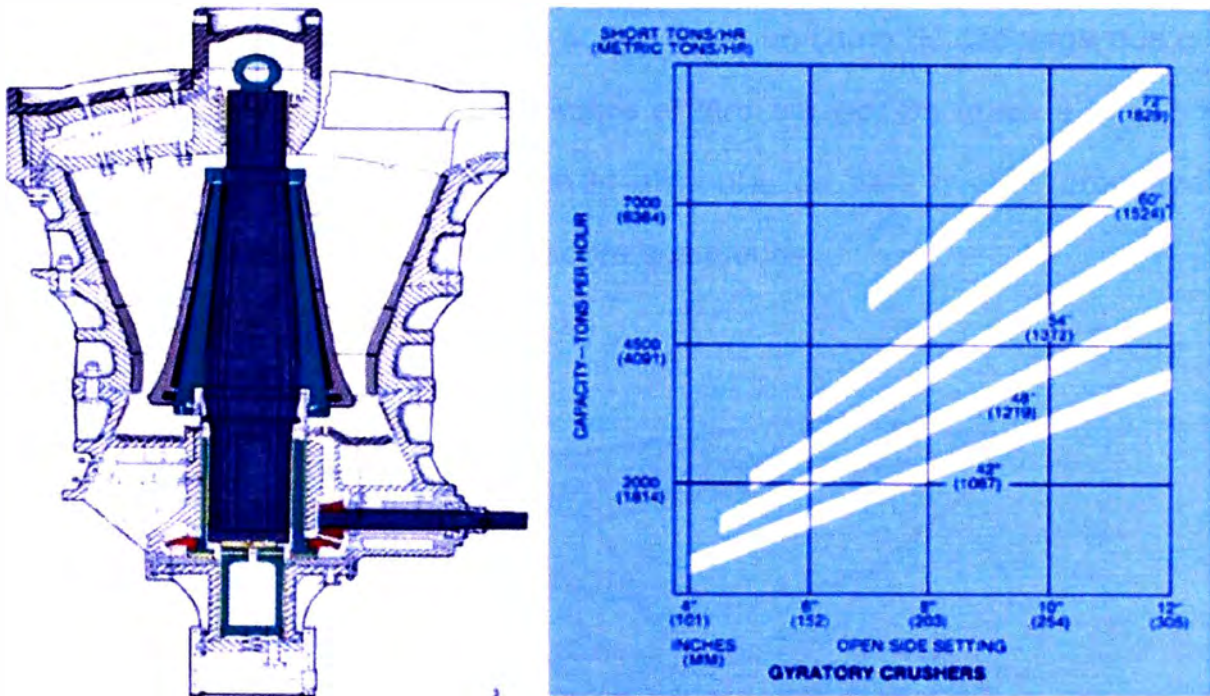


Fig. 2.17 Características de chancadoras cónicas

- **Selección del tipo de chancadoras.**

Los diversos tipos de chancadoras tienen características que las hacen apropiadas para determinadas aplicaciones. En la tabla 3.1 se muestran los diversos tipos de chancadoras y las condiciones de operación que resultan adecuadas.

- **Alimentador**

Son fajas transportadoras que se caracterizan por tener su banda articulada con cubierta de protección que se utilizan como equipos intermedios entre otros dos cuando al caer la descarga de mineral un equipo sobre el otro le causa daño por impacto o abrasión.

La banda tiene articulada placas metálicas de alta resistencia, adecuadas para el tamaño de la roca, la altura de caída y las características abrasivas del mineral.

El alimentador generalmente tiene un chute por el lado donde recibe la descarga de mineral y puede tener un chute de descarga que guía la descarga de mineral sobre el otro equipo. Se ubica a muy poca altura bajo el equipo que lo alimenta, de para que se produzca el mínimo impacto posible sobre sus placas.

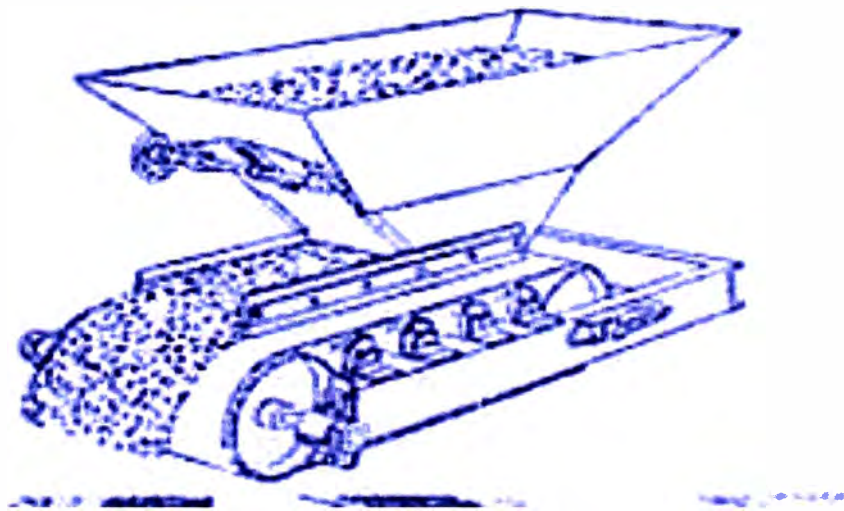


Fig. 2.18 Alimentador con chute de carga

Un alimentador se selecciona teniendo en cuenta las características, del mineral, su tamaño máximo, la capacidad de alimentación requerida y la forma de operación que puede ser continua o discontinua.

Las dimensiones y capacidades de alimentadores que permiten seleccionarlos adecuadamente se muestran en las tablas 2.2 y 3.1 (Anexo)

- **Electroimán**

El electroimán tiene como objetivo retirar del circuito de la faja todos los elementos metálicos que pueda haber entrado en el circuito de chancado antes que lleguen a la chancadora secundaria cuyos forros

podrían ser deteriorados. El electroimán se ubica a la salida del alimentador del chancado primario.

- **Cintas transportadoras**

Se utilizan cintas transportadoras inclinadas con flujo ascendente y con tambor motriz en lado de cabeza.

Para verificar que el ángulo de la cinta sea aceptable se utiliza la Fig. 2.19 (1) Manual Link Belt.

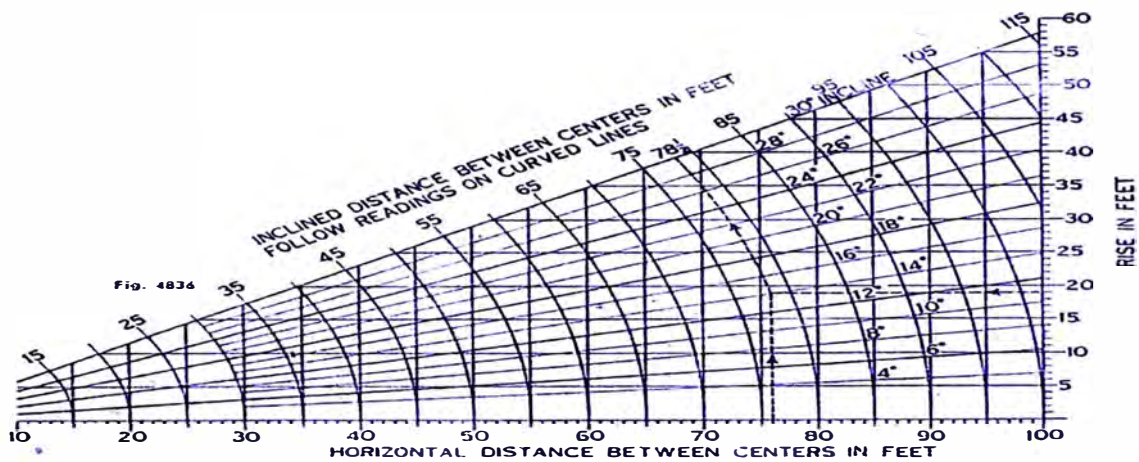


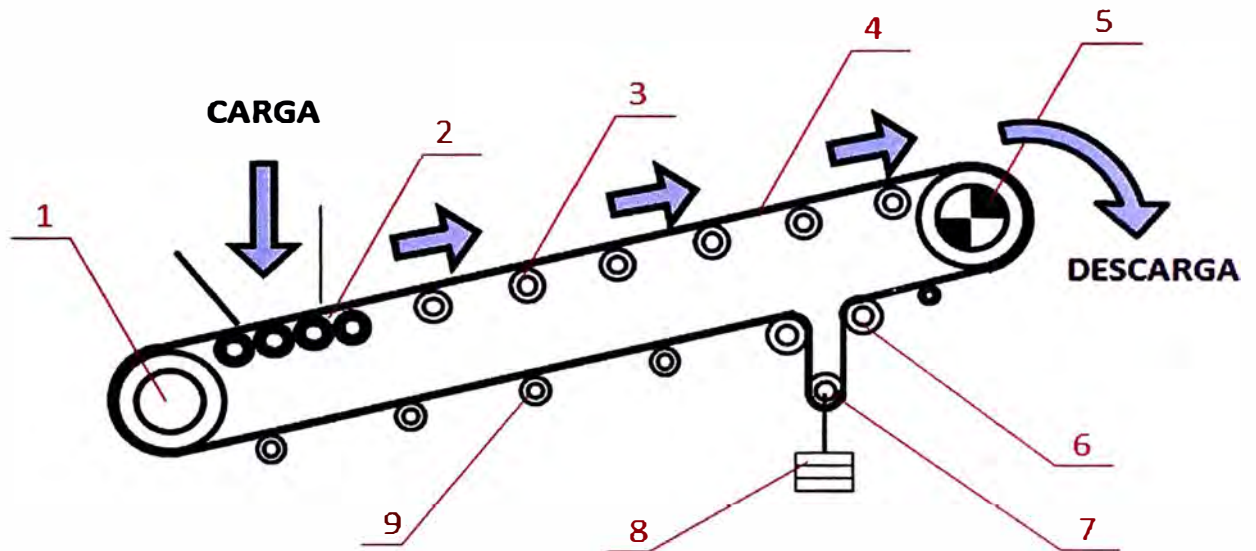
Fig. 2.19 Distancias horizontal y vertical y ángulo de inclinación de la cinta

En el gráfico (1) se representan las distancias proyectadas horizontal y vertical entre centros de tambores de la cinta, y se obtiene el ángulo de inclinación de la faja don respecto a la horizontal. El gráfico muestra el ángulo de inclinación máximo de utilizable en cintas. Este ángulo se debe reajustar con el ángulo práctico de cada material.

Las características generales de las cintas utilizadas son:

Por la por la disposición de las cintas, se utilizan tambores motrices ubicados en la cabeza, por la capacidad de transporte se utilizan rodillos triples de lados iguales. Teniendo en cuenta que son cintas

de menos de 50 m de longitud se utilizan sistemas de tensión por rodillo tensor.



- |                                 |                               |
|---------------------------------|-------------------------------|
| 1) Tambor de reenvío (cola)     | 6) Rodillo desviador          |
| 2) Rodillo de impacto           | 7) Rodillo tensor             |
| 3) Rodillo de trabajo (cargado) | 8) Contrapeso                 |
| 4) Cinta                        | 9) Rodillo de retorno (vacío) |
| 5) Tambor de cabeza (motriz)    |                               |

Fig. 2.20 Diagrama de cinta transportadora

Por razones topográficas, la chancadora terciaria y la zaranda (harnero) se ubican sobre un terreno plano lo que hace necesario el uso de una cinta alimentadora y una de recirculación.



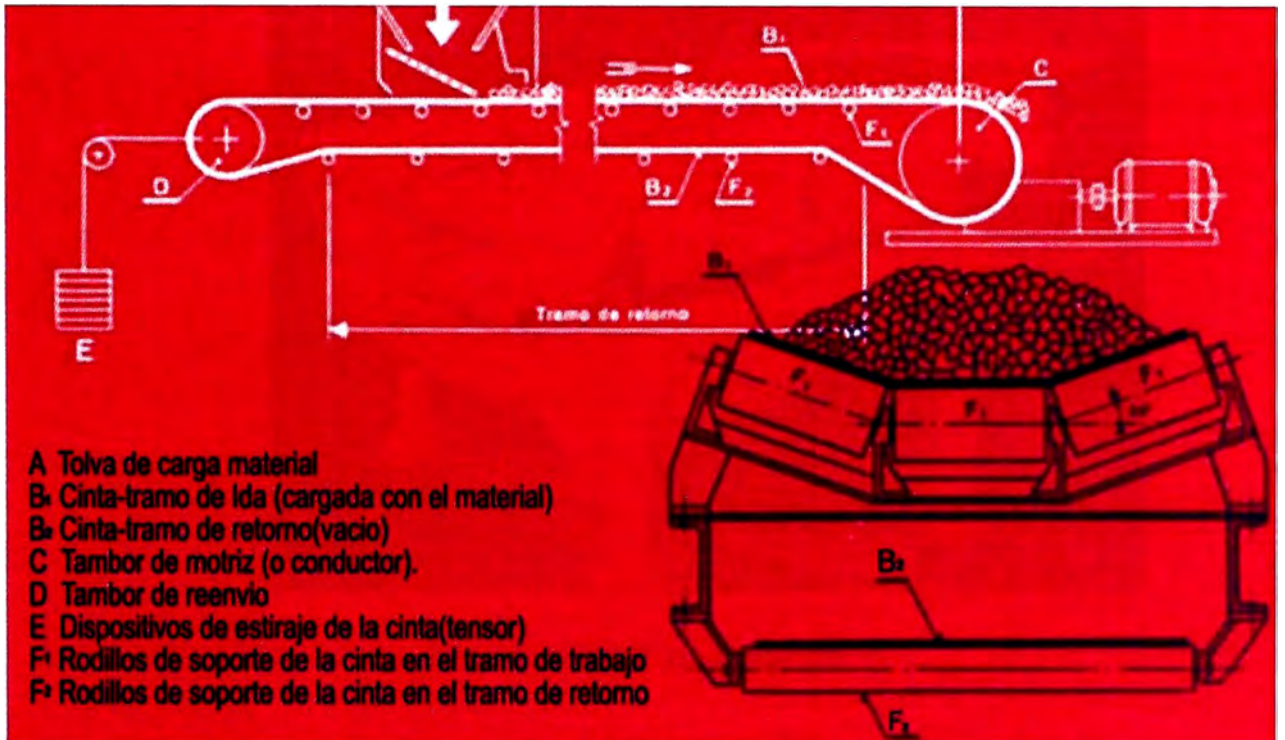


Fig. 2.21 Componentes de un transportador de una Cinta

### Zaranda

Este es un equipo que permite la separación mecánica de partículas de diferentes tamaños, mediante el sistema pasa-no pasa de las partículas a través de una criba.

Para conseguir este efecto la criba está sometida a un movimiento vibratorio causado por dos volantes excéntricas accionadas por un motor eléctrico. Las cribas se apoyan sobre resortes que le permiten oscilar en dirección vertical.

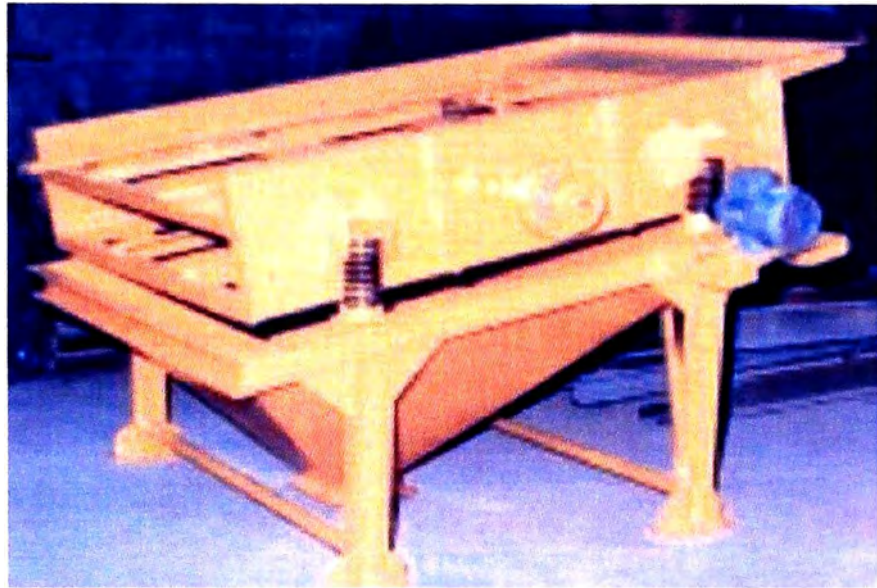


Fig. 2.22 Zaranda.

La vibración permite que las partículas que caen sobre la criba tengan un movimiento de avance y estratificación por capas de manera que las partículas más pequeñas se depositan en las capas inferiores sobre la criba y las de mayor tamaño quedan en las capas superiores.

Las partículas de las capas inferiores de menor tamaño a los agujeros de la criba pasan a través de ella y caen por gravedad sobre una faja transportadora que los saca de la planta de chancado. Las de mayor tamaño de las capas superiores avanzan sobre las capas inferiores, pasan sobre la criba, salen del harnero y caen a la faja de recirculación que las retorna a la chancadora terciaria.

## CAPÍTULO 3

### CÁLCULO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS

#### 3.1 PARÁMETROS DE DISEÑO

- **Material**

El material que se va a procesar es mineral de cobre, calcopirita, que tiene una dureza de 3,5 a 4 Mohs

- **Capacidad de planta**

Se tiene como dato la capacidad del proceso de la planta que es de 500 t por hora.

- **Tamaño de mineral en el ingreso**

El mineral ingresa con un tamaño máximo de 762 mm (30") que equivale a  $762 \times 10^6 \mu\text{m}$ .

- **Tamaño de mineral a la salida**

El mineral sale del chancado primario con un tamaño de 152,4 mm (6") que equivalen a 152,400  $\mu\text{m}$ .

- **Índice de trabajo del mineral**

Corresponde al trabajo necesario para reducir el tamaño de una tonelada corta de mineral desde un tamaño teóricamente infinito hasta un tamaño de partículas que en un 80 % sean menores a 100  $\mu\text{m}$ . Para mineral de cobre se tiene: Tabla 2.2 del anexo.

$$W_i = 14,44$$

(3.1)

## 3.2 DISPOSICIÓN DE LA LÍNEA

La línea se ubicará de manera que se aproveche adecuadamente el terreno, cuya topografía se caracteriza por tener dos zonas de terreno plano separadas por una ladera con una pendiente de 70° y un desnivel de 30 m de altura.

En la parte alta se ubicará una tolva de alimentación, las chancadoras primaria, secundaria y terciaria se instalarán en la ladera en cascada, de modo que la descarga de la chancadora de quijada quede al nivel del ingreso de la chancadora cónica secundaria y a su vez la descarga de la chancadora cónica secundaria queda al nivel de ingreso de la chancadora terciaria.

Esto permite un sencillo esquema de distribución de planta porque que un alimentador horizontal de pequeña longitud ubicado en la descarga de una chancadora pueda alimentar con facilidad a la chancadora siguiente.

Por estas mismas razones topográficas, la chancadora terciaria y la zaranda se ubican sobre la parte plana del terreno plano lo que hace necesario el uso de una cinta alimentadora de la chancadora terciaria a la zaranda y una cinta de recirculación de la zaranda a la chancadora terciaria.

Los equipos son:

### 3.2.1 Chancado primario

El chancado primario reduce el mineral de 762 mm (30") a un tamaño de salida de 152,4 mm (6") y cae al alimentador de chancado secundario.

Está sistema opera en circuito abierto y está conformado por los siguientes componentes:

- **Tolva de recepción de gruesos TG-1-P.**

Es una tolva de recepción cuya función es recibir la carga de 500 t/h de un tamaño máximo de 762 mm (30") y hacerla caer al alimentador de descarga de gruesos.

- **Alimentador de descarga de tolva primaria AF-1-AP**

Este recibe la carga de la tolva de gruesos y las hace caer sobre la rejilla de separación de finos. Se ubica en posición horizontal y tiene una longitud entre sus ejes de tambores es de 6 m.

- **Rejilla Fija GF-1-AP**

Es una criba que separa las partículas menores a 152,4 (6") y evita que lleguen a la chancadora primaria. Estos finos caen directamente en el alimentador AF-2-AS de carga de la chancadora secundaria. Tiene una inclinación de 45°.

- **Chancadora primaria CH-1-P**

Esta reduce el tamaño de las rocas de 762 mm a 152,4 mm con una relación de reducción de 5 y debería tener una capacidad mínima de 500 t/h, pero realmente opera con una carga menor debido al mineral descargado por la rejilla que no pasa por esta chancadora.

La descarga de la chancadora primaria cae al alimentador de carga de la chancadora secundaria.

### **3.2.2 Chancado secundario**

Este es un circuito abierto con capacidad de 500 t que se inicia en el alimentador carga de chancado secundario, recibe rocas de un tamaño de 152,4 mm (6"), la chancadora secundaria entrega partículas de mineral de

50,8 mm (2") con una relación de reducción de tres (3). Sus componentes son:

- **Alimentador de carga de chancadora secundaria, AF-2-AS**

Se ubica en la descarga de la chancadora primaria y recibe rocas hasta de 152,4 mm (6") de dos fuentes.

Estas son la descarga de la rejilla estacionaria y la descarga de la chancadora primaria. Este alimentador deposita su carga directamente a la chancadora secundaria.

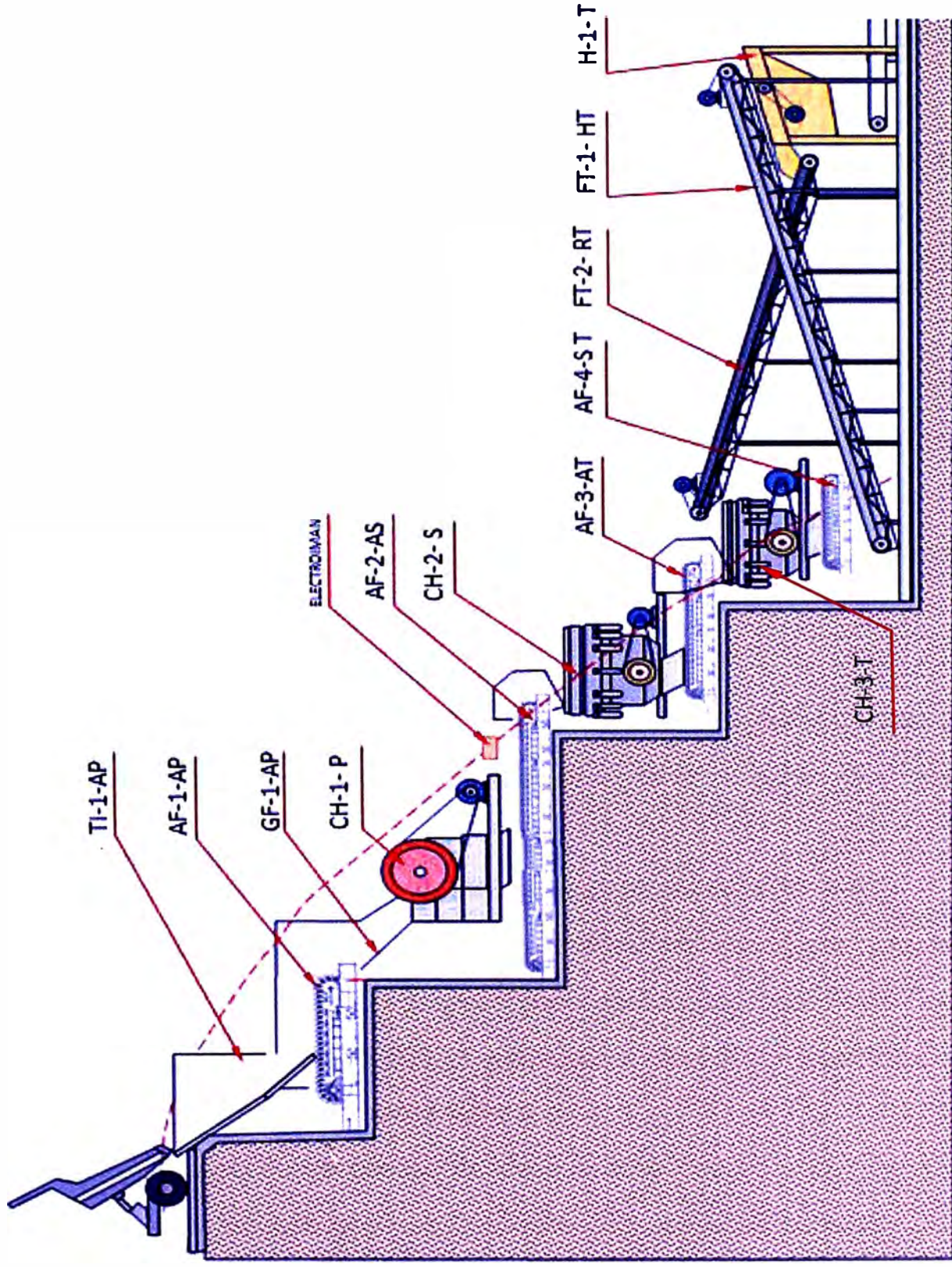


Fig. 3.1 Esquema de disposición de la línea de chancado

- **Chancadora secundaria CH-2-S**

Esta reduce el tamaño de rocas de 152,4 mm (6") a 50,8 (2") con una relación de reducción de tres (3) y debe tener una capacidad mínima de operación de 500 t/h y opera en circuito abierto La descarga cae en el alimentador del circuito terciario.

### **3.2.3 Chancado terciario**

Este opera en circuito cerrado. Recibe las rocas de 50,8 mm (2") y reduce su tamaño a 12,5 mm (½"). Está conformado por el alimentador terciario, la chancadora terciaria, el harnero de clasificación así como la cinta de alimentación del harnero y la cinta de recirculación de la zaranda a la chancadora.

Termina en la descarga de finos de la zaranda que los deja caer sobre la cinta que saca el mineral de la planta de chancado al circuito de molienda.

a) **Alimentador de carga de chancadora terciaria AF-3-AT**

Este se ubica a la salida de la chancadora secundaria y recibe rocas de la descarga de la chancadora secundaria. Este alimentador tiene una capacidad de 500 t/h y alimenta la cinta de transporte terciaria.

b) **Chancadora terciaria CH-3-T**

Esta reduce el tamaño de rocas de 50,8 mm (2") a 12,7 mm (1/2") con una reducción de tres (3). Recibe una doble alimentación, de 500 t/h del chancado secundario y un tercio de este flujo como recirculación del circuito de clasificación que representan 250 t/h, por lo que debe tener una capacidad mínima de chancado de 750 t/h.



**c) Cinta de transporte a clasificador terciario FT-1-HT**

Recibe los finos de descarga de la chancadora terciaria y los transporta al clasificador terciario. Su capacidad es de 750 t/h.

**d) Clasificación terciaria H-1-T**

Lo conforma una zaranda, que recibe las rocas del chancado secundario con capacidad de 750 t/h y dos salidas.

La salida de gruesos por la que las partículas de más de 12,7 mm (1/2") caen en la cinta de recirculación secundaria FT-2-RT que los devuelve a la chancadora terciaria.

La salida de finos por la que las partículas de 12,7 mm (1/2") o menos caen de la zaranda y alimentan la cinta de transporte que saca el mineral la Planta chancado al proceso siguiente de molienda.

**e) Cinta de recirculación terciaria FT-2-RT**

Transporta los gruesos de la salida del clasificador terciario y los retorna a la chancadora terciaria. Debe tener una capacidad mínima de 250 t/h.

### **3.3 CHANCADO PRIMARIO**

En la etapa de chancado primario el mineral llega con un tamaño máximo de 762 mm y lo reduce hasta 152,4 mm

El esquema de la etapa de chancado primario se muestra en la Fig. 3.2

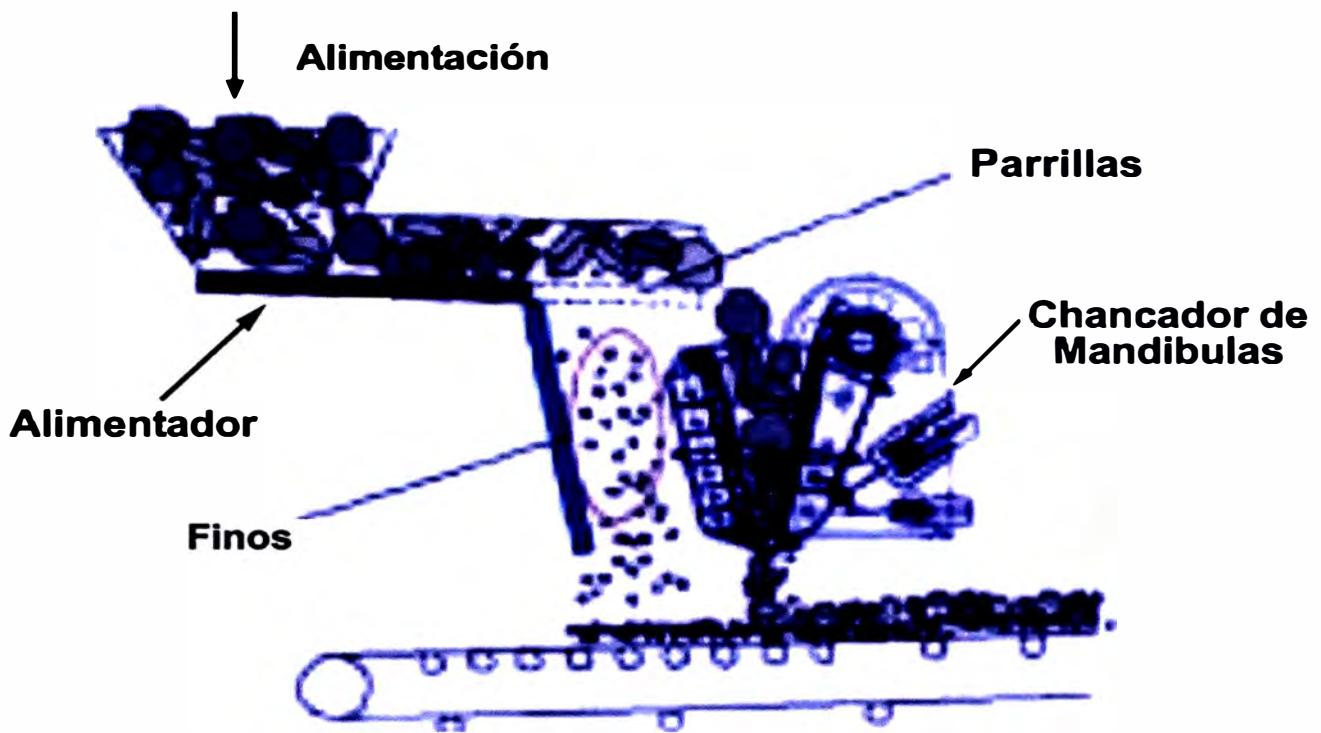


Fig. 3.2 Esquema de chancado primario

### 3.3.1 Tolva

Tiene como propósito guiar el mineral que alimenta la chancadora primaria. Tiene la forma de un paralelepípedo con una placa de descarga con un ángulo de  $55^\circ$ . Su geometría se muestra en la Fig. 3.3.

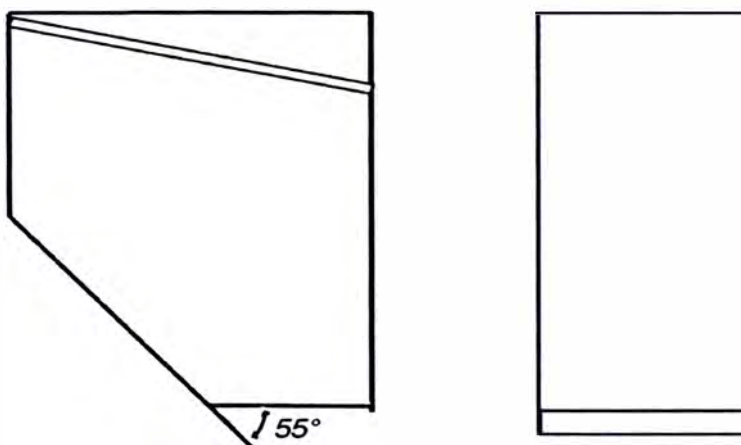


Fig. 3.3 Tolva de gruesos de 100 m<sup>3</sup> de capacidad**Dimensiones:**

Largo	:	5,8	m
Ancho	:	2,5	m
Altura	:	6,0	m
Angulo de tolva	:	55°	m
Sección de descarga	:	1,1 x 2,5	m

**Materiales**

Plancha base	:	ASTM A36
Espesor	:	9 mm
Plancha recubrimiento	:	Cor ten
Espesor	:	6 mm

Está construida en acero estructural A36 enchaquetado interiormente con placas de acero Cor Ten de alta resistencia al impacto y la abrasión.

**3.3.2 Alimentador primario**

Este alimentador se ubica debajo de la tolva y alimenta la rejilla estacionaria. Para cubrir esta distancia tiene una longitud de 6 m entre ejes y cuenta con un chute. Opera con una capacidad de 500 t/h de un material abrasivo.

**Selección**

Se toma como referencia al fabricante ATMOS – España, cuyos equipos presentan la disposición se muestran en la Fig. 3.4 y los datos se dan en la tabla 3.1

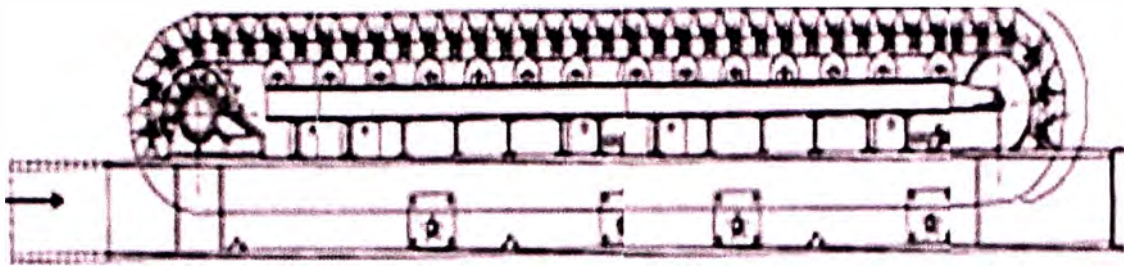


Fig.3.4 Alimentador

Por granulometría se selecciona un modelo que para operar con rocas de 762 mm tenga un ancho mínimo de 1100 mm y una capacidad mínima de 500 t/h. En la tabla 3.1 del anexo se muestran las características de descargadores marca ATMOS y se selecciona uno de modelo ATM-20T (1) o similar con las siguientes características:

Marca	:	ATMOS (España)
Modelo	:	ATM-20T
Capacidad máxima	:	1 500t/h
Ancho de placas	:	1 600mm
Longitud total	:	6 000mm
Potencia máxima	:	90 kW

La capacidad utilizada será de solo 500 t/h por lo que la máxima demanda de potencia será de 40 kW.

La potencia del motor eléctrico de accionamiento se obtiene considerando una transmisión por fajas:

$$P_e = \frac{FS \cdot P_m}{\eta_t} \quad (3.2)$$

$P_e$  = Potencia eléctrica de accionamiento

$FS$  = Factor de servicio

$\eta_t$  = Eficiencia de transmisión

Considerando:

$$\eta_t = 90$$

$$FS = 1,3$$

$$P_e = \frac{1,3 \cdot 40}{0,90}$$

$$P_e = 57,7 \text{ kW}$$

### **Motor eléctrico**

Las características se ubican en la tabla 3.22 del anexo

Marca	:	WEG
Modelo	:	W 22
Carcasa NEMA	:	280S/M
Tensión	:	440 V
Potencia	:	75 kW
Velocidad	:	1 185 rpm
Fases	:	3
Frecuencia	:	60 Hz

### **3.3.3 Rejilla estacionaria, GF-1 AP**

Esta rejilla tiene 3,5 m de largo, 1,60 m de ancho, está formada por un marco con barrotes longitudinales de acero estructural de perfil estándar S 150x25,7 con un peralte de 150 mm y un ancho de patín de 90 mm,

dejando entre ellos una separación de 152,4 mm (6"). Va montado con una inclinación de 45°.

La longitud y la inclinación de la rejilla permitirán que el mineral avance y se estratifique de modo que las partículas de tamaño menor a 152,4 mm puedan caer por gravedad.

Se estima que la separación promedio es:

Gruesos, van a Chancadora primaria  $f_s = 60 \%$

Finos, van al alimentador de alimentación secundaria  $f_b : 40 \%$

**El flujo que ingresa a la chancadora es**

$$Q_r = f_s \cdot Q \quad (3.3)$$

$Q_r$  = Flujo que ingresa a la chancadora

$f_s$  = Fracción que ingresa a la chancadora

$Q$  = Flujo total

### **3.3.4 Chancadora primaria CH-1-P**

Esta chancadora recibe el mineral con un tamaño máximo de 762 mm (30") y lo reduce hasta un tamaño de 152,4 mm (6").

#### **a) Selección del tipo de chancadora**

Se selecciona considerando los datos de la tabla 2.1 (anexo). Como el tamaño máximo de la alimentación es de 762 mm, se requiere un ancho de la sección de ingreso mínimo de 1 002 mm se selecciona una chancadora tipo mandíbula que pueden operar hasta con un tamaño de alimentación de 1400 mm y con capacidades hasta de 1 600 t/h. Es accionada por un motor eléctrico con una transmisión por fajas en la que la polea de la chancadora.

**b) Potencia de la chancadora**

Esta se determina empleando el método de Bond que utiliza el Índice de trabajo con la expresión:

$$W = W_i \cdot \left[ \frac{10}{\sqrt{P80}} - \frac{10}{\sqrt{F80}} \right] \quad (3.4)$$

$W$  = Energía específica por tonelada corta molida, kWh/tc

$F80$  = Tamaño de partículas de alimentación, que pasa el 80 % en la alimentación en micrones

$P80$  = Tamaño de partículas de productos que pasa el 80 % en el producto, en micrones,

Considerando el valor de  $W_i$  de la expresión 3.1 se tiene:

$$F80 = 7,62 \times 10^5 \mu\text{m}$$

$$P80 = 1,52 \times 10^5 \mu\text{m}$$

$$W = 14,44 \cdot \left[ \frac{10}{\sqrt{1,52 \times 10^5}} - \frac{10}{\sqrt{7,62 \times 10^5}} \right]$$

$$W = 0,204 \text{ kWh/tc}$$

La potencia requerida para el proceso de chancado es:

$$P = W \cdot Q_p \quad (3.5)$$

$P$  = Potencia de la chancadora

$Q_p$  = Flujo másico de mineral procesado

$$1\text{tc} = 0,9\text{t}$$

Debido a la separación de finos y gruesos de la rejilla estacionaria solo el 60% del flujo de mineral ingresa a la chancadora. Como la capacidad de la planta es de 500 t/h, que equivale a 551 tc/h, en la rejilla se separa el 40% de finos que equivalen a 221 tc/h y solo ingresan a la chancadora como flujo másico de mineral procesado, en 3.4 resulta:

$$Q_p = 330 \text{ tc}$$

La potencia de la chancadora primaria resulta:

$$P_{cp} = 0,204 \cdot 330$$

$$P_{cp} = 68 \text{ kW}$$

### c) Selección del tamaño y modelo

En la tabla 3.3 (Anexo) se presentan las características técnicas de chancadoras de quijadas Joyal Crusher (4) de donde se selecciona el modelo PE 1200-1500.

#### Chancadora primaria

Modelo : PE 1200x1500

#### Tamaño de mineral

Ingreso : 762 mm

Descarga : 152,4 mm

Capacidad : 500 t/h

Potencia máxima : 125 kW

Velocidad de giro : 600 rpm

Dimensiones principales de la chancadora.

De la Tabla 3.4 se obtienen:

Largo : 4 300 mm

Ancho : 3 540 mm

Altura total : 4 043 mm

Peso : 99 600 kg

#### Cimentación

Formado por dos muretes de soporte simétricos y una zapata, sobre la que también se apoya parte del alimentador primario. Las dimensiones se muestran en el anexo.



**d) Potencia del motor eléctrico**

Se tiene en cuenta que:

- Las chancadoras giratorias tienen una transmisión por fajas con una eficiencia de:

$$\eta. = 0.90$$

- Accionan máquinas sometidas a choques fuertes, considerado el valor del Factor de servicio, FS, dado por R. Mott se tiene:

$$FS = 1,5$$

La potencia requerida del motor eléctrico aplicando 3.2 deberá ser:

$$P = \frac{1,5 \cdot 68}{0,90}$$

$$P = 113 \text{ kW}$$

La planta de chancado primario contará con una chancadora de quijadas accionada por un motor eléctrico triásico que con un factor de servicio de 50 % resulta de 113 kW.

**e) Selección de motor eléctrico**

Las características y dimensiones se muestran en la tabla 3-24

Marca	:	WEG
Modelo	:	H
Carcasa NEMA	:	5009/10/11
Tensión	:	2 300V
Potencia	:	149,2kW
Velocidad	:	1 800rpm
Fases	:	3
Frecuencia	:	60 Hz

### f) Transmisión

Se tendrá un sistema de transmisión de potencia motor eléctrico-chancadora del tipo flexible de fajas tipo “V” especiales.

El sistema tendrá de las siguientes características:

Tipo	:	Fajas en “V”
Relación de transmisión	:	3
Modelo de faja	:	5V3350
Número de fajas	:	5
Diámetro de polea menor	:	335mm
Diámetro de polea mayor	:	1000 mm
Distancia entre centros	:	3 251 mm

### g) Detalle de la instalación

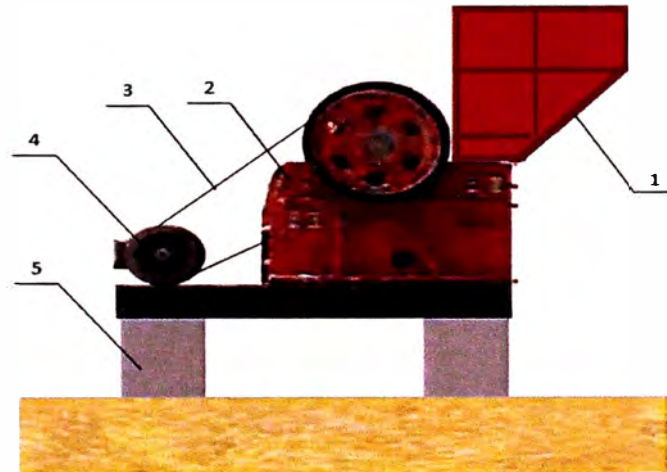


Fig. 3.5 . Chancadora primaria 1 Rejilla 2) Chancadora 3) Fajas  
4) Motor eléctrico 5) Cimentación

## 3.5 CHANCADO SECUNDARIO

### 3.5.1 Alimentador AF-2-AS

El Alimentador operará con partículas de 154,2 mm por lo que resulta conveniente utilizar la gama ligera de alimentadores que se muestra en la

tabla 3.2. Por granulometría se selecciona un modelo que puede trabajar con partículas de 300 mm y una capacidad mínima de 500 t/h. Se requiere un alimentador marca ATMOS modelo ATM-3T o similar con las siguientes características:

Marca	:	ATMOS (España)
Modelo	:	ATM-3T
Capacidad máxima	:	500 t/h
Ancho de placas	:	800 mm
Paso entre rodillos	:	250 mm
Número de rodillos	:	45
Longitud entre ejes de tambores	:	11 500 mm

Como la capacidad utilizada será de 500 t/h resulta una máxima demanda de potencia de 18,5 kW.

La potencia del motor eléctrico de accionamiento se obtiene considerando una transmisión por fajas, aplicando 3.2 considerando:

$$\eta. = 90$$

$$FS = 1,30$$

$$P = \frac{1,3 \cdot 18,5}{0,90}$$

$$P = 30,8 \text{ kW}$$

### Motor eléctrico

Los datos se obtienen de la tabla 3.23

Marca	:	WEG
Modelo	:	W 22

Carcasa NEMA	:	250S/M
Tensión	:	440 V
Potencia	:	37 kW
Número de polos	:	6
Velocidad	:	1 180 rpm
Fases	:	3

### 3.5.2 Chancadora secundaria CH-2-S

En esta etapa la chancadora opera en las siguientes condiciones

Flujo procesado		551	tc
Alimentación	(6")	$1,52 \cdot 10^5$	$\mu\text{m}$
Descarga	(2")	$5,08 \cdot 10^4$	$\mu\text{m}$

Con la expresión 3.3 resulta:

$$Wi = 14,44 \cdot \left[ \frac{10}{\sqrt{5,08 \times 10^4}} - \frac{10}{\sqrt{1,52 \times 10^5}} \right]$$

$$Wi = 0,271 \text{ kWh/tc}$$

Flujo procesado : 551 tc/h

La potencia requerida para el chancado secundario se obtiene con 3.4:

$$P_{cp} = 0.271 \cdot 551$$

$$P_{cp} = 149 \text{ kW}$$

#### a) Selección de tamaño y modelo

En la Tabla 3.5 se selecciona una chancadora CSB 240 de cámara gruesa con alimentación hasta de 152,4 mm y salida hasta de 50,7 mm, con una capacidad máxima hasta de 635 t/h y una potencia máxima de 240 kW. La velocidad de giro de del eje de la polea de la chancadora es de 485 rpm.

máxima de 240 kW. La velocidad de giro de del eje de la polea de la chancadora es de 485 rpm.

### Chancadora secundaria

Marca	:	JOYAL
Modelo	:	CSB 240
Máxima alimentación	:	152 mm
Mínima descarga	:	50,8 mm
Capacidad máxima	:	635 t/h
Potencia máxima	:	240 kW
Velocidad de giro	:	485 rpm

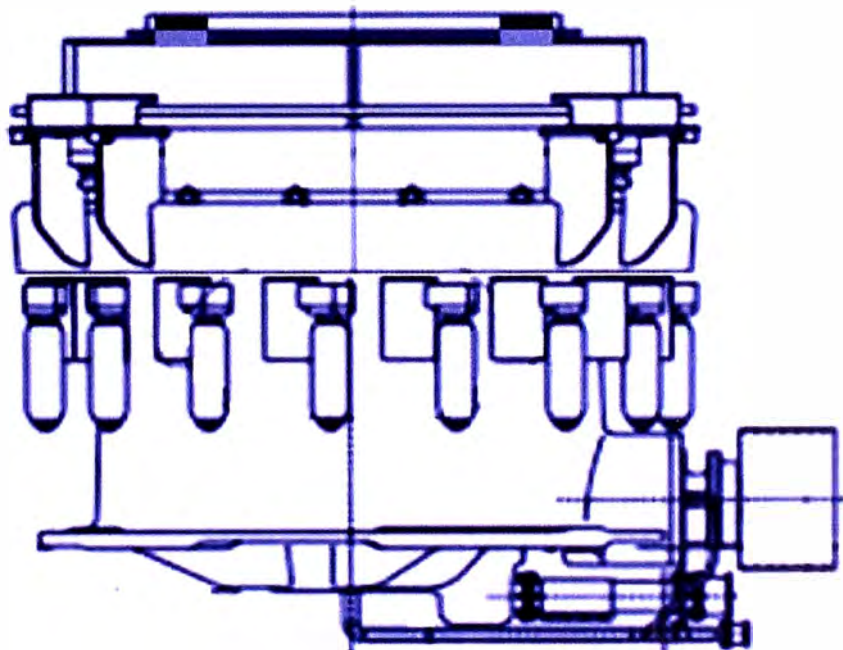


Fig. 3.6 Chancadora Joyal CSB 240

### Dimensiones principales de la chancadora

Altura total		4 032 mm
--------------	--	----------

Altura de cuerpo	:	3 752	mm
Diámetro de descarga	:	875	mm
Peso	:	120 570	kg

#### Cimentación

Formado por dos muretes de soporte simétricos y una zapata, sobre la que también se apoya parte del alimentador primario

#### **b) Motor eléctrico**

La potencia requerida del motor eléctrico de accionamiento se obtiene con la expresión 3.2 considerando la transmisión por fajas, con la eficiencia y el factor de servicio siguientes:

$$\eta. = 90$$

$$FS = 1,50$$

$$Pr = \frac{1,5 \cdot 149}{0,90}$$

$$Pr = 248 \text{ kW}$$

Para el suministro de esta potencia se selecciona el motor eléctrico siguiente en la tabla 3.27

Marca	:	WEG
Modelo	:	G
Carcasa NEMA	:	5009/10/11
Tensión	:	2 300 V
Potencia	:	261,1 kW
Velocidad	:	1 200 rpm
Fases	:	3
Frecuencia	:	60 Hz

Relación de transmisión	:	2,47	
Distancia entre centros	:	965	mm
Diámetro de polea menor	:	335	mm
Diámetro de polea mayor	:	822	mm
Faja tipo	:	8V 1500	
Número de fajas	:	8	
Cimentación			

Formado por dos muretes de soporte simétricos y una zapata, sobre la que también se apoya parte del alimentador primario

### 3.6 CHANCADO TERCIARIO

#### 3.6.1 Alimentador AF-3-AT

Las partículas son de 50,8 mm, por granulometría se podría seleccionar en la Tabla 3.2 el modelo ATM 1T que puede trabajar con partículas hasta de 150 mm, pero por la capacidad requerida de 500 t/h se requiere un alimentador marca ATMOS modelo ATM-3T o similar con las siguientes características:

Marca	:	ATMOS	(España)
Modelo	:	ATM-3T	
Capacidad máxima	:	500	t/h
Ancho de placas	:	800	mm
Paso entre rodillos	:	250	mm
Número de rodillos	:	37	
Longitud total	:	9 500	mm

Como la capacidad utilizada será de 500 t/h resulta una máxima demanda de potencia de 18,5 kW, por lo que el alimentador AF-3-AT requiere un motor de eléctrico de las mismas características al del alimentador AF-2-AS.

### **3.6.2 Chancadora terciaria CH-3-T**

En esta etapa de chancado, la chancadora recibe del chancado secundario rocas con un tamaño promedio de 50,8 mm (2") y las entrega con un tamaño promedio de 12,7 mm (0,5") que equivalen a 127 000  $\mu\text{m}$ . Como esta trabaja con una recirculación de 50 % su capacidad es de 750 t/h, que equivalen a 826 tc/h. (1 tc = 0,97 t)

Chancado terciario : Chancadora de cono de cabeza corta.

Aplicando la expresión

Con el valor de  $W_i$  de la expresión 3.1:

$$W_i = 14,44 \text{ kWh/tc}$$

$$F_{80} = 5,08 \times 10^4 \mu\text{m}$$

$$P_{80} = 1,27 \times 10^4 \mu\text{m}$$

$$W_i = 14,44 \cdot \left[ \frac{10}{\sqrt{127000}} - \frac{10}{\sqrt{50800}} \right]$$

$$W_i = 0,641 \text{ kWh/tc}$$

Para determinar la energía se considera que se tiene un flujo de recirculación del 50 % por lo que:

Flujo procesado : 826 tc/h

La potencia de chancado resulta:

$$P_s = 0,641 \cdot 826$$

$$P_s = 530 \text{ kW}$$



$$P_s = 0,641 \cdot 826$$

$$P_s = 530 \text{ kW}$$

**a) Selección de tamaño y modelo de chancadora**

Se considera una chancadora cónica MEPSO, que para el caso de chancado terciario tiene los modelos MP 800 y MP 1000 cuyas características se muestran en la Tabla 3.6 del Anexo.

El modelo MP800 con cabeza corta, fino, acepta en el ingreso partículas con un tamaño hasta de 162 mm, y las entrega a la salida hasta con 12 mm y tiene una capacidad en el rango de 495 a 585 t/h para minerales con peso de 2 100 kg/m<sup>2</sup>.

Las partículas ingresarán con un tamaño de 50,8 mm y deben salir con 12,7 mm, se cumple el requisito de tamaño de partículas pero el mineral tiene 2 100 kg/m<sup>2</sup> que es mayor que la tabla.

Con las correcciones correspondientes por densidad la chancadora MP 800 puede operar hasta con 1007 t/h, por lo que puede procesar 750 t/h requeridos. En la Tabla 3.8 se ve que la velocidad de giro de la polea unida al eje de ingreso es de 685 rpm.

**Chancadora terciaria**

Marca	:	MEPSO
Modelo	:	MP 800
Máxima alimentación	:	162 mm
Mínima descarga	:	12,7 mm
Capacidad máxima	:	767 t/h
Potencia máxima	:	586 kW
Velocidad de giro	:	685 rpm

**Dimensiones principales de la chancadora**

Diámetro exterior	:	4 550	mm
Longitud, lado contra eje	:	4 813	mm
Altura total	:	4 679	mm
Peso	:	84 000	kg

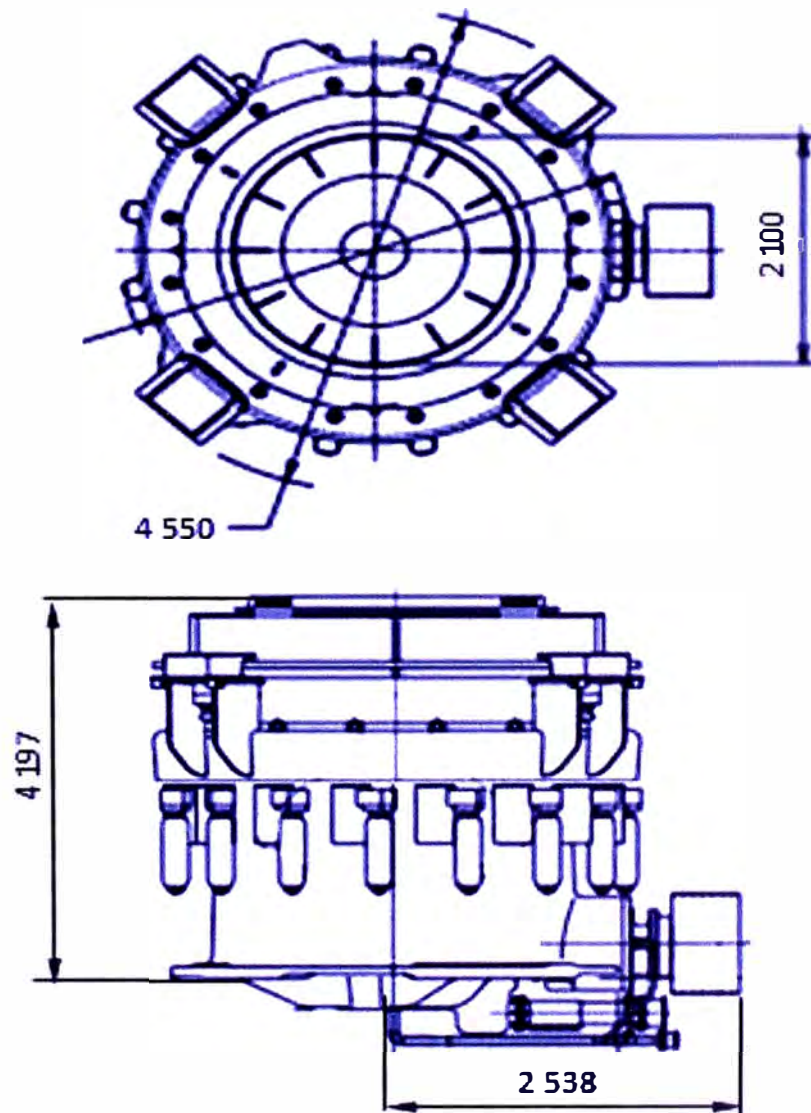


Fig. 3.7 Chancadora MEPSO MP 800

**b) Motor eléctrico**

La potencia del motor eléctrico de accionamiento se obtiene considerando una transmisión por fajas, con la eficiencia y el factor de servicio:

$$\eta. = 90$$

$$FS = 1,50$$

$$P = \frac{1,5 \cdot 530}{0,90}$$

$$P = 883 \text{ kW}$$

Las características del motor eléctrico seleccionado en la tabla 3.27

son:

Marca	:	WEG	
Modelo	:	G	
Carcasa NEMA	:	6809/10/11	
Tensión	:	2 300	V
Potencia	:	932	kW
Velocidad (*)	:	1 800	rpm
Fases	:	3	
Frecuencia	:	60	Hz

(\*) Con variador de velocidad 1160 rpm.

### c) Transmisión

Tipo	:	Fajas	
Relación de transmisión	:	1,69	
Distancia entre centros	:	1 374	mm
Diámetro de polea menor	:	546	mm
Diámetro de polea mayor	:	921	mm
Fajas	:	8V2000	
Número de fajas	:	15	

### 3.6.3 Alimentador AF-4-DT

se selecciona un alimentador marca ATMOS modelo ATM-5T o similar con las siguientes características:

Marca	:	ATMOS	(España)
Modelo	:	ATM-5T	
Capacidad máxima	:	800	t/h
Ancho de placas	:	1500	mm
Paso entre rodillos	:	250	mm
Número de rodillos	:	15	
Longitud total	:	6 000	mm

Como la capacidad utilizada será de 750 t/h resulta una máxima demanda de potencia de 30 kW. Por las condiciones similares a los alimentadores anteriores el alimentador AF-4-DT requiere un motor de eléctrico triásico de 60 kW, 440 V, 60 Hz.

#### **3.6.4 Cinta de clasificación FT-1-HT**

Se determinan los requerimientos de potencia, tipo y número de capas de la cinta, dimensiones de los tambores: motriz, conducidos, de soporte y de retorno, (2) Manual Pirelli

##### **a) Recorrido**

La cinta se ubica con su extremo de carga bajo la descarga del alimentador del chancado terciario y descarga en la alimentación de la zaranda (harnero) con la disposición mostrada en la Fig. 3.8.

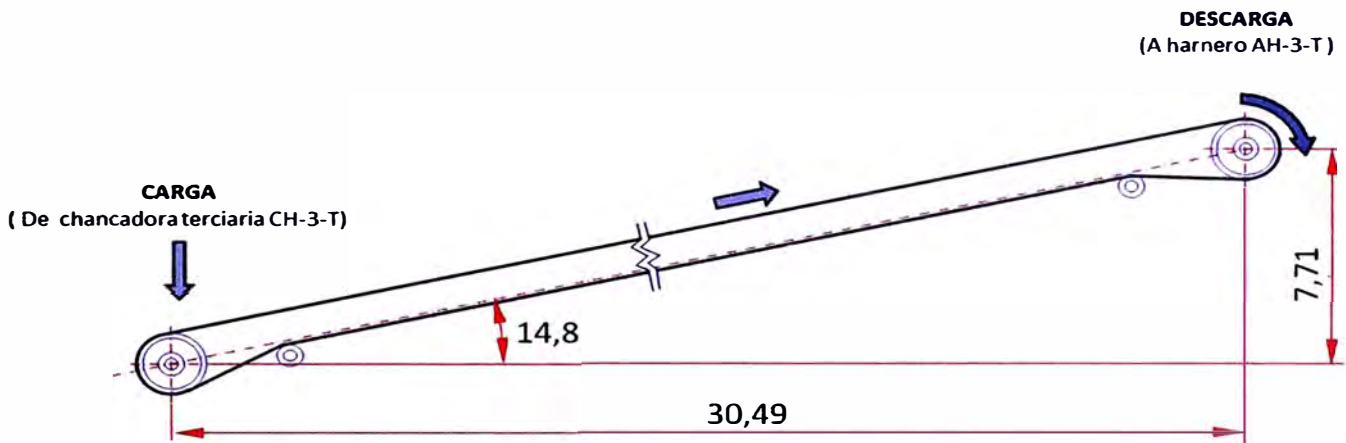


Fig. 3.8 Esquema de disposición faja FT-1-HT

### b) Material transportado

El material es mineral de cobre, calcopirita

#### Características del material

Tamaño	:	Irregular
Flujo	:	Inactivo con ángulo de reposo hasta de 45°
$\rho_c$	:	2,1 gr/cm <sup>3</sup>
Abrasividad	:	Abrasivo
Granulometría	:	Menor a 50,8 mm
Angulo de reposo	:	30°

### c) Capacidad

El flujo de mineral es de 500 t a lo que se debe adicionar el flujo de recirculación que está en el rango de 50 % por lo que la capacidad de la faja transportadora deberá ser de 750 t/h

Proyección de recorrido horizontal	30,49	m
Proyección de recorrido vertical	7,71	m
Angulo de inclinación	14,80	°
Distancia entre centros	31,45	m

Tambor motriz Superior

Se observa que el ángulo de inclinación de  $14,80^\circ$  de la cinta está comprendido en el rango utilizable.

### **Condiciones de operación**

La cinta transportadora funciona durante tres turnos diarios.

#### **d) Selección de los elementos de la cinta**

Se realiza según el método Pirelli (3).

#### **e) Material**

Granulometría del material : Menor a 50,8 mm

Angulo de reposo :  $30^\circ$

#### **f) Tambor motriz**

Ubicación : Superior

Tipo : Simple

Recubrimiento : Goma

Arco de abrazamiento :  $210^\circ$

Coef. convencional de rozamiento : 0,20

#### **g) Características de soportes y rodillos:**

Material de soporte : Acero ASTM A36

Tipo de soporte : Triples iguales

Angulo de rodillos :  $20^\circ$

#### **h) Máxima inclinación recomendada de la cinta.**

En la tabla 3.10 se recomienda un máximo de  $20^\circ$ . La inclinación real de la cinta es de  $14,8^\circ$  por lo que cumple con la recomendación correspondiente.

**i) Angulo de sobrecarga dinámica.**

Se obtiene de la tabla 3.10, para el mineral de cobre se tiene ángulo de reposo 30 ° y un ángulo de sobrecarga dinámica de 20°.

**j) Verificación de la compatibilidad de la granulometría**

Se utiliza la capacidad ficticia expresada como:

$$Cf = \frac{CR}{Ctc \cdot Cic} \quad (3.6)$$

$Cf$  = Capacidad ficticia

$CR$  = Capacidad real

$Ctc$  = Coeficiente de corrección por inclinación de rodillos

$Cic$  = Coeficiente de corrección por inclinación de la cinta

Coeficiente de corrección por ángulo de concavidad de rodillos

Para los rodillos triples seleccionados en la Tabla 3.11 se tiene que para un ángulo de inclinación de rodillos de 20° y una sobrecarga dinámica de 20° se tiene:

$$Ctc = 1,00$$

Coeficiente de corrección por inclinación de la cinta

Para un ángulo de inclinación de la cinta de 14,80 grados, interpolado valores de la Tabla 3.12 se tiene:

$$Cic = 0,90$$

Remplazando estos valores en la expresión 3.6 se determina la capacidad de transporte ficticia

$$Cf = \frac{750}{1,00 \cdot 0,90}$$

$$Cf = 883 \text{ t/h}$$

**k) Determinación del ancho de la cinta**

Para determinar el ancho y velocidad de cinta, considerando un material abrasivo y un tamaño máximo en trozos de 50,8 mm con una capacidad de transporte ficticia de 883 t/h, según los datos de la Tabla 3.13 se tienen varias posibilidades de combinaciones de ancho y velocidad de faja por lo que se evalúan dos alternativas que tengan una capacidad de transporte igual o mayor a la requerida:

- **Alternativa A**

Ancho de cinta	:	1 000	mm
Capacidad	:	1 087	t/h
Velocidad máxima de cinta	:	1,50	m/s

**Compatibilidad del número de capas de la cinta seleccionada**

El número de capas compatible que deben conformar la cinta se determina utilizando la tabla 3.14.

**Cinta**

Tipo de tejido	:	Tejido	M
Número de capas	:	6	capas

**m) Diámetros de los tambores.**

Se obtiene en la Tabla 3.15.

Tambor motriz	:	690	mm
Tambor de renvío y tensor	:	510	mm
Tambor desviador	:	460	mm

- **Alternativa B**

Ancho de cinta	:	1300	mm
Capacidad	:	960	t/h
Velocidad máxima de cinta	:	0,75	m/s



- **Alternativa seleccionada**

En alternativa B la velocidad de la cinta es baja por lo que se selecciona la alternativa A con una cinta de un ancho estándar de 1 066 mm(42") que debe operar con una velocidad de 1,5 m/s y una capacidad máxima de transporte de 1 087 t/h.

- n) **Compatibilidad del número de capas de la cinta seleccionada**

Se selecciona preliminarmente de la tabla 3.20 un tejido Tipo M, de algodón de 32 onzas. En la tabla 3.14, para el caso compatible más parecido, que es el caso de mineral de hierro.

Cinta

Tipo de tejido	:	Tejido	M
Número de capas	:	6	capas

- o) **Diámetro de tambores. (Tabla 3.15)**

Motriz	:	690	mm
Reenvío y tensor	:	510	mm
Desviador	:	460	mm

- p) **Selección de Soportes**

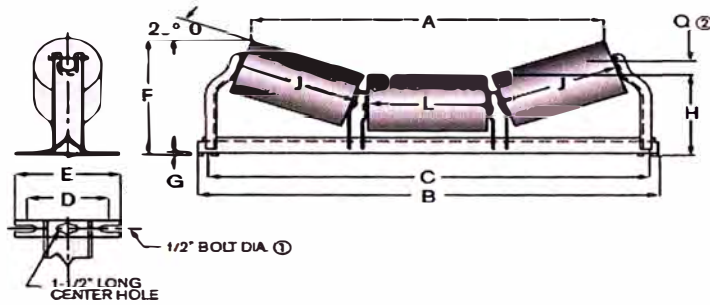
Los soporte son de tipo artesa con ángulo de rodillos de 20° se seleccionan soportes de marca Red Idlers modelo B+4200 RG o equivalente con rodillos de acero diámetro de 101,6 mm (4") para operar con fajas de 1 066 mm (42") como se muestran en la Fig. 3.9.

**REX IDLERS****SERIES B and B+****20° TROUGHING IDLER — EQUAL LENGTH ROLLS**

**REGREASABLE      FACTORY SEALED**

**B-4200 RG      B4200 FS**  
**B-4200 FS**  
*4-Inch Steel Rolls*

**B-5200 RG      B5200 FS**  
**B-5200 FS**  
*5-Inch Steel Rolls*

**Dimensions in Inches — Average Weight in Pounds**

Bolt Width	A		B	C	D		E	F		G	H		J	L	Q	Idler Wgt.	
	4" Roll	5" Roll			Recom.	Minimum		4" Roll	5" Roll		4" Roll	5" Roll				4" Roll	5" Roll
18	21 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>	20 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	28 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	27	6	5 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	7 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	9 <sup>5</sup> / <sub>16</sub>	9 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	1/4	6 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>	7 <sup>3</sup> / <sub>16</sub>	7	7	1 <sup>5</sup> / <sub>16</sub>	28	31
20	23 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>	22 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	30 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	29	6	5 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	7 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	9 <sup>9</sup> / <sub>16</sub>	9 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	1/4	6 <sup>3</sup> / <sub>16</sub>	7 <sup>3</sup> / <sub>16</sub>	7	9	1 <sup>5</sup> / <sub>16</sub>	29	33
24	26 <sup>3</sup> / <sub>16</sub>	26 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	34 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	33	6	5 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	7 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	10	10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1/4	6 <sup>3</sup> / <sub>16</sub>	7 <sup>3</sup> / <sub>16</sub>	9	9	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	33	37
30	32 <sup>3</sup> / <sub>16</sub>	32 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	40 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	39	6	5 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	7 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	10 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>	11 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>	1/4	6 <sup>3</sup> / <sub>16</sub>	7 <sup>3</sup> / <sub>16</sub>	11	11	1 <sup>9</sup> / <sub>16</sub>	38	43
36	38 <sup>3</sup> / <sub>16</sub>	38	47	45	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	5 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	9 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	11 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	12 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	5 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	7 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	7 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	13	13	1 <sup>15</sup> / <sub>16</sub>	47	53
42	44 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>	43 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	53	51	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	5 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	9 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	12 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	12 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>	5 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	7 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	7 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	15	15	2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	52	59
48	49 <sup>3</sup> / <sub>16</sub>	49 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	59	57	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	5 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	9 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	13 <sup>3</sup> / <sub>16</sub>	13 <sup>3</sup> / <sub>16</sub>	5 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	7 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	7 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	17	17	2 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	58	66

① Use washers with 1/2" bolts.

② Location of head pulley in relation to idler center roll.

□ Shaded sizes are most commonly used and are more readily available.

Fig. 3.9 Soportes tipo artesa Red Idlers Series B+ de 20° con rodillos de igual longitud

Separación entre apoyos

Se obtienen de la tabla 3.24

Ancho de faja 42 pulg

Peso del material 131 lb/pie<sup>3</sup>

Separación de soportes, considerando una distancia entre centros de tambores de cabeza y cola de 31,45 m

Soportes de carga

Separación 3 pies 0,910 m

Cantidad 34

Peso total 813 kg

Soportes de retorno

Separación	10	pies	3	m
Cantidad	10			
Peso	150	kg		

**q) Potencia de accionamiento de la cinta:**

Se obtiene como la suma de las siguientes potencias:

1) Potencia para mover la cinta descargada:

Se obtiene como:

$$N = V \cdot N1 \quad (3.7)$$

N= Potencia para mover la cinta sin carga.

V = Velocidad de avance de la cinta.

N1 = Potencia para una velocidad de 1 m/s, para el ancho de la cinta.

2) Potencia para mover horizontalmente la cinta con carga:

N2 = Potencia para mover la cinta horizontalmente

N3 = Potencia para mover la cinta verticalmente

3) Potencia total

$$NT = N + N2 + N3 \quad (3.8)$$

NT = Potencia total para mover la cinta

Aplicando las expresiones anteriores para este caso, considerado el

sub índice1 para la primera faja se tiene:

Potencia para mover la cinta descargada

En la tabla 3.16 se tiene para una cinta de 1 000 mm, con una proyección horizontal de la faja de 30,49 m por interpolación se obtiene:

$$N1_1 = 2,10 \text{ CV}$$

$$V_1 = 1,50 \text{ m/s}$$

Entonces:

$$N_1 = 2,10 \cdot 1,50$$

$$N_1 = 3,12 \text{ CV}$$

Potencia para mover horizontalmente la cinta cargada

En la tabla 3.17, para una distancia horizontal de 30,49 m y 750 t/h, por interpolación se obtiene:

$$N2_1 = 6.65 \text{ CV}$$

Potencia para elevar el material

En la tabla 3.18, para una distancia vertical de 7,71 m y 750 t/h, por interpolación se obtiene:

$$N3_1 = 18,59 \text{ CV}$$

Potencia total

$$NT_1 = 3,12 + 6,65 + 18,59$$

$$NT_1 = 27,17 \text{ CV} = 28,36$$

**r) Tensión de la cinta**

Se obtiene con la expresión

$$T_1 = k1 \cdot \frac{75 \cdot N}{v} \quad (3.9)$$

$T$  = Tensión en la cinta

$k1$  = Factor de ajuste de tensión, (Tabla 3.19)

**s) Número de capas, o telas:**

$$nc_1 = \frac{T}{ac \cdot Ct} \quad (3.10)$$

$nc$  = Número de capas

$ac$  = Ancho de cinta, cm

$Ct$  = Máxima tensión admisible. (Tabla 3.20)

En la tabla 3.19 para un ángulo de abrace de 210° y coeficiente convencional de rozamiento de 0,20 se tiene:

$$k_1 = 1,94$$

$$T_1 = 1,94 \cdot \frac{75 \cdot 28,36}{1,50}$$

$$T = 2751 \text{ kg}$$

En la tabla 3.20 se selecciona el tipo de tejido, considerándose el tipo M, algodón de 32 onzas con unión metálica, por lo que:

$$C_t = 5,5 \text{ kg}/(\text{cm-capa})$$

$$a_c = 100 \text{ cm}$$

$$n_c = \frac{2751}{100 \cdot 5,5}$$

$$n_c = 5.0$$

Se considera una cinta con un número mínimo de cinco capas que según lo ya determinado es compatible con las condiciones de operación de la faja

t) Motor eléctrico

La potencia del motor eléctrico de accionamiento se obtiene considerando una transmisión por fajas:

$$\eta = 90$$

$$FS = 1,30$$

$$Nf_1 = \frac{1,3 \cdot 28,36}{0,90}$$

$$Nf_1 = 41 \text{ kw}$$

Selección de motor

Se selecciona el motor eléctrico de la tabla 3.26

Marca : WEG

Carcasa NEMA	:	250 S/M
Tensión	:	440 V
Potencia	:	45 kW
Velocidad	:	1 180 rpm
Fases	:	3
Frecuencia	:	60 Hz

u) Reductor de velocidad (Tabla 3.28)

Marca	:	SEW EURODIVE
Modelo	:	R 167
Potencia	:	45 kW
Relación de reducción	:	27.96
Velocidad de entrada	:	1160 rpm
Velocidad de salida	:	42,2 rpm

### 3.6.5 Zaranda H-1-T

Como el flujo de mineral es de 750 t/h con un tamaño de partícula máximo de 50,8 mm se selecciona:

Zaranda marca Truemax (China) o similar de las siguientes características:

Marca	:	Truemax
Modelo	:	YK-1848
Número de mallas	:	1
Inclinación de malla	:	20 °
Area de malla	:	8,8 m <sup>2</sup>
Máximo tamaño de ingreso	:	400 mm
Máximo tamaño de salida	:	27,5 mm

Producción	:	300	m <sup>3</sup> /h
Frecuencia de vibración	:	755	r/min
Potencia	:	15	kW



Fig. 3.10 Zaranda Truemáx YK 1848

### Dimensiones

Largo	:	4409	mm
Ancho	:	3 020	mm
Altura	:	2 943	mm
Peso aprox.	:	7 600	kg

La potencia de motor eléctrico con una transmisión por fajas resulta

$$\eta. = 90$$

$$FS = 1,30$$

$$N_h = \frac{1,3 \cdot 15}{0,90}$$

**Motor eléctrico**

Marca	:	WEG
Modelo	:	W 22
Carcasa NEMA	:	200L
Tensión	:	440 V
Potencia	:	30 kW
Velocidad	:	1 175 rpm
Fases	:	3
Frecuencia	:	60 Hz

**3.6.6 Cinta de Recirculación FR-2-RT**

Se determinan los requerimientos de potencia y la tensión de la faja

**a) Recorrido de la cinta de recirculación**

La faja recibe los gruesos de salida de la zaranda con un tamaño máximo de 50,8 mm (1/2") y lo debe retornar a la chancadora terciaria.

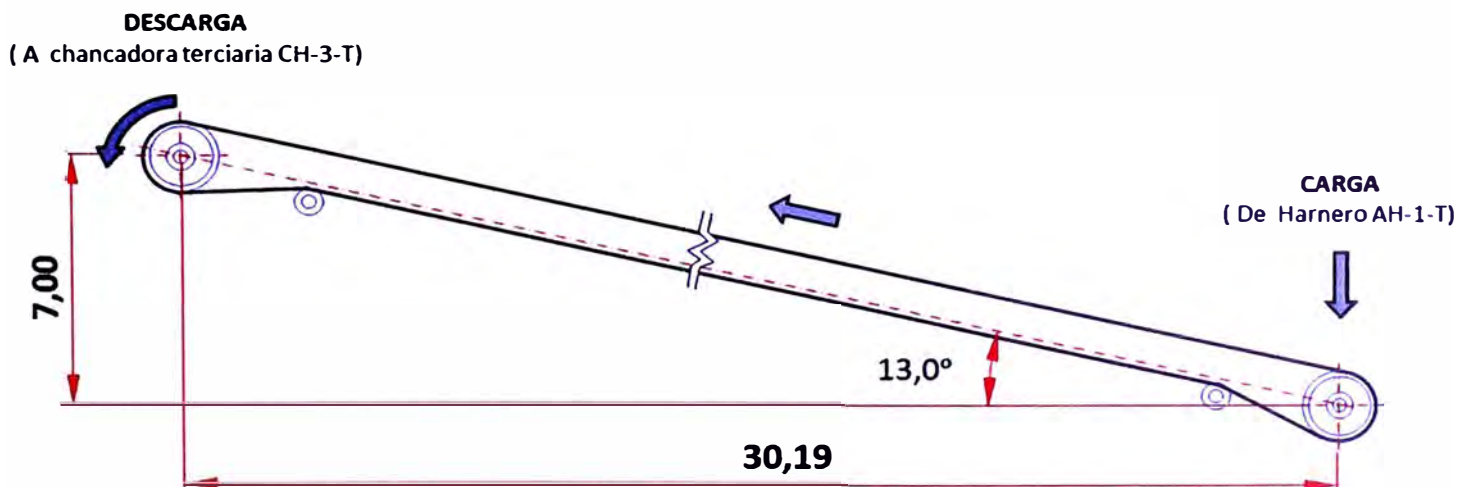


Fig. 3.11 Esquema de disposición cinta FT-2-RT



El recorrido de la faja cuyo esquema se muestra en la Fig. 3.7 se puede resumir como

Recorrido horizontal	30,19 m
Recorrido vertical	7,0 m
Distancia entre centros	30,97 m
Angulo de inclinación	13,06 °

El ángulo de inclinación de 13,0° está comprendido en el rango utilizable.

Condiciones de operación

La faja transportadora funciona durante tres turnos diarios.

**b) Material transportado**

El mineral de cobre, calcopirita, tiene una densidad promedio de:

$$\rho_c = 2,1 \quad \text{gr/cm}^3$$

Características del material

Tamaño	:	Irregular
Flujo	:	Inactivo con ángulo de reposo hasta de 45°
Abrasividad	:	Abrasivo

**c) Capacidad**

La capacidad de la faja transportadora es de 250 t/h

**d) Selección de los elementos de la cinta**

Se realiza según el método Pirelli.

**e) Material**

Granulometría del material	:	Menor a 50,8 mm
Angulo de reposo	:	30°

**f) Tambor motriz**

Ubicación	:	Superior
Tipo	:	Simple
Recubrimiento	:	Goma
Arco de abrazamiento	:	210°

**g) Características de soportes y rodillos:**

Material de soporte	:	Acero ASTM A36
Tipo de soporte	:	Triples iguales
Angulo de rodillos	:	20°

**h) Máxima inclinación recomendada de la cinta**

En la tabla 3.10 se recomienda un máximo de 20°. La inclinación real de la cinta es de 13,0°, por lo que cumple la recomendación.

**i) Angulo de sobrecarga dinámica**

En la tabla 3.10, para el mineral de cobre se tiene un ángulo de reposo de 30 ° y un ángulo de sobrecarga dinámica de 20°.

**j) Verificación de la compatibilidad de la granulometría**

Se utiliza la capacidad ficticia expresada por la expresión 3.6.

Coeficiente de corrección por ángulo de concavidad de rodillos

Para los rodillos triples con inclinación de rodillos de 20° y ángulo de sobrecarga de 20° en la Tabla 3.11 se tiene:

$$C_{tc} = 1,0$$

Coeficiente de corrección por inclinación de la cinta

Para un ángulo de inclinación de la cinta de 13,0 grados, interpolado valores de la tabla 3.12 se tiene:

$$C_{ic} = 0,915 \text{ t/h}$$

Con estos valores, reemplazando en la expresión 3.6 se determina la capacidad de transporte ficticia

$$Cf = \frac{250}{1,0 \cdot 0,915}$$

$$Cf = 273 \text{ tc}$$

**k) Determinación del ancho de la cinta**

Considerando un material abrasivo y un tamaño máximo en trozos de 50,8 mm y una capacidad de transporte de 273 t/h.

Con la Tabla 3.13 para se analizan dos alternativas

- **Alternativa A1 de cinta de recirculación**

Ancho de cinta	:	800	mm
Capacidad	:	442	t/h
Velocidad máxima de cinta	:	1,00	m/s

**Compatibilidad del número de telas con la cinta seleccionada**

En la tabla 3.14, para el caso más parecido, que es el de mineral de hierro en trozos se tiene:

**Cinta**

Tipo de tejido	:	Tejido	M
Número de capas	:	6	capas

**m) Diámetros de tambores**

En la Tabla 3.15 se tiene

Tambor motriz	:	690	mm
Tambor de reenvío y tensores	:	510	mm
Tambor desviador	:	460	mm

- **Alternativa B1**

Ancho de cinta	:	600	mm
Capacidad	:	360	t/h
Velocidad máxima de faja	:	1,50	m/s

- **Alternativa seleccionada**

En alternativa A1 la velocidad de la cinta es baja por lo que se selecciona la alternativa B1 con una cinta de un ancho estándar de 609 mm (24") que debe operar con una velocidad de 1,50 m/s y una capacidad máxima de transporte de 360 t/h.

- n) **Compatibilidad del número de telas con la cinta seleccionada**

En la tabla 3.14, para el caso más parecido, que es el de mineral de hierro en trozos

Cinta

Tipo de tejido	:	Tejido	M
Número de capas	:	5	capas

- o) **Diámetros de tambores (tabla 3.15)**

Motriz	:	610	mm
Reenvío y tensores	:	460	mm
Desviador	:	360	mm

- p) **Selección de Soportes**

Los soporte son de tipo artesa con ángulo de rodillos de 20° se seleccionan soportes de marca Red Idlers modelo B+4200 RG o equivalente con rodillos de acero de 101,6 mm (4") para operar con fajas de 609 mm (24").

**Separación entre apoyos**

Se obtienen de la tabla 3.24

Ancho de cinta	24	pulg
----------------	----	------

Peso del material 131 lb/pie<sup>3</sup>

El número de soportes se obtiene considerando una distancia entre centros de tambores de cabeza y cola de 31,45 m

#### Soportes de carga

Separación	4 pies	1,219 m
Cantidad	25	
Peso total	381 kg	

#### Soportes de retorno

Separación	10 pies	3 m
Cantidad	10	
Peso	120 kg	

#### q) **Potencia de accionamiento de cinta:**

Considerando este como caso 2, con la expresión 3.7 y los valores que se obtiene de la tabla 3.13 por interpolación se tiene:

##### 1) Potencia para mover la cinta sin carga

En la tabla 3.16 se tiene para una cinta de 600 mm, con una proyección horizontal de la faja de 30,19 m por interpolación se obtiene:

$$N_{12} = 1,14 \text{ CV}$$

$$V_2 = 1,5 \text{ m/s}$$

Entonces:

$$N_2 = 1,14 \cdot 1,50$$

$$N_2 = 1,71 \text{ CV}$$

Potencia para mover horizontalmente la cinta cargada

En la tabla 3.17, para una distancia horizontal de 30,19 m y 250 t/h, por interpolación se obtiene:

$$N2_2 = 2,09 \text{ CV}$$

Potencia para elevar el material

En la tabla 3.18, para una distancia vertical de 7,0 m y 250 t/h, por interpolación se obtiene:

$$N3_2 = 6,48 \text{ CV}$$

La potencia total requerida, con (3.8) es:

$$NT_2 = 1,51 + 2,16 + 6,84$$

$$NT_2 = 10,14 \text{ CV}$$

**r) Tensión de la cinta**

Se obtiene con la expresión

$$T_1 = k1 \cdot \frac{75 \cdot N}{V} \quad (3.9)$$

$T$  = Tensión en la cinta

$k1$  = Factor de ajuste de tensión, (Tabla 3.19)

**s) Número de capas, o telas:**

$$nc_1 = \frac{F}{ac \cdot Ct} \quad (3.10)$$

$nc$  = Número de capas

$ac$  = Ancho de cinta, cm

$Ct$  = Máxima tensión admisible. (Tabla 3.20)

En la tabla 3.19 para un ángulo de abrace de  $210^\circ$  y coeficiente convencional de rozamiento de 0,20 se tiene:

$$k1 = 1,94$$

$$T_1 = 1,94 \cdot \frac{75 \cdot 10,14}{1,50}$$

$$T = 984 \text{ kg}$$

En la tabla 3.20 se selecciona el tipo de tejido, considerándose el tipo M, algodón de 32 onzas con unión metálica, por lo que:

$$Ct = 5,5 \text{ kg/(cm-capa)}$$

$$ac = 60 \text{ cm}$$

$$nc = \frac{984}{60 \cdot 5,5}$$

$$nc = 2,98$$

Se considera una cinta con un número mínimo de tres capas que según lo ya determinado es compatible con las condiciones de operación de la faja, ya que se pueden utilizar hasta cinco capas.

#### t) **Motor eléctrico**

La potencia del motor eléctrico de accionamiento se obtiene considerando una transmisión por fajas:

$$\eta. = 90$$

$$FS = 1,30$$

$$Nf_2 = \frac{1,3 \cdot 10,14}{0,90}$$

$$Nf_2 = 17 \text{ kW}$$

Selección de motor eléctrico

Se selecciona el motor eléctrico de la tabla 3.26

Marca	:	WEG
Modelo	:	W 22
Carcasa NEMA	:	180M
Tensión	:	440V
Potencia	:	18,5 kW
Velocidad	:	1 175 rpm

Fases	:	3
Frecuencia	:	60 Hz

u) Reductor de velocidad (Tabla 3.28)

Marca	:	SEW EURODIVE
Modelo	:	R 167
Potencia	:	45 kW
Relación de reducción	:	27.96
Velocidad de entrada	:	1160 rpm
Velocidad de salida	:	42,2 rpm

### 3.7 OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES

- **Electroimán**

Se instala un electroimán en la faja de gruesos, a continuación del descargador. El propósito de este electroimán es detectar y separar de la faja cualquier material metálico ferroso y evitar que ingrese la chancadora secundaria, y evitar que esta sufra algún tipo de daño.

El electroimán debe tener una longitud mínima de 1 m, suficiente para cubrir todo el ancho de la faja y ser equivalente al modelo ERIEZ Modelo SE-7335-MC2.



## CAPÍTULO 4

### COSTOS

#### 4.1 COSTO DE EQUIPOS

El costo de equipos se muestra en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 Costo de equipos

Item	Descripción	Metrado		Presupuesto		
		Cant.	Unidad	Unitario US\$	Parcial US\$	Sub Total US\$
1	Tolva	1	uu			
	Acero estructural	540	kg	1.8	972	
	Acero Cor Ten	120	kg	3.15	378	
2	Alimentador de orugas	1	uu	6000	6000	
3	Rejilla	1	uu	560	560	
4	Chancadora de quijadas	1	uu	89000	89000	
5	Alimentador, 1,5x 5m	1	uu	4000	4000	
6	Chancadora cónica estándar	1	uu	120000	120000	
7	Alimentador, 1,5x 5m	1	uu	4000	4000	
8	Chancadora cónica cabeza recor	1	uu	135000	135000	
9	Faja transportadora a Harnero	1	uu	12000	12000	
10	Harnero	1	uu	30000	30000	
11	Faja transportadora de recircula	1	uu	8000	8000	
12	Otros equipos y accesorio	1	gbl	14000	14000	
	Sub total					411310
	Imprevistos, 10 %					41131
	Total					452441

## 4.2 COSTO DE INSTALACIÓN

Se considera el costo global de instalación, de equipos, excepto el costo de obras civiles.

Descripción	US\$
Instalación de equipos	47 500

## 4.3 COSTO TOTAL

Descripción	US\$
Equipos	452 441
Instalaciones	47 500
Costo total	499 941

El costo total de adquisición e instalación de equipos es de US\$ 499 941

## CONCLUSIONES

- 1** La línea de chancado de sistema convencional se implementara aprovechando la topografía del terreno de modo de lograr una planta relativamente compacta,
- 2** Se reducirá al mínimo el número y tamaño de las fajas transportadoras.
- 3** La ubicación vertical de las chancadoras permite reducir las obras civiles.
- 4** Con el desarrollo del proyecto se logra cumplir con el objetivo de aumentar la producción de cobre a 500 t/h
- 5** También se bajan los costos operativos ya que se evitara de recurrir a terceros para el trabajo del chancado, lo cual permitirá una rápida amortización de los gastos de inversión.

## BIBLIOGRAFIA

- 1 Atmos Española. *Apron feeder catálogo*. Disponible en [www.atmos-spain.com](http://www.atmos-spain.com)
- 2 Arzapalo Wilson. "Trituración de minerales en Unidad Minera Izcaycruz" Presentación en Power Point.
- 3 Conveyor Equipment Manufacturers Association. "*Belt conveyors for bulk materials*" *Fifth Edition PDF Version. July 2002*. Disponible en [www.cema-belt conveyor for bulk materials](http://www.cema-belt-conveyor-for-bulk-materials)
- 4 Henan Liming Havy Industries. Plantas chancadoras. (En línea) disponible <http://www.chancadora.org/article/chancadora-de-quijada-de-doble-efecto-Blake-venta.html>
- 5 Link Belt Industries. *Link belt manual 1000*.
- 6 Martínez Gambino. Manual de cálculo de cintas transportadoras. Disponible en [www.martinezgambino.com.ar/catalogo\\_cintas\\_transportadoras\\_pdf](http://www.martinezgambino.com.ar/catalogo_cintas_transportadoras_pdf)
- 7 Robert Mott. "*Diseño de Elementos de máquinas*". Cuarta Edición 2006. México.
- 8 SBM. :Apron feeder. (En línea). Disponible en: [es.sbmchina.com/ore-proces/apron feeder.php](http://es.sbmchina.com/ore-proces/apron-feeder.php).
- 9 Shanghai Joyal Mining Machinery Co. Ltd. *Joyal V Series Hydraulic Jaw Crusher* VPE. Disponible en [www.crusherportal.com/supplier/joyalcrusher/907/78376.html](http://www.crusherportal.com/supplier/joyalcrusher/907/78376.html)

**ANEXOS**

Tabla 2.1 Tipo de chancadoras y su aplicación

Tipo de Chancador	Etapa	Tamaño alimentación (mm)	Capacidad (TPH)	Abrasión		Cantidad de finos producidos
				baja	Alta	
Giratorio	primario	1500	sobre 1200		X	baja
Mandíbula	Primario	1400	hasta 1600		X	baja
Impactor	Primario/secundario	1300	hasta 1800	X		media a alta
Cono	Secundario	450	hasta 1200	X	X	baja
Cono	terciario	300	hasta 1000	x	X	baja a media
VSI	terciario	40 - 150	hasta 500	x		alta

Tabla 2.2 Valores del Índice de Trabajo de diversos minerales

**Valores Típicos de  $W_i$**

Material	[kWh/ton. corta]	Material	[kWh/ton. corta]
Todos los materiales	15,19	Vidrio	3,39
Barita	6,86	Mineral de oro	16,31
Basalto	22,45	Granito	15,83
Clinker de cemento	14,84	Mineral de hierro	16,98
Arcilla	7,81	Mineral de plomo	12,54
Carbón mineral	12,51	Caliza	12,77
Mineral de cobre	14,44	Mica	148,00
Dolomita	12,44	Lutita petrolífera	19,91
Esmeril	64,00	Roca fosfatada	11,14
Feldespato	12,84	Cuarzo	14,05
Galena	10,68	Taconita	16,36

Tabla 3.1 Descargador ATMOS para trabajo pesado.

TIPOS	PASO ENTRE RODILLOS MM	VELOCIDAD M/S	ANCHOS NORMALES MM	POTENCIA KW	CAPACIDAD MAX. T/H
ATM-10T	300	0,03/0,3	1400/2000	22/45	800
ATM-20T	300	0,03/0,3	1600/2200	37/90	1500
ATM-30T	350	0,03/0,3	1800/2600	55/130	3000
ATM-40T	400	0,03/0,3	2000/2800	90/200	5000

**Productos tratados:**

Fosfato, Cobre, Caolín, Manganeso, Hierro, Caliza, Arcilla, Bauxita

**Granulometría**

- ATM-10T -> 0/1000 mm
- ATM-20T -> 0/1500 mm
- ATM-30T -> 0/2000 mm
- ATM-40T -> 0/2000 mm

**Dominio de aplicación:**

Bajo tolva cerrada, bajo tolva abierta y descarga de vagones.

Tabla 3.2 Descargador ATMOS para trabajo ligero.



TYPE	PITCH BETWEEN ROLLERS MM	SPEED M/S	STANDARD WIDTHS MM	POTENCIA KW	MAX.CAPACITY T/H
ATM-1T	250	0.03/0.3	600/1000	2.2/7.5	300
ATM-3T	250	0.03/0.3	800/1400	4/18.5	500
ATM-5T	250	0.03/0.3	1000/1600	11/30	800

**Products handled:**

Phosphate, Nickel, Pyrites, Kaolin, Bauxite, Pozzolana, Feldspar, Limestone, Silica, Iron, Clinker, Manganese, Clay, Limonite, etc.

**Size:**

- ATM-1T -> 0/150 mm
- ATM-3T -> 0/300 mm
- ATM-5T -> 0/500 mm

**Application fields:**

Under silo, under closed hopper and under open hopper.

Tabla 3.3 Características de chancadoras de quijadas Joyal Crusher

modelo	Max. La alimentación de tamaño(mm)	poder(kw)	capacidad(t/h) Tamaño de la descarga								peso(t)				
			Cierre(mm)												
			50	70	80	100	125	150	200	225		250	300		
VPE400×600	600×400	30-40	26	38	45	60	75								6.32
VPE500×750	750×500	45-60	40	60	70	90	112	130							8.75
VPE500×900	900×500	60-75	45	72	85	100	130								10.5
VPE600×900	900×600	60-75			105	130	160	182							14
VPE750×1050	1050×750	90-115				180	210	237	294						22.5
VPE800×1200	800×1200	115-150				210	250	280	320	350					26.65
VPE1000×1200	1200×1000	130-150					265	302	370	402					44.5
VPE800×1350	800×1350	135-150				250	300	340	420	450					27.77
VPE1000×1500	1500×1000	185-225					310	350	440	480	510				50.38
VPE1200×1500	1500×1200	185-265						415	500	540	580	630			78

- A. Cuerpo Rígido de Acero Fundido.
- B. Quijada Fija.
- C. Quijada Móvil.
- D. Eje excéntrico montado sobre Rodamientos Antifricción.
- E. Puente o Togle.
- F. Varilla de Tensión.
- G. Resorte.
- H. Block de Ajuste.
- I. Volantes Fundidas.
- J. Tuerca de Regulación para el Tamaño del chancado.
- K. Contrapeso de la Volante.

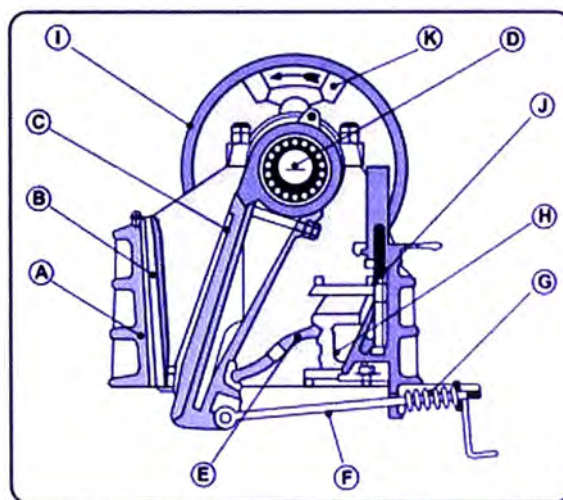




Tabla 3.4 Dimensiones de Chancadora de quijadas

Modelo	Tamaño de Entrada (mm)	Máximo Largo de Alimentación (mm)	Alcance Ajustable de Salida (mm)	Capacidad (t/h)	Potencia de Motor (kw)	Peso (t)	General Dimensión (mm)
PE250×400	250×400	200	20-50	5-20	15	2.9	1430×1310×1340
PE400×600	400×600	350	40-100	15-60	30-37	6.8	1700×1732×1653
PE500×750	500×750	425	50-100	40-100	45-55	11.2	2035×1921×2000
PE600×900	600×900	480	65-160	60-140	55-75	16.5	2290×2206×2370
PE750×1060	750×1060	630	80-150	80-230	90-110	29	2655×2302×3110
PE900×1200	900×1200	750	95-165	140-320	110-132	54.5	3789×3050×3025
PE1000×1200	1000×1200	850	105-185	180-400	160-200	56.5	3900×3320×3280
PE1200×1500	1200×1500	1020	150-300	250-800	220-250	99.6	4300×3540×4043
PEX150×250	150×250	125	10-40	1-3	5.5	0.85	896×745×935
PEX150×750	150×750	125	12-45	5-16	15	3.8	1205×1495×1203
PEX250×750	250×750	210	25-60	10-40	22-30	5	1667×1545×1020
PEX250×1000	250×1000	210	25-60	15-50	30-37	6.8	1964×1550×1380
PEX250×1200	250×1200	210	25-60	20-60	37-45	8.5	2192×1605×1415
PEX400×1200	400×1200	320	35-95	28-95	45-55	11.7	2256×2100×1960
JCE1302	180×1300	150	10-30	12-50	30-37	6	1320×2150×1175
JCE1003	250×1000	220	20-40	15-65	30-37	5.6	1400×1850×1310
JCE1303	250×1300	220	20-40	26-85	37-45	6.8	1450×2150×1175
JCE604	400×600	350	35-85	15-85	30-37	10	1920×1460×1840

La capacidad arriba es correspondiente a caliza de media dureza.

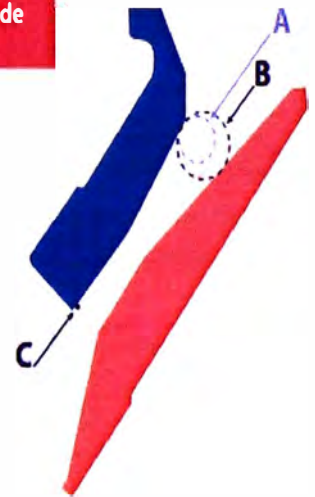
Tabla 3.5 Chancadora de cono estándar

Modelo	Diametro mm (inch)	Cámara	medida de alimentación		Configuración de salida(mm)	Velocidad de eje(r/min)	Potencia(kw)	Capacidad(t/h)
			Lado cerrado(mm)	Lado abierto(mm)				
CSB75	900 (3')	Fino	83	102	9-22	580	75	45-91
		Gruesa	159	175	13-38			59-163
CSB160	1295 (4 1/4')	Fino	109	137	13-31	485	185	109-181
		Medio	188	210	16-38			132-253
		Gruesa	216	241	19-51			172-349
CSB240	1650 (5 1/2')	Fino	188	209	16-38	485	240	181-327
		Medio	213	241	22-51			258-417
		Gruesa	241	268	25-64			299-635
		Fino	253	278	19-38			381-726
CSB315	2134 (7')	Medio	303	334	25-51	435	315	608-998
		Gruesa	334	369	31-64			789-1270

Tabla 3.6 Características de chancadora cónica de cabeza corta

**Selección de la cavidad del chancador**

<b>MP800</b>	<b>Abertura de alimentación cerrada A</b>	<b>Abertura de alimentación abierta B</b>	<b>Dimensión de configuración del lado cerrado C</b>	<b>Índice de compresión mínimo en abertura de alimentación</b>
Cabeza corta, fino	40mm	91mm	6mm	2,28
Cabeza corta, medio	68mm	117mm	6mm	1,72
<b>Cabeza corta, grueso</b>	<b>113mm</b>	<b>162mm</b>	<b>12mm</b>	<b>1,43</b>
Estándar, extra fino	144mm	193mm	19mm	1,34
Estándar, fino	241mm	282mm	19mm	1,17
Estándar, medio	308mm	347mm	25mm	1,13
Estándar, grueso	343mm	384mm	32mm	1,12
<b>MP1000</b>	<b>Abertura de alimentación cerrada A</b>	<b>Abertura de alimentación abierta B</b>	<b>Dimensión de configuración del lado cerrado C</b>	<b>Índice de compresión mínimo en abertura de alimentación</b>
Cabeza corta, fino	64mm	128mm	8mm	2,00
Cabeza corta, medio	104mm	169mm	10mm	1,63
Cabeza corta, grueso	140mm	203mm	10mm	1,45
Estándar, extra fino	241mm	295mm	22mm	1,22
Estándar, fino	242mm	300mm	25mm	1,24
Estándar, medio	343mm	390mm	32mm	1,14
Estándar, grueso	360mm	414mm	38mm	1,15



Los chancadores MP no tienen comparación en su flexibilidad para adaptarse a un amplio rango de condiciones de chancado. El índice de compresión mínimo que se muestra anteriormente indica que el chancado comienza en la abertura de alimentación. Debido al principio de chancado de Symons, el índice de compresión mínimo aumenta con el desgaste del revestimiento.

Tabla 3.7 Capacidades de Chancadoras Mepso serie MP800 y MP1000

**Capacidades del chancador**

	<b>Criba</b>	<b>CSS=50mm</b>	<b>CSS=38mm</b>	<b>CSS=25mm</b>	<b>CSS=19mm</b>	<b>CSS=13mm</b>
	90mm	97—100	100			
	75mm	92—98	99—100	100		
	50mm	67—81	86—94	99—100		
	38mm	54—64	68—78	92—98	100—100	100
	25mm	38—45	48—54	65—80	94—98	99—100
	19mm	30—35	37—42	51—62	82—90	96—99
	16mm	25—29	31—35	43—53	73—82	92—97
	13mm	22—25	26—29	35—44	63—73	83—93
	10mm	18—21	22—24	28—34	52—61	70—91
	6mm	13—14	15—16	19—23	36—44	50—57
<b>MP800</b>	<b>MTPH</b>	1460—1935	1100—1285	735—980	580—690	495—585
<b>MP1000</b>	<b>MTPH</b>	1830—2420	1375—1750	915—1210	720—900	615—730

Las tablas de capacidades del chancador de cono se desarrollan para su uso como una herramienta de aplicación para el uso adecuado de las capacidades del chancador MP. Los valores de capacidades que se muestran se aplican a material con un peso de 1600 Kg por metro cuadrado (100 libras por pie cuadrado). El chancador es un componente del circuito. Como tal, su rendimiento depende en parte de la selección y la operación adecuadas de los alimentadores, los transportadores, las mallas, las estructuras de soporte, los motores eléctricos, los componentes de la transmisión y los depósitos de compensación.

**Cuando lo utilice, ponga atención a los siguientes factores para mejorar la capacidad y el rendimiento del chancador:**

1. Selección adecuada de la cámara de chancado para el material que se chancará.
2. Una granulometría de alimentación con distribución adecuada de los tamaños de las partículas.
3. Velocidad de alimentación controlada.
4. Distribución adecuada de alimentación en 360° alrededor de la cámara de chancado.
5. Correa de descarga adecuada para transportar la capacidad máxima del chancador.
6. Mallas de tamaño adecuado para scalper y zarandas de circuito cerrado.
7. Controles de automatización.
8. Área adecuada de descarga del chancador.

**Los siguientes factores restarán valor a la capacidad y al rendimiento del chancador:**

1. Material pegajoso en la alimentación del chancador.
2. Partículas finas en la alimentación del chancador (más pequeñas que la configuración del chancador) que superen el 10% de la capacidad del chancador.
3. Exceso de humedad de la alimentación.
4. Separación de la alimentación en la cavidad del chancador.
5. Distribución inapropiada de la alimentación alrededor de la circunferencia de la cavidad del chancador.
6. Falta de control de la alimentación.
7. Uso ineficaz de la potencia conectada recomendada.
8. Capacidad insuficiente de la correa transportadora.
9. Capacidades insuficientes del scalper y las zarandas de circuito cerrado.
10. Área de descarga del chancador insuficiente.
11. Material demasiado duro o firme.
12. Operación del chancador a una velocidad inferior a la recomendada del control con carga plena.

Las capacidades y granulometrías que se muestran en las tablas se basan en los resultados obtenidos de instalaciones en todo el mundo y del chancado de minerales, piedras y rocas duros y resistentes. Para determinar el efecto en condiciones individuales, consulte a MESA.

Tabla 3.8 Información de Chancadoras Mepso serie MP800 y MP1000}

Crusher Model	Head Diameter Ø	Connected Horsepower	Countershaft Speed	Capacity @ ¼" (STPH)	Crusher Weight (LBS)
HP100	28"	125	750-1200	85-105	11,900
HP200	37"	200	750-1200	165-210	23,000
HP300	44"	300	700-1200	220-265	33,500
HP400	52"	400	700-1000	280-355	50,600
HP500	60"	500	700-950	355-440	73,000
HP700	70"	600	700-950		136,500
HP800	70"	800	700-950	480-600	141,200
MP800	80"	800	685-800	640-760	266,000
MP1000	90"	1000	700-850	794-992	338,000

**Crusher Model = Modelo de trituradora.**

**Head Diameter = Diámetro de cabeza.**

**Connected Horsepower = Caballos de fuerza conectados.**

**Countershaft Speed = Velocidad del contraeje.**

**Capacity @ ¼" (STPH) = Capacidad para ¼" (toneladas cortas por hora).**

**Crusher Weight (LBS) = Peso de la trituradora (libras).**

Tabla 3.9 Dimensiones de chancadoras de cono MEPSO

Dimensiones de huelgo para el desmontaje

		MP1000		MP800		
		Estándar	Cabeza corta	Estándar	Cabeza corta	
	A.	Línea central hacia la brida del cuerpo bastidor principal	1950mm (6' 4-3/4")	1950mm (6' 4-3/4")	1750mm (5' 8-7/8")	1750mm (5' 8-7/8")
	B.	Línea central del chancador hacia la superficie del alojamiento del contraeje	2000mm (6' 4-3/4")	2000mm (6' 4-3/4")	1750mm (5' 8-7/8")	1750mm (5' 8-7/8")
	C.	Línea central hacia la brida del cuerpo principal	1950mm (6' 4-3/4")	1950mm (6' 4-3/4")	1750mm (5' 8-7/8")	1750mm (5' 8-7/8")
	D.	Diámetro del centro del cuerpo principal	975mm (3' 2-3/8")	975mm (3' 2-3/8")	875mm (2' 10-7/16")	875mm (2' 10-7/16")
	E.	Base hacia la parte inferior del centro del cuerpo principal	310mm (1' 0-3/16")	310mm (1' 0-3/16")	280mm (1' 1")	280mm (1' 1")
	F.	Base hacia la parte inferior de la tubería de aceite	670mm (2' 2-3/8")	670mm (2' 2-3/8")	762mm (2' 6")	762mm (2' 6")
	G.	Base hacia la parte superior del soporte giratorio	3660mm (12' 0-1/8")	3660mm (12' 0-1/8")	3385mm (11' 1-1/4")	3385mm (11' 1-1/4")
	H.	Diámetro máximo del anillo de ajuste	5360mm (17' 7")	5360mm (17' 7")	4550mm (14' 11-1/8")	4550mm (14' 11-1/8")
	J.	Espacio necesario para retirar el conjunto del contraeje	4320mm (14' 2-1/16")	4320mm (14' 2-1/16")	3881mm (12' 8-13/16")	3881mm (12' 8-13/16")
	K.	Línea central del chancador hacia el extremo del montaje	2855mm (9' 4-3/8")	2855mm (9' 4-3/8")	2538mm (8' 3-15/16")	2538mm (8' 3-15/16")
	L.	Altura máxima desde la base hacia la parte superior de la tolva de alimentación	3870mm (12' 8-3/8")	3857mm (12' 7-7/8")	3860mm (12' 8")	3752mm (12' 3-3/4")
	M.	Diámetro interno de la tolva de alimentación	2530mm (8' 3-5/8")	2490mm (8' 2-1/16")	2210mm (7' 3")	2110mm (6' 11-1/16")
	N.	Base hacia la parte superior de la placa de alimentación	2885mm (9' 5-9/16")	2885mm (9' 5-9/16")	2758mm (9' 0-5/8")	2758mm (9' 0-5/8")
	O.	Altura general del conjunto del bowl	2186mm (7' 2-1/16")	2180mm (7' 1-13/16")	2133mm (7' 0")	1964mm (6' 5-5/16")
	P.	Diámetro máximo de la tapa de ajuste	3550mm (11' 7-3/4")	3550mm (11' 7-3/4")	3170mm (10' 4-13/16")	3170mm (10' 4-13/16")
	Q.	Espacio necesario para retirar el conjunto del bowl	5896mm (19' 4-1/8")	5890mm (19' 3-7/8")	5290mm (17' 4-1/4")	5044mm (16' 9-9/16")
	R.	Altura general del conjunto de la cabeza	2070mm (6' 9-1/2")	2070mm (6' 9-1/2")	2110mm (6' 11-1/16")	2110mm (6' 11-1/16")
	S.	Diámetro máximo de la cabeza o del manto	2392mm (7' 10-3/16")	2353mm (7' 8-5/8")	2114mm (6' 11-1/4")	2083mm (6' 10")
	T.	Espacio necesario para retirar el conjunto de la cabeza	5780mm (18' 11-9/16")	5780mm (18' 11-9/16")	5330mm (17' 5-13/16")	5330mm (17' 5-13/16")
U.	Sistema de liberación de lado a lado	4610mm (15' 1-1/2")	4610mm (15' 1-1/2")	4280mm (14' 0-1/2")	4280mm (14' 0-1/2")	
V.	Desplazamiento hacia arriba adicional por recorrido de limpieza	150mm (6-15/16")	150mm (5-15/16")	163mm (6-7/16")	163mm (6-7/16")	

Tabla 3.10

Peso específico aparente, abrasividad, ángulo de reposo y ángulo de sobrecarga dinámica de los materiales. Máxima inclinación recomendable del transportador, en función del tipo de material. Datos orientativos

MATERIAL		Peso específico kg/m <sup>3</sup>	Máxima inclinación recomendable	Abrasividad	Angulo de reposo del material	Angulo de sobrecarga dinámica
Tipo	Condición					
Mármol	Triturado < 13 mm	1 400	15	M. A.	20-30	10
Mica	Molida fina	270	23	P. A.	30	10
Mineral de cromo	Terrón	2 100	17	P. A.	20-30	10
Mineral de cobre	Terrón	1 900-2 400	12-20	A.	20-30	10-20
Mineral de hierro	Terrón	1 600-3 200	17-20	M. A.	35	20
	Triturado < 12 mm	2 000-2 400	20-22	M. A.	20-30	10-20
Mineral de manganeso	Terrón	2 000-2 200	20	M. A.	39	25
Mineral de plomo	Terrón	3 800	15	M. A.	30	10
Mineral de zinc	Triturado fino	2 600	22	P. A.	38	10
	Calcinado < 12 mm	1 800	20	A.	38	20
Molibdeno	Molida	1 700	25	N. A.	40	20
Madera	Tacos	500	27	N. A.	30-35	20
	Viruta	200-500	27	N. A.	40	30
Nitrato de amonio	Fino	700	23	P. A.	35	25
Nitrato de sodio		1 200	11	A.	20-30	10
Oxido de hierro	Refinado	400	25	N. A.	40	30
Oxido de zinc	Pesado-fino	500-600	20	P. A.	30-45	20
	Liviano-fino	200	20	N. A.	30-45	30
Pizarra	Triturada < 12 mm	1 400	20	A.	39	20
Pescado	Harina	600	20	N. A.	45	30
	Trozado	600-800	16	N. A.	45	20
Remolacha	Pulpa mojada	600	22	N. A.	40	30
	Entera	750	20	N. A.	40	30
Roca de arena	Terrón	1 400	18	M. A.	30-45	20
Roca	Triturada < 12 mm	2 100	18	M. A.	30	20
Salvado	Alrecho	300	12	N. A.	20-30	10
Semilla de algodón	A granel, seca	300-400	17	N. A.	35	20
Semilla de linaza	Grano	700	12	N. A.	20-30	10
Soja calcinada	Pellets	800	7	P. A.	20-30	10
Sal común	Seca, fina	1 200	12	P. A.	25	10
	No refinada	700-800	20	P. A.	20-30	10
Talco	Polvo	800-1 000	18	N. A.	20-30	10
Tierra arcillosa	Húmeda	1 700-2 700	20-22	N. A.	45	30
Tierra	Seca	1 200	20	N. A.	35	20
Tierra de fundición	Terrón	1 400-1 600	22	A.	45	30
Tiza	Fina	1 100	28	N. A.	35	25
Vidrio	Partido	1 600	20	M. A.	30	20
Viruta de madera	Chispado	300-700	27	N. A.	40	30
Viruta de hierro	< 12 mm	2 100-3 200	20-22	A.	45	30
Yeso	Polvo derizado	1 000-1 100	23	P. A.	42	30
	Trozos < 12 mm	1 100-1 300	21	P. A.	40	25
	Pedazos < 70 mm	1 100-1 300	15	A.	30	15
Zinc	Concentrado < 3 mm	1 200-1 300	18-20	A.	20-30	10

Nota: N. A. = no abrasivo; P. A. = poco abrasivo; A. = abrasivo; M. A. = muy abrasivo.

Tabla 3.11 Corrección por ángulo de concavidad de rodillos

Coefficiente de corrección de la capacidad de transporte, en función del ángulo de concavidad de rodillos triples portantes, y el ángulo de sobrecarga dinámica del material

Ángulo de concavidad (Rodillos triples iguales)	Ángulo de sobrecarga dinámica del material				
	0°	5°	10°	20°	30°
0° <i>(rodillos paralelos)</i>	—	0,12	0,24	0,48	0,73
10°	0,29	0,41	0,52	0,76	1
20°	0,56	0,67	0,78	1	1,24
35°	0,80	0,90	1	1,20	1,41
45°	1,04	1,12	1,20	1,37	1,54

Tabla 3.12 Corrección por ángulo de inclinación de la cinta

Coefficiente de corrección de la capacidad de transporte según el ángulo de inclinación de la cinta

Ángulo de inclinación de la cinta (grados)	2°	4°	6°	8°	10°	12°	14°	16°	18°	20°
Coefficiente de corrección	1	0,99	0,98	0,97	0,95	0,93	0,91	0,89	0,85	0,81
Ángulo de inclinación de la cinta (grados)	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°
Coefficiente de corrección	0,78	0,76	0,73	0,71	0,68	0,66	0,64	0,61	0,59	0,56

Nota: Los ángulos de concavidad de los rodillos portantes en Tablas 3 y 4 son con respecto a la horizontal



Tabla 3.13

Capacidad horaria de transporte de una cinta cóncava en correspondencia con su ancho, velocidad, naturaleza y tamaño de los trozos de material transportado. Para tríos de rodillos portantes iguales, inclinados a 20° y material con 20% de sobrecarga dinámica

Material transportado Peso específico kg/m <sup>3</sup>	Ancho de la cinta mm	Capacidad de transporte en toneladas/hora															Tamaño máx. del material mm	
		Velocidad de la cinta en m/seg															En metros	En centímetros
		0.5	0.75	1	1.25	1.5	1.75	2	2.25	2.5	2.75	3	3.25	3.5	3.75	4		
Arcilla húmeda	300	25	37	50	62	75	87	100									50	75
Cemento	400	45	64	91	114	136	155	182	205	227							70	100
Carbón húmedo	500	72	108	145	181	217	253	290	325	362	399	435					90	150
Minerales (salida de minas)	600	107	160	214	267	321	374	428	482	535	587	641					110	200
Arena húmeda	700	147	221	295	368	443	517	590	663	738	812	885	960	1030			130	250
	800	196	295	393	492	590	687	786	885	983	1080	1180	1278	1375			150	300
	900	253	380	507	634	762	887	1010	1140	1265	1395	1520	1645	1775			170	350
Otros materiales de peso específico	1 000	319	478	638	798	957	1115	1275	1435	1595	1755	1915	2075	2235			200	400
	1 100	392	588	785	980	1178	1373	1570	1765	1960	2160	2355	2550	2745			230	450
2 000 kg/m <sup>3</sup>	1 200	476	714	952	1190	1428	1665	1905	2140	2380	2620	2855					260	500
	1 300	568	852	1137	1420	1705	1980	2275	2560	2840							300	550
Barita	300	28	42	56	70	84	98	112									50	75
Hormigón	400	51	76	102	127	153	179	204	228	253							70	100
Minerales (salida de minas)	500	81	122	163	204	244	285	326	368	407	448	489					90	150
Tierra arcillosa	600	120	180	240	300	360	420	480	540	600	660	720					110	200
	700	166	249	332	415	497	582	664	747	830	914	996	1080	1162			130	250
	800	221	331	442	552	662	773	883	995	1104	1215	1325	1435	1545			150	300
	900	285	427	570	712	855	997	1140	1282	1425	1568	1710	1850	1995			170	350
Otros materiales de peso específico	1 000	359	538	718	897	1087	1255	1435	1615	1795	1975	2155	2335	2515			200	400
2 250 kg/m <sup>3</sup>	1 100	441	662	883	1105	1325	1545	1765	1985	2210	2430	2650	2870				230	450
	1 200	535	805	1070	1340	1605	1875	2140	2410	2680							260	500
	1 300	640	960	1280	1600	1920	2240	2560									300	550
Minerales pesados (salida de minas)	300	31	47	63	78	94	110	125									50	75
Margas	400	57	85	114	142	171	199	228	257	285							70	100
	500	90	135	181	226	271	316	362	407	453	497	542					90	150
	600	133	200	266	332	399	465	532	598	665	730	797					110	200
	700	184	276	369	462	553	645	738	830	923	1015	1105	1200	1290			130	250
	800	246	369	492	615	737	860	983	1105	1230	1355	1475	1600	1720			150	300
	900	317	476	635	795	952	1110	1270	1430	1585	1745	1905	2065	2220			170	350
Otros materiales de peso específico	1 000	399	598	798	998	1197	1395	1595	1795	1995	2195	2395					200	400
	1 100	446	661	882	1103	1324	1544	1765	1985	2205	2425	2645					230	450
2 500 kg/m <sup>3</sup>	1 200	595	882	1190	1487	1785	2080	2380	2680	2980							260	500
	1 300	710	1065	1420	1775	2130	2485	2840									300	550

Notas. Cifras en negro: materiales abrasivos

Cifras sobre fondo coloreado: Materiales medianamente abrasivos

Cifras en rojo: materiales poco abrasivos

Tabla 3.14 Número de capas por cinta

Máximo y mínimo número de telas de una cinta con relación a su ancho y al tipo de material transportado

Ancho de la cinta mm	Número mínimo de telas										Número máximo de telas para cintas cóncavas		
	Material ligero (granos, madera)		Carbón menudo (< 100 mm) Arena, fragmentos de piedras (< 125 mm)			Mineral de hierro (> 150 mm) Carbón en trozos, cascos, piedras (125 + 200 mm)			Mineral de hierro en trozos grandes Materias pesadas				
	Tejido L	Tejido M	Tejido L	Tejido M	Tejido P	Tejido L	Tejido M	Tejido P	Tejido M	Tejido P	Tejido L	Tejido M	Tejido P
300	3	3	4	4	—	—	—	—	—	—	4	4	—
400	3	3	4	4	—	4	4	—	—	—	4	4	—
500	4	4	4	4	—	5	5	—	5	—	5	5	—
600	4	4	5	4	4	6	5	5	5	5	6	6	5
700	4	4	5	4	4	6	6	5	6	6	7	7	6
800	4	4	5	5	5	6	5	5	7	6	8	7	6
900	4	4	5	5	5	6	6	6	8	7	9	9	8
1 000	4	4	6	5	5	7	6	6	8	7	10	9	8
1 100	4	4	6	5	5	7	7	6	8	7	11	10	9
1 200	4	4	6	5	5	8	7	7	9	8	12	12	11
1 300	—	—	7	6	6	9	8	7	10	9	13	12	12

El máximo número de telas se ha establecido para hileras de soportes a 3 rodillos en la cara portante, en artesa, con ángulo de 20° o para hileras de soportes de 5 rodillos con ángulos de 15° y 30°.

Tabla 3.15 Dimensiones de tambores

Diámetros mínimos recomendados en función del tipo y número de telas (para tensiones superiores al 75 % de la prestación). En mm

Número de telas	Tejido tipo L				Tejido tipo M				Tejido tipo P			
	Doble matriz	Matriz y carro descargador	Reenvío y tensor	Desviadora	Doble matriz	Matriz y carro descargador	Reenvío y tensor	Desviadora	Doble matriz	Matriz y carro descargador	Reenvío y tensor	Desviadora
2	230	200	150	150	290	250	200	155	360	310	250	200
3	350	310	250	200	410	360	310	200	520	460	360	310
4	500	410	310	250	560	460	360	310	740	610	460	360
5	600	510	410	360	720	610	460	360	820	690	610	460
6	730	610	460	410	830	690	510	460	1 100	920	690	610
7	820	690	610	460	900	760	690	510	1 270	1 070	760	690
8	900	760	690	510	1 090	920	760	610	1 440	1 220	920	690
9	1 080	920	690	610	1 260	1 070	920	610	1 610	1 370	1 070	760
10	1 250	1 070	760	690	1 430	1 220	920	690	1 780	1 520	1 220	920
11	1 380	1 150	840	730	1 560	1 300	1 000	810	2 010	1 680	1 300	1 000
12	1 500	1 220	920	760	1 690	1 370	1 070	920	2 250	1 830	1 370	1 070

Tabla 3.16 Potencia de faja descargada

Instalaciones con características de construcción y mantenimiento normales  
Rodillos sobre cojinetes a bolas

Potencia N, (en CV) necesaria para mover la cinta descargada a la velocidad de 1 m/seg<sup>(1)</sup>

Ancho de la cinta mm	Proyección horizontal de la distancia entre ejes de los tambores terminales (m)																					
	10	20	30	40	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	500
300	0.50	0.59	0.68	0.77	0.86	1.08	1.30	1.53	1.75	1.98	2.20	2.43	2.65	2.88	3.10	3.33	3.55	3.78	4	4.22	4.45	4.90
400	0.58	0.68	0.79	0.89	1	1.26	1.52	1.78	2.04	2.30	2.57	2.83	3.09	3.35	3.62	3.88	4.14	4.40	4.66	4.92	5.18	5.72
500	0.69	0.82	0.95	1.08	1.20	1.52	1.83	2.15	2.46	2.78	3.09	3.40	3.72	4.03	4.35	4.67	4.98	5.29	5.61	5.92	6.24	6.87
600	0.83	0.98	1.13	1.28	1.43	1.80	2.18	2.55	2.93	3.30	3.67	4.05	4.42	4.80	5.17	5.55	5.92	6.30	6.67	7.05	7.42	8.17
700	0.99	1.18	1.36	1.54	1.72	2.17	2.63	3.08	3.53	3.98	4.44	4.88	5.34	5.79	6.25	6.70	7.15	7.60	8.06	8.51	8.96	9.85
800	1.15	1.35	1.56	1.77	1.98	2.50	3.05	3.53	3.95	4.67	5.08	5.61	6.13	6.65	7.17	7.69	8.22	8.73	9.25	9.76	10.30	11.32
900	1.32	1.56	1.80	2.04	2.28	2.88	3.48	4.08	4.68	5.28	5.88	6.48	7.08	7.68	8.28	8.88	9.48	10.10	10.70	11.30	11.90	13.10
1 000	1.52	1.80	2.07	2.35	2.62	3.32	4	4.70	5.38	6.07	6.76	7.45	8.14	8.83	9.52	10.20	10.90	11.60	12.30	13	13.80	15.10
1 100	1.73	2.05	2.36	2.67	2.98	3.77	4.55	5.33	6.12	6.91	7.69	8.47	9.26	10	10.80	11.60	12.40	13.20	14	14.80	15.50	17.20
1 200	1.95	2.30	2.66	3.01	3.36	4.14	5.13	6.02	6.90	7.78	8.67	9.56	10.40	11.30	12.20	13.10	14	14.90	15.75	16.60	17.50	19.30
1 300	2.17	2.56	2.96	3.35	3.75	4.72	5.72	6.70	7.68	8.66	9.65	10.60	11.60	12.60	13.60	14.60	15.60	16.60	17.50	18.50	19.50	21.50

(1) Para V ≠ 1 m/seg multiplicar el valor de Tabla por V.

Tabla 3.17 Potencia para transporte horizontal del material

Instalaciones con características de construcción y mantenimiento normales  
Rodillos sobre cojinetes de bolas

Potencia  $H_1$  (en CV) necesaria para transportar horizontalmente el material

Cantidad transportada m <sup>3</sup> /h	Proyección horizontal de la distancia entre ejes de los tambores terminales (m)																					
	10	20	30	40	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	500
50	0.31	0.36	0.42	0.47	0.53	0.67	0.80	0.94	1.08	1.22	1.36	1.50	1.64	1.78	1.91	2.05	2.19	2.33	2.48	2.61	2.75	3.03
75	0.46	0.54	0.63	0.71	0.78	1	1.21	1.42	1.63	1.84	2.05	2.25	2.45	2.66	2.88	3.08	3.29	3.50	3.71	3.92	4.12	4.54
100	0.61	0.73	0.83	0.95	1.06	1.33	1.61	1.89	2.17	2.44	2.72	3	3.28	3.55	3.83	4.11	4.38	4.67	4.94	5.22	5.50	6.05
150	0.92	1.08	1.25	1.42	1.58	2	2.42	2.83	3.25	3.66	4.08	4.50	4.92	5.33	5.75	6.17	6.58	7	7.41	7.74	8.25	9.07
175	1.07	1.27	1.46	1.65	1.85	2.34	2.82	3.31	3.79	4.28	4.77	5.25	5.73	6.22	6.72	7.20	7.67	8.17	8.66	9.13	9.62	10.60
200	1.22	1.44	1.67	1.89	2.11	2.68	3.24	3.78	4.34	4.88	5.44	6	6.55	7.12	7.65	8.22	8.76	9.33	9.68	10.55	11	12.12
250	1.53	1.81	2.08	2.36	2.64	3.34	4.02	4.72	5.42	6.12	6.80	7.50	8.20	8.88	9.57	10.28	10.97	11.65	12.35	13.05	13.75	15.13
300	1.84	2.17	2.50	2.84	3.17	4	4.84	5.66	6.50	7.33	8.17	9	9.84	10.65	11.50	12.32	13.15	14	14.80	16.65	16.50	18.15
350	2.14	2.53	2.92	3.32	3.70	4.62	5.64	6.62	7.58	8.55	9.54	10.50	11.48	12.45	13.43	14.40	15.40	16.35	17.30	18.30	19.30	21.20
400	2.44	2.89	3.34	3.78	4.22	5.32	6.45	7.56	8.65	9.76	10.88	12	13.10	14.24	15.32	16.43	17.54	18.70	19.80	20.90	22	24.20
450	2.75	3.25	3.75	4.25	4.75	6	7.25	8.50	9.75	11	12.25	13.50	14.80	16	17.25	18.50	19.80	21	22.30	23.50	24.80	27.20
500	3.05	3.61	4.16	4.72	5.27	6.66	8.05	9.45	10.80	12.20	13.60	15	16.40	17.80	19.20	20.50	21.90	23.30	24.80	26.10	27.50	30.30
600	3.67	4.34	5	5.68	6.34	8	9.68	11.30	13	14.70	16.40	18	19.70	21.30	23	24.70	26.30	28	29.70	31.30	33	36.30
700	4.28	5.06	5.84	6.63	7.40	9.35	11.30	13.20	15.15	17.10	19.05	21	23	25	26.80	28.80	30.70	32.70	34.60	36.50	38.60	42.40
800	4.88	5.78	6.68	7.56	8.44	10.70	12.90	15.10	17.30	19.50	21.80	24	26.20	28.50	30.70	32.90	35.10	37.30	39.50	41.80	44	48.40
900	5.50	6.50	7.50	8.50	9.50	12	14.50	17	19.50	22	24.50	27	29.50	32	34.50	37	39.50	42	44.50	47	49.50	54.50
1 000	6.10	7.22	8.32	9.44	10.60	13.30	16.10	18.90	21.70	24.40	27.20	30	32.80	35.50	38.30	41.10	43.80	46.70	49.40	52.20	55	60.50
1 100	6.72	7.94	9.16	10.40	11.60	14.70	17.70	20.80	23.80	26.90	29.90	33	36.40	39.10	42.10	45.10	48.20	51.30	54.60	57.40	60.50	66.70
1 200	7.34	8.68	10	11.40	12.70	16	19.40	22.70	26	29.30	32.70	36	39.40	42.60	46	49.30	52.60	56	59.40	62.70	66	72.60
1 300	7.95	9.40	10.80	12.30	13.70	17.35	20.90	24.60	28.20	31.80	35.50	39	42.70	46.30	49.80	53.40	57.10	60.70	64.30	67.80	71.60	78.70
1 400	8.56	10.20	11.70	13.25	14.80	18.70	22.50	26.40	30.30	34.20	38.10	42	45.80	49.80	53.90	57.60	61.40	65.40	69.20	73.10	77	84.80
1 500	9.17	10.80	12.50	14.20	15.80	20	24.20	28.30	32.50	36.60	40.80	45	49.20	53.30	57.50	61.70	65.80	70	74.10	77.40	82.50	90.70

Tabla 3.18 Potencia para transporte vertical

Como a todos los tipos de instalaciones sea cual fuere su mantenimiento y rodillos

Potencia  $N_1$  (en CV) necesaria para trasladar verticalmente el material

Cantidad transportada m <sup>3</sup> /h	Proyección vertical de la distancia entre ejes de las poleas terminales (m)																				
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	35	40	45	50	55	60
5	0.04	0.08	0.11	0.15	0.19	0.22	0.25	0.3	0.33	0.37	0.41	0.44	0.48	0.52	0.55	0.66	0.74	0.83	0.93	1.02	1.11
10	0.07	0.15	0.22	0.3	0.37	0.44	0.52	0.59	0.66	0.74	0.81	0.89	0.96	1.04	1.11	1.29	1.48	1.67	1.85	2.04	2.22
15	0.11	0.22	0.33	0.44	0.55	0.67	0.77	0.88	0.99	1.11	1.22	1.33	1.44	1.56	1.67	1.95	2.22	2.5	2.78	3.05	3.3
20	0.15	0.3	0.44	0.59	0.74	0.89	1.04	1.18	1.33	1.48	1.63	1.78	1.92	2.07	2.22	2.58	2.96	3.33	3.7	4.07	4.44
25	0.19	0.37	0.55	0.74	0.93	1.11	1.3	1.48	1.67	1.85	2.04	2.22	2.41	2.59	2.78	3.24	3.7	4.17	4.62	5.08	5.56
50	0.37	0.74	1.11	1.48	1.85	2.22	2.59	2.96	3.33	3.7	4.07	4.44	4.82	5.18	5.55	6.48	7.4	8.34	9.24	10.16	11.12
100	0.74	1.48	2.22	2.96	3.7	4.44	5.18	5.92	6.66	7.4	8.14	8.88	9.62	10.36	11.1	12.93	14.8	16.65	18.5	20.38	22.2
200	1.48	2.96	4.44	5.92	7.4	8.88	10.36	11.84	13.32	14.8	16.28	17.76	19.24	20.8	22.2	26.9	29.6	33.3	37	41.7	44.4
300	2.22	4.44	6.66	8.88	11.1	13.32	15.54	17.76	19.98	22.2	24.5	26.7	28.9	31.1	33.3	38.9	44.4	50	55.5	61.2	66.6
400	2.96	5.92	8.88	11.84	14.8	17.76	20.8	22.7	26.7	29.6	32.6	35.6	38.5	41.5	44.4	51.6	59.2	66.6	74	81.4	88.8
500	3.7	7.4	11.1	14.8	18.5	22.2	25.9	29.6	33.3	37	40.7	44.4	48.1	51.8	55.5	65.7	74	83.3	92.5	101.8	111
600	4.44	8.88	13.32	17.8	22.2	26.7	31.1	35.5	40	44.4	48.9	53.3	57.7	62.2	66.6	77.7	88.8	100	111	122	133
700	5.18	10.4	15.55	20.8	25.9	31.1	36.3	41.5	46.7	51.8	57	62.2	67.3	72.5	77.8	90.7	104	117	130	143	156
800	5.92	11.85	17.78	23.7	29.6	35.5	41.5	47.4	53.3	59.2	65.2	71.1	77	82.9	88.8	104	119	133	148	163	178
900	6.65	13.3	20	26.6	33.3	40	46.6	53.3	59.8	66.5	73.2	79.8	86.5	93.1	99.7	117	133	150	167	183	200
1 000	7.4	14.8	22.2	29.6	37	44.4	51.8	59.2	66.6	74	81.4	88.8	96.2	103.6	111	130	148	167	185	204	222
1 100	8.15	16.28	24.5	32.8	40.7	48.9	57.2	65.2	73.4	81.5	89.7	97.8	106	114	132	143	163	183	204	224	244
1 200	8.97	17.75	26.7	35.5	44.4	53.2	62.2	71	79.8	88.7	97.6	107	116	124	133	155	178	200	222	245	267
1 300	9.63	19.3	28.9	38.5	48.2	57.8	67.4	77	86.6	96.4	106	116	125	135	144	169	193	217	241	265	289
1 400	10.35	20.6	31.1	41.5	51.8	62.2	72.5	83	93.2	104	114	124	135	145	156	182	208	233	259	285	311
1 500	11.1	22.2	33.3	44.4	55.5	66.6	77.7	88.8	100	111	122	133	145	156	167	195	220	250	278	305	330
1 600	11.85	23.7	35.5	47.4	59.2	71.1	83	94.6	107	119	130	142	154	166	178	208	237	267	298	326	356
1 700	12.6	25.2	37.8	50.4	62.8	75.5	88.1	100	114	126	139	151	164	176	189	220	252	283	315	346	378
1 800	13.3	26.7	40	53.4	66.6	80	93.3	107	120	133	147	160	173	187	200	233	267	300	333	367	400
1 900	14.08	28.2	42.2	56.3	70.3	85.3	98.4	113	127	141	155	169	183	197	211	246	281	317	351	387	422
2 000	14.8	29.6	44.4	59.2	74	88.8	104	118	133	148	163	178	192	208	222	258	296	333	370	408	444

Tabla 3.19 Factor K1

Valores de K<sub>1</sub>:

Arco abrazado α°	Coeficiente convencional de rozamiento			
	0,20	0,25	0,30	0,35
180°	2,15	1,84	1,64	1,50
200°	2,00	1,71	1,54	1,42
210°	1,94	1,67	1,51	1,38
220°	1,88	1,62	1,46	1,36
240°	1,77	1,54	1,40	1,30
300°	1,54	1,38	1,26	1,19
360°	1,40	1,26	1,18	1,12
420°	1,30	1,19	1,12	1,08
480°	1,23	1,14	1,08	1,05

Tabla 3.20

TIPO DE TEJIDO	Carga de trabajo máxima recomendada de la cinta en kilogramos por centímetros de ancho y por tela	
	Unión metálica	Unión vulcanizada
	L = Algodón de 28 onzas	4,5
M = Algodón de 32 onzas	5,5	6
CN6 = Algodón-Nylon	5,5	6
P = Algodón de 35 onzas	6,5	7
CN7 = Algodón-Nylon	6,5	7
Ny 12,5 = Nylon-Nylon	12,5	12,5
Ny 20 = Nylon-Nylon	20	20
Ny 31,5 = Nylon-Nylon	25 (*)	31,5
Ry-Ny 10 = Rayón-Nylon	7,5 (**)	10
Ry-Ny 16 = Rayón-Nylon	12 (**)	16
Ry-Ny 20 = Rayón-Nylon	14 (**)	20

(\*) Requiere grampas especiales; consultar a nuestros técnicos.

(\*\*) No apto para trabajar a la intemperie o en medios húmedos.

Tabla 3.21 Tensión mínima de la faja

Tensión mínima de montaje necesaria para evitar que la cinta tenga un exceso de flexión entre las líneas de rodillos de la cura portante (considerando una caída del 2 % de la distancia entre rodillos). En kg

Distancia entre rodillos portantes cm	Peso cinta y material transportado en kg/m												
	20	30	40	50	75	100	150	200	300	400	500	750	1000
75	—	—	190	230	340	490	670	940	1360	1900	2340	3500	4730
100	—	186	255	300	470	655	935	1235	1870	2520	3150	4650	6350
125	172	233	320	372	590	830	1160	1560	2330	3080	3940	5750	—
150	188	285	390	474	680	980	1378	1840	2820	3740	4600	6950	—
175	220	323	435	535	800	1135	1590	2220	3280	4450	5450	8170	—
200	260	372	525	615	940	1265	1870	2540	3740	5150	6350	—	—
250	325	464	650	780	1180	1685	2380	3180	4740	6370	8160	—	—
300	394	553	745	925	1400	1920	2820	3730	5780	7290	9450	—	—



Tabla 3.22

### ANCHOS DE BANDA MÍNIMOS RECOMENDADOS

Ancho de Banda		tamaño de terrón máximo			
mm	pulg	tamaños uniformes		mezclado con 90% finos	
		mm	pulg	mm	pulg
350	14	50	2	100	4
400	16	50	2	125	5
450	18	75	3	150	6
500	20	100	4	150	6
600	24	125	5	175	7
650	26	125	5	200	8
750	30	150	6	250	10
800	32	175	7	300	12
900	36	175	7	300	12
1000	40	200	8	350	14
1050	42	250	10	400	16
1200	48	275	11	400	16
1350	54	350	14	450	18
1400	56	400	16	500	20
1500	60	400	16	500	20
1600	64	450	18	650	26
1650	66	450	18	650	26
1800	72	550	22	700	28
1950	78	600	24	700	28
2000	80	600	24	750	30
2200	88	600	24	750	30
2250	90	600	24	750	30
2400	96	600	24	750	30
2550	102	600	24	750	30
2700	108	600	24	750	30
2850	114	600	24	750	30
3000	120	600	24	750	30

Referencia: GOODYEAR Handbook of Conveyor and Elevator belt, 1975, pag. 5-7  
 ROULUNDS Catálogo de Bandas transportadoras, pag. 11

Tabla 3.23

**VELOCIDAD DE BANDA MAX. RECOMENDADA (m/s)**

Ancho de Banda		Material		
mm	puig	ligero (< 0.8 ton/m <sup>3</sup> ) grano fino	8-1.6 ton/m <sup>3</sup> abrasivo	pesado (> 1.6 ton/m <sup>3</sup> ) muy abrasivo
350	14	2	1.5	1.5
400	16	2.5	1.6	1.25
450	18	2.5	2	1.6
500	20	3.15	2.0	1.6
600	24	3.15	2.5	1.8
650	26	3.15	2.5	1.8
750	30	3.5	2.5	1.8
800	32	3.55	2.5	1.8
900	36	4.0	3.15	2.24
1000	40	4.0	3.15	2.24
1050	42	4.0	3.15	2.24
1200	48	4.0	3.15	2.24
1350	54	4.0	3.15	2.24
1400	56	4.0	3.15	2.24
1500	60	4.0	3.15	2.5
1600	64	4.0	3.55	2.5
1650	66	4.0	3.55	2.5
1800	72	4.5	3.55	2.5
2000	80	4.5	3.55	2.5
2200	88	4.5	3.55	2.5

Referencia: GOODYEAR Handbook of Conveyor and Elevator belt, pag. 5-8  
 ROULUNDS Catálogo de Bandas transportadoras, pag. 11

Tabla 3.24 Separación y peso de soportes

Table 5-2. Suggested normal spacing of belt idlers ( $S_j$ ).\*

Belt Width (inches)	Troughing Idler Spacing						Return Idlers
	Weight of Material Handled, lbs/cu ft						
	30	50	75	100	150	200	
18	5.5	5.0	5.0	5.0	4.5	4.5	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
72	4.0	3.5	3.5	3.0	2.5	2.5	8.0
84	3.5	3.5	3.0	2.5	2.5	2.0	8.0
96	3.5	3.5	3.0	2.5	2.0	2.0	8.0

\* Spacing indicated in feet. Spacing may be limited by load rating of idler. See idler load ratings in Tables 5-7– 5-11.

Tabla 3.25 Motores WEG de BT 4 Polos

Potencia kW	Carcasa	In (A) 400V	I/In	Cp/Cn	Cm/Cn	Inercia (kgm <sup>2</sup> )	Nivel sonoro dB(A)	Peso (kg)	% de plena carga					
									Eficiencia			Factor de potencia		
									50	75	100	50	75	100

W22 - Fundición de hierro- Alta Eficiencia - IE2- 4 Polos

0,25	30	0,6	5,5	200%	250%	0,0161	75,44	3	70	74	74	0,50	0,74	0,81
0,37	30	0,87	5,7	200%	270%	0,01987	44	9,5	73	75,5	75,5	0,6	0,73	0,81
0,55	30	1,27	5,8	240%	260%	0,0221	44	11,5	75	75,5	75,5	0,50	0,74	0,82
0,75	50S	1,69	5,9	220%	260%	0,02344	49	17,5	78	80	80	0,59	0,72	0,8
1,1	50S	2,4	5,5	210%	260%	0,02434	49	19	81	81,8	81,8	0,57	0,75	0,81
1,5	90L	3,26	5,9	200%	260%	0,02546	49	22	81,5	83	81	0,57	0,72	0,8
2,2	103L	4,54	5,6	210%	260%	0,02822	53	22,5	84	84,5	84,5	0,53	0,75	0,81
3	103L	5,07	5,5	200%	260%	0,02972	53	23	85	85,6	85,6	0,54	0,76	0,82
4	112M	5,12	5,6	200%	260%	0,01563	56	42	86	86,7	86,7	0,54	0,76	0,82
5,5	232S	10,5	7,3	190%	260%	0,04163	56	63	88	88,1	88,1	0,59	0,80	0,86
7,5	112M	14,1	7,2	200%	260%	0,05234	56	73	88,7	89	89	0,70	0,81	0,86
9,2	112M	17,3	7,7	220%	260%	0,05129	56	75	89,2	89,5	89,5	0,7	0,81	0,86
11	160M	21,2	5,4	250%	260%	0,07314	61	105	89	91,2	90,2	0,55	0,76	0,83
15	160L	28,7	5,2	250%	260%	0,03743	61	125	90,5	91	91	0,56	0,76	0,83
18,5	183M	35,1	5,6	240%	260%	0,16662	61	164	91,5	91,6	91,6	0,59	0,78	0,83
22	180L	40,5	5,8	260%	260%	0,20157	61	185	92,2	92,5	92,5	0,7	0,8	0,85
30	203L	56,2	5,3	200%	260%	0,29291	65	222	92,5	93	92,6	0,59	0,78	0,83
37	225S/M	66,6	5,6	220%	270%	0,61352	66	342	93	93,2	93,2	0,74	0,81	0,86
45	225S/M	80,7	5,8	240%	270%	0,71472	66	353	93,2	93,7	93,6	0,74	0,81	0,86
55	250S/M	97,1	5,4	220%	270%	0,80926	66	444	93,5	93,9	94	0,75	0,84	0,87
75	260S/M	133	7,2	200%	270%	1,64446	69	633	95,3	94,4	94,4	0,74	0,81	0,86
90	260S/M	158	7,2	210%	270%	1,67938	69	673	94,1	94,7	94,7	0,75	0,84	0,87
110	315S/M	194	5,6	200%	240%	1,78152	71	837	94,1	95	95	0,74	0,81	0,86
132	315S/M	250	5,6	210%	240%	2,07069	71	953	94,5	95,2	95,2	0,75	0,84	0,87
150	315S/M	27,8	5,6	200%	240%	2,48372	71	1012	94,3	95,4	95,4	0,77	0,84	0,87
185	315S/M	33,5	5,8	240%	240%	2,73716	71	1114	94,9	95,6	95,6	0,75	0,81	0,86
210	315L	34,6	5,7	240%	240%	3,3545	74	1216	95	95,6	95,6	0,77	0,84	0,87
230	315S/M	34,7	5,7	240%	240%	3,08528	71	1216	95	95,6	95,6	0,77	0,84	0,87
220	315L	38,1	7	260%	240%	5,85733	74	1335	95,2	95,7	95,7	0,75	0,84	0,87
220	355S/M	390	5,4	200%	250%	5,48238	76	1441	95,3	95,7	95,7	0,73	0,81	0,85
250	315L	43,8	7	260%	240%	8,12016	74	1399	95,3	95,7	95,7	0,77	0,85	0,88
250	355M/L	44,9	5,8	210%	240%	7,31840	76	1470	95,4	95,8	95,8	0,73	0,82	0,85
280	315L	48,5	7,2	260%	240%	9,10594	74	1496	95,4	95,8	95,8	0,75	0,84	0,87
280	355M/L	48,6	5,6	210%	240%	8,05414	76	1518	95,5	95,8	95,8	0,74	0,82	0,85
310	315L	52,2	7,6	260%	260%	1,02454	78	1540	95,4	95,8	95,8	0,72	0,8	0,85
310	355M/L	52,2	7,2	220%	240%	3,52938	76	1518	95,5	95,8	95,8	0,74	0,82	0,85
315	315L	55,8	7,6	260%	260%	1,02454	76	1540	95,4	95,8	95,8	0,72	0,8	0,85
315	355M/L	55,2	7,2	240%	240%	8,04894	76	1545	95,5	95,8	95,8	0,74	0,82	0,86
310	355M/L	57,6	5,8	220%	240%	1,64325	76	1760	95,5	95,8	95,8	0,75	0,81	0,86
355	355M/L	62,2	5,9	240%	260%	10,71873	76	1752	95,5	95,8	95,8	0,75	0,81	0,86
370	355M/L	64,8	7	240%	240%	11,61162	76	1971	95,5	95,8	95,8	0,75	0,81	0,86
410	355M/L	71,4	7,6	260%	260%	11,22	76	2069	95,7	95,2	95,2	0,58	0,79	0,84
410	355M/L	70,1	7,5	260%	240%	11,61162	76	1888	95,5	95,8	95,8	0,74	0,82	0,86
450	355M/L	80,4	7,4	260%	260%	11,21	76	2069	95,8	95,2	95,2	0,59	0,8	0,84
510	355M/L	88,2	7,5	240%	270%	14,62	76	2246	95,3	95,3	95,3	0,72	0,81	0,85

Tabla 3.26 Motores WEG de BT 4 Polos

Potencia KW	Carcasa	In (A) 400V	I/In	Cp/Cn	Cm/Cn	Inercia (kgm2)	Nivel sonoro dB(A)	Peso (kg)	% de plena carga					
									Eficiencia			Factor de potencia		
									50	75	100	50	75	100

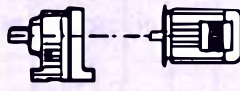

W22 - Fundición de hierro- Alta Eficiencia - IE2- 6 Polos

0,25	80	0,71	3,0	180%	20%	0,0022	43	10,5	63	57	57	0,51	0,65	0,75
0,37	80	1,06	3,0	180%	20%	0,0022	43	10,5	63	57	57	0,51	0,65	0,75
0,55	80	1,40	4,1	200%	22%	0,00304	43	14	65	71	71	0,5	0,65	0,75
0,75	80S	1,96	4,5	200%	21%	0,00540	45	10	74,5	76	75	0,51	0,64	0,73
1,1	80L	2,78	4,7	230%	22%	0,00555	45	23	75	75,1	74,1	0,5	0,63	0,73
1,5	100L	3,71	5	200%	24%	0,01207	44	28,5	70,5	80	80	0,51	0,64	0,73
2,2	112M	5,3	5	210%	23%	0,01834	45	38	81	82,5	82	0,53	0,65	0,73
3	132S	7,3	5,7	200%	24%	0,03585	52	51	82,5	83,5	83,6	0,6	0,63	0,71
4	132M	9,46	6	210%	25%	0,04520	52	58	84	84,5	84,3	0,51	0,64	0,72
5,5	132S	12,8	5,4	220%	27%	0,06030	52	72	85,5	85,1	85	0,51	0,64	0,72
7,5	160M	15	5,8	200%	26%	0,09827	55	11,5	88,1	85,7	88,1	0,64	0,76	0,82
9,2	160L	18,3	6	220%	26%	0,11033	65	127	88,5	88,0	88,6	0,64	0,76	0,82
11	160L	22	6	230%	27%	0,13306	55	136	89	89,5	89,2	0,62	0,74	0,81
15	180L	27,0	7	240%	30%	0,25646	55	174	90,1	90,5	90,1	0,7	0,81	0,86
18,5	200L	35,7	5,7	210%	25%	0,35165	60	214	91	91,4	91,2	0,67	0,77	0,82
22	200L	42,3	6	220%	27%	0,40366	60	225	91,4	91,7	91,5	0,65	0,76	0,82
30	225S/M	54,4	5,8	210%	25%	0,06831	63	350	92,6	92,7	92,6	0,71	0,81	0,86
37	250S/M	66,8	6,7	220%	25%	1,10403	64	438	93	93,2	93	0,73	0,82	0,86
45	250S/M	84,8	5,2	200%	25%	2,02155	65	506	93,4	93,5	93,4	0,68	0,78	0,82
55	250S/M	102	5,2	200%	24%	2,35547	65	620	93,6	93,0	93,8	0,68	0,79	0,83
75	315S/M	138	5,2	190%	22%	2,35306	67	837	94	94,3	94,2	0,60	0,79	0,83
90	315S/M	164	6	190%	21%	2,78830	67	888	94,4	94,5	94,3	0,72	0,8	0,84
110	315S/M	199	6,1	200%	22%	3,34507	67	956	94,5	94,0	94,3	0,72	0,8	0,84
132	315S/M	230	5,4	220%	24%	3,10375	67	1035	94,6	95	95	0,71	0,8	0,84
160	315L	289	5,6	220%	24%	0,53128	68	1223	94,8	95,2	95,2	0,7	0,8	0,84
160	355S/M	303	5,0	180%	30%	3,53568	73	1453	94,0	95,3	95,1	0,65	0,75	0,8
185	315L	337	5,0	230%	24%	10,24513	68	1258	95	95,4	95,4	0,60	0,79	0,83
185	355M/L	350	5,7	190%	20%	0,34411	73	1521	95,1	95,4	95,4	0,65	0,75	0,8
200	315L	365	7	240%	25%	12,16067	68	1485	95,1	95,4	95,4	0,60	0,79	0,83
200	355M/L	378	5,5	210%	23%	10,8827	73	1543	95,1	95,5	95,5	0,64	0,75	0,8
220	315L	401	5,8	230%	23%	13,82036	68	1621	95,2	95,5	95,3	0,60	0,79	0,83
220	355M/L	416	6	200%	21%	11,78625	73	1705	95,1	95,5	95,5	0,65	0,75	0,8
250	355M/L	466	6	210%	22%	12,71056	73	1780	95,1	95,5	95,5	0,66	0,76	0,81
250	355M/L	485	6	210%	22%	12,71056	73	1780	95,1	95,5	95,5	0,66	0,76	0,81
300	355M/L	528	5,2	220%	22%	13,86517	73	1884	95,4	95,5	95,6	0,64	0,75	0,8
315	355M/L	587	5,2	220%	22%	15,02150	73	1970	95,4	95,7	95,6	0,66	0,76	0,81
355	355A,B	677	5,2	200%	23%	17,1	73	2200	95,1	95,7	95,3	0,63	0,74	0,79
370	355A,B	705	6	220%	23%	0	73	2300	95,4	95,8	95,0	0,63	0,74	0,79
400	355A,B	762	6,1	200%	23%	13,02	73	2346	95,4	95,5	95,0	0,63	0,74	0,79

Tabla 3.27 Motores WEG de media tensión, modelo G

Potencia			Armazón NEMA	Corriente Nominal In (A)		Corriente de Arranque		Par Nominal Tn (N.m)	Par de arranque Tst/Tn	Par máximo Tm/Tn	Eficiencia			Factor			Inercia J (kg·m²)	Tiempo de rotor bloq. (s)	Peso (Tn)	Sonido dB (A)
HP	kW	mils *		2300 V	4160 V	Letra	Ist/Irn				% de Carga									
											50	75	100	50	75	100				
200	149.2	3600	5009/10/11	44.08	24.90	G	6.6	399.0	1.2	2.3	91.80	92.00	92.20	0.82	0.85	0.86	3.6	18	2.0	85
200	149.2	1800	5009/10/11	53.92	27.12	H	6.6	794.5	1.2	2.5	93.80	94.00	94.20	0.75	0.83	0.85	5.0	20	2.0	85
200	186.5	1200	5009/10/11	61.15	30.33	G	6.4	496.2	1.1	2.5	93.90	94.10	94.30	0.80	0.84	0.86	3.6	18	2.0	85
250	186.5	3600	5009/10/11	61.15	30.33	G	6.4	496.2	1.1	2.5	93.90	94.10	94.30	0.80	0.84	0.86	3.6	18	2.0	85
250	186.5	1800	5009/10/11	64.28	32.23	G	6.4	995.2	1.2	2.5	93.80	94.00	94.20	0.78	0.84	0.86	5.7	22	2.0	85
250	186.5	1200	5009/10/11	67.78	34.08	J	7.4	1505.0	1.2	2.4	93.00	93.20	93.40	0.68	0.80	0.82	9.5	20	2.0	85
300	223.8	3600	5009/10/11	72.31	36.04	G	6.9	600.6	1.2	2.5	94.10	94.30	94.50	0.82	0.86	0.88	4.2	18	2.5	85
300	223.8	1800	5009/10/11	77.44	38.53	G	6.8	1201.3	1.2	2.5	94.00	94.20	94.40	0.80	0.86	0.88	6.0	22	2.5	85
300	223.8	1200	5009/10/11	81.50	41.66	J	7.4	1326.0	1.2	2.4	93.40	93.60	93.80	0.68	0.80	0.82	10.9	20	2.5	85
350	251.1	3600	5009/10/11	79.38	44.13	G	6.8	672.8	1.2	2.7	93.80	94.00	94.20	0.82	0.84	0.86	4.2	18	2.5	85
350	251.1	1800	5009/10/11	79.38	44.13	G	6.8	1395.0	1.2	2.7	94.10	94.80	95.00	0.77	0.84	0.87	7.4	11	2.5	85
350	251.1	1200	5009/10/11	93.34	46.72	J	7.5	1552.4	1.2	2.4	93.60	93.80	94.00	0.68	0.80	0.82	12.7	20	2.5	85
350	251.1	900	5810/11/12	95.20	47.65	H	6.5	2055.4	0.9	1.8	94.10	94.30	94.50	0.68	0.79	0.81	17.4	20	3.0	85
400	298.4	3600	5009/10/11	86.46	47.72	G	6.9	800.0	1.1	2.5	94.20	94.90	95.00	0.87	0.91	0.91	4.4	9	2.5	85
400	298.4	1800	5009/10/11	90.76	50.10	G	6.8	1590.0	1.2	2.7	94.30	94.90	94.80	0.76	0.84	0.86	7.4	11	3.0	85
400	298.4	1200	5810/11/12	103.82	52.21	G	6.6	1777.5	1.2	2.5	94.60	94.80	95.00	0.70	0.81	0.83	11.7	20	3.0	85
400	298.4	900	5810/11/12	109.22	54.61	H	6.5	2375.4	0.9	1.8	94.50	94.70	94.90	0.68	0.79	0.81	17.4	20	3.0	85
450	335.7	3600	5009/10/11	97.91	54.28	G	7.2	893.0	1.1	2.5	94.30	95.00	95.00	0.84	0.90	0.90	4.4	9	2.5	85
450	335.7	1800	5009/10/11	101.78	56.60	G	6.8	1803.0	1.2	2.6	94.50	95.20	95.00	0.77	0.84	0.86	8.0	11	3.0	85
450	335.7	1200	5810/11/12	117.44	57.50	H	6.9	2684.0	1.1	2.3	94.00	94.20	94.40	0.80	0.82	0.84	14.2	20	3.0	85
450	335.7	900	5810/11/12	121.46	60.73	H	6.6	2652.0	0.9	1.8	94.20	94.40	94.60	0.68	0.79	0.81	18.6	20	3.5	85
500	373.0	3600	5810/11/12	107.84	59.61	G	7.1	1004.0	1.1	2.7	93.30	94.50	94.60	0.87	0.91	0.91	6.3	9	3.0	85
500	373.0	1800	5009/10/11	112.90	62.66	F	6.2	1999.0	1.2	2.6	94.80	95.30	95.00	0.79	0.86	0.87	7.9	11	3.0	85
500	373.0	1200	5810/11/12	114.35	63.57	G	6.4	2992.0	1.2	2.7	94.80	95.00	94.90	0.74	0.83	0.86	13.1	15	3.5	85
500	373.0	900	5809/10/11	117.17	65.60	G	6.3	4022.0	1.2	2.2	94.40	94.60	94.80	0.79	0.81	0.83	30.7	20	4.0	85
600	447.6	3600	5810/11/12	128.99	71.32	H	7.4	1197.0	1.1	2.8	93.90	94.90	95.00	0.86	0.90	0.91	6.7	14	3.0	85
600	447.6	1800	5810/11/12	136.81	76.26	H	6.9	2403.0	1.3	2.8	94.10	95.10	95.20	0.74	0.83	0.86	13.0	11	4.0	85
600	447.6	1200	5810/11/12	151.70	75.48	G	6.7	2653.3	1.2	2.5	95.20	95.40	95.60	0.70	0.81	0.83	16.4	20	3.5	85
600	447.6	900	6809/10/11	140.23	78.50	G	6.3	4834.0	1.2	2.2	94.60	94.80	95.00	0.80	0.82	0.84	33.0	20	4.0	85
700	522.2	3600	5809/10/11	154.98	85.64	G	6.5	1391.0	0.8	2.0	94.90	95.10	95.30	0.84	0.86	0.88	9.5	21	4.0	85
700	522.2	3600	5810/11/12	149.42	82.59	G	7.4	1399.0	1.1	2.7	94.40	95.20	95.30	0.87	0.91	0.92	7.8	14	3.5	85
700	522.2	1800	5810/11/12	156.58	86.99	G	6.5	2825.0	1.2	2.5	94.70	95.40	95.40	0.77	0.85	0.87	13.9	11	4.0	85
700	522.2	1200	5810/11/12	177.10	88.06	G	6.6	3095.3	1.2	2.5	96.40	95.60	95.80	0.70	0.81	0.83	18.7	20	3.5	85
700	522.2	900	6809/10/11	168.04	95.00	H	6.5	5694.0	1.2	2.0	94.60	94.80	95.00	0.77	0.79	0.81	40.3	20	4.0	85
800	596.8	3600	6809/10/11	178.94	99.06	G	7.0	1604.0	1.0	2.5	92.00	94.00	94.00	0.84	0.88	0.89	13.5	17	4.0	85
800	596.8	1800	6809/10/11	178.63	99.25	G	6.7	3203.0	1.3	2.7	95.40	95.80	95.90	0.78	0.85	0.87	16.4	10	4.0	85
800	596.8	1200	6809/10/11	183.74	102.90	G	6.6	4804.0	1.1	2.3	95.10	95.30	95.50	0.81	0.83	0.85	23.1	20	4.0	85
800	596.8	900	6809/10/11	188.66	106.10	H	6.8	6402.0	1.2	2.4	94.90	95.10	95.30	0.78	0.80	0.82	42.6	20	4.5	85
900	671.4	3600	6809/10/11	197.32	108.90	G	6.9	1789.0	1.0	2.3	95.30	95.50	95.70	0.85	0.87	0.89	11.7	22	4.5	85
900	671.4	1800	6809/10/11	203.26	113.30	G	6.6	3681.0	1.1	2.3	95.50	95.70	95.90	0.82	0.84	0.86	17.6	20	4.5	85
900	671.4	1200	6809/10/11	203.78	114.10	K	8.8	5345.0	1.4	3.2	95.30	95.50	95.70	0.81	0.83	0.85	26.3	20	4.5	85
1000	746.0	3600	6809/10/11	218.05	121.00	G	6.8	2007.0	0.9	2.0	95.40	95.60	95.80	0.85	0.87	0.89	13.4	22	4.5	85
1000	746.0	1800	6809/10/11	227.85	127.90	G	6.6	3997.0	1.0	2.3	95.60	95.80	96.00	0.80	0.82	0.84	18.8	20	4.5	85
1000	746.0	1200	6809/10/11	230.41	129.30	G	6.5	6002.0	1.0	2.4	95.30	95.50	95.70	0.80	0.82	0.84	27.8	20	5.0	85
1250	932.5	3600	6809/10/11	273.15	151.20	G	7.0	2483.0	0.9	2.2	95.60	95.80	96.00	0.85	0.87	0.89	15.8	22	4.5	85
1250	932.5	1800	6809/10/11	284.33	158.20	G	6.2	4977.0	1.0	2.2	95.60	95.80	96.00	0.81	0.83	0.85	21.0	20	4.5	85

Tabla 3.28 Reductores de Velocidad

$P_m$ [kW]	$n_a$ [1/min]	$M_a$ [Nm]	$i$	$F_{Ra}^{(1)}$ [N]	SEW $f_B$		$m$ [kg]				
37	73	4820	20.07	16100	0.90						
	81	4380	18.21	16100	1.00						
	94	3760	15.65	15900	1.15						
	108	3280	13.66	15700	1.30						
	127	2790	11.59	15400	1.55	R	107	DV	225S4	435	159
	145	2430	10.13	15100	1.75	RF	107	DV	225S4	440	160
	172	2060	8.56	14700	2.1						
	187	1890	7.86	15000	1.55						
	221	1600	6.66	14400	1.85						
	252	1400	5.82	14000	2.1						
	299	1180	4.92	13400	2.5						
	434	810	3.38	4470	1.00						
	479	740	3.07	4950	1.10						
	557	635	2.64*	5530	1.30	RX	107	DV	225S4	380	128
638	555	2.30	5610	1.50	RXF	107	DV	225S4	395	129	
752	470	1.95	5490	1.65							
860	410	1.71	5370	1.70							
1020	345	1.44	5220	1.85							
45	20	21500	73.70*	120000	0.85						
	22	19700	67.40	120000	0.90	R	167	DV	225M4	930	165
	25	17100	58.65	120000	1.05	RF	167	DV	225M4	930	166
	28	15100	51.76	120000	1.20						
	33	13100	44.87	120000	1.35						
	37	11700	39.92	120000	1.55						
	43	10100	34.41	120000	1.80	R	167	DV	225M4	930	165
	53	8170	27.96	120000	2.2	RF	167	DV	225M4	930	166
	62	6930	23.71	120000	2.6						
	48	8980	30.71	120000	1.10						
	60	7180	24.57	120000	1.95						
	67	6390	21.85	120000	2.0	R	167	DV	225M4	920	165
	77	5560	19.03	120000	2.9	RF	167	DV	225M4	930	166
	87	4960	16.98	120000	3.0						
28	15500	52.87	44400	0.85							
32	13600	46.65	61300	0.95							
36	11800	40.29	65000	1.10	R	147	DV	225M4	680	163	
41	10400	35.64	67200	1.25	RF	147	DV	225M4	690	164	
49	8760	29.95	69400	1.50							
61	7070	24.19	71300	1.70							

Los tamaños 56, 63, 71,... corresponden al tamaño del motor. Para obtener más información sobre los motores no dude en visitar la sección correspondiente, dentro de la familia transmisión.

Tabla 3.29 Zarandas

Modelo	cantidad mallas	sup. de hameado (m <sup>2</sup> )	medidas hameado (mm)	Tamaño Máximo Material Ingreso (mm)	Producción (m <sup>3</sup> /h)	Frecuencia Vibración (r/min)	Amplitud Pouble (mm)	Potencia Del Motor (kw)	dimensiones generales (L*W*H)	Peso Sin Motor (kg)	Inclinación instalación (grados)	medida malla (mm)
YK 1535	1	5,25	5 - 50	200	34 - 200	970	8	11	4684x2971x2404	3355	15	1500*300
3YK 1535	3	5,25	6 - 50	400	35 - 200	970	8	15	4719x3106x3273	5710	20	1500*300
YK 1545	1	6,75	7 - 50	400	44 - 258	970	8	11	4806x2911x2076	3900	20	1500*4500
2YK 1545	2	6,75	8 - 50	400	45 - 258	970	8	15	4650x2820x3500	4370	20	1500*4500
3YK 1545	3	6,75	9 - 50	400	46 - 258	970	8	15	5650x3000x3800	5832	15	1500*4500
3KY 1548	3	7,2	5 - 100	400	47 - 275	970	7	15	5011x3986x2653	6070	20	1500*4800
4YK1548	4	7,2	6 - 100	200	48 - 275	730	8	18,5	4800x2947x4045	7090	20	1500*4800
YK 1848	1	8,8	7 - 100	400	56 - 330	755	11	15	4904x3020x2943	7122	20	1800*4800
2YK 1848	2	8,8	8 - 100	400	57 - 330	750	11	15	4802x3009x2860	6189	20	1830*4800
3YK 1848	3	8,8	9 - 100	400	58 - 330	970	7	22	5066x3986x2969	6935	20	1800*4800
2YK 1854	2	9,72	10 - 100	400	63 - 586	970	7	22	5200x3400x3911	7602	20	1800*5400
3YK 1854	3	9,72	11 - 100	400	64 - 586	970	8	22	6200x3326x3593	8640	15	1800*5400
YK 2154	1	11,3	12 - 100	400	73 - 683	730	8	18,5	5400x3547x2750	5269	20	2100*5400
2YK 2154	2	11,3	13 - 100	400	74 - 683	730	8	22	5400x3650x3856	7851	20	2100*5400
3YK 2154	3	11,3	14 - 100	400	75 - 683	730	8	22	5590x3600x3900	9857	20	2100*5400
2YK 2160	2	12,6	15 - 100	400	81 - 720	970	8	30	6375x3821x3707	9240	20	2100*6000
3YK 2160	3	12,6	16 - 100	400	82 - 720	970	7	30	6453x3821x4907	12757	20	2100*6000
2YK 2280	2	17,6	5 - 150	400	90 - 750	730	8	30	8000x3835x4747	10180	20	2200*8000
YK 2460	1	14,4	6 - 150	400	150 - 810	730	8	22	6050x4035x3005	6200	20	2400*6000
2YK 2460	2	14,4	7 - 150	400	151 - 810	730	8	30	6050x4035x4087	8013	20	2400*6000
3YK 2460	3	14,4	8 - 150	200	450 - 650	740	8	37	6050x4234x4594	10762	20	2400*6000
4YK 2460	4	14,4	9 - 150	200	451 - 650	740	8	45	6050x4266x5073	12786	20	2400*6000



# **APENDICE**

# Determinación del Work Index

Cuando necesitamos conocer el  $W_i$  de un mineral debemos establecer métodos que nos ayuden a determinarlo según las condiciones dadas:

## En Trituración:

Así, si debemos hacerlo en la **zona de trituración**, tenemos los siguientes métodos:

### 1. Método directo:

Consiste en determinar la energía (Kw-h/Tm) para una relación de trituración determinada F/P. Para ello, se tritura una cantidad de mineral con granulometría conocida, determinando el valor de F en micras de la alimentación y P de la descarga, computando el tiempo de trituración empleado y midiendo la demanda de energía de la chancadora en vacío y con carga.

Para determinar la energía consumida en reducir de tamaño el mineral se emplea la ecuación:

$$W = \frac{V * A * t * \sqrt{3} * \cos(\rho)}{1000M}$$

Donde:

W: Energía consumida durante la reducción de tamaño, Kw-h/Tm

V: Voltaje aplicado al motor, voltios

A: Intensidad de corriente consumida, amp

t: tiempo, h

Cos (Rho) : Angulo de desfase entre V e I

M: Peso del mineral, Tm

Realizando el análisis granulométrico de la alimentación y el producto, con los valores F80 y P80 se determina el  $W_i$  experimental empleando la fórmula de Bond.

## 2. Método del Péndulo: o también llamado test estándar de chancabilidad:

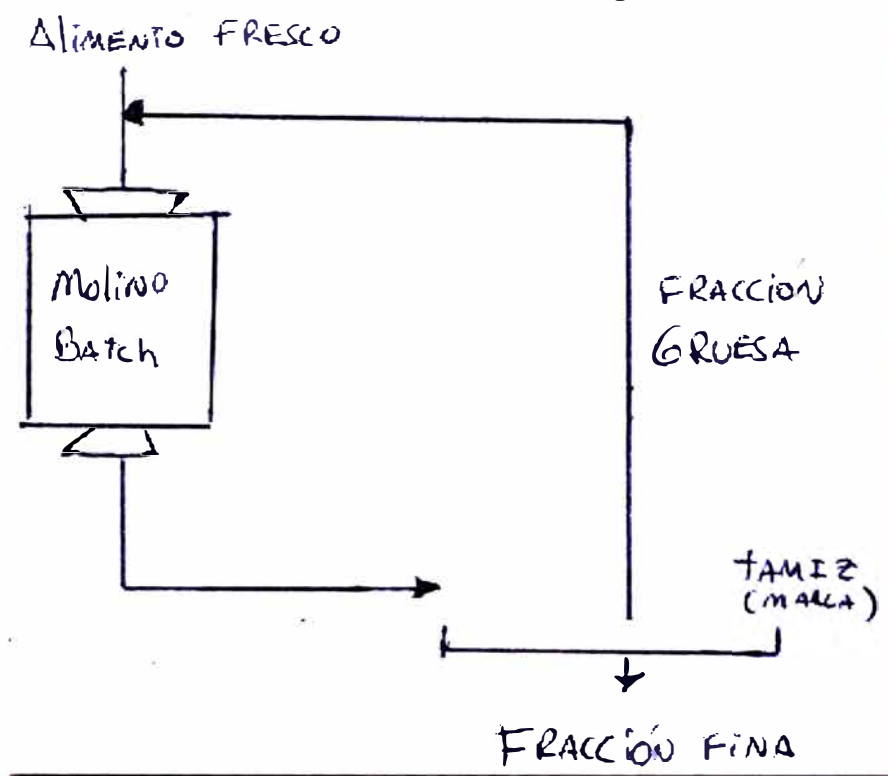
Publicado en el post anterior:

<http://procesaminerales.blogspot.com/2012/06/determinacion-del-work-index.html>

### En Molienda

#### 1. Método de Bond:

El método estándar propuesto por Bond, para la determinación del work index, consiste en operar un circuito de molienda discontinuo (molino de laboratorio) y un tamiz, que hará las veces de un clasificador según se indica en la figura.



La técnica experimental, establecida para la aplicación de la teoría presentada, consiste en efectuar una molienda en pasos, eliminando en cada uno de ellos el producto a la malla deseada y sustituyendo su peso por carga nueva. El molino utilizado es un equipo estándar de dimensiones  $D \times L = 12'' \times 12''$  con una cara de bolas de 20.125 Kg compuesta por bolas de diámetro variable entre 0.61" y 1.45". El molino opera a una velocidad de 70 rpm y es alimentado con  $700\text{cm}^3$  de carga seca preparada a -6 mallas (-1/8"), la que se clasifica al tamaño deseado después de 100 revoluciones en el primer paso, reponiendo el producto que pasa (fino) con carga nueva ( a -6 mallas) para el siguiente paso el cual se realizara durante un numero de revoluciones determinadas en función de la cantidad de material molido por cada revolución (g/rev) obtenido en el paso anterior; esta misma operación se repite durante varias etapas hasta alcanzar

una carga circulante del orden de 250% y analizando granulométricamente el producto fino del último caso.

El  $W_i$  se calcula por la fórmula:

$$W_i = \frac{44.5 \times 1.1}{(P_i)^{0.23} (g/r)^{0.82} \left[ \frac{10}{\sqrt{P}} - \frac{10}{\sqrt{F}} \right]}$$

Donde:

$W_i$  = Kwh/t; (por t métrica)

$P_i$  = Abertura de malla empleada en micras

$g/r$  = Gramos por revolución

$F$  = Tamaño de partículas de alimentación, que pasa el 80 % en la alimentación en micrones

$P$  = Tamaño de partículas de productos que pasa el 80 % en el producto, en micrones

1.1 = Toneladas cortas por cada métrica

Métodos alternativos para la obtención del  $W_i$  en laboratorio

EL uso del  $W_i$  como parámetro de control de la molienda precisa de su rápida determinación en laboratorio; contrariamente el procedimiento estándar de Bond requiere de una considerable cantidad de tiempo, de personal experto y del molino estándar con el que no siempre se cuenta en las plantas concentradoras. Por ello se han desarrollado algunos métodos alternativos de mayor simplicidad aunque de menor precisión que indicaremos a continuación.

## 2. Método de Berry y Bruce

Se basa en el hecho de que si se muele separadamente el mismo peso de dos muestras diferentes, una de  $W_i$  conocido (muestra A) y la otra de  $W_i$  desconocido (Muestra B), durante el mismo tiempo, el mismo porcentaje de sólidos, en el mismo molino, con una carga de bolas constante, la energía consumida será igual para los dos casos.

El método fue explicado en el post anterior:

<http://procesaminerales.blogspot.com/2012/06/determinacion-del-work-index.html>

### 3. Método Anaconda

Constituye una mejora del método anterior, ya que precisa una sola prueba batch, no necesita mineral de referencia con  $W_i$  conocida y puede ser obtenido en cualquier molino el cual debe calibrarse previamente con minerales de  $W_i$  conocidos. Este método supera también la limitación principal del método de Bruce y Berry, ya que para la molienda considera material de  $-10\text{m} +100\text{m}$  es decir elimina los finos ( $-100\text{m}$ )

Anaconda publicó en 1982 un método empírico aproximado para estimar el índice de trabajo de diversos minerales, basándose en la siguiente ecuación empírica

$$W_i = R' (G_{bp})^{0,82}$$

Donde:  $W_i$  = índice de trabajo del material (kwh/ton cōrta)

$$R = \frac{44,5}{P_{100}^{0,23}} \cdot \left[ \frac{10}{\sqrt{P_{80}}} - \frac{10}{\sqrt{F_{80}}} \right]^{-1}$$

$G_{bp}$  = índice de moliendabilidad del material (g/rev) que, o bien se conoce directamente de antemano, o bien se determina por otros métodos indirectos como el de Smith and Lee (1968). Kapur (1970). Gutiérrez (1975), o Karra (1981). La ecuación (2.89) se deriva directamente de la ecuación revisada de Bond (ec.2.25), definiendo el valor de R como se indica en la expresión (2.88). La ejecución de innumerables tests de Bond, efectuados por Anaconda durante los últimos 18 años en el "Anaconda Research Center", demostró que el valor de  $F_{80}$  varía sólo levemente de un tipo de mineral a otro, para una gran cantidad de minerales investigados. En forma similar, el valor de  $P_{80}$  varía significativamente sólo cuando se cambia la abertura de la malla de corte ( $P_{100}$ ); en cualquier otro caso,  $P_{30}$  asume un valor aproximadamente constante (esto ya fue observado por Bond; ver ecuación (2.26) para estimar el valor de  $P_{80}$  en función de  $P_{100}$ , cuando el primer valor no se puede determinar experimentalmente). En realidad, la ejecución de tests estándar de Bond con mallas de corte más finas que 150 # son poco confiables, debido a la significativa pérdida de eficiencia del tamizado en seco (a menos que este último se realice en húmedo, alargando así considerablemente la ejecución del test de Bond, cuya etapa de molienda debe no obstante realizarse en seco). Así, aun cuando las distribuciones granulométricas de la alimentación y producto del circuito pueden variar significativamente de un material a otro, los valores de  $F_{30}$  y  $P_{30}$  se mantienen sensiblemente constantes para una cierta malla de corte preseleccionada.

Garantizando la constancia del valor de R en la ecuación (2.88). Los valores promedios de R determinados en el Laboratorio de Investigación de Anaconda para diferentes tipos de minerales se resumen a continuación:

<b>Malla de Corte. P100</b>		
<b>Malla</b>	<b>Micras</b>	<b>R</b>
35	417	30,5
48	295	26,0
65	208	22,5
100	147	18,5
150	104	16,0
200	74	13,5

El error promedio de 30 determinaciones de  $W_j$  efectuadas por Anaconda mediante el método recién descrito, fue de sólo un 3,77% (variando entre 5,30% + 9,94% para los casos más extremos), comparando con el método estándar de Bond.

#### **4. Método Anaconda Simplificado**

Este método. Al igual que aquellos descritos por Berry & Bruce (1966) y Horst & Bassarear (1966), utiliza un molino de bolas convencional de laboratorio para la ejecución de las pruebas Batch de molienda requeridas en la obtención de toda la información experimental necesaria. En contraste con los métodos comparativos señalados. el procedimiento empleado por ANACONDA no requiere de un mineral de referencia cada vez que el test es llevado a cabo. En lugar de ello. Utiliza un "molino de bolas calibrado" con diferentes minerales cuyos índices de trabajo son conocidos a priori (método estándar de Bond). La base del método consiste en calcular un índice de trabajo operacional a partir de datos de molienda batch, el que se supone estar directamente relacionado con el  $W_1$  determinado mediante el test estándar de Bond. Dicho "factor de calibración", una vez determinado a partir del análisis de diferentes minerales. Se mantiene constante para todos los minerales posteriores que requieran ser investigados.

Como el índice de trabajo propuesto por Bond constituye un valor meramente comparativo, obteniéndose por molienda estándar controlada en un molino de bolas estandarizado, el método propuesto por ANACONDA sigue el mismo principio, pero utilizando un test estándar de molienda batch efectuado en húmedo. Como los resultados obtenidos en ambos casos se relacionan directamente con la dureza del mineral, es obvio esperar que exista una correlación directa entre los valores de  $W_j$  estimados \_a través de ambos métodos. En cambio. Con los métodos comparativos desarrollados por otros

autores. Se requiere que tanto la muestra test como la muestra de referencia tengan granulometrías de alimentación muy similares (en lo posible, idénticas), a objeto que el test comparativo de molienda pueda reflejar cambios de dureza en cantidades iguales de dichos materiales molidos en el mismo equipo y bajo el mismo input energético (igual tiempo de molienda, e idénticas condiciones operacionales en cada caso). Sin embargo, como materiales diferentes tendrán también distintas características de fractura. Es razonable esperar leves variaciones en la distribución granulométrica de alimentación al molino, aun cuando se utilice un procedimiento estándar de trituración controlada para preparar todos los materiales.

Específicamente. La muestra de alimentación al test ANACONDA se prepara a -10 mallas por trituración controlada, y la fracción -100 mallas es escalpada por tamizaje ("scalped feed"). El tamaño máximo de -10 mallas fue seleccionado arbitrariamente por ANACONDA. Considerando que todas las muestras de mineral son chancadas a esta granulometría, previo a la molienda y posterior flotación de las mismas a escala de laboratorio. Así, toda muestra que ya haya sido preparada a 100% -10 mallas para su posterior molienda y flotación a escala de laboratorio, constituye asimismo una muestra adecuada para la ejecución del test estándar de molienda desarrollado por ANACONDA. Otra ventaja de utilizar una "muestra escalpada" es que su distribución granulométrica se asemeja a la carga del molino bajo condiciones de equilibrio de un test de Bond estándar. Este hecho contribuye a que la eficiencia de molienda sea similar en ambos casos. Si se utiliza la misma distribución granulométrica de alimentación para diferentes minerales y si se suministra la misma energía específica en cada caso, la dureza relativa de los minerales se reflejará en el desplazamiento de los respectivos perfiles granulométricos de los productos molidos con respecto a la distribución granulométrica del material de alimentación. Mientras mayor sea dicho desplazamiento más blando será el mineral y viceversa. Como el test de molienda batch desarrollado por Anaconda se efectúa bajo condiciones extremadamente controladas, se obtiene con ello una excelente reproducibilidad en los resultados.

De esta forma, el método refleja la dureza relativa de los materiales, en una forma muy precisa. El método simplificado de Anaconda calcula directamente el índice de trabajo de Bond. El índice de moliendabilidad de Bond ( $G_b P$ , g/rev) puede ser también determinado (si se requiere) mediante una fórmula empírica, tal como la representada en la primera ecuación de este post. Como el método se basa en una prueba estándar de molienda batch, la distribución granulométrica del producto será distinta a aquella obtenida en un test estándar de Bond.

## **Descripción del Método**

El procedimiento ANACONDA puede llevarse a efecto en cualquier molino de bolas convencional de laboratorio. El uso de diferentes equipos simplemente implicará obtener diferentes "constantes de calibración" para cada situación. El equipo descrito más adelante se usa actualmente en el laboratorio experimental de ANACONDA. En el supuesto caso que la calibración sea impracticable (o imposible) en un cierto laboratorio dado, al utilizar el mismo tipo de molino y operándolo bajo las mismas condiciones descritas más adelante, se podría emplear la misma constante de calibración indicada al final del trabajo (la cual es válida para una malla de 'corte equivalente a 100# Tyler). el método, no obstante, puede ser recalibrado con cualquier otra malla de corte deseada.

## **Descripción del Equipo**

El molino de bolas de laboratorio, utilizado en el test estándar de ANACONDA, corresponde a un molino Galigher de 21 cm de largo por 25,1 cm de diámetro. El molino se carga con bolas de acero de tamaño variable (entre 1 1/2" y 7/8"). La carga de bolas del molino incluye: 11 bolas de 1 1/2"; 17 bolas de 1 1/4"; 13 bolas de 1 3/16"; 10 bolas del 1/16"; 7 bolas de 1" y 30 bolas de 15/16"; cuyo peso total asciende a 9.083 g (88 bolas en total). El molino gira a una velocidad constante de 92 RPM (aprox. 96% de la velocidad crítica).

## **Preparación de la muestra para el test**

La muestra de alimentación al Test ANACONDA se prepara bajo 10 mallas (trituration controlada), separando entonces la fracción -100 mallas por tamizaje. Un tamizado en seco será suficiente, si es que se ejecuta apropiadamente. Se deberá tratar de eliminar al máximo la cantidad de material -100 mallas en la alimentación (en lo posible. se intentará obtener no más de un 3% -100# en la alimentación al molino).

## **Procedimiento Experimental y de Cálculo**

Se molerán 1.000 gramos de material de alimentación a 50% de sólidos en peso (un litro de agua) por un periodo de 10 minutos. A objeto de determinar los respectivos valores de E30 y P30, se analizarán la alimentación y descarga del molino, usando una serie estándar de tamices Tyler. Suponiendo ahora que el índice de Bond es directamente proporcional al índice de trabajo operacional determinado a partir de la prueba batch de molienda:



$$W_I = \alpha W_{I_0} = \frac{\alpha E}{10} \left( \frac{1}{\sqrt{P_{80}}} - \frac{1}{\sqrt{F_{80}}} \right)^{-1} \quad (2.90)$$

donde:  $\alpha$  = constante de proporcionalidad

$E$  = consumo neto de energía específica durante el test de molienda batch (kwh/ton corta)

Definiendo:  $A = \frac{\alpha E}{10}$ , el índice de trabajo podrá ser calculado directamente, como sigue:

$$W_I = A \left[ \frac{1}{\sqrt{P_{80}}} - \frac{1}{\sqrt{F_{80}}} \right] \quad (2.91)$$

Donde:  $A$  = constante de calibración del molino (kwh/ton corta)

$P_{80}$  = tamaño 80% pasante del producto de molienda batch (µm)

$F_{80}$  = tamaño 80% de la alimentación al molino (µm)

$W_I$  = índice de trabajo de Bond (kwh/ton corta)

Para el molino utilizado en Anaconda Research Labs., el valor calculado para la constante de calibración "A" fue de 0,5031 (kwh/ton corta), empleando el método de calibración que se describe más abajo. Así, la ecuación (2.91) queda como sigue:

$$W_I = 0,5031 \left[ \frac{1}{\sqrt{P_{80}}} - \frac{1}{\sqrt{F_{80}}} \right] \quad (2.92)$$

la ecuación (2.92) fue utilizada para predecir el WI de 19 muestras distintas, obteniéndose un error relativo promedio de sólo 3,51% con respecto al método de Bond estándar. Esta ecuación es válida solamente para predecir índices de trabajo basados en una malla de corte de 100 # Tyler como referencia (debiendo recalcularse el valor de "A" para otras mallas de corte, según se discute más abajo).

### Método de Calibración

El procedimiento de calibración implica la determinación de la constante "A" en la ecuación (2.91), basándose en la información obtenida de diferentes minerales analizados mediante el método estándar de Bond y el método ANACONDA. La constante A puede determinarse mediante la técnica de mínimos cuadrados, minimizando la suma residual de cuadrados entre los valores experimentales de  $W_I$  y aquellos predichos mediante la ecuación (2.91).

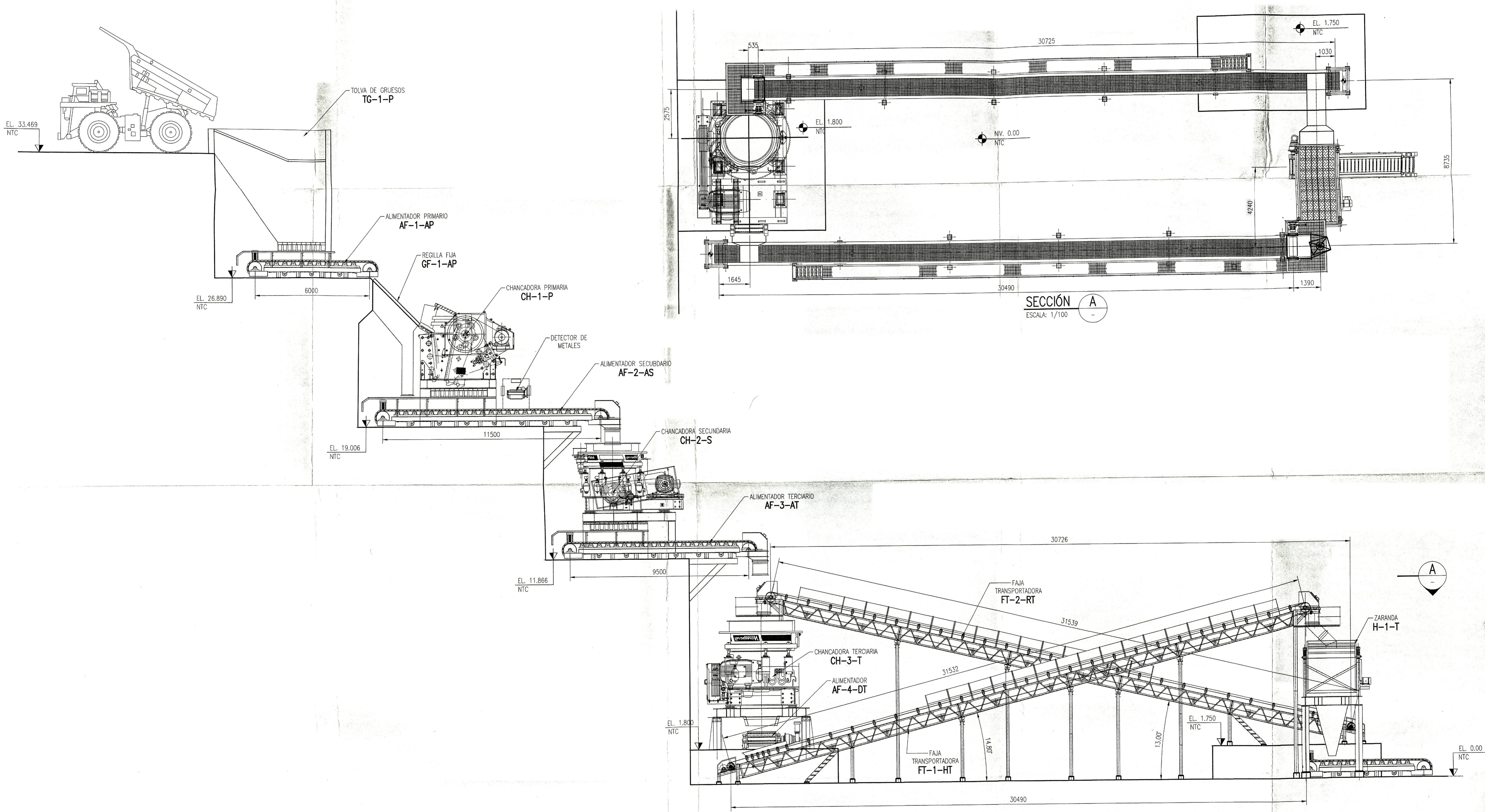
La expresión siguiente (Himmelblau, 1968) permite estimar el "mejor" valor de A, de acuerdo a la técnica de mínimos cuadrados:

$$A = \frac{\sum_{j=1}^n W_{1j} \left[ (1/\sqrt{P_{80}} - 1/\sqrt{F_{80}})_j \right]^{-1}}{\sum_{j=1}^n \left[ (1/\sqrt{P_{80}} - 1/\sqrt{F_{80}})_j \right]^{-2}} \quad (2.93)$$

- Donde:
- A** = constante de calibración (kwh/ton corta)
  - j** = subíndice utilizado para identificar el test realizado ( $j = \overline{1..n}$ )
  - n** = NO total de tests realizados
  - F<sub>80</sub>** = tamaño 80% pasante de alimentación al molino (μm)
  - P<sub>80</sub>** = tamaño 80% pasante del producto de molienda batch (μm)
  - W<sub>1j</sub>** = valor experimental de W<sub>1</sub> (kwh/ton; determinado en un test de Bond standard), calculado a partir del j-ésimo test.

Utilizando la ecuación (2.93) fue posible calcular el valor de la constante A = 0,5031(kwh/ton corta) a partir de 19 test efectuados con distintas muestras de Cu y Mo (100 # Tyler como malla de corte), encontrándose que el método simplificado de Anaconda permite predecir valores de W<sub>i</sub> que en promedio se sitúan en el rango de error de ± 5 % de los respectivos valores determinados a través del método estándar de Bond.

La constante "alfa" en la ecuación (2.90) engloba los siguientes factores correctores de interés: (a) constante de proporcionalidad entre los valores de W<sub>i</sub> determinados mediante el test de molienda batch (ANACONDA) y el test estándar de Bond (test de ciclos), (b) factores de ajuste utilizados por Bond, para correlacionar datos de planta con resultados de pruebas estándar de laboratorio y (c) eficiencia de molienda del equipo de conminución.



ELEVACIÓN ÁREA CHANCADO  
ESCALA: 1/100

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA			
PLANTA CONCENTRADORA DE COBRE			
LINEA DE CHANCADO			
ARREGLO GENERAL			
Escala: INDICADA	Departamento: Lima	Provincia: Lima	Lámina:
Fecha: ---	Diseño: Ing. J.A.	Revisado: Ing. J.A.	Aprobado: A.Z.
DIBUJO: C.F.V.			<b>ME-01</b>