

Trailer Mills - Plantas móviles modularizadas:

NUEVO CONCEPTO PARA PLANTAS DE BENEFICIO EN EL RANGO PEQUEÑA Y MEDIANA MINERÍA (I PARTE)

*Por Hans-Joachim Feik
Ingeniero de Minas
KHD Engineering GmbH
Alemania Federal*

En general la atención del mundo técnico se dirige a las grandes explotaciones mineras, las que causan sensación por sus enormes capacidades y grandioso corte técnico, olvidándose no obstante que estas empresas solamente generan una parte de la producción minera del mundo. Junto a estas grandes empresas mineras existe un gran número de minas pequeñas y medianas que realizan un aporte sobresaliente en el abastecimiento de materias primas para la humanidad. Ellas no figuran en primer plano y sus problemas y dificultades raras veces se hacen públicos.

En la siguiente exposición se presenta un concepto adaptable, técnica y económicamente óptimo, el cual precisamente abre nuevas perspectivas para esta industria mediana. Se trata de plantas de tratamiento de minerales denominadas Trailer Mills.

La transición de la planta estacionaria a móvil tuvo su origen en Alemania, comenzando con plantas de trituración subterráneas

en las minas de sal, hasta plantas de trituración y cribado para la industria de agregados pétreos. El colocar plantas para clasificación-concentración sobre estructuras móviles era solamente un pequeño paso, el cual ha sido concretado con éxito en forma de plantas de flotación para diversos minerales sulfurados sudamericanos y plantas para la concentración mecánica húmeda de minerales pesados en el Sudeste asiático. Por este motivo no pecamos de presunción al decir que existe suficiente experiencia y referencias, las cuales nos animan a este proceder.

EL CONCEPTO TRAILER MILLS

En el desarrollo de un complejo minero, la decisión acerca de la construcción de una planta concentradora y su capacidad tiene una importancia fundamental. En esta decisión influyen, entre otros factores, tipo y volumen de las reservas minerales disponibles, pues si estas reservas se agotan prematura-

mente la planta concentradora dejaría de ser útil y el capital invertido tendería prácticamente a un valor cero. Para evitar estos problemas es necesario realizar previamente trabajos de exploración cuyo costo y tiempo de ejecución significan frecuentemente para el empresario minero una carga que está más allá de sus posibilidades.

En lo que se refiere a la pequeña y mediana minería no se debería por lo tanto aplicar el concepto tradicional sino adaptar la planta de concentración a la mina, de tal modo que:

- la planta pueda ser puesta en marcha en su lugar de operación sin grandes desembolsos y pueda ser rápidamente y con facilidad trasladada a otro lugar una vez cumplido su cometido,
- la planta pueda ser adecuada a las condiciones técnicas simplemente agregando o quitando módulos.

La flexibilidad obtenida de este modo permitirá entonces que:



Lista de maquinarias de la planta de flotación móvil Trailer Mills TMF 125

ITEM	DESCRIPCION	DIMENSIONES
BC 1	Buzón alimentador gruesos	4 m ³
T 1	Faja transportadora	800 mm x 20 m
T 2	Faja transportadora	500 mm x 17 m
101	Triturador de impacto	1000 x 700 mm
102	Criba doble cubierta	1000 x 2000 mm
T 3	Faja transportadora	500 mm x 12 m
BF* 1	Buzón alimentador finos	4 m ³
T 4	Faja transportadora	500 mm x 12 m
201	Molino de bolas	1,6 x 2,6 m
202	Bomba vertical con estanque	
203	Hidrociclón	φ 125 mm (5")
301	Acondicionador	1,5 m ³
302	Banco 6 celdas rougher	0,6 m ³ c/u = 3,6 m ³
303	Banco 6 celdas cleaner	0,3 m ³ c/u = 1,8 m ³
304	Bomba vertical con estanque	
305	Bomba vertical con estanque	
TH 1	Cono espesador	3,14 m ²
501	Filtro de tambor	2 m ²
502	Separador para residuo de filtración	
503	Bomba de vacío	
504	Bomba de residuo de filtración	
505	Soplador rotativo	
T 5	Faja transportadora	500 mm x 10 m

harán la planta antieconómica y difícil de operar.

El término Trailer Mills no debe, sin embargo, conducir a suponer que se trata de plantas provisorias. Por el contrario, durante el período de operación las plantas son totalmente estacionarias y se distinguen solamente de las plantas tradicionales por el hecho de que la obra civil es totalmente de acero y su disposición horizontal. Su movilidad solamente se utiliza para su traslado desde un punto de operación a otro, así como para su traslado entre el puerto de desembarque y su lugar de operación inicial.

DESCRIPCION

En base a la planta de flotación Trailer Mills TMF 125 se explicarán la construcción y características de los Trailer Mills, para lo cual indicamos el Flow-Sheet en la figura siguiente.

La planta está dividida en cuatro módulos, los cuales resultan como consecuencia del desarrollo del proceso. Cada módulo va montado sobre un remolque, el cual está construido como chasis base. Podría pensarse en eliminar los ejes y ruedas, reemplazándolos por patines. Sin embargo, considerando la facilidad para el transporte y el hecho de que ejes y ruedas solamente afectan en un mínimo el pro-

cio total de la planta, se ha conservado este concepto. Además se obtiene la ventaja apreciable de una buena maniobrabilidad, la que es especialmente importante para caminos estrechos y serpenteados frecuentes, como accesos a minas.

Cada uno de los remolques está concebido estáticamente de tal manera que su chasis forma un marco rígido, tanto en el sentido longitudinal como transversal, el que se apoya durante la operación sobre amplios soportes. La presión sobre el suelo es inferior a 30 Newton por centímetro cuadrado (N/cm²), quedando las ruedas totalmente descargadas, lo que permite que sean desmontadas. Una excepción la constituye el grupo diesel eléctrico, el cual permanece apoyado sobre las ruedas, pues éstas están previstas para aislar las vibraciones.

En lugar de la trituración convencional se ha elegido en el ejemplo presente una trituradora de impacto, lográndose de esta manera al trabajar en un circuito cerrado con una criba, reducir el mineral desde un tamaño de aproximadamente 300 milímetros (mm) a 10 mm en una sola etapa, pudiendo alimentarse el producto directamente al molino de bolas. Aunque el desgaste en una trituradora de impacto es comparativamente mayor, ésta tiene sus ventajas. Especialmente en plantas pequeñas, la

trituradora cónica secundaria es una máquina muy vulnerable respecto a material húmedo o trozos de hierro, por ser de tamaño reducido y mecanismo complejo y delicado. La trituradora de impacto es de construcción sencilla y robusta; sus herramientas son baratas y fáciles de cambiar y no es sensible a material húmedo o trozos de hierro.

La molienda se efectúa en un molino de bolas, trabajando en circuito cerrado con un hidrociclón, el cual está montado en el mismo remolque al igual que la bomba correspondiente. El molino está revestido en goma, de acuerdo al estado actual de la técnica.

El número y conexión de las celdas de flotación dependen naturalmente del comportamiento de los minerales útiles contenidos en la mena frente al proceso de flotación. En el caso presente es suficiente una etapa de rougher diseñada como banco de paso directo y varias etapas cleaner diseñadas en conexión celda a celda. Estos elementos, junto a las bombas necesarias, así como el estanque acondicionador, van montados sobre un mismo trailer.

La central de reactivos dispone de un estanque con 6 compartimientos, de los cuales 3 se utilizan como estanques mezcladores y los 3 restantes para stock de operación. Para mezclar los reactivos se utiliza un agitador de inmersión que puede ser trasladado de compartimiento a compartimiento. Para espumantes que son suministrados en cilindros listos para su utilización están previstos soportes.

La alimentación de los reactivos a los acondicionadores y celdas de flotación se efectúa mediante bombas de pistón a diafragma que permiten una regulación muy exacta e infinitamente variable.

En el caso de la planta TMF 125 la central de reactivos y la instalación para espesamiento y filtrado están montadas sobre un mismo remolque. Se trata de un filtro de tambor que como unidad tipo "Unit Operation" contiene todos los accesorios necesarios. La alimentación del filtro se efectúa desde la descarga de un cono espesador. Para capacidades mayores, o para pulpas de difícil decantación, es necesario, naturalmente, utilizar un espesador genuino. La posibilidad de utilización de un espesador tipo "Lamella" deberá ser corroborada por la experiencia. Estos espesadores, aunque tienen la ventaja de una mayor capacidad en relación al espacio de instalación requerido, presentan hasta el momento dificultades para controlar la descarga y han demostrado ser

- la planta pueda ser utilizada ya en los períodos de reconocimiento, cubicación y preparación de una mina como unidad de producción,
- la planta pueda ser empleada para el tratamiento de yacimientos pequeños y limitados o el retratamiento de desmontes y relaves,
- la planta pueda utilizarse como unidad piloto durante la fase de exploración de grandes yacimientos.

Esta flexibilidad y adaptabilidad exige requisitos que los Trailer Mills cumplen óptimamente, a saber

- movilidad para facilitar el transporte,
- desembolso mínimo para la preparación del lugar y el montaje antes de la puesta en marcha,
- flexibilidad y adaptabilidad metalúrgica.

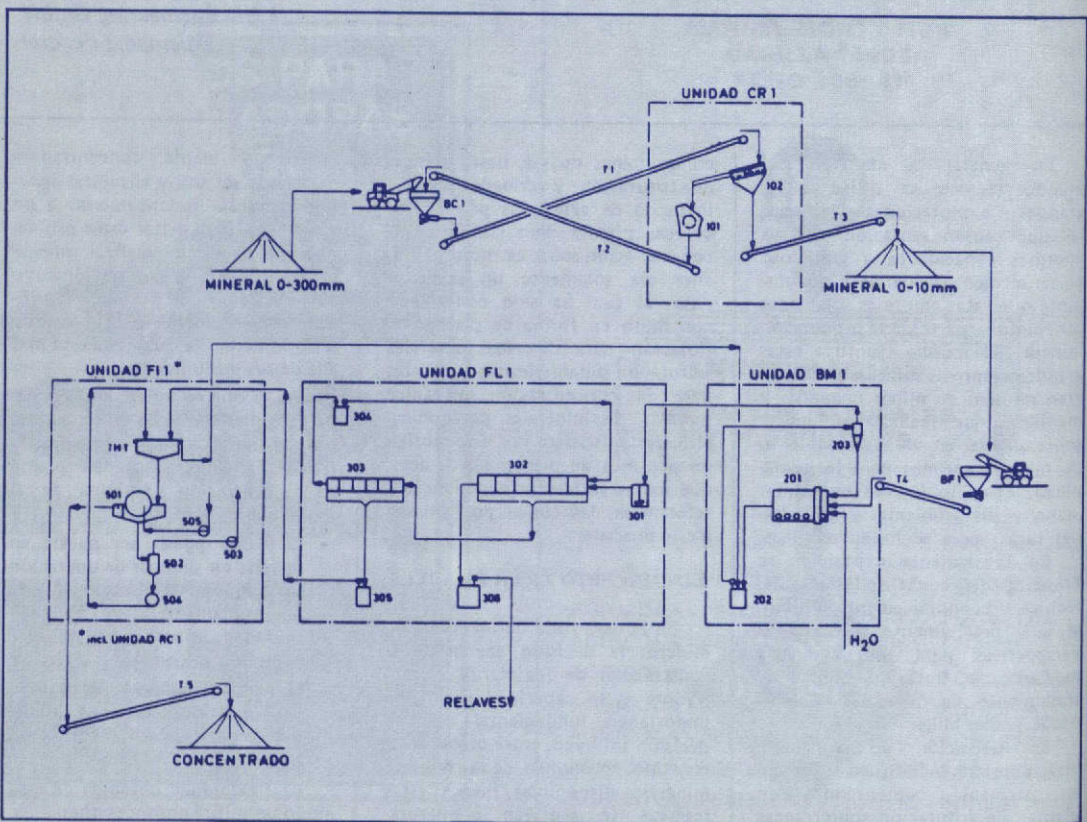
Estos requisitos se logran mediante la utilización de módulos que están concebidos individualmente para realizar operaciones unitarias específicas. Se llega de este modo a módulos que combinados adecuadamente pueden constituir una planta completa que abarque desde la alimentación del mineral minado hasta la producción del concentrado.

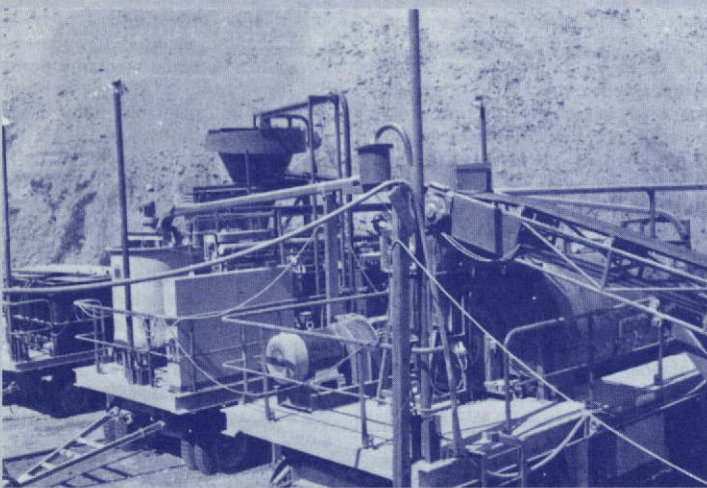
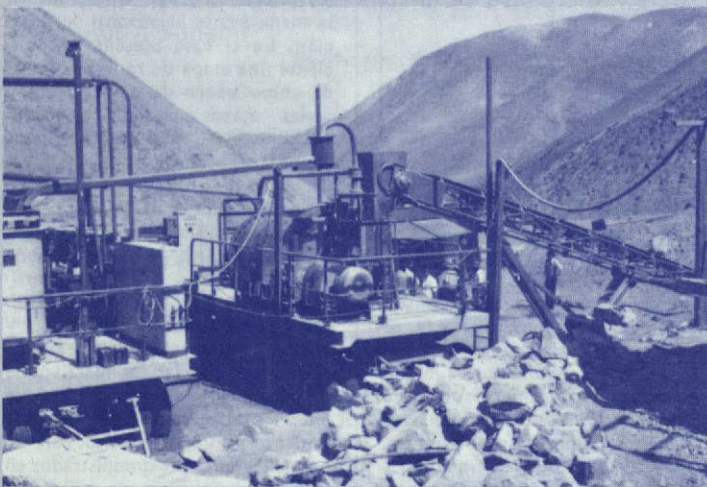
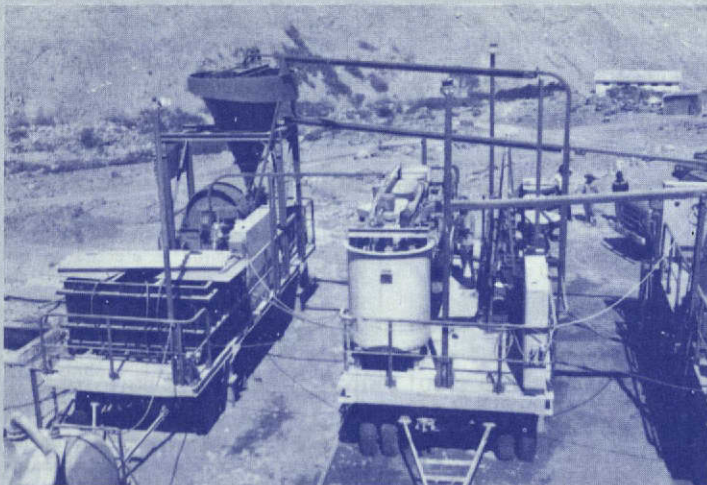
El sistema Trailer-Mills se compone de unidades para las siguientes operaciones:

- CR Trituración primaria y secundaria.
- EM Molienda (bolas).
- RM Molienda (barras).
- FL Flotación.
- RC Central de reactivos.
- CT Concentración por mesas.
- JI Concentración por jiggs.
- SC Concentración mediante espirales.
- MS Separación magnética.
- TH Espesamiento.
- FI Filtrado.
- BC Buzones - alimentadores, gruesos.
- BF Buzones -Alimentadores, finos.
- T Fajas transportadoras.
- IC Elementos interconexión.
- WS Alimentación de agua.
- PS Grupos eléctricos - diesel.

Las posibilidades de combinación no se limitan únicamente a la elección de unidades desde el punto de vista metalúrgico, sino que se extiende, además, a la elección de unidades de mayor capacidad, ya sea mediante la utilización de varios módulos para una determinada operación o la utilización

de módulos de mayor tamaño. La capacidad mínima básica para la cual han sido concebidos los módulos es de aproximadamente 125 toneladas de mineral bruto por día (TM/d), lo que equivale, trabajando a tres turnos, a unas 40.000 toneladas por año, o expresado de otra manera equivale a la producción de una pequeña mina con un avance de galerías de unos 1.000 metros por año. Puede, también, pensarse en producciones menores (50 toneladas por día); el tamaño de la planta, sin embargo, no conviene reducirlo por razones que comienzan en el tamaño de los trozos de mineral minado para seguir con el tamaño de las maquinarias a emplearse, las cuales caerían en la categoría de aparatos de laboratorio, con la consecuente inseguridad de operación en un servicio pesado continuo. Por este motivo recomendamos, en el caso de una producción inferior, operar la planta de 125 toneladas por día durante uno o dos turnos diarios. El límite superior de capacidad es de aproximadamente 1.000 toneladas por día. Este límite está dado por las dimensiones de las maquinarias, las cuales, para capacidades mayores, ya no sería posible colocar sobre remolques que ya





hasta el momento inseguros en su funcionamiento.

La planta Trailer Mills TMF 125 no sólo se compone de los remolques propiamente tales, sino que tiene una serie de instalaciones complementarias. Para la alimentación del mineral a la trituradora, así como para la alimentación del mineral triturado al molino, están previstos buzones, los cuales se alimentan con un cargador frontal. Los buzones están provistos de alimentadores regulables. Las fajas transportadoras, tanto para mineral como para concentrados, son móviles y regulables en su altura. Para el transporte de pulpa están previstas generalmente bombas verticales. Las tuberías para pulpa son mangueras flexibles previstas de conexiones tipo bayoneta y van apoyadas en canaletas metálicas. La alimentación de agua y la evacuación de los relaves se efectúan mediante bombas horizontales. Para el agua está previsto un estanque de aproximadamente 8 metros cúbicos (m^3), de modo que es posible operar alrededor de una hora sin abastecimiento de agua externo. Para el trabajo nocturno están previstos mástiles con reflectores en cada trailer, que proporcionan una buena iluminación. Enchufes para la conexión de soldadoras eléctricas y otras herramientas permiten el mantenimiento y reparaciones. Cada trailer está provisto de un dispositivo hidráulico que permite levantarlo con el objeto de colocarlo sobre sus soportes de operación.

Gracias a que se trata de equipos estandar es posible entregar al minero a muy corto plazo informaciones técnicas con el objeto de que pueda preparar el sitio de operación adecuadamente, por lo que también se hace posible que la planta esté a más tardar 2 semanas después de su arribo al lugar de montaje instalada y funcionando.

BOLETIN SONAMI: Presidente, Manuel Feliú J. Primer Vicepresidente, Jaime Zegers H. Segundo Vicepresidente, Aldo Galdavini M. Secretario General, Julio Ascuí L. Director Boletín, Alfredo Araya M. Teatinos 20 - Oficina 33 - Fonos: 81652 - 91696 - Santiago.