

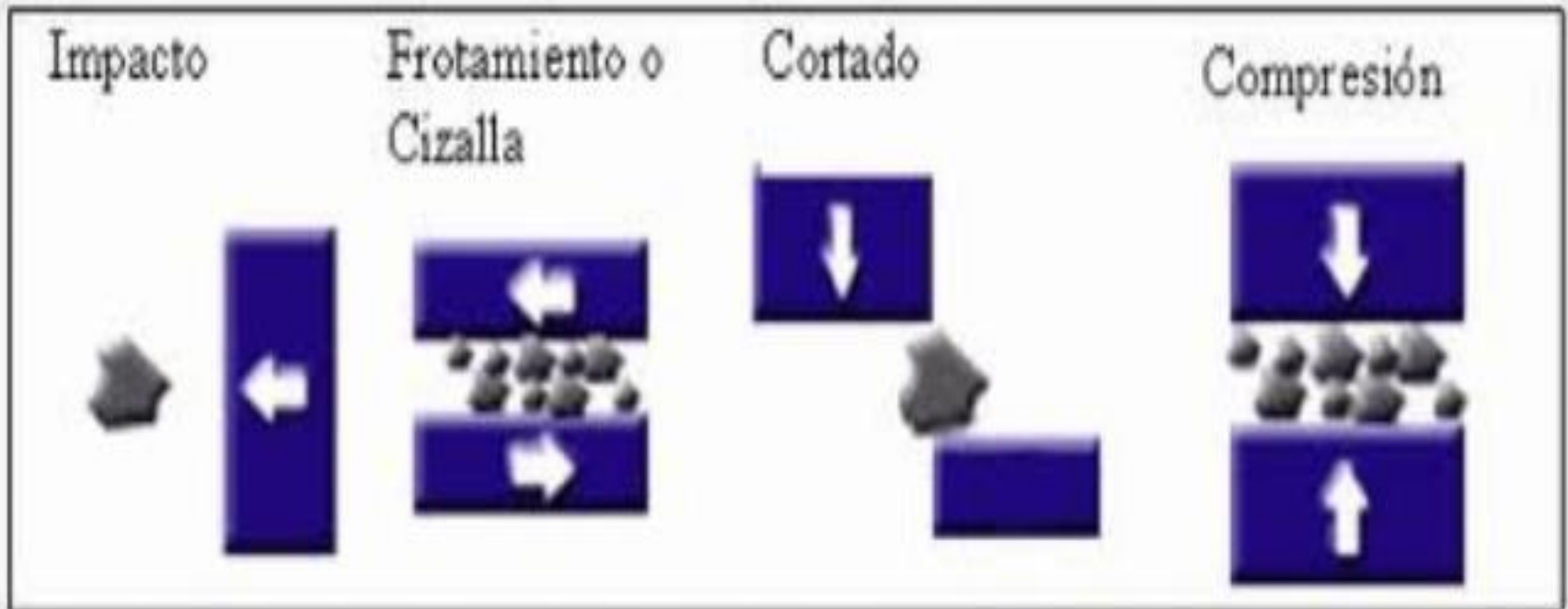
Universidad Tecnológica Nacional

Ingeniería industrial
Procesos industriales

REDUCCIÓN DE TAMAÑO POR:

- ◆ IMPACTO
- ◆ FROTAMIENTO O CIZALLA
- ◆ CORTADO
- ◆ COMPRESIÓN

Reducción de tamaño



INTRODUCCIÓN

- ❧ En la industria generalmente se trabaja con sólidos los cuales precisan de una reducción previa del tamaño de los **trozos, gránulos o partículas.**
- ❧ La operación de disminución o reducción de tamaños consiste en la producción de unidades de menor masa a partir de trozos mayores; para ello hay que provocar la fractura o quebrantamiento de los mismos **mediante la aplicación de presiones.**

Reducción de tamaño

- Se aplica a todas las formas en las que las partículas de sólidos se pueden cortar o romper en piezas más pequeñas.
 - En los procesos industriales la reducción de tamaño de sólidos se lleva a cabo por distintos métodos y con fines diferentes.
 - Los productos químicos sintéticos se muelen hasta polvo y las láminas de plástico se cortan en cubos o rombos.
- compresión,
 - impacto,
 - frotación o rozamiento, y
 - corte

∞ La **compresión** se usa para reducir sólidos duros a tamaños más o menos grandes. El **impacto** produce tamaños gruesos, medianos y finos, la **frotación o cizalla**, produce partículas finas y el **cortado** se usa para obtener tamaños prefijados.

La **desintegración mecánica** es un término genérico de reducción de tamaño.



- ❧ Las quebrantadoras y los molinos son tipos de equipos de desintegración.
- ❧ Una quebrantadora o molino **ideal** debieran :
- ❧ (1) tener una **gran capacidad**.
- ❧ (2) requerir **poco consumo de energía** por unidad de producto.
- ❧ (3) dar lugar a un producto de **un único tamaño**, o distribución de tamaños, que se desee.

Características de los productos triturados.

- ❧ El objetivo de la trituración y molienda es producir pequeñas partículas a partir de otras más grandes.
- ❧ El producto siempre consta de una mezcla de partículas, con tamaño variable desde un **máximo** definido hasta un **mínimo submicroscópico**.
- ❧ «**tamaño medio**» carece de sentido mientras no se defina el método utilizado para promediar y se pueden calcular varios tamaños medios diferentes.

Requerimientos de energía y potencia en la desintegración:

- ∞ **El coste energético es el de mayor importancia en trituración y molienda, de forma que los factores que controlan este coste son de gran interés.**
- ∞ **Al aplicar una fuerza adicional a las partículas tensionadas, éstas se distorsionan más allá de su resistencia final y bruscamente se rompen en fragmentos, generándose nuevas superficies.**
- ∞ **De acuerdo con el principio de conservación de la energía, toda la energía en exceso sobre la energía de la nueva superficie creada ha de aparecer en forma de calor**

EQUIPO PARA LA REDUCCION DE TAMAÑO

- ❧ **Los quebrantadores** realizan el **trabajo pesado** de romper grandes piezas de sólidos en pequeños trozos.
- ❧ **Un quebrantador primario** opera con el material que sale de cantera, aceptando todo el material tal como sale y rompiéndolo en trozos de 6 a 10 pulg (150 a 250 mm).
- ❧ **Un quebrantador secundario** reduce estos trozos a partículas quizás de 1/4 pulg (6 mm).
- ❧ **Los molinos** reducen el producto del quebrantador hasta formar un polvo. El producto procedente de un molino intermedio puede pasar a través de un tamiz de 40 mallas, mientras que la mayor parte del producto que sale de un molino fino pasa a través de un tamiz de 200 mallas.
- ❧ **Un molino ultrafino** acepta como alimentación partículas no superiores a 1/4 pulg (6 mm) y genera un producto con un tamaño típico de 1 a 50 Pm.
- ❧ **Las cortadoras** producen partículas de forma y tamaño definidos, con una longitud de 2 a 10 mm.

Las maquinas trabajan en forma diferente



- ❧ **La compresión** es la acción característica de los quebrantadores.
- ❧ Los molinos utilizan **impacto y frotación**, a veces combinadas con **compresión**;
- ❧ Los molinos de **ultrafinos** operan principalmente por **frotación**.
- ❧ El **corte** es, por supuesto, la acción característica de las máquinas cortadoras.

Quebradores

- ❧ Son máquinas de **baja velocidad** utilizadas para la **reducción gruesa** de grandes cantidades de sólidos.
- ❧ Los principales tipos son los quebrantadores de **rodillos lisos** y **los dentados**.
- ❧ **operan por compresión** y pueden romper grandes trozos de materiales muy duros, como es el caso de la reducción primaria y secundaria de rocas y minerales.
- ❧ Los quebrantadores dentados trocean y separan la alimentación; pueden tratar alimentaciones blandas como carbón, huesos.

Quebrantadores de mandíbulas:

constituido por dos placas de acero donde una es móvil y la otra fija. Se utiliza para la trituración de partículas de gran tamaño, a tamaño mediano y fino. Trabaja con la compresión y la frotación. la alimentación se introduce entre dos mandíbulas que forman una V abierta por la parte superior.

Quebrantador Blake:

con una abertura para la alimentación de 72 por 96 pulg (1,8 por 2,4 m), pueden aceptar rocas de 6 pies (1,8 m) de diámetro y triturar 1000 toneladas/hora hasta un tamaño máximo del producto de 10 pulg (250 mm).

Tipos de maquinas para la reducción de tamaño
Quebrantador de Blake

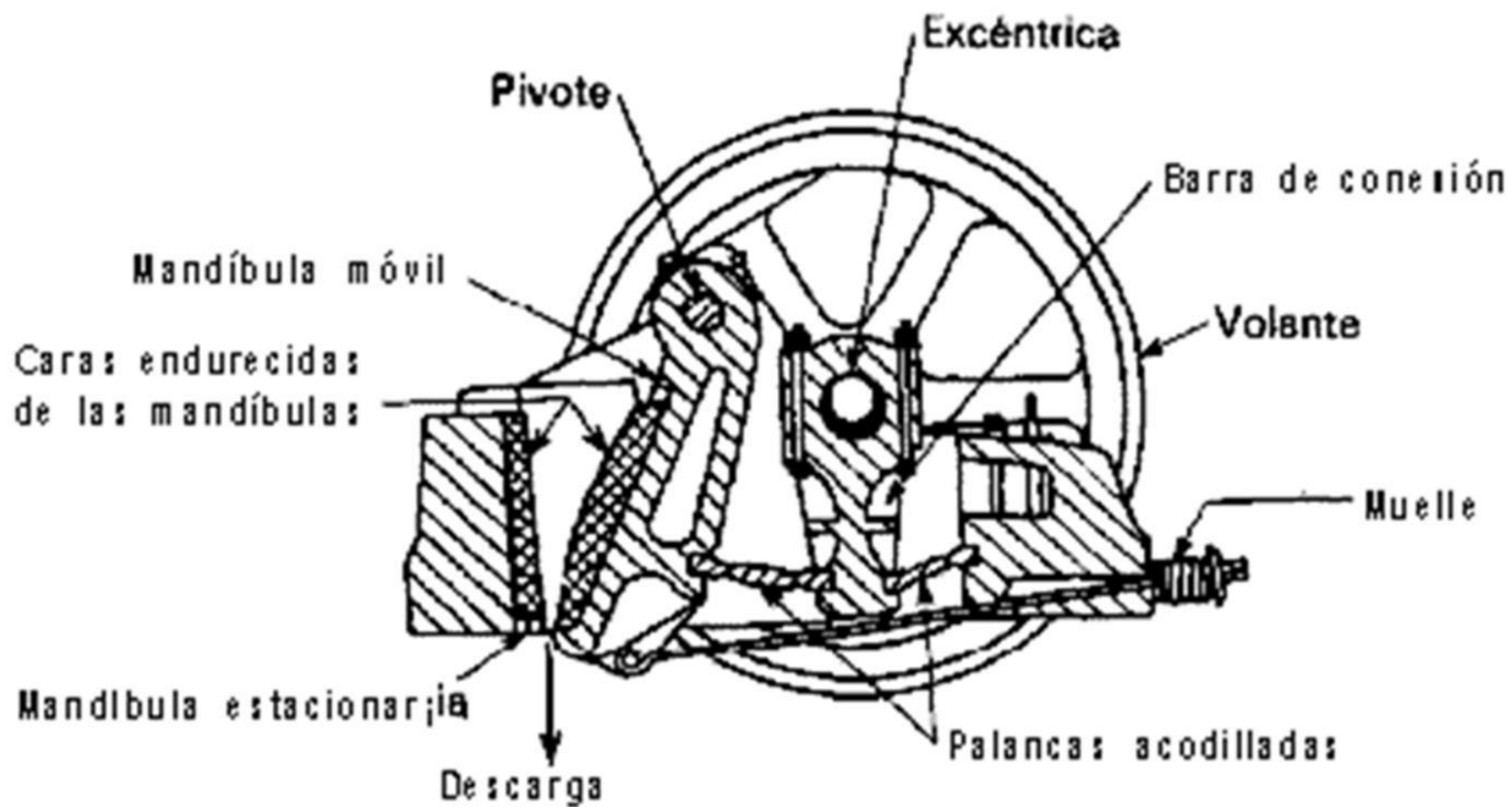


Figura 27.2. Quebrantador de mandíbulas de Blake.

Quebrantadores giratorios:

- ❧ Los sólidos atrapados en el espacio en forma de V entre el cabezal y la carcasa se van rompiendo sucesivamente hasta que salen por el fondo.
- ❧ El cabezal de trituración puede rotar sobre el eje y gira lentamente debido a la fricción con el material que se tritura.
- ❧ La velocidad típica de un cabezal de trituración es de 125 a 425 revoluciones por minuto.
- ❧ Los quebrantadores giratorios más grandes tratan hasta 3500 toneladas/hora. La capacidad de un quebrantador giratorio varía con la instalación de las mandíbulas, la resistencia de impacto de la alimentación y la velocidad de giro de la máquina.

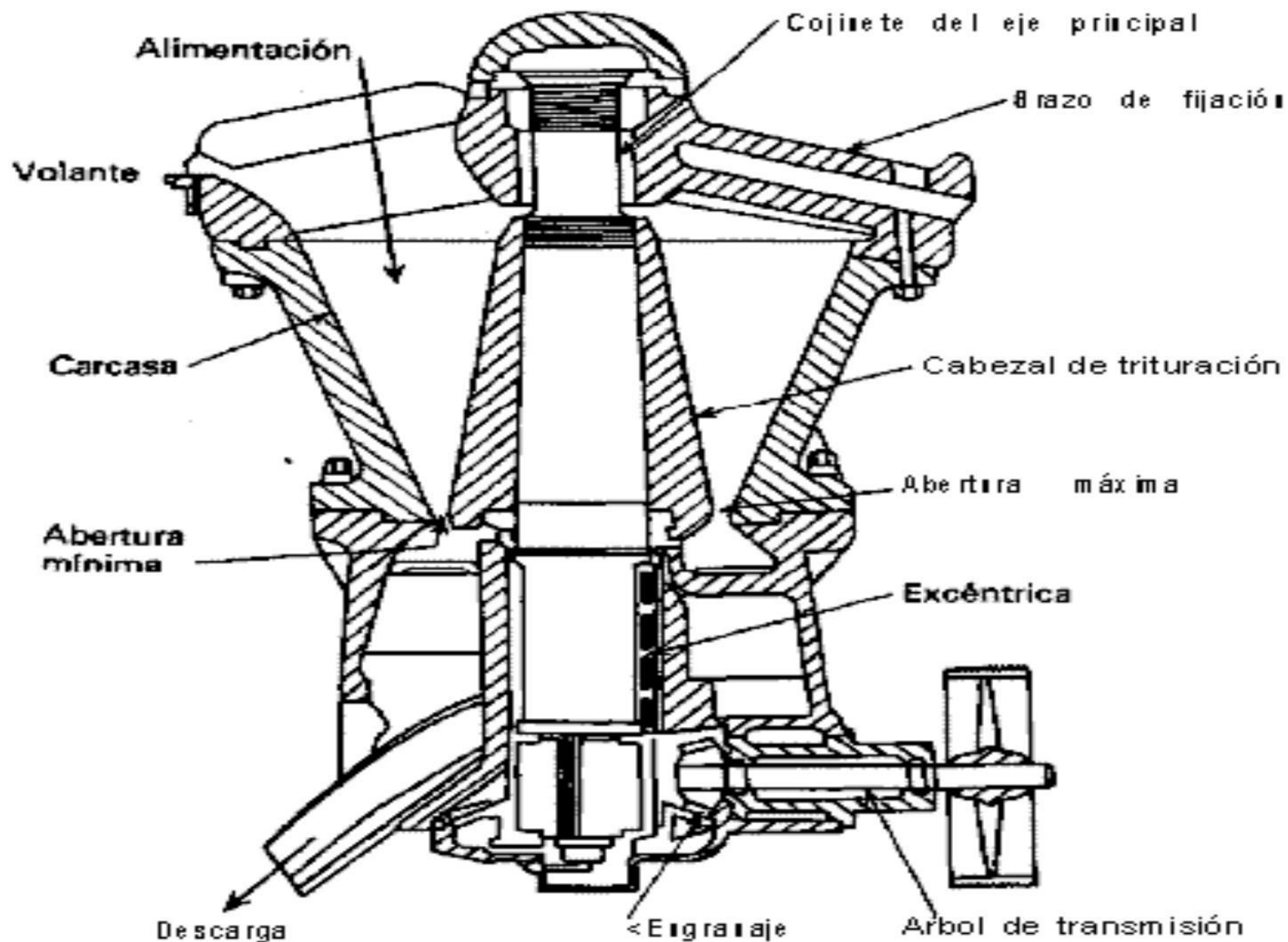


Figura 27.3. Quebrantador giratorio.

Quebrantadores de rodillos lisos:

Este equipo esta formado por dos rodillos robustos que giran en sentidos opuestos, la alimentación es aplastada y arrastrada hacia abajo por frotamiento entre los rodillos.

La reducción de tamaño que realizan es aproximadamente $\frac{1}{4}$ del diámetro inicial.

Los rodillos típicos tienen desde 24 pulg (600 mm) de diámetro y 12 pulg (300 mm) de longitud hasta 78 pulg (2000 mm) de diámetro y 36 pulg (914 mm) de longitud. El intervalo de giro de los rodillos está comprendido entre 50 y 300 rpm.

Las fuerzas que ejercen los rodillos son muy grandes, y están comprendidas entre 5000 a 40000 Ib, por pulgada (8700 a 70000 N/cm) de anchura del rodillo.

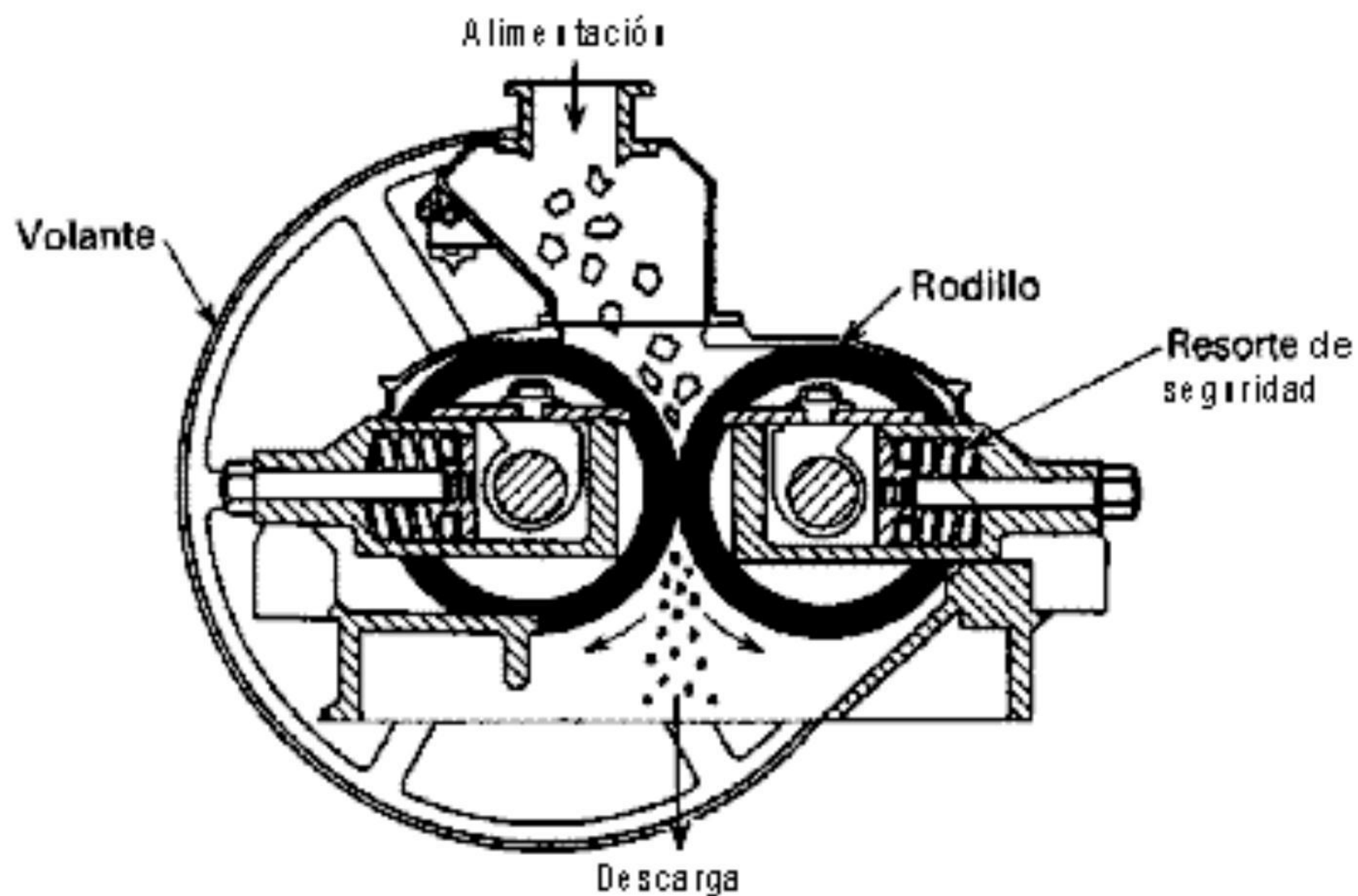


Figura 274. Quebrantador de rodillos lisos.

Quebrantador de rodillo dentado:

En este quebrantador la desintegración se realiza **por la presión** de los dientes contra los trozos grandes del material, **desmenuzándolos** del mismo modo que cuando se rompe hielo con un machete o pico.

En este equipo se reduce la excesiva producción de finos.

Es utilizado generalmente para la reducción de : **hielo, carbón y yeso principalmente.**

Los quebrantadores de rodillos dentados son mucho más versátiles que los de rodillos lisos, con la limitación de que **no pueden tratar sólidos muy duros. Operan por compresión, impacto y cizalla**, en vez de solamente por compresión como ocurre en el caso de máquinas de rodillos lisos.

. El tamaño de la alimentación de estas máquinas puede ser tan grande como 20 pulg (500 mm), y su capacidad asciende hasta 500 toneladas/h.

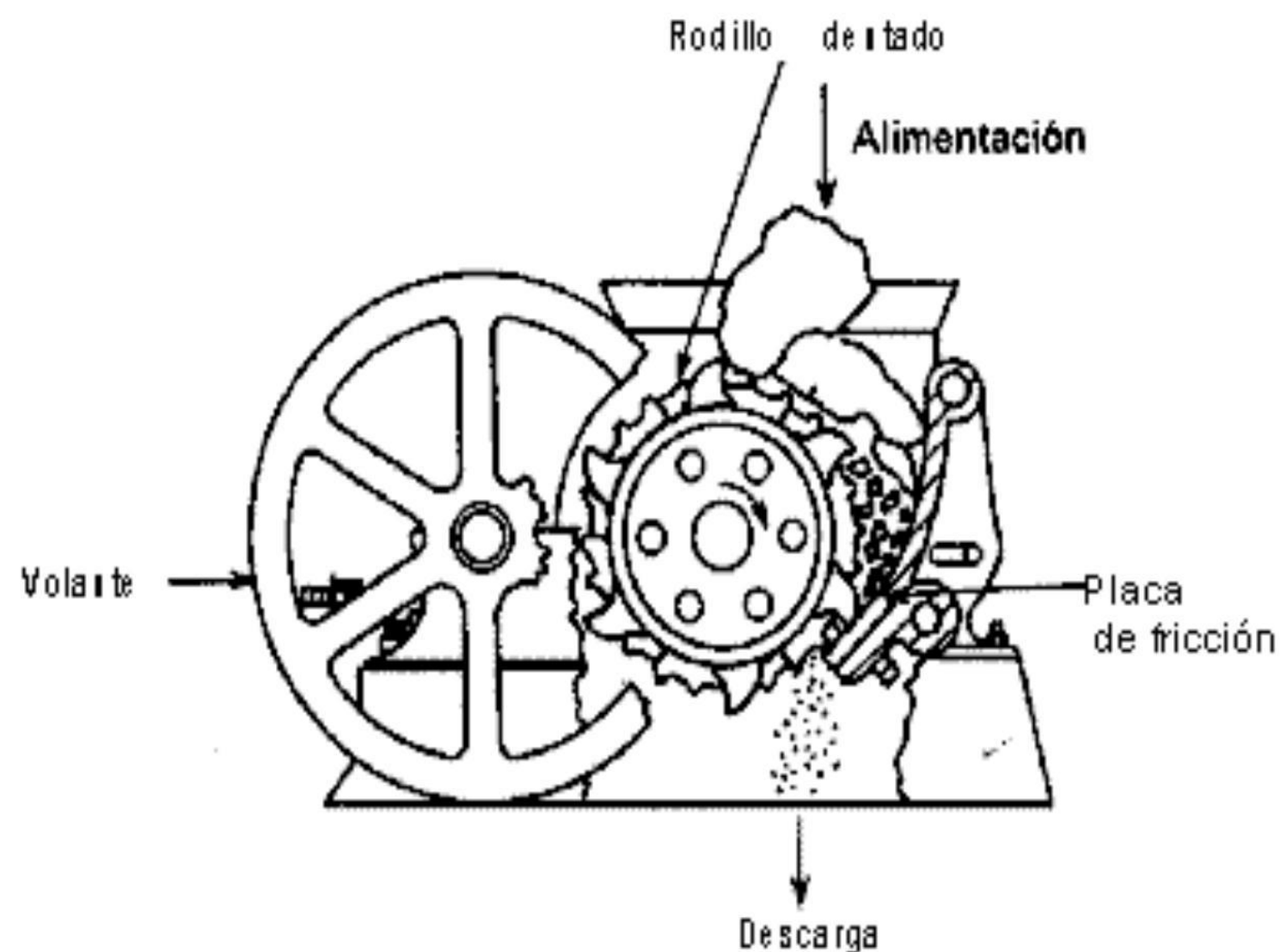


Figura 27.5. Trituradora de un solo rodillo dentado.

Molinos

El término molino se utiliza para describir una gran variedad de máquinas de reducción de tamaño para servicio intermedio.

El producto procedente de quebrantador con frecuencia se introduce como alimentación de un molino, en el que se reduce a polvo.

Molinos de martillos

Estos molinos constan de un rotor que gira a gran velocidad en el interior de una coraza cilíndrica.

Características:

Reducen de 60 a 240 Kg del sólido por kilowatt- hora de energía consumida.

Estas máquinas reducen de 0.1 a 15 toneladas/h a tamaños más finos que 200 mallas.

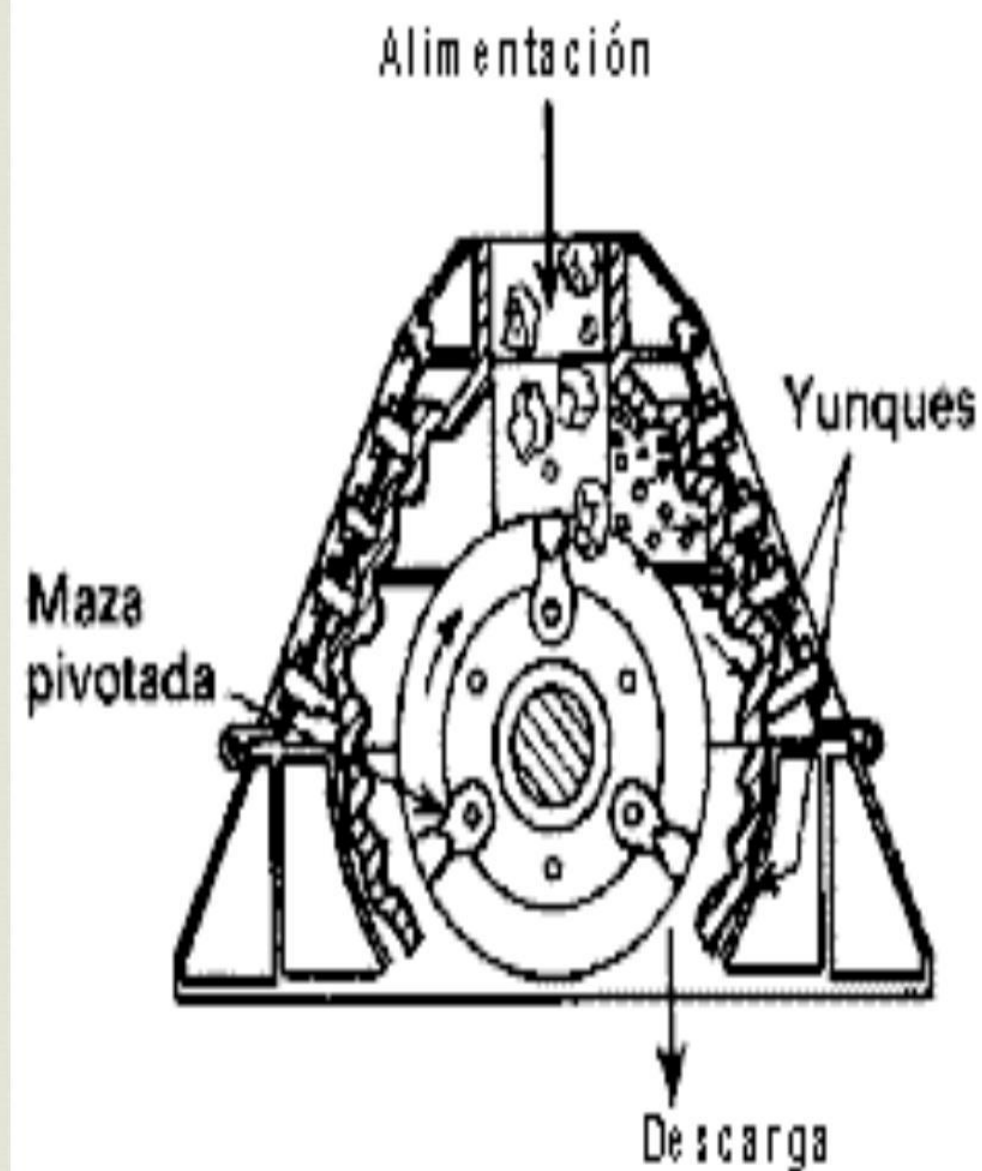


Figura 27.6. Impactor.

Maquinas de rodadura-compresión.

En este tipo de molinos las partículas sólidas son captadas y trituradas entre un medio rodante y la superficie de un anillo o carcasa. Los tipos más frecuentes son los pulverizadores de rodadura-anillo, los molinos de rulos, y los molinos de rodillos.

Los molinos de este tipo encuentran su principal aplicación en la molienda de piedra caliza, clinker de cemento y carbón. Pulverizan hasta 50 toneladas por hora. Cuando se utiliza clasificación, puede ser tan fino como que el 99 por 100 pase a través de un tamiz de 200 mallas.

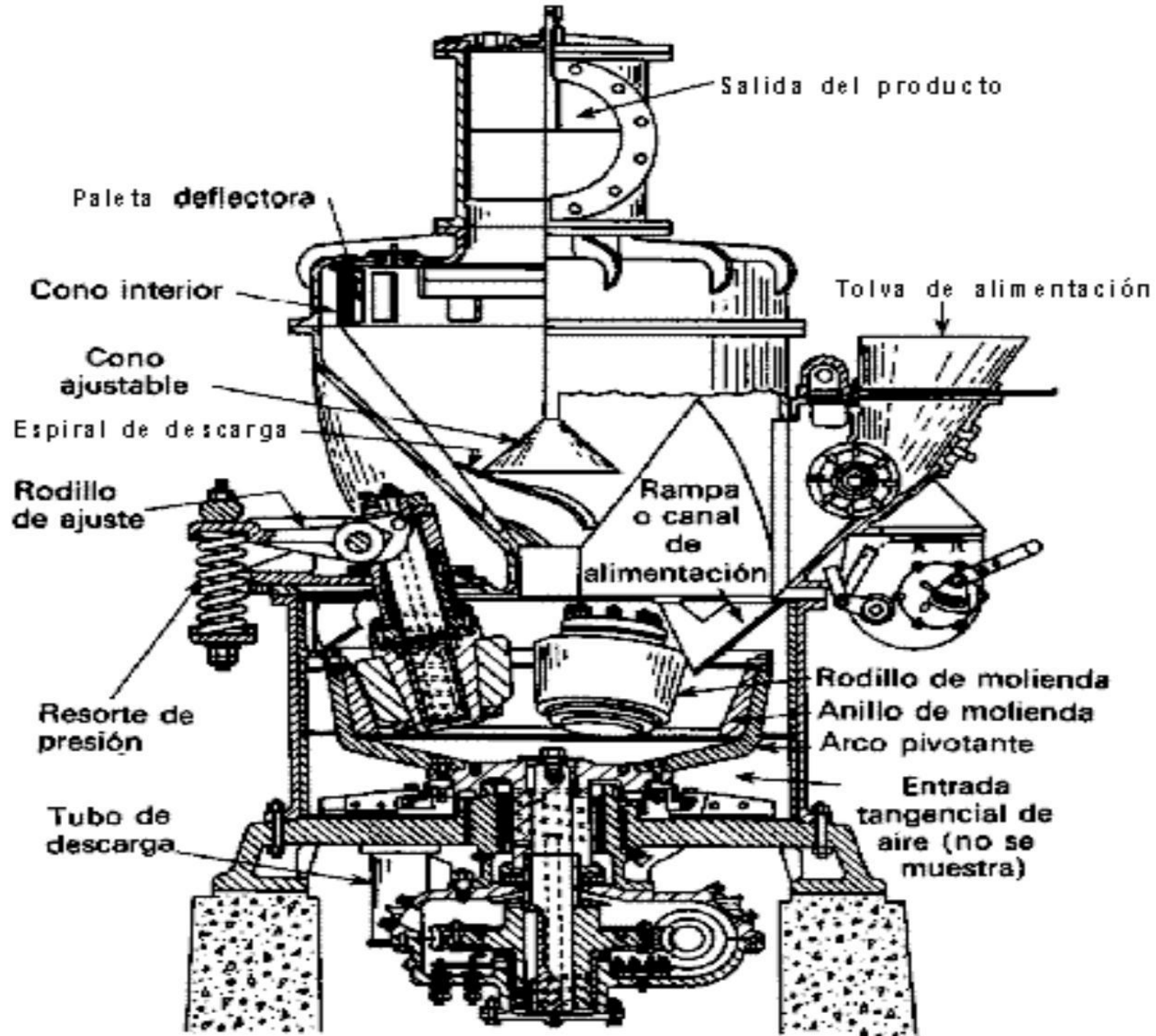


Figura 27.7. Molino de rodillos.

Molinos de frotación.

En un molino de frotación las partículas de sólidos blandos son frotados entre las caras planas estriadas de unos discos circulares rotatorios.

El eje del disco es generalmente horizontal, aunque a veces puede ser vertical.

La alimentación entra a través de una abertura situada en el centro de uno de los discos, pasa hacia fuera a través de la separación entre los discos y descarga por la periferia en una carcasa estacionaria.

Los molinos de frotación tratan de 1/2 a 8 toneladas/h para dar productos que pasan a través de un tamiz de 200 mallas. La energía que se requiere depende en gran medida de la naturaleza de la alimentación y del grado de reducción alcanzado, y es mucho mayor que en los molinos y quebrantadores descritos hasta ahora.

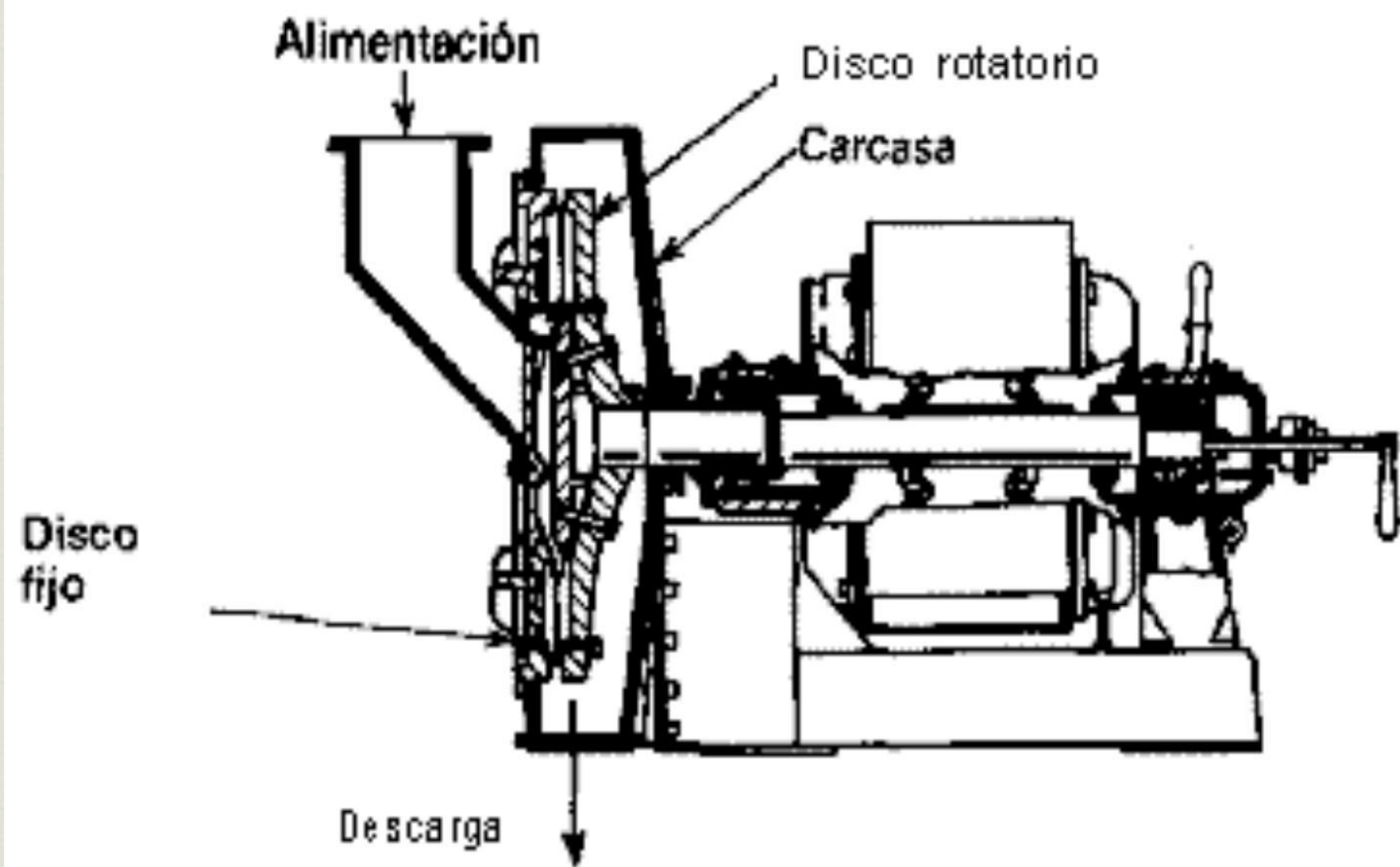


Figura 27.8. Molino de frotación.

Un molino de bolas o un molino de guijarros

la mayor parte de la reducción se produce por impacto de la caída de las bolas o guijarros desde cerca de la parte superior de la carcasa. En un molino de bolas grande la carcasa puede tener 10 pies (3 m) de diámetro y 14 pies (4,25 m) de longitud. Las bolas son de 1 a 5 pulg (25 a 125 mm) de diámetro, y los guijarros son de 2 a 7 pulg (50 a 175 mm) de diámetro.

son excelentes para moler hasta polvo muy fino en un solo paso cuando el consumo de energía no es una variable importante.

Colocando particiones transversales en un molino tubular lo convierte en un molino compartimentado.

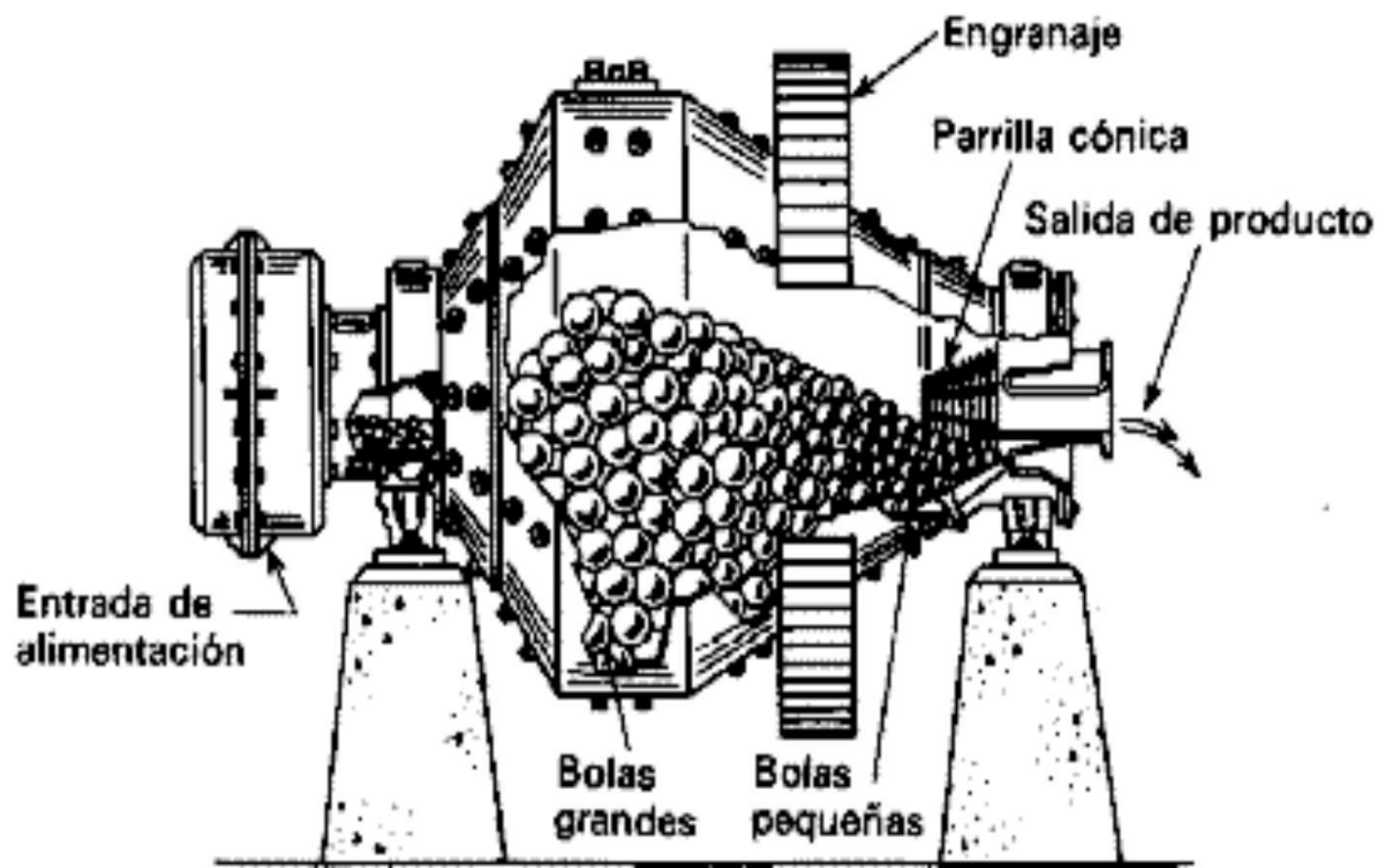


Figura 27.9. Molino cónico de bolas.

Molinos de martillos con clasificación.

El Mikro-Atomizer es un molino de martillos con clasificación interna.

Un conjunto de martillos giratorios está acoplado entre dos discos rotores, esencialmente igual que en un molino de martillos convencional.

Además de los martillos, el eje rotor lleva dos ventiladores que impulsan aire a través del molino en la dirección que se muestra en la figura y que descarga en conductos que acaban en los colectores de producto.

Sobre los discos rotores hay unas cortas aspas radiales para separar las partículas de tamaño superior a las deseadas.

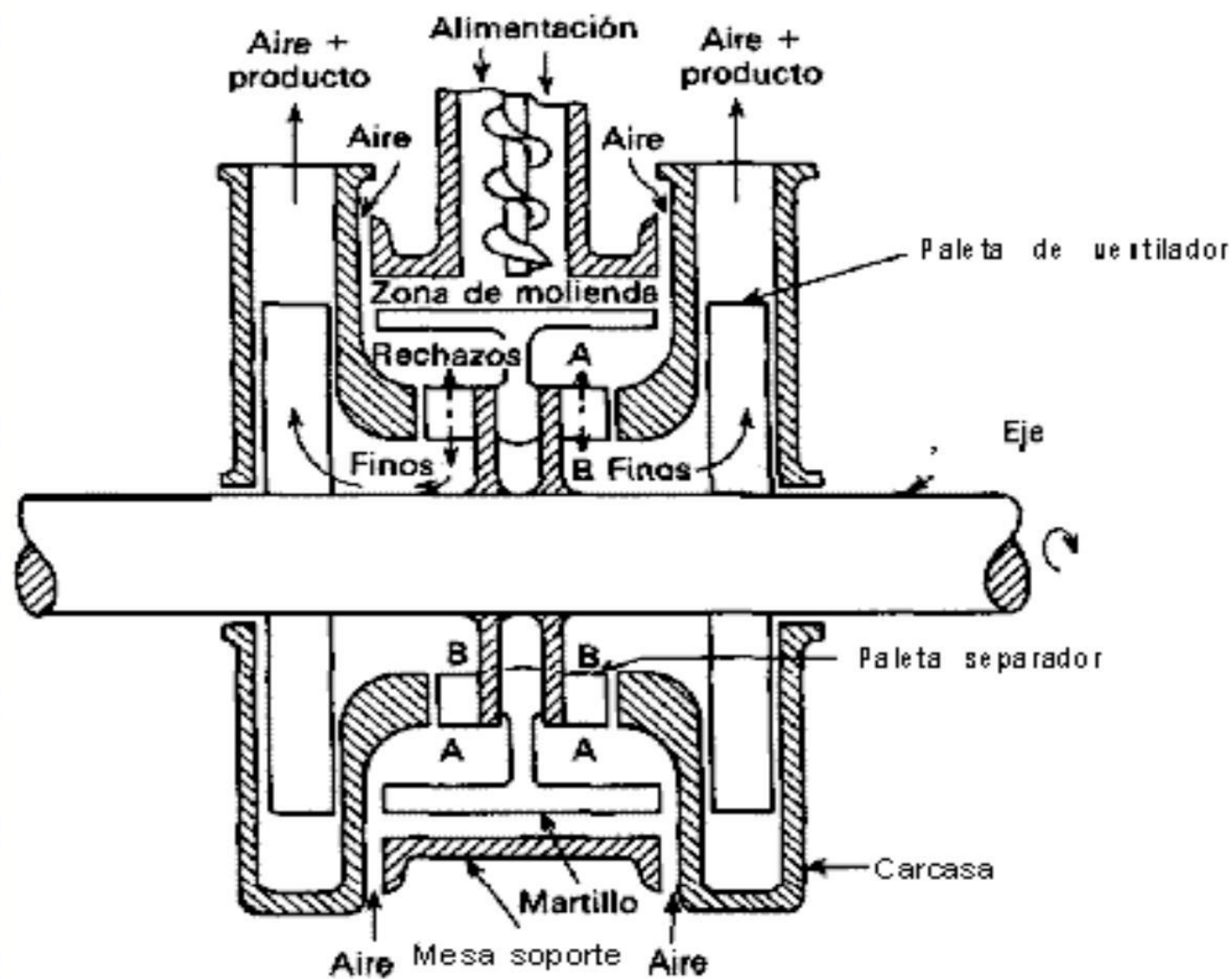


Figura 27.11. Fundamento del Mikro-Atomizer. (Tomado, con autorización de Pulverizing Machinery Div. of Mikro Pul. U.S. Filter Systems, Inc.)

Molinos que utilizan la energía de un fluido.

Es típico molino que utiliza la energía de un fluido. En estos molinos las partículas sólidas están suspendidas en una corriente gaseosa y son transportadas a alta velocidad siguiendo un camino circular o elíptico.

Parte de la reducción de tamaño se produce cuando las partículas chocan o friccionan contra las paredes de la cámara, pero la mayor parte de la reducción tiene lugar como consecuencia de la frotación entre las partículas. La clasificación interna mantiene las partículas más grandes en el molino hasta que se reducen al tamaño deseado.

El gas utilizado es generalmente aire comprimido o vapor de agua sobrecalentados, que entran a una presión de 100 lbJpulg' (6,9 atm) a través de boquillas energizantes.

En el molino que se representa en la figura, la cámara de molienda es un lazo oval de tubería de 1 a 8 pulg (25 a 200 mm) de diámetro y de 4 a 8 pies (1,2 a 2,4 m) de altura.

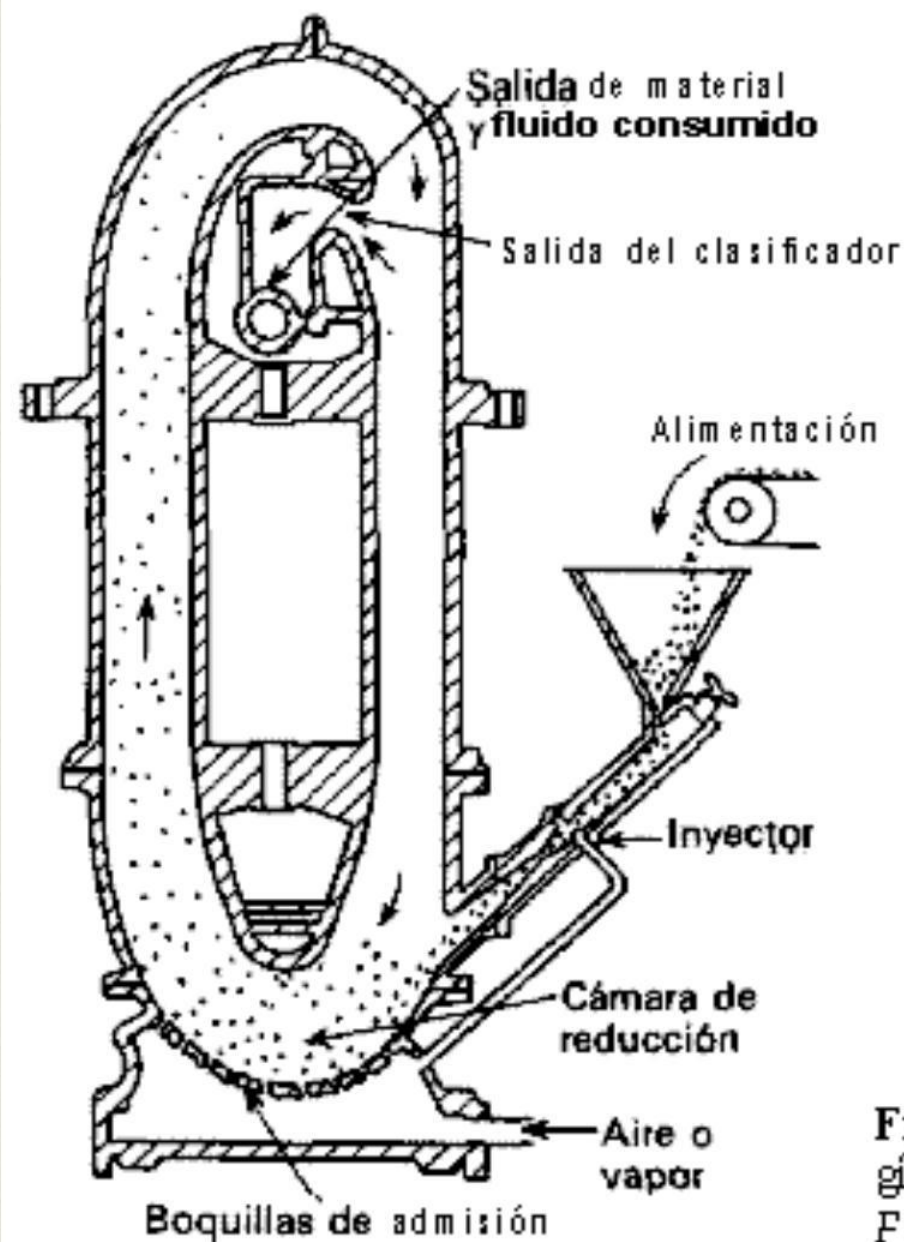


Figura 27.12. Molino accionado por la energía de un fluido. (Tomado, con autorización, de *Fluid Energy Processing and Equipment Co.*)

Cortadoras de cuchillas.

Una cortadora de cuchillas rotatorias, consta de un rotor horizontal que gira de 200 a 900 rpm en el interior de una cámara cilíndrica.

Sobre el rotor van acopladas de 2 a 12 cuchillas con extremos de acero que pasan muy próximas sobre 1 a 7 cuchillas estacionarias.

Las partículas de alimentación entran en la cámara por la parte superior, son cortadas varios centenares de veces por minuto y salen a través de un tamiz situado en el fondo con aberturas de 5 a 8 mm.

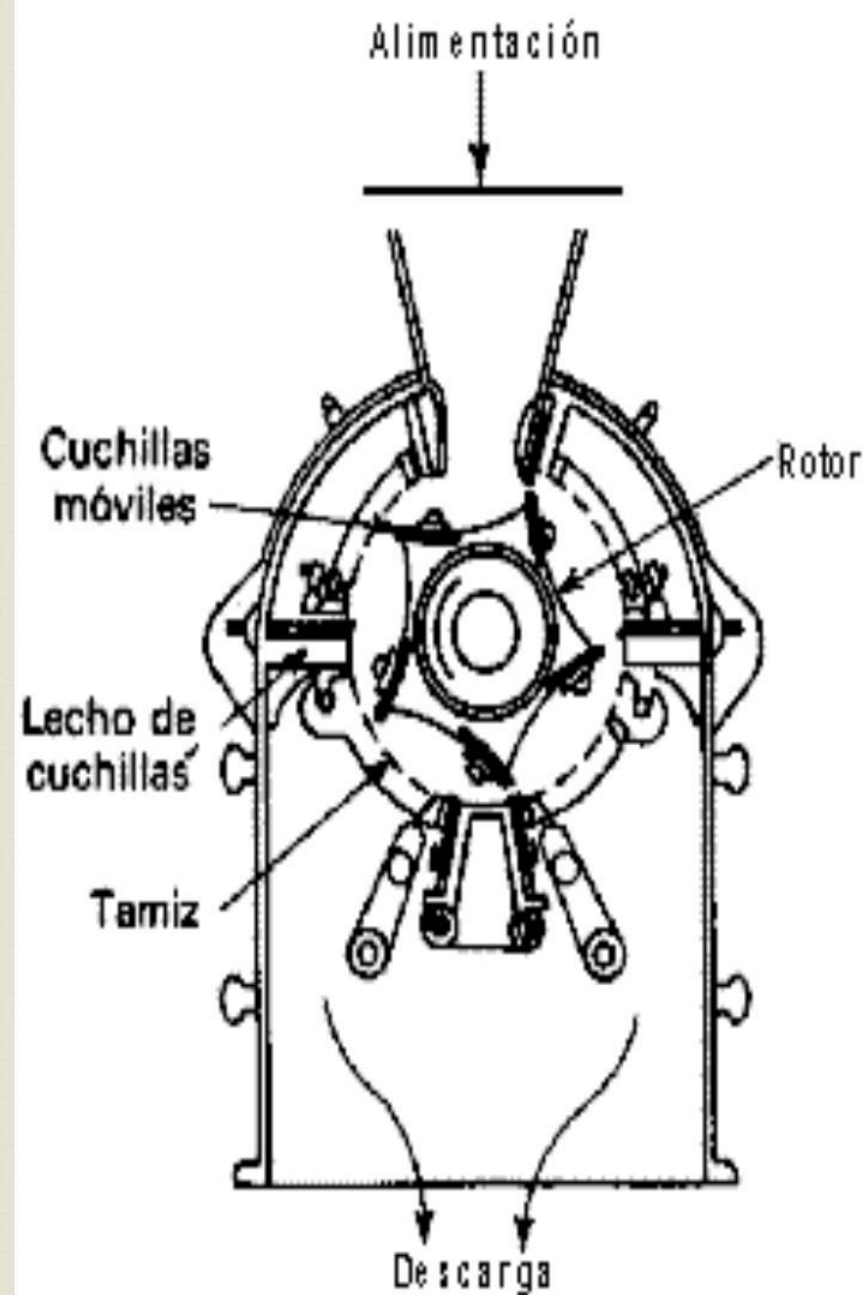


Figura 27.13. Cortador rotatorio de cuchillas.

Operacion del equipo

Para la adecuada selección y operación económica de las máquinas de reducción de tamaño es preciso cuidar muchos detalles .del procedimiento y del equipo auxiliar.

No se puede esperar que un quebrantador, un molino o una cortadora funcionen satisfactoriamente excepto que

- (1) la alimentación sea de un tamaño adecuado y se introduzca con una velocidad uniforme
- (2) que el producto se retire lo más pronto posible una vez que las partículas han alcanzado el tamaño deseado
- (3) que el material que no es triturable se mantenga fuera de la máquina
- (4) que en el caso de productos de bajo punto de fusión o sensibles al calor se elimine el calor generado en la molienda.

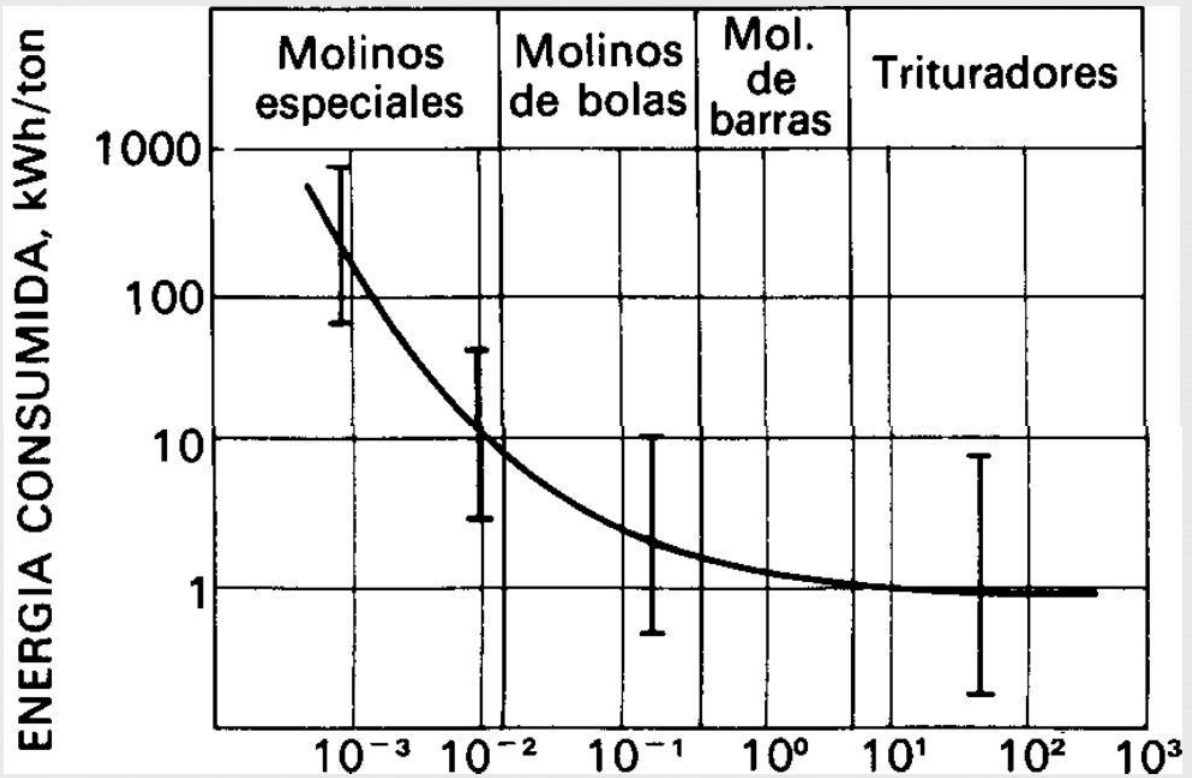
Por tanto, calentadores, enfriadores, separadores de metales, bombas y soplantes, así como alimentadores de velocidad constante, son importantes dispositivos complementarios de una unidad de reducción de tamaño.

Consumo de energía.

En las operaciones de reducción de tamaño se consumen grandes cantidades de energía, especialmente en la fabricación de cemento, molienda de carbón, rocas y pizarras, así como en la preparación de minerales para la obtención de acero y cobre.

La reducción de tamaño es probablemente la menos eficaz de todas las operaciones básicas: alrededor de un 99 por 100 de la energía se utiliza en la operación del equipo, produciendo calor y ruido no deseados, quedando menos del 1 por 100 para la creación de nueva superficie.

se muestra también las cantidades típicas de energía consumida por unidad de masa de producto en los distintos tipos de equipos de reducción de tamaño.



Conclusión:

Existen distintos tipos de molienda los cuales son: compresión, impacto, frotación, rozamiento, y corte.

A partir de estos se toma en cuenta para poder hacer la maquinaria con cada tipo de molienda, en donde en todos se lleva a cabo los 4 tipos de molienda pero se diferencian por el que se lleve a cabo mayoritariamente, también se diferencian por el tamaño del producto obtenido, pero esto siempre depende en el tiempo en que se deje tratando la muestra.

Se debe recordar que la materia tiene un límite de corte, por lo que antes de realizar la molienda se debe investigar y saber todas las características químicas y físicas del material.

MUCHAS GRACIAS
MUCHAS GRACIAS