

UDA-71
IC-MET
V 632



UNIVERSIDAD DE ATACAMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPTO. DE METALURGIA.-



**EVALUACIÓN OPERACIONAL DE MOLINO DE RODILLOS
DE ALTA PRESIÓN EN PLANTA PILOTO**

Trabajo de Titulación
Para optar al Título
de INGENIERO CIVIL EN
METALURGIA.

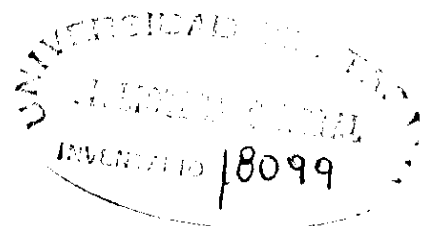
Profesor Guía:
Sr. Mario Guevara B.

UDA-BIBLIOTECA



HUGO ALEJANDRO VICENCIO CÓRDOVA

1995



DEDICATORIA

A Dios, a cuya invocación todas las cosas se pueden realizar en esta vida.

Mi reconocimiento y gratitud a mis padres y hermanos, quienes con su ayuda hicieron mantener en mí la Fe y esperanza de llevar a feliz término la tarea emprendida.

AGRADECIMIENTOS

A través de estas líneas deseo expresar mis agradecimientos a la Compañía Minera del Pacífico S.A., a quien debo la ejecución de esta Memoria.

Al señor Fernando Parra, Jefe de Proyectos Metalúrgicos de CMP, quien desde un principio mostró gran confianza en mí.

A los señores Erick Sommer y Pierre Negroni, ingenieros de KHD Humboldt Wedag, por su importante apoyo y entrega de enseñanzas.

Al señor Mario Meléndez, ingeniero metalúrgico de CMP, por su buena disposición y aporte de ideas para el mejor aprovechamiento de la información.

Al señor Mario Guevara, ingeniero metalúrgico de

la Universidad de Atacama y profesor guía de esta tesis,
por su buena voluntad en aceptar esta responsabilidad y
su aporte durante las correcciones del texto.



R E S U M E N

Se presenta la evaluación del Molino de Rodillos de Alta Presión (MRAP) en planta piloto como equipo cuaternario de conminución de minerales de hierro, para el futuro proyecto Los Colorados Este de la Compañía Minera del Pacífico S.A.

Se realizaron pruebas de molienda en un molino piloto de 0,90 m. de diámetro por 0,25 m. de ancho. Utilizando mineral de hierro de granulometría entre 1/4" y 3/4 ". Se realizó un diseño experimental con 3 variables, para cada uno de los dos tipos de mineral de la mina. Un sistema de toma de datos directamente a través de un registrador (Data Logger) permitió obtener la información relativa a las condiciones de operación del molino durante las pruebas. Dicha información era recuperada más tarde en un computador a través de un software llamado Prolec-tra.

Con la información obtenida durante cada prueba



y los respectivos análisis granulométricos en alimentación y descarga se determinaron las condiciones óptimas de operación, además para complementar el estudio se trabajó con modelos matemáticos desarrollados en trabajos anteriores, para predecir el consumo de potencia, incremento de fuerza de molienda, capacidad y distribución granulométrica del producto del Molino de Rodillos de Alta Presión.

Del rango de fuerzas específicas de molienda utilizadas entre 2.0 y 8.0 N/mm² se encontró para ambos minerales de la mina que el valor óptimo está cercano a 4 N/mm².

La velocidad de rodillos óptima para el sector "B" de la mina, es de 1,11 m/s, debido a que se obtiene mayor fineza del producto (95% - 6mm) y menor consumo de energía específica (1,2 kWh/tm) que para una velocidad de 0,87 m/s, en adición a lo anterior también se obtuvieron capacidades más altas.

Para el mineral del sector "Sur" los mejores



resultados se obtuvieron para una velocidad de rodillos de 0,87 m/s, alcanzándose fineza del producto de 88% -6mm y un consumo de energía específica de 1,6 kWh/tm.

Estos resultados, junto a las bajas mediciones de desgaste en los rodillos, disminución del orden de 25% en el índice de Bond y a la operación general del molino hacen del equipo una buena alternativa para la conminución de minerales de hierro.



I N D I C E

CAPITULO I : INTRODUCCIÓN	1
1.1 Generalidades	1
1.2 Objetivo	7
1.3 Ubicación y Acceso	8
1.4 Clima y Vegetación	9
1.5 Mina Los Colorados	10
CAPITULO II : ANTECEDENTES TEÓRICOS	12
2.1 Teoría Fractura de Partículas	12
2.2 Conminución Lecho de Partículas a Alta Presión	16
2.3 Ecuaciones de Modelación	26
CAPITULO III : ESTUDIO EXPERIMENTAL	40
3.1 Diseño Experimental	40

3.2	Descripción del Equipo	45
3.3	Muestreo	47
CAPITULO IV	: MODELACIÓN	49
4.1	Ajuste de Parámetros	49
4.2	Modelación	52
CAPITULO V	: RESULTADOS	54
5.1	Resultados Sector B	54
5.2	Resultados Sector Sur	57
5.3	Resultados Simulaciones	60
CAPITULO VI	: DISCUSIÓN Y ANÁLISIS	73
CAPITULO VII	: BIBLIOGRAFÍA	76
CAPITULO VIII	: ANEXOS	79
ANEXO A	: RESULTADOS SECTOR B	79

ANEXO B : RESULTADOS SECTOR SUR	85
ANEXO C : AJUSTE DE PARÁMETROS	91
ANEXO D : RESULTADOS SIMULACIONES	110
ANEXO E : TABLAS DE DATOS	123

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

La operación de reducción de tamaño es una operación de gran importancia en la industria minera, entre otras. Como ejemplo, se puede indicar que en Chile la industria minera del cobre gasta 100 millones de dólares anuales para moler 100 millones de toneladas de minerales [1]. Agregando la minería del fierro y del cemento las cifras resultan gigantescas.

Los equipos tradicionales de reducción de tamaños, específicamente molinos de barras y de bolas se caracterizan por altos consumos energía y acero y baja eficiencia en la utilización de estos insumos [2].

La Compañía Minera del Pacífico S.A. (CMP), tiene contemplado en un futuro muy cercano el proyecto Los Colorados Este, que es una ampliación de su actual

planta de preconcentración de minerales de fierro, Los Colorados. Para dicho proyecto se contempla evaluar nuevas tecnologías como equipos de conminución o harneros de multicubiertas (MOGENSEN).

El Molino de Rodillos de Alta Presión (MRAP) es una de las nuevas tecnologías que se está utilizando principalmente en la industria del cemento, que basan su operación en la aplicación directa, al mineral, de grandes esfuerzos, sobre 50 MPa, comparada con los impactos aleatorios y de baja compresión de partículas en los molinos de bolas. De esta manera se obtienen con los MRAP, menores consumos de energía, aumento de capacidad, menor volumen específico de los equipos y disminución de los niveles de ruido [3]

El desarrollo del Molino de Rodillos de Alta Presión comenzó con el estudio del comportamiento de partículas individuales sometidas a altas presiones llevadas a cabo en Alemania por el Profesor Klaus Schönert [4], más tarde experimentación con partículas colectivas. El primer molino industrial fue instalado en el año 1985; hoy en día más de 300 unidades se encuentran operando principalmente en la industria del cemento y

últimamente en la liberación de diamantes y esmeraldas. Según Schönert, se puede ahorrar una considerable cantidad de energía de molienda, si se fracturan los minerales frágiles, utilizando presiones superiores a 50 MPa. Para aplicar este principio en la práctica, se utilizan los molinos de rodillos de alta presión, preconectados a las instalaciones de molienda convencionales o trabajando en circuito cerrado con un desaglomerador y separador.[4]

La principal característica de un Molino de Rodillos de Alta Presión (MRAP), consiste en comprimir la camada de partículas entre los rodillos a una alta compresión, que generalmente fluctúa entre 100 y 250 MPa. produciéndose una alta compactación, mayor que un 70% en volumen. La reducción de tamaño ocurre entonces por una fractura entre partículas.

El MRAP, consiste básicamente en dos rodillos que giran con la misma velocidad angular, siendo uno de ellos fijo y el otro móvil. La reducción de tamaño se produce como se mencionó antes por chancado interpartícula, también llamada conminución en lecho de partículas. Lo anterior junto a la baja velocidad de rotación de los

rodillos origina un menor desgaste de la superficie de estos últimos. Mediante un sistema de carga (mecánico, neumático o hidráulico) se aplica una fuerza sobre el rodillo que posee desplazamiento, fijando previamente la separación de los rodillos o gap mínimo. Luego cuando el molino es operado, y debido a la resistencia que ofrece el mineral, se genera una fuerza y gap de trabajo, siendo obviamente mayores que los anteriores. La camada de material es comprimida entre los rodillos, de tal manera que el mineral es compactado en un valor de 80 a 85 % [5]. Así los materiales tienden a aglomerarse formando briquetas, lajas o también llamadas tortas, las cuales deben ser disgregadas en una etapa posterior. Ambas operaciones consumen menos energía que la ocupada en un molino de bolas bajo las mismas condiciones de granulometría de alimentación [6] [7]. El MRAP puede ser utilizado tanto para molienda primaria como para molienda secundaria. Otras ventajas comparada con la tecnología tradicional, son su menor desgaste específico, menor volumen específico y un menor nivel de ruido. Industrialmente se construyen molinos de diámetros de 1.0 hasta 1.8 mt, con capacidades entre 100 y 1800 t/h. con consumos de potencia entre 200 a 4500 kW.

Existen muy buenos resultados en el ahorro de

energía del orden de 20 a 50% [5] menores comparados con la molienda convencional, para las mismas granulometrías de alimentación y producto. La limitante para esta promisoriosa tecnología hasta hace algunos años era el desgaste acelerado de los revestimientos de los rodillos, lo cual aumenta la frecuencia de detención y baja la disponibilidad operacional, sin embargo las 3 empresas que actualmente fabrican este equipo bajo licencia del Profesor Schönert han estudiado el problema, mejorando la resistencia de los revestimientos y también el diseño de estos últimos para lograr el recambio en tiempos menores.

Por otra parte la reducción de tamaño en la molienda depende de la función velocidad de fractura (S) y de la función distribución de fractura (b). En general los patrones de facturación varían muy poco con las condiciones de operación, sobre todo en sistemas de molienda donde el material es confinado en la zona de aplicación de esfuerzos (chancadores de mandíbula, de conos y rodillos de baja y alta presión). Según lo anterior el parámetro metalúrgico controlante en el sistema de molienda del Molino de Rodillos de Alta Presión es la función velocidad de fractura, la cual para la mayoría de los casos es proporcional a la potencia

demandada por unidad de masa tratada, es decir al consumo de energía específica.

En la actualidad los ingenieros de diseño y de operación de sistemas de molienda, aceptan el consumo de energía específica [kWh/t] como parámetro controlante del proceso de molienda, siendo un valioso criterio de dimensionamiento de máquinas de conminución industrial.

Ante esta situación es imprescindible contar con un modelo que permita estimar la potencia consumida por el equipo, como una forma de sensibilizar la función fractura (S) a las condiciones de diseño y de operación, y por tanto, predecir su comportamiento metalúrgico. El modelo desarrollado por Guevara y Menacho [8] para Molino de Rodillos de Alta Presión permite predecir la potencia considerando variables de operación y de diseño, y así de esta manera permite realizar escalamiento de resultados obtenidos a escala piloto.

1.2 OBJETIVOS

El trabajo que aquí se presenta tiene como objetivo hacer una evaluación operacional del Molino de Rodillos de Alta Presión como equipo cuaternario de conminución de mineral de hierro en la Planta Los Colorados, de propiedad de la Compañía Minera del Pacífico. S.A.

El análisis se completa además, con la utilización de expresiones matemáticas obtenidas y desarrolladas en trabajos anteriores con Molinos de Rodillos de Alta Presión , con el fin de realizar simulaciones de la operación del equipo.

1.3 UBICACIÓN Y ACCESO

Los Colorados está ubicado a 47 Km. de la ciudad de Vallenar, capital de la Provincia de Huasco, Tercera Región. Sus coordenadas geográficas son: $28^{\circ}17'35''$ de latitud Sur y $70^{\circ}48'16''$ de longitud Oeste. Su altitud es de 450 mt. sobre el nivel del mar y su emplazamiento es en el flanco occidental de Sierra Los Colorados.

Su acceso desde Vallenar es posible a través de la Carretera Norte (Ruta 5) en sus primeros 20 Km. , prosiguiendo hacia el Este por un camino de tierra en buenas condiciones que conduce al yacimiento. Además existe un camino de tierra que une Los Colorados Norte, con la estación de FF.CC. Maitencillo.

1.4 CLIMA Y VEGETACIÓN

El clima de la zona que se encuentra el yacimiento Los Colorados, ha sido clasificado como Clima Desértico Transicional. Este clima se desarrolla entre el límite de la nubosidad costera y los 1500 a 2000 m. s.n.m. desarrollando un medio árido de ancho variable, con registro de pequeñas precipitaciones invernales.

Son características de la zona del yacimiento neblina y nubosidad nocturnas y matinales, aprovechando las depresiones y valles que comunican con la costa, en la cual se producen anomalías térmicas negativas debido al efecto que ejerce sobre la temperatura la corriente fría de Humboldt.

Debido a las condiciones climáticas de aridez de la zona, la formación vegetal corresponde al jaral costero, se identifica por la presencia de arbustos de aproximadamente 1.20 m. de altura, marcadamente xerófilos, asociados con hierbas de vegetación primaveral. Dada la escasa precipitación, son abundantes

diversas especies de cactáceos; además es posible encontrar, aunque no en abundancia, plantas herbáceas, las cuales se mantienen en parte gracias a las neblinas que ingresan desde la costa.

1.5 MINA LOS COLORADOS

La Mina "Los Colorados" comenzó sus labores de explotación en el año 1955 a cargo de la Compañía Minera Cerro Colorado hasta el año 1961 quienes exportaban el mineral hacia el exterior. Después de diferentes propietarios, entre otros Compañía Minera Ferromina y Compañía Minera CONFAR, el año 1973 pasa a propiedad de la Compañía de Acero del Pacífico y el año 1974 se instala una planta de chancado y preconcentración magnética, con capacidad anual de producción de 480.000 toneladas de preconcentrado.

Después de estar sin actividad en los períodos 1987-1990 y 1992-1994 comienza nuevamente su producción en enero de 1995. La planta actualmente consiste en una

planta de preconcentración (seca) de minerales de hierro, con capacidad de producción de 1,500,000 ton de preconcentrado año. El mineral unas 6,000 ton/día son alimentadas desde la mina, que posee actualmente dos zonas de explotación llamadas Sector B y Sector Sur. Existen cuatro etapas de chancado y etapas de preconcentración seca en poleas magnéticas para los tamaños gruesos, y en tambores magnéticos de alta velocidad (H.S.D.) para los tamaños menores. El preconcentrado es almacenado y enviado diariamente en carros de ferrocarril (1,200 ton de preconcentrado por tren) hacia la Planta de Pellets, ubicada en Huasco.

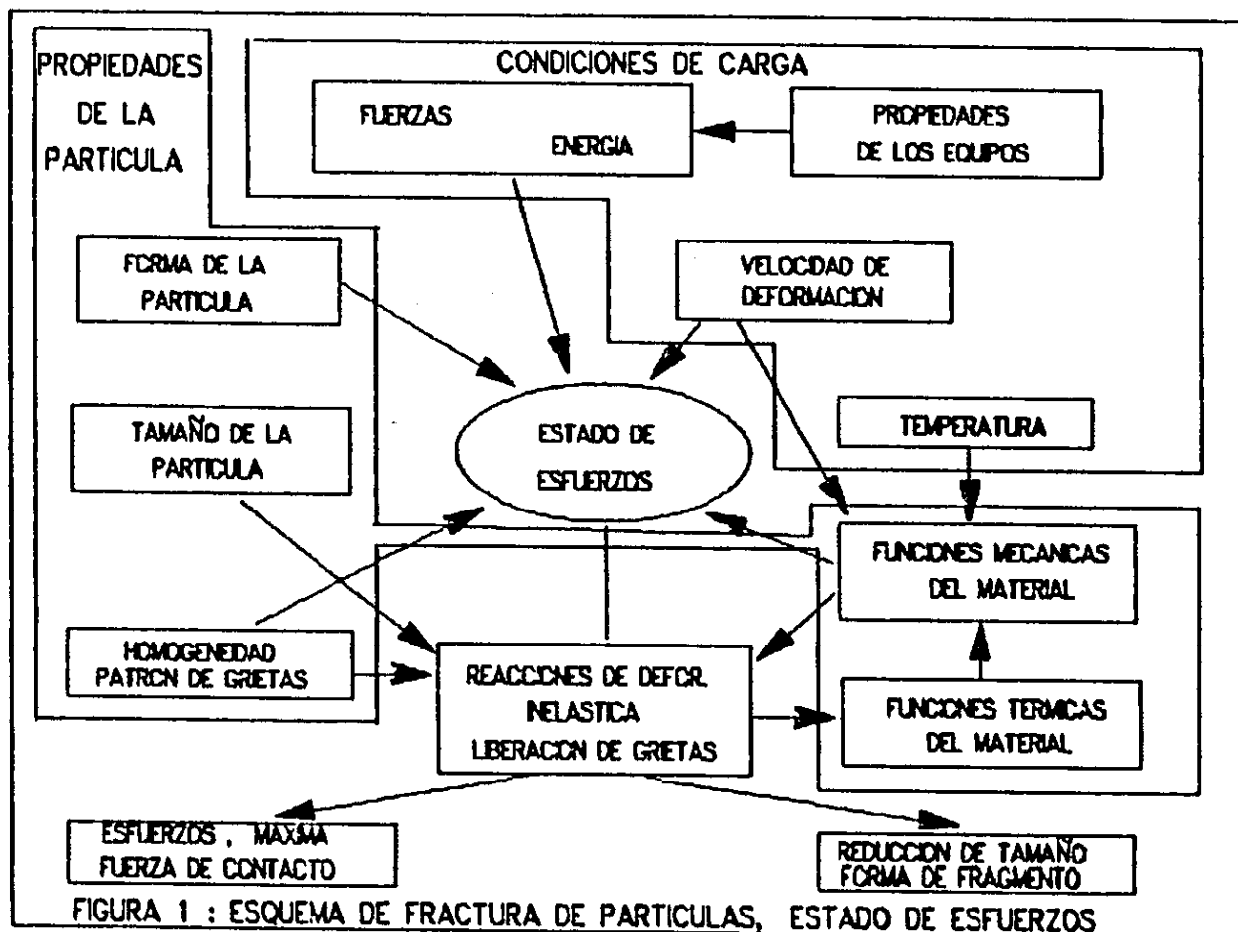
CAPÍTULO II

ANTECEDENTES TEÓRICOS

2.1 TEORÍA DE FRACTURA DE PARTÍCULAS

En cualquier sistema de chancado o molienda las partículas de material alimentado son sometidas a un campo de esfuerzos y fracturadas por fuerzas que actúan ya sea sobre cada partícula o sobre una camada. Estas fuerzas pueden ser originadas por diversas causas, dependiendo del equipo de conminución que se emplee. Así el estado de esfuerzos a que están sometidas las partículas (Figura 1) juega el papel clave y determina si la partícula se deforma inelásticamente o reacciona con formación de grietas y se fractura. [9]

La experimentación con fractura de partículas resulta complicado debido a que el evento de fractura real no puede ser descrito por las siguientes razones [10]:

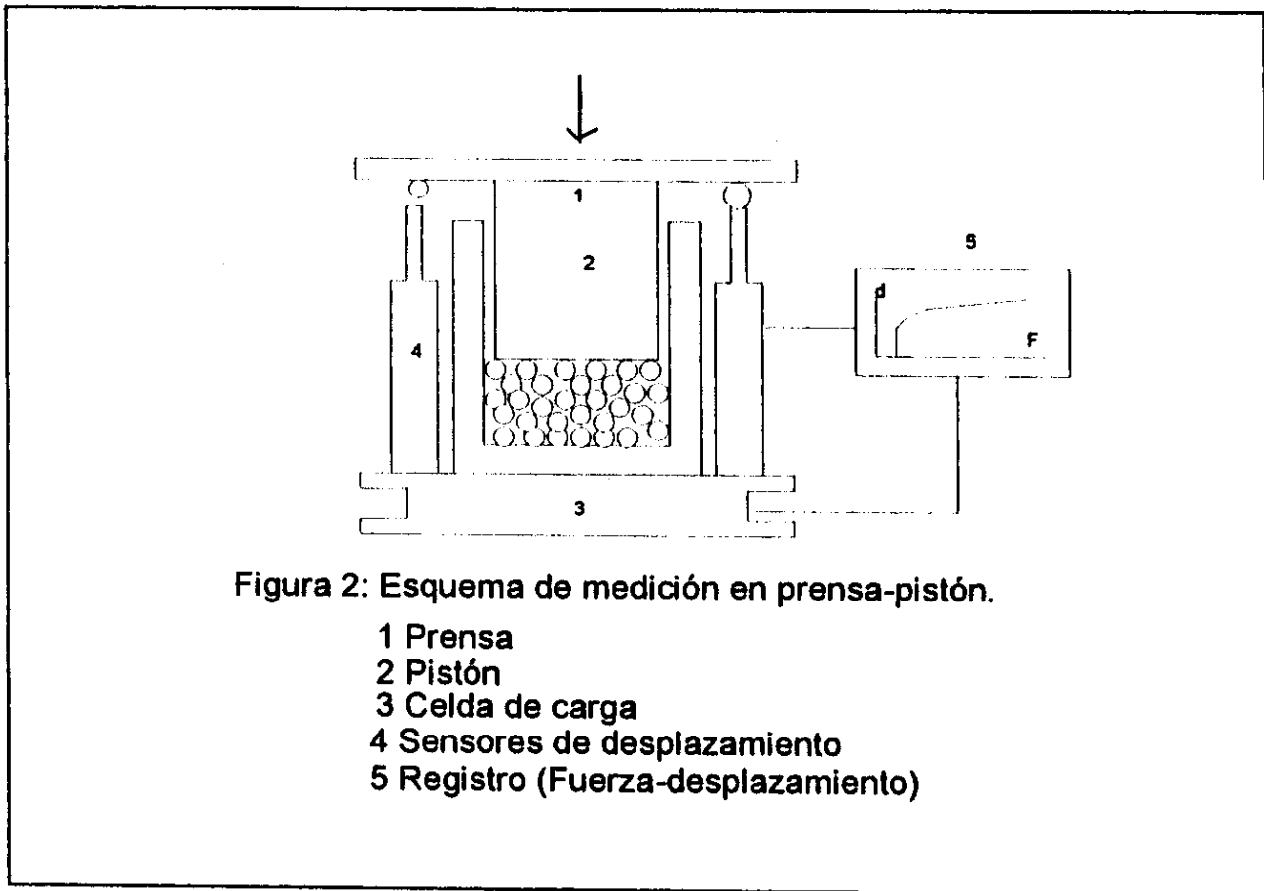


- a) En la fractura de partículas de forma irregular el campo de esfuerzos es desconocido.
- b) La energía suministrada se mantiene aún cuando la partícula ya se agrietó.
- c) Aunque se puede definir la resistencia de la partícula, no se puede hacer con el campo de esfuerzos.
- d) El comportamiento de deformación varía con el tamaño de la partícula.

Cuando un material sólido es sometido a un esfuerzo sufre una deformación, sometiendo diversos materiales a esfuerzos de tensión conocidos, es posible medir cada deformación producida y hacer una clasificación dentro de 2 comportamientos reales; elástico o inelástico. El comportamiento inelástico se debe a que el material se deforma permanentemente o que su comportamiento depende del tiempo. Ambos disipan energía durante la deformación. Se pueden distinguir del mismo modo 2 tipos de inelasticidad, el comportamiento plástico y el comportamiento viscoso. Estos tipos de inelasticidad se superponen al comportamiento elástico y constituyen lo que se denomina comportamiento elástico-

plástico y comportamiento visco-elástico. El primero de ellos es independiente del tiempo, el segundo se caracteriza por su gran dependencia de la velocidad con que se lleva a efecto. [1]

Una forma eficiente para investigar la alta carga de compresión es el uso de un sistema prensa-pistón. Todos los datos esenciales como; fuerza, desplazamiento en la compresión, consumo de energía, porosidad, distribución de tamaño de alimentación, porción fracturada, función distribución de fractura, pueden ser determinadas y evaluadas directamente (Figura 2).



2.2 CONMINUCIÓN DE LECHO DE PARTÍCULAS A ALTA PRESIÓN

2.2.1.- Introducción [5]

La conminución de lecho de partículas a alta presión es el resultado de una investigación científica

del comportamiento de fractura de partículas bajo diferentes condiciones de esfuerzos, investigación primero llevada a cabo para partículas individuales y más tarde para la acción de las fuerzas sobre partículas colectivas. El proceso fue patentado por el Profesor Klaus Schönert, Clausthal, Alemania, como un proceso de conminución realizado por una simple aplicación de una presión de más de 50 MPa sobre un lecho de partículas formado en el gap entre los rodillos. Como resultado el producto es aglomerado y podría implicar la necesidad de un proceso de desaglomeración, siendo el consumo de energía total del sistema de un 20 a 50 % menor comparado con la molienda convencional en molino de bolas, cuando se obtiene la misma fineza del producto. De esta manera el MRAP representa el estado del arte de la molienda con alta eficiencia. Este tipo de molinos ha sido utilizado en circuito cerrado, preferentemente en la industria del cemento, con molino de bolas, los cuales reciben un mineral muy diferente, en comparación con los circuitos convencionales de molienda de minerales. En esta nueva alimentación el porcentaje de finos es mayor y las partículas poseen además mayor densidad de grietas.[12]

El diseño de los rodillos es en una primera observación similar al de los tradicionales chancadores

de rodillos, pero difieren considerablemente en detalles, como son conocidas las desventajas de los chancadores de rodillos convencionales como son desgaste disperejo y baja capacidad, no son válidas para la conminución a alta presión.

El proceso resulta con algunos efectos especiales, por ejemplo, introducción de fisuras y partiduras en las partículas como se mencionó antes, (resultando en un bajísimo consumo de energía específica en cualquier etapa posterior de conminución), conminución "selectiva" como en el caso de liberación diamantífera y posiblemente ventajas en los procesos siguientes de lixiviación.

La capacidad de los rodillos es proporcional a la velocidad circunferencial de los rodillos, ancho de los rodillos, como también al espesor y densidad aparente de los aglomerados (llamados lajas). La proporcionalidad de la capacidad con la velocidad de los rodillos tiene un límite dado por el efecto de fluidización de partículas finas y por el efecto de aceleración de partículas gruesas. El espesor de las lajas depende de las propiedades de atrapamiento de la alimentación y la

estructura de la superficie de los rodillos. La densidad aparente está cerca de 80 a 85 % de la densidad verdadera. El efecto de conminución es principalmente dependiente de la presión en el lecho, aunque esta dependencia no es lineal. El efecto de conminución es quizás independiente de la capacidad. Particularmente cuando se utilizan anchos pequeños de los rodillos, algunos efectos de bordes tienen que ser considerados.

2.2.2.- Desarrollo de la idea

Desde el año 1960 se ha realizado una investigación sistemática en torno a consumos de energía y resultados de conminución, así partículas individuales fueron expuestas a diferentes tipos de esfuerzos (por ejemplo Rumpf, 1965). Sin embargo en muchas aplicaciones de conminución industrial toman lugar no solo fuerzas actuando sobre partículas individuales, sino mayormente por cargas actuando sobre partículas colectivas. Como una consecuencia el trabajo fundamental de conminución de partículas individuales fue seguido por investigación de la acción de las fuerzas sobre partículas colectivas (Schönert, 1979).

En esta investigación, Schönert encontró que la utilización de la energía es particularmente buena, si el lecho de partículas es sometido a una presión de más de 50 MPa. Sin embargo, es aceptado que bajo estas presiones las partículas son compactadas a un tipo más o menos de briquetas sólidas. En la operación de chancadores convencionales tales efectos de aglomeración pueden causar atascamiento, paralizando la operación y requiriendo una limpieza manual. Así esta situación ha sido evitada en la conminución lecho de partículas a alta presión. Schönert propuso el uso de dos rodillos que son alimentados y operados de forma que el lecho de partículas es formado entre los rodillos y cargado con una presión de más de 50 MPa. Dependiendo de las propiedades de la alimentación, el producto podría estar en el gap en la forma de más o menos lajas consistentes (algunas veces llamadas tortas). Si posterior a la prensa de rodillos hay un molino de bolas convencional, este podría desaglomerar las lajas sin un consumo de potencia adicional. En otros casos medidas especiales para desaglomeración pueden ser necesarias.

La conminución de lecho de partículas, algunas veces en forma abreviada "conminución a alta presión" es llamada conminución interpartícula, particularmente en el

sur de Africa.

Principalmente un molino de rodillos, consiste en dos rodillos cada uno con sus alojamientos, situados sobre una estructura sólida. Uno de los rodillos está fijo en la estructura, el rodillo móvil es forzado por un sistema hidráulico de presión (estanque o bomba de aceite) hacia el rodillo fijo. Acumuladores de nitrógeno toman parte tal que el rodillo móvil pueda retroceder en caso de sobrecarga. Los rodillos son conducidos por sistema de engranajes, en este caso usando palanca de torque y sistema de correas en V por motores eléctricos.

Los chancadores convencionales de rodillos lisos, un tiempo ampliamente usados en el procesamiento de minerales, hoy en día aplicados en casos particulares solamente. Los problemas de desgaste disparejo, baja capacidad y otras causadas por la descomposición de la forma, como pudo verse en la descripción anterior, no son válidas para los molinos de rodillos. La tabla siguiente muestra una comparación entre un chancador de rodillos y un molino de rodillos de alta presión.

	Chancador Rodillo	Molino Rodillo Alta Presión
Velocid. rodillos (m/s)	5 - 6	< 2
Razón L/D rodillos	1 - 2	0.2 - 0.6
Densidad operacional material alim. (t/m ³)	0.25 - 0.60	2.3 - 2.5
Separación operacional de los rodillos	Fija	Dinámica

La conminución a alta presión tiene algunos efectos especiales, sobre el curso de los procesos de conminución, la distribución de tamaño de partículas de la masa es cambiada a un rango más fino por cada conminución. Pero, por la acción de la alta presión, fisuras y partiduras son introducidas dentro de las partículas. Esta es la razón por el extremadamente bajo consumo de energía específica, por ejemplo en la etapa posterior de molino de bolas. La cantidad de fisuramiento no ha sido investigada científicamente en profundidad (para algunas investigaciones preliminares ver: Esna-Ashari y Kellerwessel, 1990). Las fisuras introducidas

pueden facilitar cualquier proceso de lixiviación (Esna-Ashari y Kellerwessel, 1988). La conminución a alta presión puede causar un tipo de conminución selectiva, las grietas pasan preferentemente por la superficie natural de los granos de mineral. Esto es aparente en la molienda industrial de Kimberlita, donde los procesos proveen un notable aumento en la recuperación de los diamantes no quebrados. Similares efectos han sido observados con minerales de Casiterita (Clarke y Wills, 1989) y estos han indicado efectos similares para minerales de Calcopirita.

2.2.3.- La interdependencia de las propiedades de alimentación, geometría de rodillos y parámetros operacionales.

La interdependencia de las propiedades de alimentación, geometría de rodillos y parámetros operacionales ha sido extensivamente investigada particularmente por el Profesor K. Schönert y sus estudiantes en Clausthal, Alemania (Lubjuhn, 1992; Lubjuhn y Schönert, 1993; Schönert, Müller y Schwechten, 1990; Schönert y Flügel, 1980; Schönert y Lubjuhn, 1992;

Schönert y Reichardt, 1993; Schwechten, 1987). Para una conminución "pura" de lecho de partículas, todas las partículas alimentadas deberían ser más pequeñas que el gap. Sin embargo en la operación práctica se halló que cierta cantidad de partículas más grandes en la alimentación pueden ser toleradas (Beissner et aliae, 1983). Estas partículas podrían ser trituradas en un nivel superior no en lecho de partículas, sino como en los convencionales chancadores de rodillos, para luego ser trituradas en lecho de partículas.

La capacidad del Molino de Rodillos de Alta Presión está relacionada con la superficie de los rodillos, velocidad de los rodillos, fuerza de molienda, distribución granulométrica y con características del material. Es conocido que rodillos con superficie corrugada incrementan la capacidad del molino. Para la velocidad de los rodillos existe un rango de proporcionalidad con la capacidad (velocidades bajas) y un rango de proporcionalidad inversa (velocidades altas), altas velocidades producen un efecto de fluidización en que el aire contenido en el mineral escapa por la zona de menor compresión que en este caso corresponde a la entrada del molino, produciéndose un flujo de aire ascendente que hace disminuir la capacidad, este efecto

depende fuertemente de la fracción de finos en el mineral de alimentación. Las características del mineral, tanto la dureza como la humedad influyen inversamente en la capacidad, así cuando se disminuye la dureza del mineral, aumenta la capacidad. La fuerza de molienda no influencia fuertemente la capacidad en rodillos planos, y la amplitud de la distribución influye inversamente en la capacidad.

2.3 ECUACIONES DE MODELACIÓN

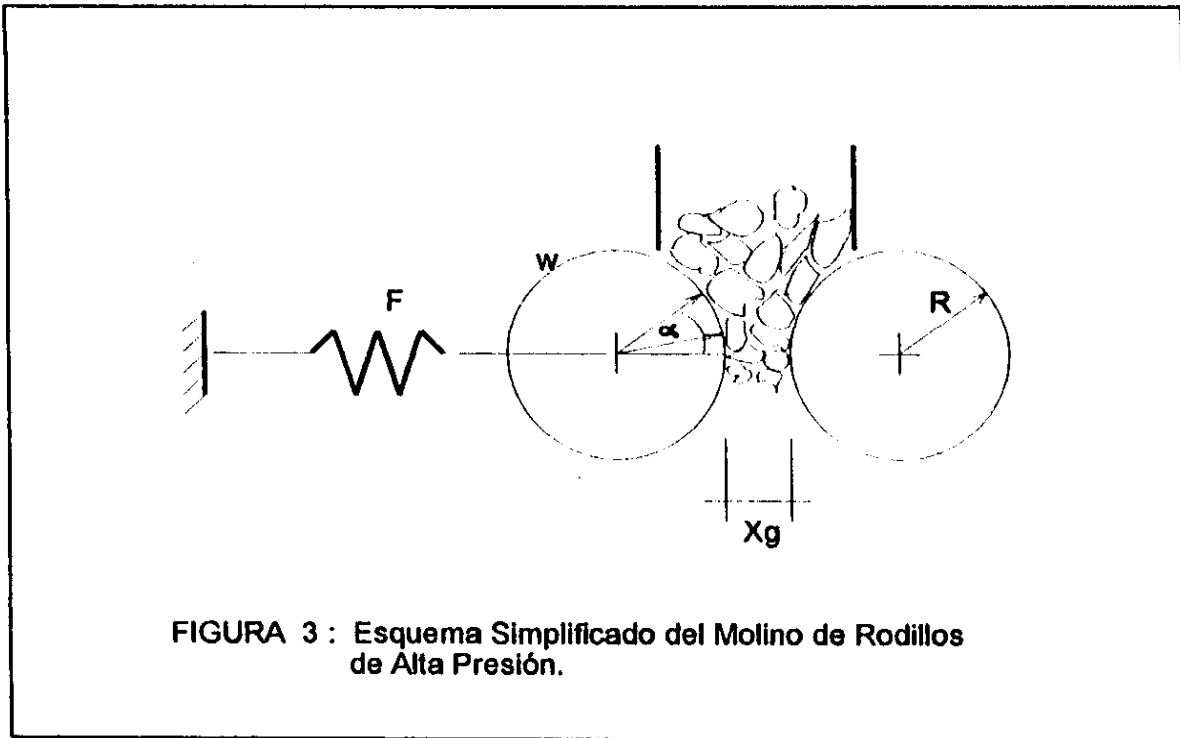
Para predecir el comportamiento del Molino de Rodillos de Alta Presión (MRAP) en circuitos alternativos de conminución se han desarrollado una serie de modelos, principalmente de tipo mecánico. De esta forma están disponibles modelos de potencia, incremento de fuerza de molienda, capacidad y de estimación de la distribución granulométrica del producto del MRAP, estos modelos permiten conocer los balances de masa y energía del equipo. Tales modelos incluyen en forma implícita la dependencia física de la respuesta de trituración con las variables de diseño y operación del equipo. Lo último facilita la tarea de escalamiento de resultados obtenidos a escala piloto.

2.3.1.- Modelo de Guevara et aliae: Predicción de Potencia

El modelo desarrollado por Guevara, Menacho y Bossel [8] se basa en un balance de esfuerzos producidos en el manto del rodillo, cuando se somete el mineral a trituración. Se considera el sistema de fuerzas actuando

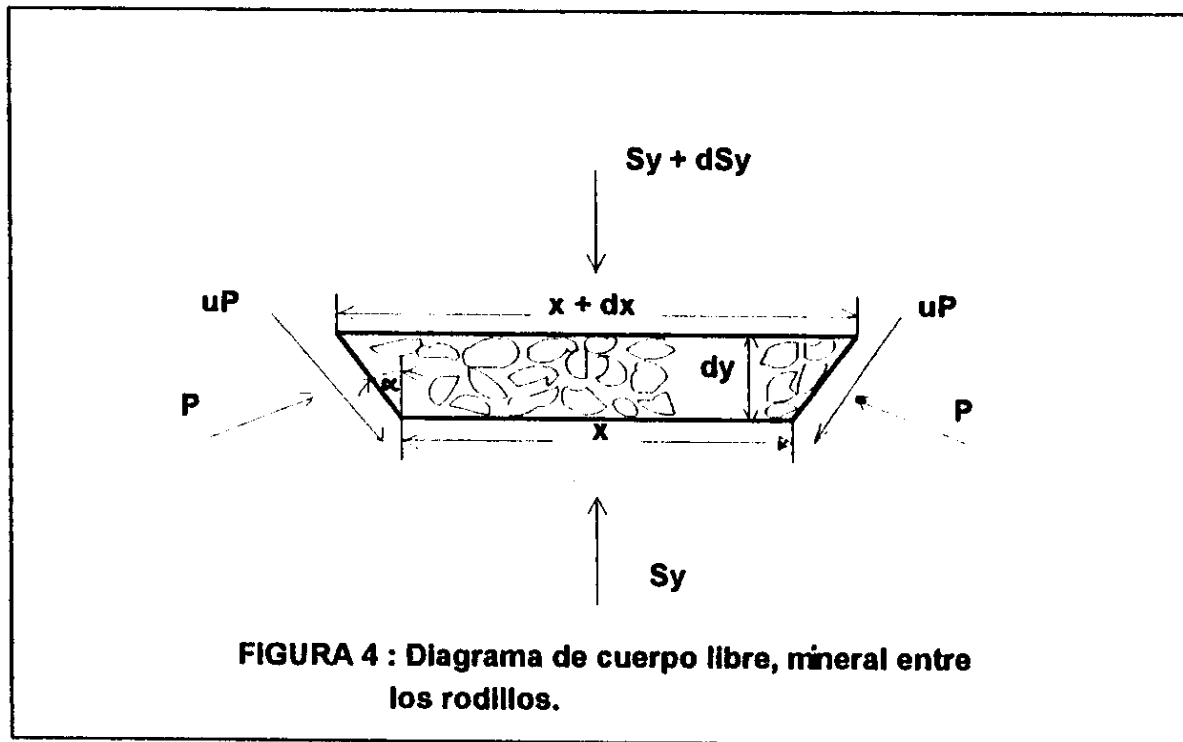
sobre el molino, como se muestra en la **figura 3** . Las hipótesis consideradas en el balance de esfuerzos son:

- a) Deslizamiento nulo entre el mineral y el rodillo en la zona en que se producen las máximas presiones.
- b) Los esfuerzos de corte sobre el rodillo están relacionados a través de la ecuación de Coulomb.
- c) Los esfuerzos internos para una camada de partículas no varían a lo largo de los rodillos.
- d) El esfuerzo de ruptura en tracción del mineral (T_0) analizado se puede considerar como el valor medio, en el rango de tamaños en la alimentación y el producto.



Del equilibrio de fuerza, figura 4 el balance de esfuerzos se expresa matemáticamente en la ecuación (2.1).

$$(s_x + ds_x)(X + dX) + s_x X - 2\mu P \cos\alpha \frac{dy}{\cos\alpha} + 2P \operatorname{sen}\alpha \frac{dy}{\cos\alpha} = 0 \quad (2.1)$$



Para conocer la distribución de presión sobre los rodillos en función de las dimensiones geométricas del equipo y de las condiciones de operación, Guevara sugiere usar el criterio de fractura para materiales frágiles propuesto por Griffith, cuya suposición fundamental es que el material es un sólido elástico y frágil conteniendo un gran número de grietas microscópicas, llamadas fallas de Griffith. Al someter tal material a una tensión, los esfuerzos se concentran en las puntas de las fallas estableciéndose un frente de ruptura por donde se propaga la grieta. Griffith argumentó que los sólidos

reales contienen muchas pequeñas fallas que son puntos de debilidad que inician las grietas a niveles de esfuerzos mucho menores que los ideales [1]. Un esfuerzo compresivo puro no ocasiona la propagación de una grieta, por lo que se hace necesario, la presencia de un esfuerzo de tensión para que se produzca la ruptura frágil, estos se producen incluso bajo condiciones de compresión global debido a la orientación de los defectos. La resistencia compresiva bajo una compresión unidimensional es $8 T_0$, esto es, la resistencia compresiva de materiales frágiles es alrededor de un orden de magnitud mayor que la resistencia a la tensión. Según este criterio de fractura se tiene:

$$(S_1 - S_3)^2 + 8T_0(S_1 + S_3) = 0 \quad (2.2)$$

Siendo S_1 y S_3 los esfuerzos principales sobre una partícula sometida a esfuerzos y T_0 el esfuerzo de ruptura en tracción del mineral.

Este criterio pareciera no ser el más adecuado

para esta aplicación [15], ya que el estado de esfuerzos se ve influenciado por la existencia de grietas, distribuidas en forma aleatoria en el interior de la partícula. La densidad de grietas disminuye con el volumen de la partícula, es decir que entre más pequeña es ésta, mayor es su esfuerzo de ruptura. Otro punto que se debe considerar en la aplicación de este criterio, se refiere a la situación de camada que experimentan las partículas en la zona de alta presión. No obstante lo anterior, esta expresión nos da cuenta en forma simple, de la relación existente entre los esfuerzos axiales y normales para las partículas al momento de fracturarse.

De este modo la ecuación (2.1) resulta, despreciando los términos de orden superior, en una ecuación diferencial para la presión sobre los rodillos, en función del ángulo que marca la posición de la camada de partículas en la zona de compresión de los rodillos, y es de la forma :

$$\frac{(q+2) dq}{(q+1) d\alpha} + \frac{(q-1)\mu + 4\alpha}{B + \alpha^2} = 0 \quad (2.3)$$

Donde q y B son parámetros adimensionales :

$$q = \sqrt{1+P/T_0} \quad \text{y} \quad B = Xg/R.$$

Experimentalmente [8] se encontró que la curva de distribución de presión, aumenta con la fuerza aplicada. Para calcular la potencia de molienda y obtener la curva real de los esfuerzos normales sobre el rodillo, Guevara, Menacho y Bossel proponen la siguiente expresión:

$$e^q(q+1) = 2e \left(\frac{B + \alpha^2}{B + \alpha} \right)^{2M} \quad (2.4)$$

Donde M es un factor constante que permite aumentar la pendiente, según se aumenta la fuerza de molienda.

Para obtener la fuerza de trabajo, basta con integrar la curva de distribución de presión a lo largo de la zona de molienda, quedando expresada por:

$$F_T = RL \int_0^{\alpha_0} P d\alpha \quad (2.5)$$

Para el cálculo de la potencia se debe conocer el torque necesario para hacer girar los rodillos, de un balance de fuerzas análogo al anterior, conocido el torque en los rodillos, la potencia de conminución queda dada por:

$$P_{\text{conm.}} = 2\omega R^2 L \int_0^{\alpha_0} \alpha P d\alpha \quad (2.6)$$

Para obtener expresiones sencillas, posibles de evaluar sin la necesidad de recurrir a un computador, las ecuaciones que dan cuenta de la fuerza de trabajo y del consumo de potencia se han resuelto (Guevara et al.) en función de la variable adimensional q , así se obtienen ecuaciones que dependen de las variables propias del molino y de cuatro parámetros, tal como queda expresado en las ecuaciones siguientes:

Incremento de Fuerza :

$$F = RL \left(\frac{T_0}{4M} \right) (B + \alpha_c^2) (2e)^{\frac{1}{2M}} K (q_{\max}^c - 1) \quad (2.7)$$

Potencia de conminución :

$$P_{\text{conm.}} = 2 \omega R^2 L \left(\frac{T_0}{4M} \right) (B + \alpha_c^2) (2e)^{\frac{1}{2M}} F (q_{\max}^c - 1) \quad (2.8)$$

Los parámetros K, C, F y G son ajustados por regresión a partir de datos experimentales. Un parámetro adicional llamado Kp está relacionado con la presión máxima producida en el manto del rodillo y tiene la forma:

$$P_{\max.} = Kp \frac{F^{cp}}{\sqrt{B}} \quad (2.9)$$

2.3.2.- Modelo de Capacidad de MRAP

La ecuación de capacidad utilizada se genera de un balance másico del mineral que pasa a través de los rodillos con un gap de trabajo determinado, así se obtiene:

$$\dot{M} = \rho U L (1 - \theta_g) X_g \quad (2.10)$$

donde

- \dot{M} : flujo másico
- ρ : densidad del mineral
- U : velocidad de los rodillos
- X_g : gap de trabajo
- θ_g : porosidad en la descarga
- L : ancho de los rodillos.

Se observa que la capacidad es proporcional a la velocidad y ancho de los rodillos, así como también al grado de compactación. Este último está determinado por el parámetro de porosidad, que es ajustado por regresión desde datos experimentales.

Esta ecuación es muy sencilla y no incluye los efectos de diversas formas de la superficie y efecto de fluidización anteriormente mencionado.

Otros estudios recomiendan incluir el efecto de la distribución granulométrica para la predicción de la capacidad, debido a que esta aumenta si el mineral presenta una mayor porción de finos, lo cual debe ser considerado en un rango de valores que no produzca el efecto de fluidización.

2.3.3.- Modelo de Menacho et aliae : Predicción de granulometría para MRAP

Este modelo sugiere la aplicación del modelo de molienda basado en la energía, adaptado para la aplicación particular del Molino de Rodillos de Alta Presión (MRAP), considerando que la conminución en este equipo es de tipo cinético.

Los supuestos del modelo son;

a) Transporte en flujo pistón del material a través del

gap entre los rodillos.

b) Generación de masa por fractura de la clase i de tamaño, por unidad de energía consumida por el sistema, es proporcional a la masa actual en la clase de tamaño i . Un balance diferencial representando la variación de masa de tamaño i por unidad de energía y bajo las restricciones anteriores es:

$$\frac{d(\dot{M}w_i)}{dE} = -s_i^E \dot{M}w_i + \sum b_{ij} s_j^E \dot{M}w_j \quad , j \geq i \geq 1 \quad (2.11)$$

Donde M es la masa total de mineral contenido dentro del molino, w_i es la fracción másica del tamaño i , E es la energía demandada por el sistema, $S_i(e)$ es la función selección reducida aparente del tamaño i , por unidad de energía consumida y finalmente b_{ij} es la fracción en peso de partículas de tamaño X_j que después de un evento de fractura aparecen en la clase de tamaño x_i .

La solución del conjunto de ecuaciones diferenciales del balance de masa, para la condición de estado estacionario, genera:

$$(1 - P_i) = (1 - F_i) \exp(-S_i^E \bar{E}) \quad , \quad n \geq i \geq 1 \quad (2.12)$$

Donde P_i y F_i son las fracciones acumuladas de material pasante del tamaño i en el producto y la alimentación, respectivamente. E es el consumo de energía específica definido entre potencia P y Capacidad M , y $S_i(e)$ función selección definida anteriormente.

De acuerdo a resultados experimentales, la función selección reducida aparente, depende del tamaño de partículas, x_i , como:

$$S_i^E = a (x_i/x_0)^\alpha \frac{1}{1 - \left(\frac{x_i}{\mu}\right)^\mu} \quad (2.13)$$

Donde los parámetros a , α , μ , y Ω son ajustados por regresión a partir de datos experimentales.

CAPÍTULO III

ESTUDIO EXPERIMENTAL

3.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

El estudio experimental definido para cumplir con los objetivos de este trabajo está inserto sólo como una parte del extenso programa de evaluación del Molino de Rodillos de Alta Presión, diseñado por la Compañía Minera del Pacífico S.A.

El punto óptimo de operación del molino para un mineral determinado se puede alcanzar manipulando 3 variables de operación, que son: fuerza de compresión, velocidad de los rodillos y la condición de arrastre del mineral en la alimentación. Esta última consiste en una clapeta (Flap) con regulación manual, ubicada bajo el chute de alimentación al molino y que puede dejar caer el mineral alimentado en diferentes posiciones entre el rodillo fijo y el rodillo móvil.

Con la ayuda del Ingeniero Alemán encargado del montaje y puesta en marcha del molino, además de la información obtenida de la literatura disponible acerca del efecto de las variables de operación del equipo sobre algunas respuestas, como por ejemplo, razón de reducción, capacidad, consumo de energía específica, se definió el siguiente diseño experimental:

Variables de operación	Niveles
1.- Fuerza de Compresión (Bar)	: 20
	40
	60
	80
2.- Velocidad de rodillos (m/s)	: 0.87
	1.11
3.- Posición del Flap (%)	: 25
	50
	75
	100

El nivel superior de la fuerza de compresión, es decir, 80 Bar, está sobre el valor máximo permitido de operación para el molino, sin embargo, para fines de experimentación fue autorizado por el fabricante.

Este diseño experimental se llevó a cabo en forma paralela para ambos tipos de mineral de la mina Los Colorados (Sector B y Sector Sur). La granulometría del material de alimentación utilizada fue entre 1/4" y 3/4".

3.1.1 Notación y Nomenclatura

El diseño experimental definido anteriormente contempla las siguientes pruebas para el mineral del sector B:

TEST	V [m/s]	P [Bar]	FLAP [%]
P13T1	0,87	20	25
P13T2	0,87	20	50
P13T3	0,87	20	75
P13T4	0,87	20	100
P13T5	0,87	40	25
P13T6	0,87	40	50
P13T7	0,87	40	75
P13T8	0,87	40	100
P13T9	0,87	60	25
P13T10	0,87	60	50
P13T11	0,87	60	75
P13T12	0,87	60	100
P13T13	0,87	80	25
P13T14	0,87	80	50
P13T15	0,87	80	75
P13T16	0,87	80	100
P13T17	1,11	20	25
P13T18	1,11	20	50
P13T19	1,11	20	75
P13T20	1,11	20	100
P13T21	1,11	40	25
P13T22	1,11	40	50
P13T23	1,11	40	75

TEST	V [m/s]	P [Bar]	FLAP [%]
P13T24	1,11	40	100
P13T25	1,11	60	25
P13T26	1,11	60	50
P13T27	1,11	60	75
P13T28	1,11	60	100
P13T29	1,11	80	25
P13T30	1,11	80	50
P13T31	1,11	80	75
P13T32	1,11	80	100

En forma similar para el mineral del sector Sur se definió el set de pruebas P4.-

3.2 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

El Molino de Rodillos de Alta Presión (MRAP) utilizado correspondió a un molino piloto de 900 mm de diámetro y 250 mm de ancho con capacidades promedios entre 50 y 80 t/h, fabricado por la Empresa Alemana KHD Humboldt Wedag.

Datos Generales

Denominación	Prensa de rodillos (RP)
Tipo (Rodillos).....	Superf. segmentada reticulada
Alimentación	Máximo 50 mm
Ancho aprox. tortas	250 mm
Espesor aprox. tortas ...	35 mm
Motor (2)	95 Kw
Engranaje	Ruedas dentadas
Posición rendija mín.....	6 mm
Posición rendija máx.....	35 mm
Presión operación máx....	60 Bar

Los revestimientos de los rodillos están

compuestos de segmentos con injertos tubulares de Carburo Tungsteno, formándose una capa externa de material que hace de revestimiento autógeno, obteniéndose un mínimo de desgaste.

Un sistema de toma de datos directamente a través de un registrador (Data Logger) permitió obtener la información relativa a las condiciones de operación del MRAP durante las pruebas. De esta manera se registraban datos puntuales cada 10 segundos para los valores de:

- Potencia rodillo fijo
- Potencia rodillo móvil
- Fuerza de compresión izquierda
- Fuerza de compresión derecha
- Abertura izquierda entre los rodillos
- Abertura derecha entre los rodillos

Dicha información era recuperada y analizada posteriormente en un computador a través de un software llamado Prolec-tra. Luego transferencia de datos como ASCII hacia Excel 5.0 .-

3.3 MUESTREO

La toma de muestras se realizó durante la operación estable del molino utilizando para la descarga un cortador de muestras especial, consistente en un recipiente de igual ancho de los rodillos y con separadores de forma de tomar al mismo tiempo material descargado por el centro y por los bordes de los rodillos.

Además se realizó toma de muestra en la alimentación al molino, una muestra de 1.0 metro de correa de descarga para realizar el balance de masa y toma de muestras de tortas (FLake) para granulometría y densidad aparente.

Con la información obtenida durante cada prueba y los respectivos análisis granulométricos se determinaron las condiciones óptimas de operación, además para complementar el estudio se trabajó con modelos matemáticos desarrollados en trabajos anteriores (Ver 2.3), para predecir el consumo de potencia, incremento de

fuerza de molienda, capacidad y distribución granulométrica del producto del Molino de Rodillos de Alta Presión.

CAPÍTULO IV

MODELACIÓN

4.1 AJUSTE DE PARÁMETROS

El cálculo de los parámetros de los diferentes modelos de predicción utilizados se realizó por el método de retro-cálculo, a partir de pruebas de molienda discontinua (ANEXO C).

A continuación se presentan los intervalos para los valores de los parámetros calculados, siendo el primer número encontrado para las menores fuerzas de compresión utilizadas (aprox. 400 kN) y el segundo para las mayores (aprox. 1500 kN).

Los parámetros de los modelos de incremento en la fuerza de molienda y potencia de conminución obtenidos para cada uno de los dos tipos de minerales utilizados son los siguientes:

PARÁMETRO	SECTOR SUR	SECTOR B
K	9,97 - 10,45	9,97 - 10,44
C	14,41 - 9,41	14,29 - 9,40
G	13,16 - 8,67	12,86 - 8,59
F	10,32 - 9,94	10,29 - 9,93

El parámetro adicional K_p fue ajustado de acuerdo a antecedentes en un valor de 45 veces la fuerza específica, debido a las limitaciones del parámetro adimensional B.

El ajuste de la porosidad como parámetro del modelo de capacidad del molino de rodillos se vio afectado por el ya mencionado efecto de borde, muy significativo en nuestro caso (aproximadamente un 30%) debido al pequeño ancho de los rodillos del molino utilizado. El efecto de borde se produce debido a que el perfil de distribución de presión cambia desde un valor máximo en el centro de los rodillos, por ejemplo unos 100

MPa, aproximadamente 1000 atmósferas, hasta un valor casi nulo en las orillas, correspondiente a la presión atmosférica.

Los parámetros del modelo de predicción de la distribución granulométrica del producto del molino de rodillos para cada uno de los dos tipos de minerales utilizados son los siguientes:

PARÁMETRO	SECTOR SUR	SECTOR B
a	3,96 - 0,95	4,26 - 0,76
α	0,762 - 0,587	0,727 - 0,525
μ	26,63 - 9,34	22,77 - 11,44
Ω	0,473 - 0,702	0,490 - 0,645

4.2 MODELACIÓN

La disposición de los parámetros en el punto anterior permite hacer una comparación para ambos minerales y al mismo tiempo como se ya se mencionó permite determinar el cambio de los parámetros con la fuerza de compresión. Para facilitar el trabajo posterior de escalamiento se correlacionaron algunos de estos parámetros con la fuerza específica utilizada (2,0 - 8,0 N/mm²).

Se encontró que un cambio en el parámetro K no tiene mayor influencia en el incremento de la fuerza de molienda, por lo tanto es una constante, más aún toma valores muy parecidos para ambos minerales. Por otra parte el parámetro C se ve fuertemente influenciado por el cambio en la fuerza específica (inversamente proporcional).

En forma similar a lo anterior, un cambio en el parámetro F no tiene mayor influencia en la potencia de conminución, por tanto se puede considerar constante. El

parámetro controlante de la potencia de conminución es G y es inversamente proporcional a la fuerza específica.

De los parámetros que describen la distribución granulométrica de descarga Ω y α se pueden considerar constantes, es decir dependen del tipo de mineral, μ depende del tamaño máximo en la descarga y "a" de las condiciones de operación del molino.

La información anterior permitió confeccionar las planillas para simulación de la operación del molino de rodillos siendo válidos los modelos para los parámetros de la fuerza de molienda, potencia de conminución, sin embargo para los parámetros de la distribución granulométrica del producto sólo se validaron para la fracción de alimentación $+1/4 - 3/4"$. Esto permitió realizar simulaciones para esta fracción de alimentación.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1 RESULTADOS SECTOR B

Los resultados obtenidos para el mineral del sector B se encuentran en el ANEXO A, entregándose a continuación un conjunto de curvas que permiten determinar las condiciones óptimas de trabajo del Molino de Rodillos de Alta Presión (MRAP).

Las figuras muestran las granulometrías de descarga del molino y los consumos de energía específica para las diferentes condiciones de operación del MRAP.

Las pruebas con presiones de 80 Bar (8.5 N/mm²) sólo tienen un objetivo de experimentación, pues exceden el rango de operación máximo del molino (60 Bar).

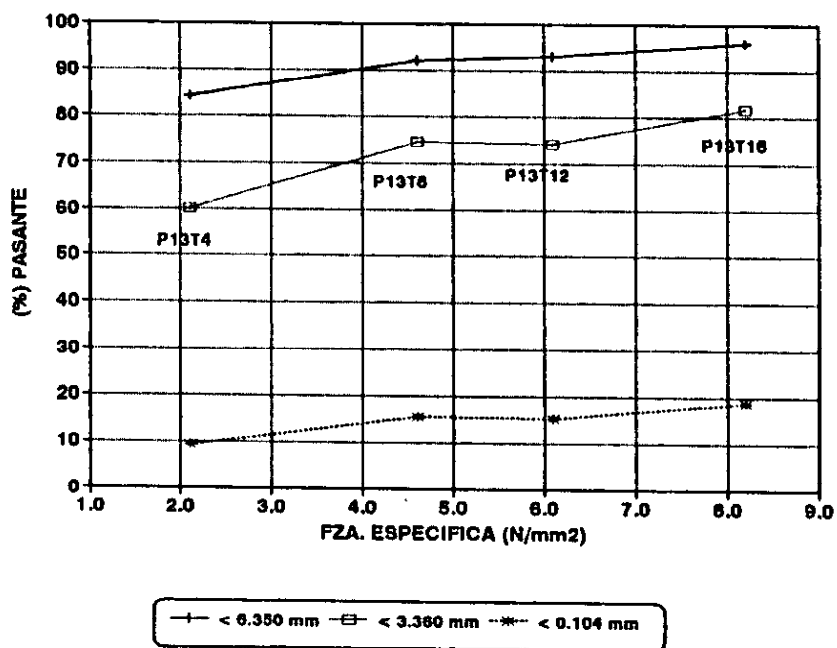


FIGURA 5.1.1 : [%] PASANTE V/S FUERZA ESPECIFICA
VELOC. RODILLO 0,87 (m/s) - FLAP 100%

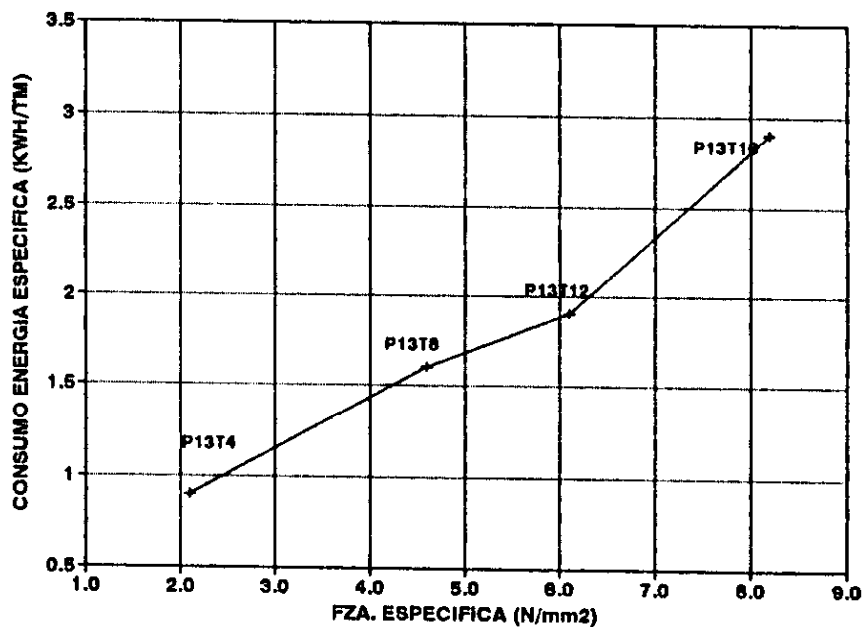


FIGURA 5.1.2 : ENERGIA ESPECIFICA V/S FZA. ESPECIFICA
VELOCIDAD RODILLO 0,87 (m/s) - FLAP 100%

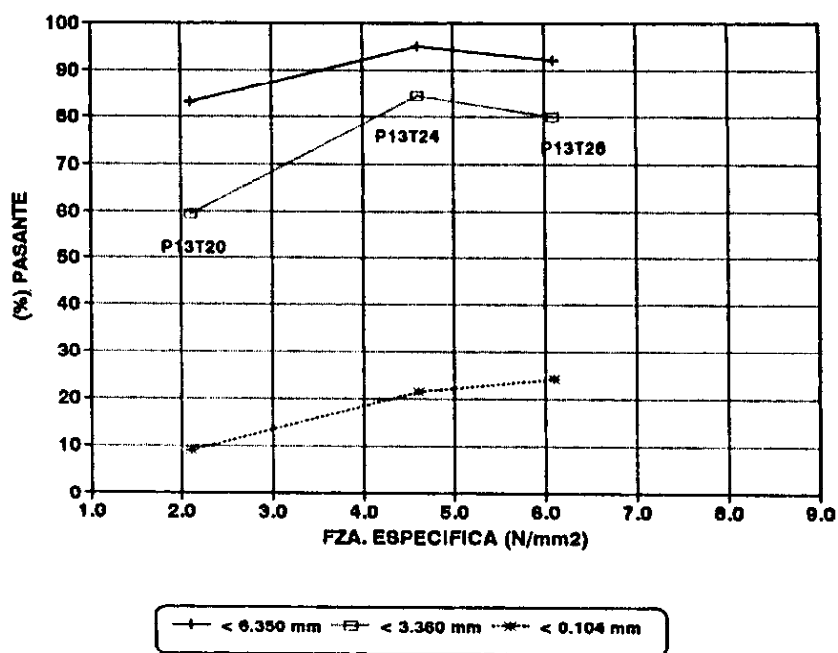


FIGURA 5.1.3 : [%] PASANTE V/S FUERZA ESPECIFICA
VELOC. RODILLO 1,11 (m/s) - FLAP 100%

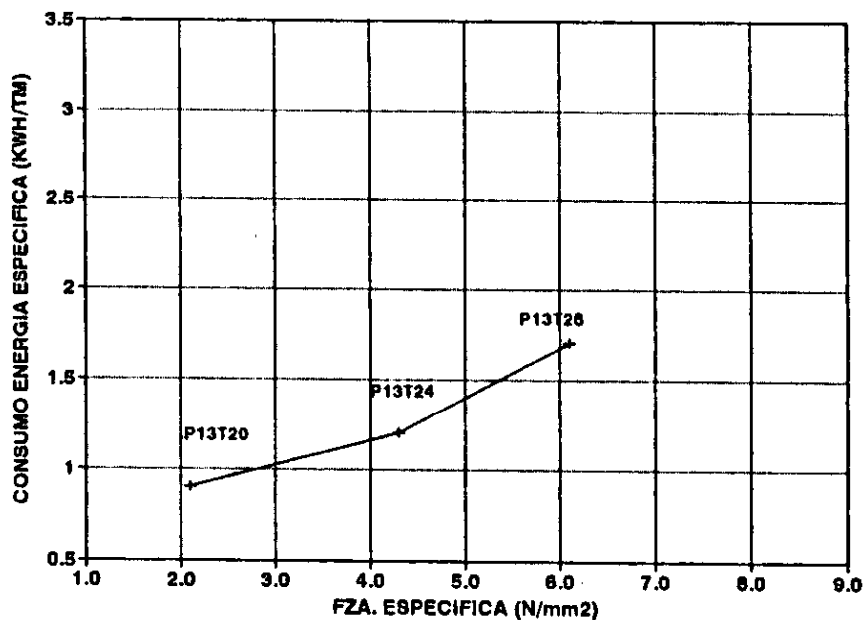


FIGURA 5.1.4 : ENERGIA ESPECIFICA V/S FZA. ESPECIFICA
VELOCIDAD RODILLO 1,11 (m/s) - FLAP 100%

5.2 RESULTADOS SECTOR SUR

Los resultados para el mineral del sector Sur se encuentran en el ANEXO B, en forma similar al punto 5.1, aquí se presenta un conjunto de gráficos que permiten determinar las condiciones de operación óptimas del molino.

Al igual que para el mineral del sector B, las pruebas para velocidad de rodillos de 1,11 m/s y presiones de 80 Bar (8.5 N/mm²) no se realizaron, pues exceden el límite máximo de operación del molino (60 Bar).



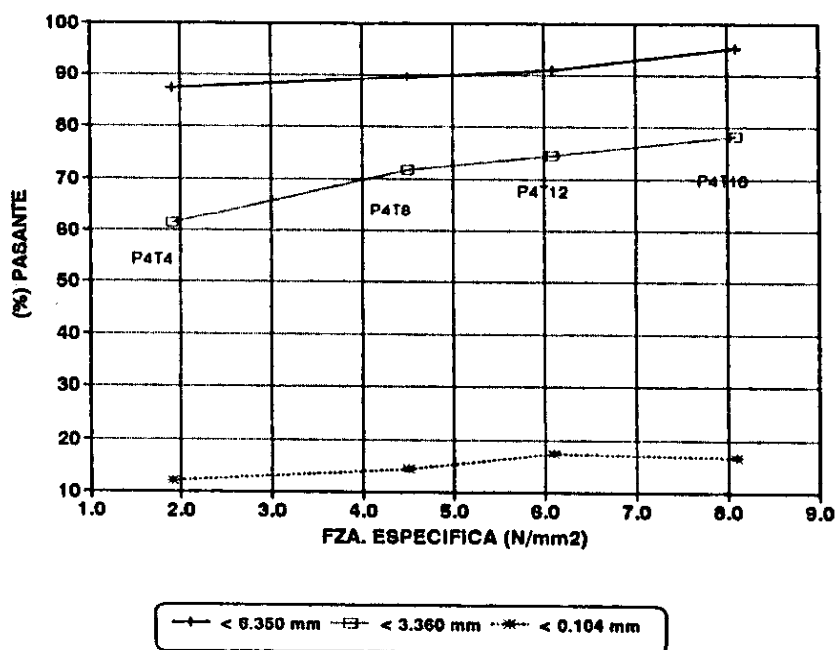


FIGURA 5.2.1: [%] PASANTE V/S FUERZA ESPECIFICA
VELOC. RODILLO 0,87 (m/s) - FLAP 100%

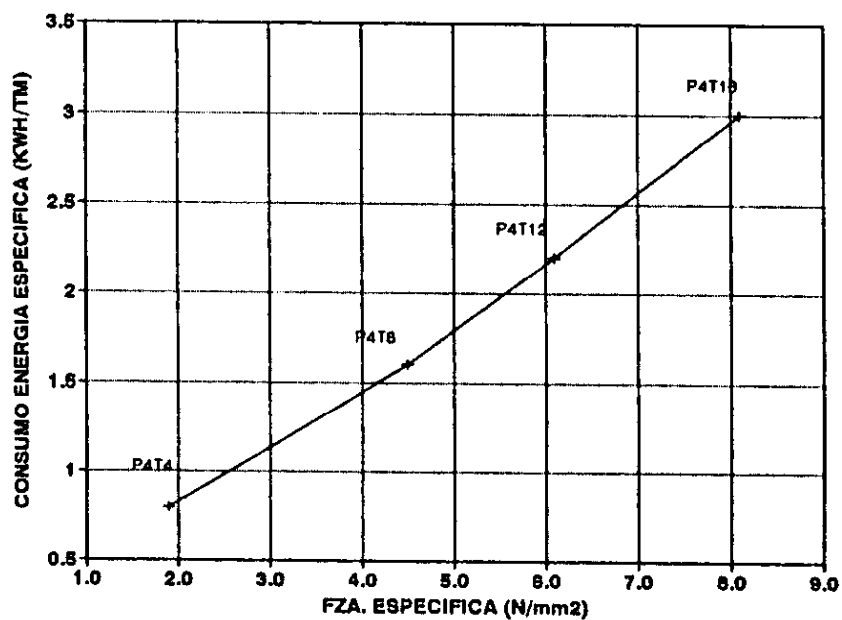


FIGURA 5.2.2: ENERGIA ESPECIFICA V/S FZA. ESPECIFICA
VELOCIDAD RODILLO 0,87 (m/s) - FLAP 100%

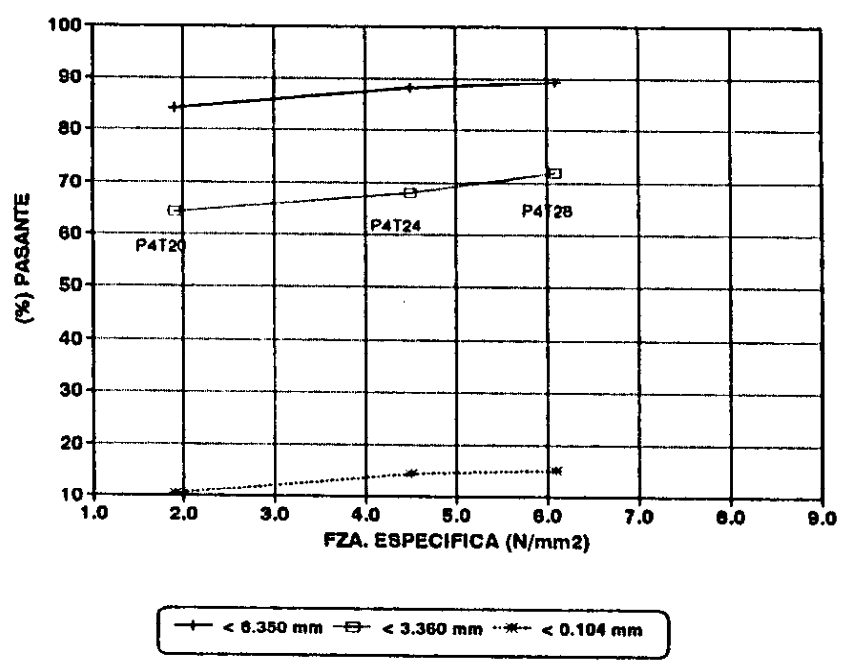


FIGURA 5.2.3: [%] PASANTE V/S FUERZA ESPECIFICA
VELOC. RODILLO 1,11 (m/s) - FLAP 100%

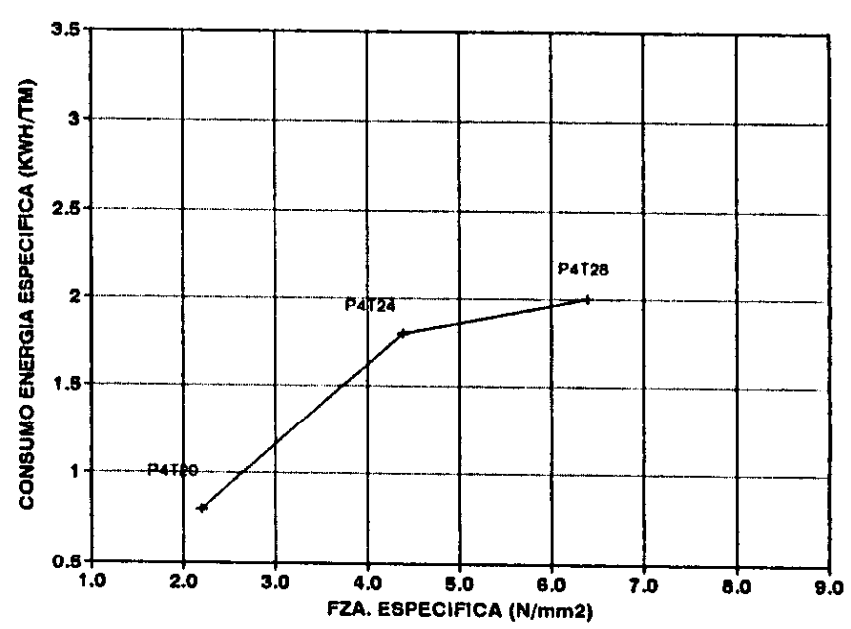


FIGURA 5.2.4: ENERGIA ESPECIFICA V/S FZA. ESPECIFICA
VELOCIDAD RODILLO 1,11 (m/s) - FLAP 100%



5.3 RESULTADOS SIMULACIONES

El detalle de los resultados para las simulaciones se encuentran en el ANEXO D. Con tales resultados se fabricaron curvas similares a las obtenidas en los puntos anteriores.

Estos resultados fueron obtenidos utilizando una única distribución de tamaños de alimentación al molino para todas las simulaciones, por lo tanto, permite una mejor comparación para las diferentes condiciones de operación del molino.

Resumen Simulaciones Material "B"

Size: 1/4" - 3/4" V = 0,87 m/s

Simulación		1	2	3	4	5	6
Fuerza de compresión	(Bar)	20	30	40	50	60	70
Velocidad rodillos	(m/s)	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
Posición del Flap	(%)	100	100	100	100	100	100
Capacidad	(t/h)	55,9	58,7	61,5	64,3	67,1	69,5
Fuerza Especifica	(N/mm2)	2,12	3,19	4,25	5,31	6,37	7,43
Consumo Ener. Específ.	(kWh/t)	0,94	1,26	1,32	1,66	1,66	1,92
Ancho del Centro	(mm)	170	170	170	170	170	170
Size	Alim-	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.
mm	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.
19,050	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
12,700	0,8520	0,9886	0,9938	0,9945	0,9971	0,9965	0,9982
9,525	0,6110	0,9542	0,9724	0,9749	0,9853	0,9829	0,9903
6,350	0,2570	0,8576	0,9036	0,9104	0,9406	0,9331	0,9588
4,760	0,1280	0,7797	0,8403	0,8499	0,8931	0,8820	0,9175
3,360	0,0670	0,6870	0,7576	0,7693	0,8240	0,8096	0,8567
2,380	0,0290	0,5997	0,6735	0,6861	0,7470	0,7307	0,7854
1,680	0,0210	0,5189	0,5909	0,6035	0,6661	0,6490	0,7070
0,420	0,0090	0,2623	0,3090	0,3178	0,3632	0,3503	0,3659
0,210	0,0080	0,1800	0,2133	0,2198	0,2531	0,2435	0,2776
0,150	0,0070	0,1486	0,1765	0,1818	0,2101	0,2019	0,2309
0,104	0,0060	0,1216	0,1445	0,1489	0,1724	0,1658	0,1899
0,075	0,0050	0,0991	0,1179	0,1215	0,1409	0,1353	0,1554
0,045	0,0040	0,0732	0,0871	0,0897	0,1041	0,1000	0,1150

Resumen Simulaciones Material "B"

Size: 1/4" - 3/4" V = 1,11 m/s

Simulación		1	2	3	4	5	6
Fuerza de compresión	(Bar)	20	30	40	50	60	70
Velocidad rodillos	(m/s)	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11
Posición del Flap	(%)	100	100	100	100	100	100
Capacidad	(t/h)	71,4	74,9	78,5	82,1	85,6	87,4
Fuerza Específica	(N/mm ²)	2,12	3,19	4,25	5,31	6,37	7,43
Consumo Ener. Específ.	(kW/t)	0,88	1,21	1,27	1,81	1,51	1,87
Ancho del Centro	(mm)	170	170	170	170	170	170
Size	Allm-	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.
mm	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.
19,050	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
12,700	0,8520	0,9973	0,9932	0,9940	0,9968	0,9962	0,9981
9,525	0,8110	0,9498	0,9669	0,9728	0,9841	0,9815	0,9895
6,350	0,2570	0,8474	0,8968	0,9048	0,9369	0,9291	0,9540
4,760	0,1280	0,7668	0,8312	0,8418	0,8878	0,8762	0,9135
3,380	0,0570	0,6723	0,7488	0,7884	0,8168	0,8021	0,8513
2,380	0,0290	0,5847	0,6620	0,6755	0,7389	0,7223	0,7788
1,680	0,0210	0,5048	0,5794	0,5929	0,6575	0,6404	0,6999
0,420	0,0090	0,2536	0,3012	0,3103	0,3567	0,3439	0,3900
0,210	0,0080	0,1738	0,2077	0,2142	0,2482	0,2388	0,2732
0,150	0,0070	0,1435	0,1718	0,1773	0,2060	0,1980	0,2272
0,104	0,0060	0,1174	0,1407	0,1452	0,1690	0,1623	0,1887
0,075	0,0050	0,0957	0,1147	0,1185	0,1381	0,1328	0,1528
0,045	0,0040	0,0707	0,0847	0,0875	0,1020	0,0979	0,1130

Resumen Simulaciones Material "B"

Size: 1/4" - 3/4" V = 1,24 m/s

Simulación		1	2	3	4	5	6
Fuerza de compresión	(Bar)	20	30	40	50	60	70
Velocidad rodillos	(m/s)	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24
Posición del Flap	(%)	100	100	100	100	100	100
Capacidad	(t/h)	79,7	83,7	87,7	91,7	95,7	97,7
Fuerza Específica	(N/mm ²)	2,12	3,18	4,26	5,31	6,37	7,43
Consumo Ener. Específ.	(kWh/t)	0,86	1,18	1,25	1,59	1,50	1,85
Ancho del Centro	(mm)	170	170	170	170	170	170
Size	Alim-	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.
mm	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.
19,050	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
12,700	0,8520	0,9868	0,9929	0,9937	0,9967	0,9961	0,9960
9,525	0,6110	0,9480	0,9689	0,9719	0,9837	0,9810	0,9892
6,350	0,2870	0,8433	0,8942	0,9022	0,9354	0,9275	0,9530
4,760	0,1280	0,7615	0,8277	0,8386	0,8855	0,8740	0,9120
3,380	0,0570	0,6666	0,7426	0,7556	0,8140	0,7993	0,8491
2,380	0,0290	0,5760	0,6575	0,6714	0,7357	0,7191	0,7763
1,680	0,0210	0,4992	0,5750	0,5888	0,6542	0,6371	0,6972
0,420	0,0060	0,2503	0,2982	0,3075	0,3542	0,3415	0,3878
0,210	0,0080	0,1715	0,2056	0,2122	0,2464	0,2370	0,2715
0,150	0,0070	0,1416	0,1700	0,1756	0,2044	0,1965	0,2258
0,104	0,0060	0,1158	0,1392	0,1438	0,1677	0,1611	0,1855
0,075	0,0050	0,0944	0,1135	0,1173	0,1370	0,1315	0,1518
0,045	0,0040	0,0697	0,0838	0,0866	0,1012	0,0972	0,1123

SIMULACIONES SECTOR B (+1/4-3/4")

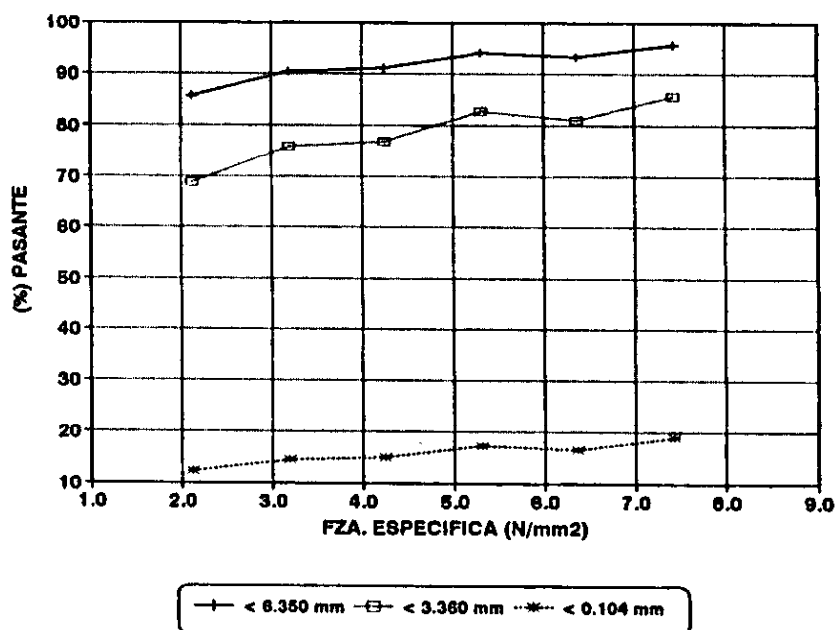


FIGURA 5.3.1: [%] PASANTE V/S FUERZA ESPECIFICA
VELOC. RODILLO 0,87 (m/s) - FLAP 100%

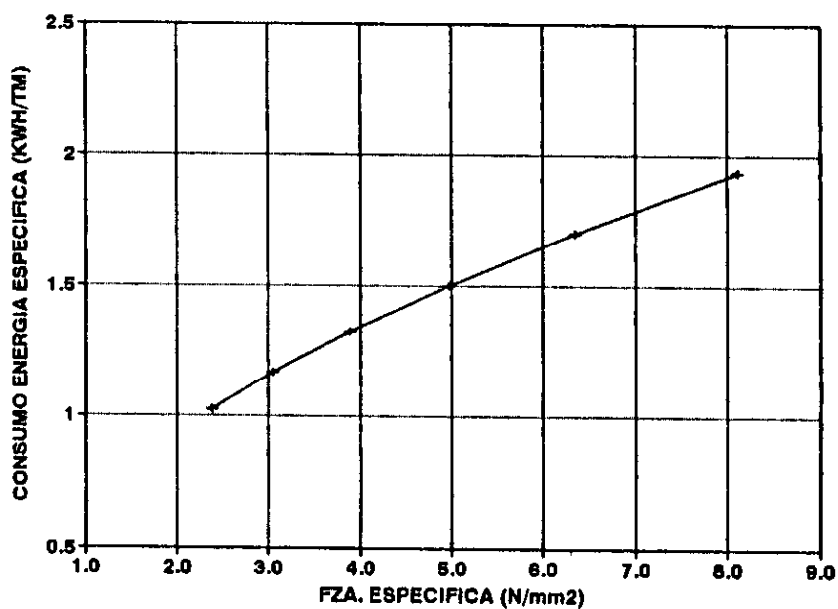


FIGURA 5.3.2: ENERGIA ESPECIFICA V/S FZA. ESPECIFICA
VELOCIDAD RODILLO 0,87 (m/s) - FLAP 100%

SIMULACIONES SECTOR B (+ 1/4-3/4")

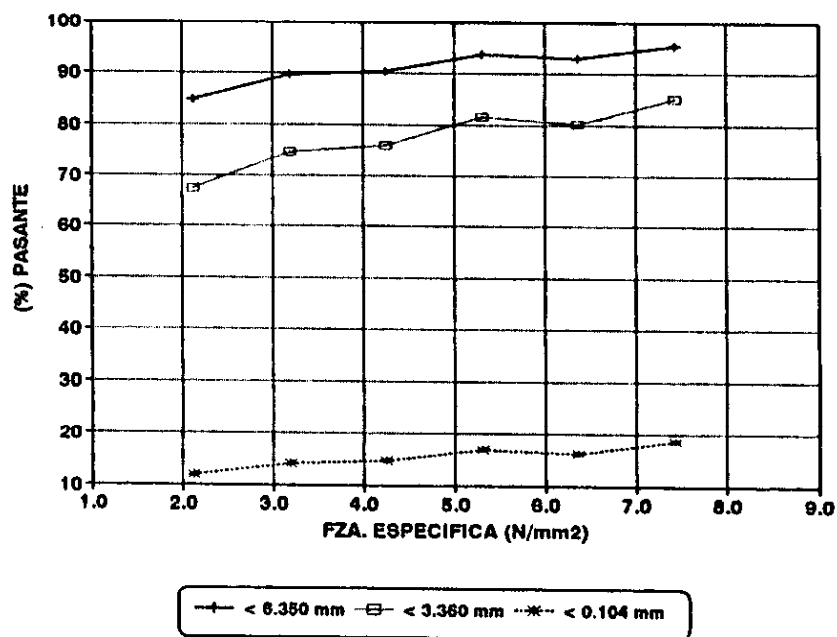


FIGURA 5.3.3: [%] PASANTE V/S FUERZA ESPECIFICA
VELOC. RODILLO 1,11 (m/s) - FLAP 100%

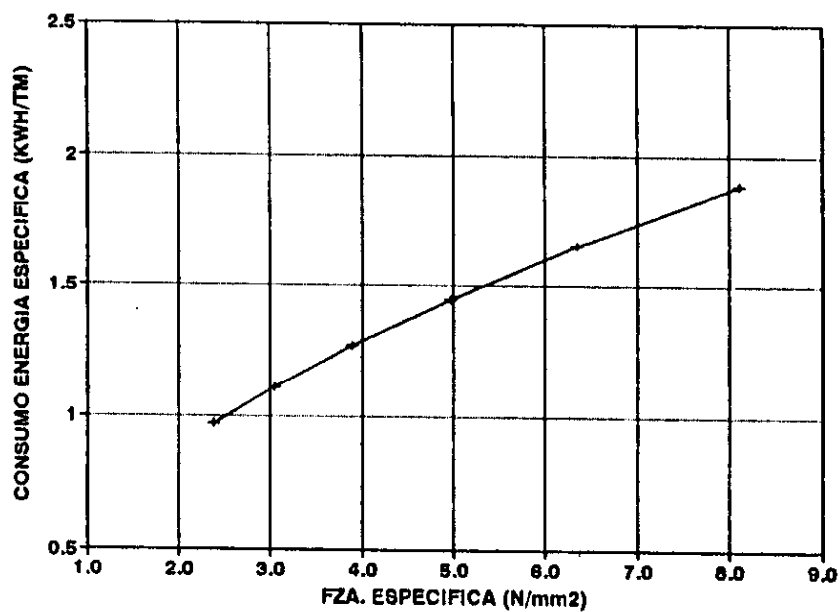


FIGURA 5.3.4: ENERGIA ESPECIFICA V/S FZA. ESPECIFICA
VELOCIDAD RODILLO 1,11 (m/s) - FLAP 100%

SIMULACIONES SECTOR B (+1/4-3/4")

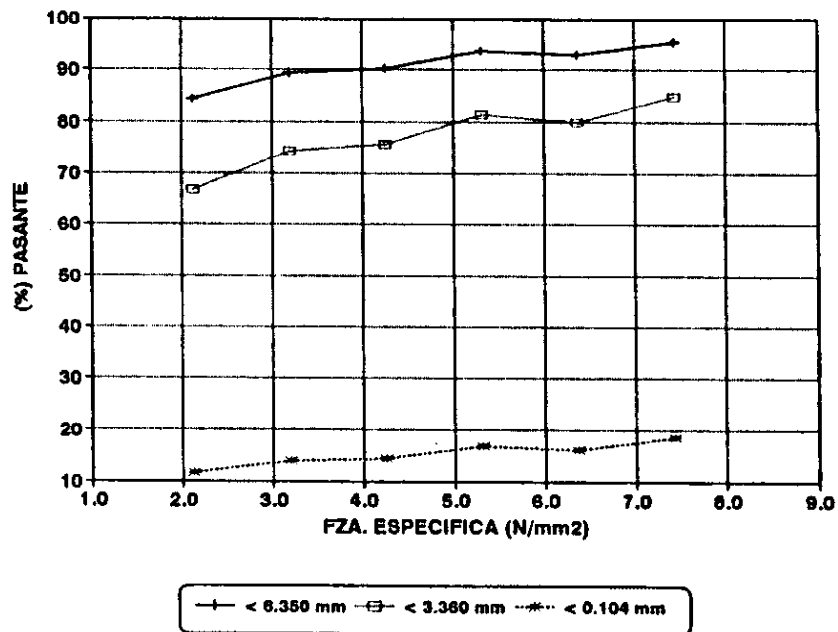


FIGURA 5.3.5: [%] PASANTE V/S FUERZA ESPECIFICA
VELOC. RODILLO 1,24 (m/s) - FLAP 100%

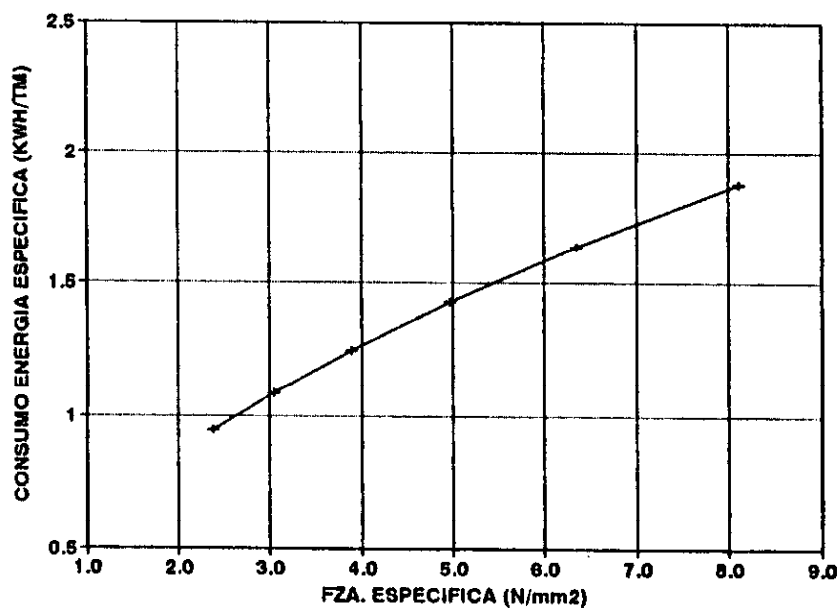


FIGURA 5.3.6: ENERGIA ESPECIFICA V/S FZA. ESPECIFICA
VELOCIDAD RODILLO 1,24 (m/s) - FLAP 100%

Resumen Simulaciones Material Sur

Size: 1/4" - 3/4" V = 0,87 m/s

Simulación		1	2	3	4	5	6
Fuerza de compresión	(Bar)	20	30	40	50	60	70
Velocidad rodillos	(m/s)	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
Posición del Flap	(%)	100	100	100	100	100	100
Capacidad	(t/h)	50,0	52,5	55,0	57,5	60,0	61,2
Fuerza Especifica	(N/mm ²)	2,12	3,19	4,25	5,31	6,37	7,43
Consumo Ener. Especif.	(kWh/t)	1,05	1,41	1,48	1,45	1,83	2,30
Ancho del Centro	(mm)	170	170	170	170	170	170
Size	Altm-	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.
mm	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.
19,050	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
12,700	0,8520	0,8908	0,8653	0,8958	0,8958	0,8969	0,8991
9,525	0,6110	0,8605	0,8774	0,8797	0,8789	0,8841	0,8944
6,350	0,2570	0,8715	0,9159	0,9225	0,9202	0,9357	0,9709
4,760	0,1280	0,7982	0,8582	0,8655	0,8623	0,8846	0,9098
3,360	0,0570	0,7038	0,7751	0,7867	0,7927	0,8110	0,8870
2,380	0,0290	0,6149	0,6902	0,7030	0,6966	0,7301	0,8204
1,680	0,0210	0,5315	0,6055	0,6184	0,6139	0,6482	0,7435
0,420	0,0090	0,2652	0,3129	0,3218	0,3187	0,3416	0,4193
0,210	0,0080	0,1803	0,2140	0,2203	0,2181	0,2348	0,2824
0,150	0,0070	0,1482	0,1762	0,1815	0,1797	0,1935	0,2423
0,104	0,0060	0,1208	0,1438	0,1479	0,1484	0,1578	0,1983
0,075	0,0050	0,0978	0,1165	0,1201	0,1188	0,1281	0,1615
0,045	0,0040	0,0717	0,0853	0,0879	0,0870	0,0939	0,1188

Resumen Simulaciones Material Sur

Size: 1/4" - 3/4" V = 1,11 m/s

Simulación		1	2	3	4	5	6
Fuerza de compresión	(Bar)	20	30	40	50	60	70
Velocidad rodillos	(m/s)	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11
Posición del Flap	(%)	100	100	100	100	100	100
Capacidad	(t/h)	63,8	67,0	70,2	73,3	76,5	78,1
Fuerza Específica	(N/mm ²)	2,12	3,19	4,25	5,31	6,37	7,43
Consumo Ener. Específ.	(kWh/t)	0,99	1,36	1,42	1,40	1,58	2,25
Ancho del centro	(mm)	170	170	170	170	170	170
Size	Allm-	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.
mm	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.
19,050	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
12,700	0,8520	0,9894	0,9947	0,9953	0,9951	0,9968	0,9990
9,525	0,6110	0,8563	0,9751	0,9778	0,9770	0,9827	0,9939
6,350	0,2570	0,8813	0,9098	0,9169	0,9148	0,9316	0,9690
4,760	0,1280	0,7830	0,8473	0,8578	0,8546	0,8784	0,9367
3,360	0,0570	0,6888	0,7642	0,7768	0,7731	0,8030	0,8823
2,380	0,0290	0,5995	0,6785	0,6922	0,6891	0,7212	0,8145
1,680	0,0210	0,5167	0,5937	0,6075	0,6034	0,6370	0,7369
0,420	0,0090	0,2562	0,3050	0,3143	0,3115	0,3349	0,4135
0,210	0,0080	0,1741	0,2083	0,2150	0,2130	0,2288	0,2880
0,150	0,0070	0,1431	0,1715	0,1770	0,1754	0,1894	0,2386
0,104	0,0060	0,1164	0,1397	0,1442	0,1428	0,1544	0,1952
0,075	0,0050	0,0944	0,1133	0,1170	0,1159	0,1254	0,1589
0,045	0,0040	0,0692	0,0830	0,0857	0,0849	0,0919	0,1166

Resumen Simulaciones Material Sur

Size: 1/4" - 3/4" V = 1,24 m/s

Simulación		1	2	3	4	5	6
Fuerza de compresión	(Bar)	20	30	40	50	60	70
Velocidad rodillos	(m/s)	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24
Posición del Flap	(%)	100	100	100	100	100	100
Capacidad	(t/h)	71,2	74,8	78,4	81,9	85,5	87,3
Fuerza Específica	(N/mm ²)	2,12	3,19	4,25	5,31	6,37	7,43
Consumo Ener. Específ.	(kWh/t)	0,98	1,32	1,40	1,38	1,66	2,23
Ancho del Centro	(mm)	170	170	170	170	170	170
Size	Alim-	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.	Desc.
mm	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.
19,050	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
12,700	0,8520	0,9889	0,9944	0,9951	0,9950	0,9984	0,9990
9,525	0,8110	0,9547	0,9742	0,9770	0,9762	0,9822	0,9937
6,350	0,2570	0,8673	0,9071	0,9147	0,9126	0,9298	0,9692
4,760	0,1280	0,7778	0,8439	0,8545	0,8516	0,8760	0,9355
3,380	0,0870	0,6829	0,7600	0,7730	0,7694	0,8000	0,8806
2,380	0,0290	0,5935	0,8739	0,6880	0,6841	0,7177	0,8123
1,680	0,0210	0,5111	0,5892	0,6033	0,5993	0,6334	0,7344
0,420	0,0090	0,2529	0,3020	0,3114	0,3068	0,3324	0,4113
0,210	0,0080	0,1717	0,2082	0,2129	0,2110	0,2280	0,2864
0,150	0,0070	0,1411	0,1697	0,1753	0,1737	0,1879	0,2372
0,104	0,0060	0,1148	0,1382	0,1428	0,1415	0,1532	0,1941
0,075	0,0050	0,0932	0,1121	0,1159	0,1148	0,1243	0,1580
0,045	0,0040	0,0683	0,0822	0,0849	0,0841	0,0911	0,1159

SIMULACIONES SECTOR SUR (+1/4"-3/4")

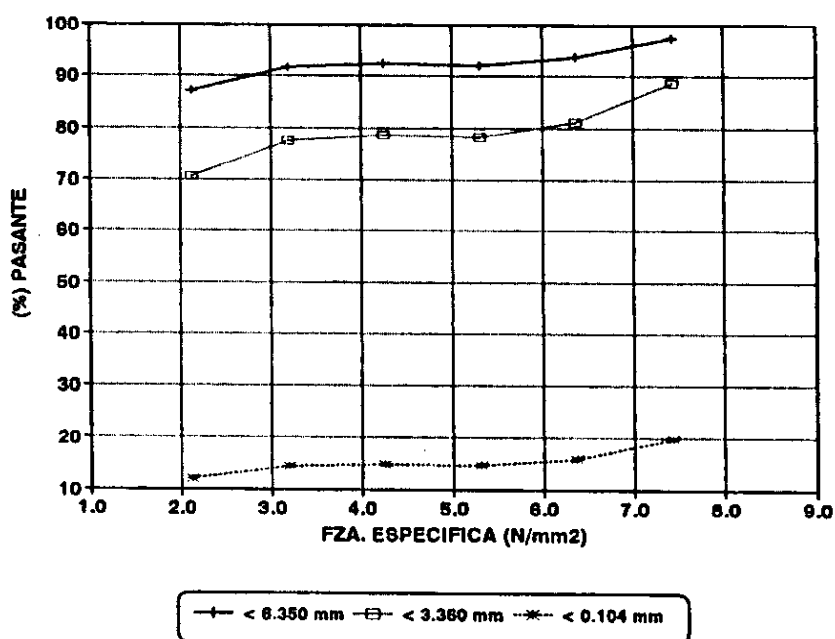


FIGURA 5.3.7 : [%] PASANTE V/S FUERZA ESPECIFICA
VELOC. RODILLO 0,87 (m/s) - FLAP 100%

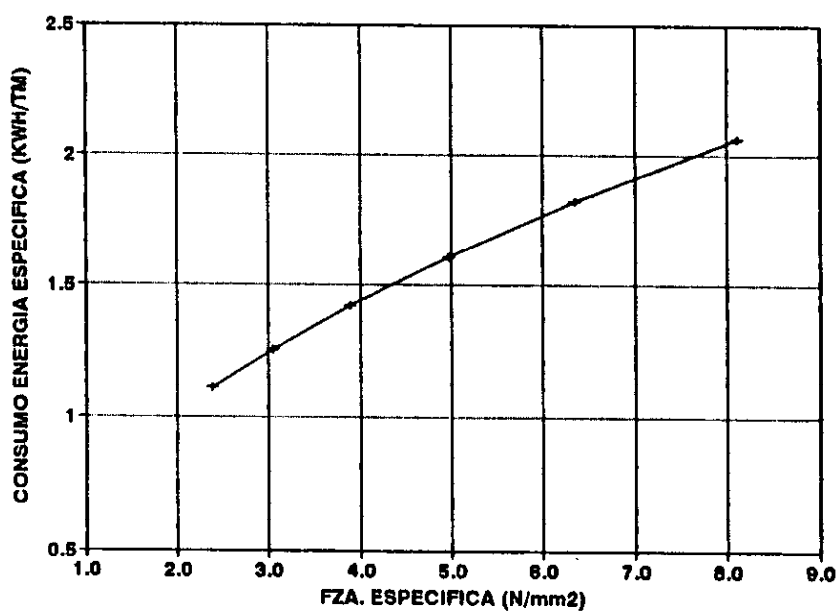


FIGURA 5.3.8 : ENERGIA ESPECIFICA V/S FZA. ESPECIFICA
VELOCIDAD RODILLO 0,87 (m/s) - FLAP 100%

SIMULACIONES SECTOR SUR (+ 1/4"-3/4")

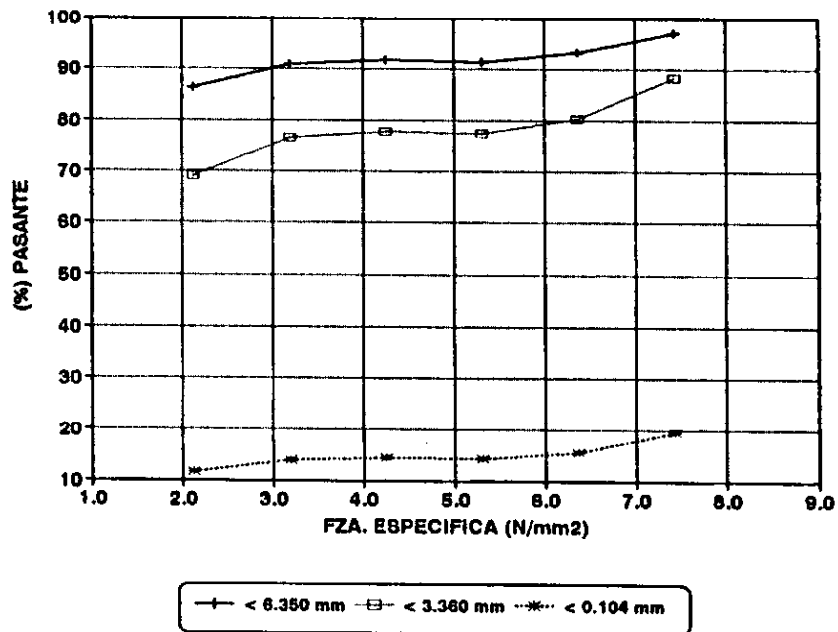


FIGURA 5.3.9 : [%] PASANTE V/S FUERZA ESPECIFICA
VELOC. RODILLO 1,11 (m/s) - FLAP 100%

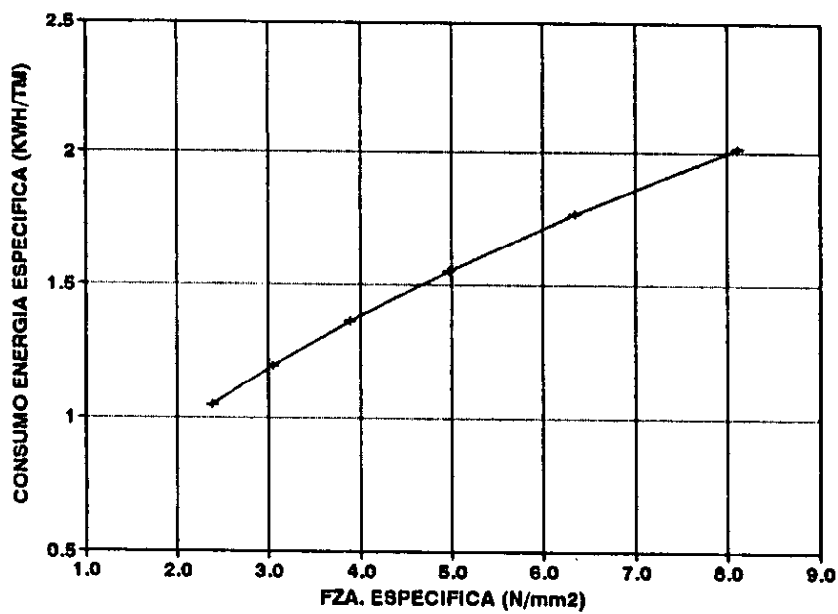


FIGURA 5.3.10 : ENERGIA ESPECIFICA V/S FZA. ESPECIFICA
VELOCIDAD RODILLO 1,11 (m/s) - FLAP 100%

SIMULACIONES SECTOR SUR (+ 1/4"-3/4")

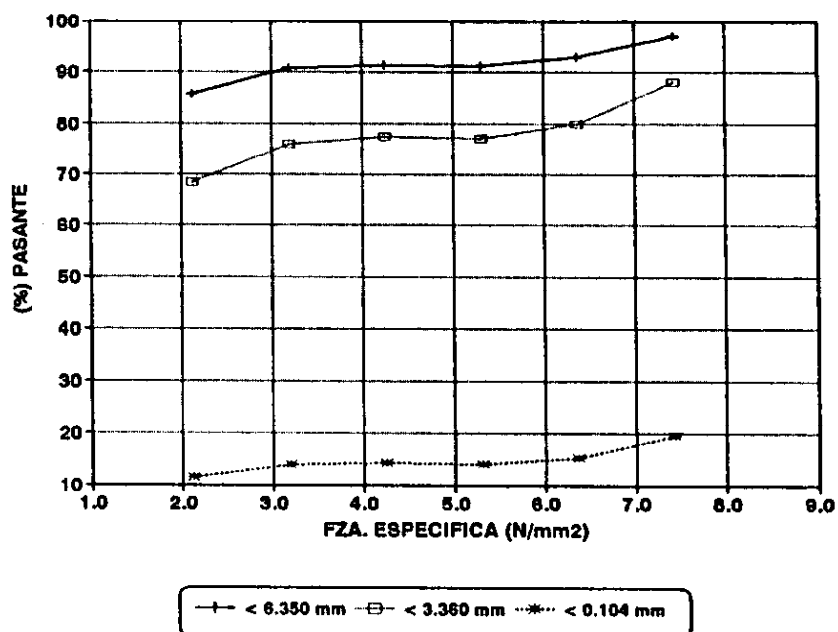


FIGURA 5.3.11 : [%] PASANTE V/S FUERZA ESPECIFICA
VELOC. RODILLO 1,24 (m/s) - FLAP 100%

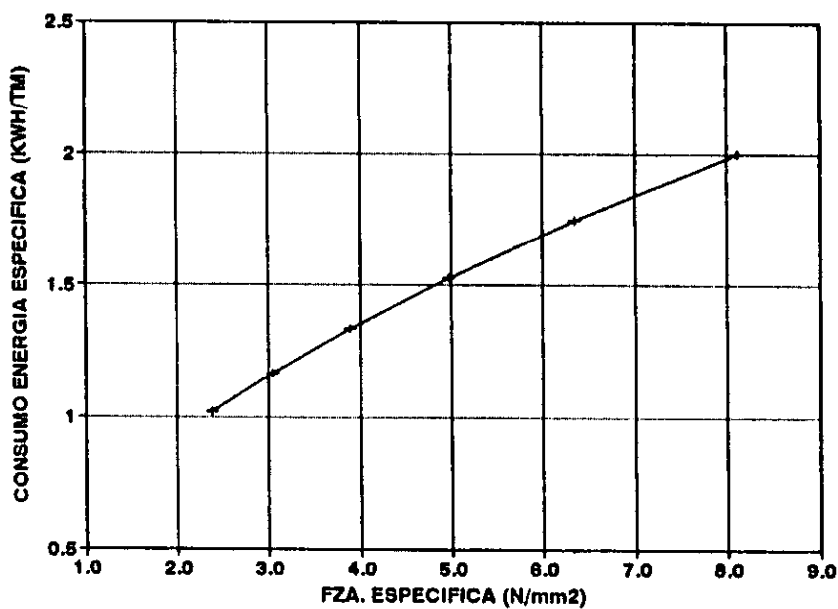


FIGURA 5.3.12 : ENERGIA ESPECIFICA V/S FZA. ESPECIFICA
VELOCIDAD RODILLO 1,24 (m/s) - FLAP 100%

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS

Para las granulometrías de alimentación utilizadas, la abertura del Flap, como variable de operación sólo produjo un incremento proporcional en la capacidad del molino. No siendo significativo el aumento de capacidad en algunos casos. Por lo tanto los resultados mostrados en las figuras son para un 100% de abertura del Flap.

Para el mineral del sector B la figura 5.1.1 permite determinar que entre 4.5 N/mm² y 6.1 N/mm² no se obtienen incrementos significativos de fineza del producto y existe una apreciable diferencia del consumo de energía específica (figura 5.1.2).

Similar situación ocurre utilizando una velocidad de rodillos de 1,11 m/s (Figura 5.1.3 y 5.1.4). De este modo la fuerza específica óptima está del orden de 4.5 N/mm² (42 Bar).

De los mismos gráficos anteriores se puede observar que la velocidad de rodillos óptima es de 1,11 m/s, debido a que se obtiene mayor fineza del producto y menor consumo de energía específica (1,2 kWh/tm) que para 0,87 m/s, en adición a lo anterior también se obtuvieron capacidades más altas.

Para el mineral del sector sur el análisis es similar obteniéndose una fuerza de compresión óptima de unos 42 Bar. Por otra parte la fineza del producto y el consumo de energía específica (1,6 kWh/tm) son mejores para una velocidad de 0,87 m/s.

Las simulaciones realizadas permitieron obtener resultados para 20, 30, 40, 50, 60 y 70 Bar de compresión, permitiendo de esta manera completar con un mayor número de puntos los gráficos y predecir resultados para velocidad de rodillos de 1,24 m/s. En estos resultados se observa que la presión óptima de trabajo puede incluso acercarse a los 30 Bar (3,19 N/mm²), lo que significaría consumos de energía específica aún menores a los ya citados para ambos tipos de minerales (Figuras 5.3.1 - 5.3.12).

El efecto de bordes resultó ser significativo, debido al ancho pequeño de los rodillos, para molinos industriales este efecto es mucho menor.

Este Molino de Rodillos de Alta Presión como equipo cuaternario de conminución de minerales de hierro tiene buenos resultados de operación, obteniendo bajos consumos de energía específica y considerable fineza de producto.

Altas capacidades fueron alcanzadas con el equipo piloto de prueba, y mediciones de desgaste realizadas periódicamente demostraron un desgaste mínimo en la superficie de los rodillos, debido al revestimiento autógeno de éstos.

Determinaciones de Work index permitieron comprobar los efectos especiales de este equipo, como introducción de microgrietas al mineral, encontrándose valores de Work index del orden de 20% - 30% inferiores a los obtenidos para la descarga de un chancador cuaternario.

CAPÍTULO VII

BIBLIOGRAFÍA

[1] Austin, L. y Concha F., "Diseño y Simulación de Circuitos de Molienda y Clasificación", 1994.

[2] Guevara, F.; "Modelación Mecánica del Molino de Rodillos de Alta Presión", Tesis de Grado (Ing. Civil Mecánico), Universidad de Chile, Chile, 1991.

[3] Guevara, F.; Menacho, J. "Una Metodología para Determinar Condiciones de Operación de Molinos de Rodillos de Alta Presión", CIMM, 42a Convención, Instituto de Ingenieros de Minas de Chile, Concepción, Octubre 1991.

[4] Kellerwessel, H., (Resultados obtenidos durante el servicio con prensas de rodillos de alta presión), Germany.

[5] Catálogo KHD Humboldt Wedag AG., "Conminución de Lecho de Partículas a Alta Presión", Cologne, November 1993.

- [6] Schönert, K., "High Compression Roller Mills", University Clausthal, Institute of Mineral Processing, Germany, 1988, 26 pp.
- [7] Schönert, K., "A first Survey of Grinding with High Compression Roller Mills", International Journal Of Mineral Processing, Vol. 22, 1988, pp. 401-412.
- [8] "Evaluación del Triturador de Rodillos en Molienda de Minerales", Proyecto PNUD/CHI/88/011.
- [9] Schönert, K., "Advances in the Physical Fundamentals of Conminution", University Clausthal, Institute of Mineral Processing, Germany.
- [10] Seminario "Avances en Conminución : Molino de Rodillos de Alta Presión", Desarrollado en CIMM - Chile, marzo de 1990.
- [11] Menacho, J., Reyes, J., Soto, P., Jofré, J. and Patzelt, N., "The High Pressure Grinding Roll Mill in the Conminution of ores", Copper '87, Vol. 2 Mineral Processing and Process Control, Viña del Mar- Chile, 1987, pp 371-386.
- [12] Schwarz, S.; Krupp Polysius, Germany. and Seebach M.

Von; Services, USA. "Optimization of Grinding in High Pressure Grinding Rollers and Downstream Ball Mills", 7th European Symposium Conminution, Ljubljana, Yugoslavia, 1990. pp 777-788.

[13] Catálogos Krupp Polysius, "Grinding Technology Polycom, for ores and minerals"

[14] "Evaluación de Molino de Rodillo de Alta Presión en Planta Piloto" Informe de avance CMP, Chile, 1995.

[15] Guevara, F.; Bossel, F.; Menacho, J.; Centro de Investigación Minera y Metalúrgica, CIMM, "Análisis Bibliográfico: Evaluación del Molino de Rodillos de Alta Presión", Proyecto PNUD CHI/88/011.

ANEXO A

RESULTADOS SECTOR B

Summary Center/Flake Material "B"
Size: 1/4" - 3/4"

	P13T1			P13T2			P13T3			P13T4			P13T5			P13T6		
	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.
Feedrate (m/h)	47.7			53.6			54.1			57.1			46.2			50.7		
Spec. pressure (Minerf)	1.9			2.1			2.0			2.1			4.4			4.2		
Spec.pressforce (kN/cm)	17.1			18.6			17.7			18.6			39.7			37.7		
Spec.pow.feed (kWh/mt)	0.9			1.0			0.9			0.9			1.8			1.6		
Spec.pow.con. (kWh/mt)	1.1			1.1			1.4			1.4			2.8			2.6		
Speed (m/s)	0.87			0.87			0.87			0.87			0.87			0.87		
Feed flap (% open)	25			50			75			100			25			50		
Splitgate(centerw.)(mm)	170			170			170			170			170			170		
Size																		
mm																		
18,050	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
12,700	98.4	100.0	100.0	96.7	100.0	100.0	98.0	99.2	98.2	99.6	99.6	98.4	100.0	100.0	99.2	100.0	100.0	100.0
9,525	82.8	95.8	99.1	82.0	96.8	96.8	83.2	95.9	80.8	96.3	96.3	85.2	99.5	99.1	89.6	98.3	98.3	98.3
6,350	41.1	82.1	90.7	37.0	79.3	79.3	45.3	88.0	41.8	84.1	84.1	49.2	92.4	92.4	61.4	90.8	90.8	90.3
4,760	23.1	70.9	80.7	19.8	68.3	68.3	24.7	75.6	24.0	74.1	74.1	27.1	83.6	83.1	41.6	81.7	81.7	83.1
3,350	12.0	65.4	67.6	11.7	63.7	63.7	9.3	63.3	11.0	60.2	60.2	11.1	72.3	72.9	22.4	71.4	71.4	72.7
2,380	7.5	46.3	57.8	8.1	47.0	47.0	4.4	54.0	6.0	50.0	50.0	6.1	62.9	62.3	14.0	62.0	62.0	62.6
1,680	6.3	42.6	53.7	7.0	43.5	43.5	3.4	49.2	4.9	45.5	45.5	4.8	58.1	58.6	11.7	57.4	57.4	57.7
0,420	3.4	19.3	25.4	3.2	21.0	21.0	1.7	21.6	2.2	19.0	19.0	2.1	29.6	28.7	5.9	29.7	29.7	28.2
0,210	2.6	13.5	16.6	2.6	14.7	14.7	1.4	14.2	1.9	13.3	13.3	1.7	20.9	20.0	4.7	21.4	21.4	21.9
0,150	2.3	11.5	14.3	2.3	13.0	13.0	1.3	11.5	1.6	11.1	11.1	1.5	17.7	17.0	4.2	17.9	17.9	19.1
0,104	2.0	9.8	12.4	2.0	10.7	10.7	1.2	9.7	1.4	9.3	9.3	1.4	14.7	14.0	3.7	15.0	15.0	16.3
0,075	1.8	8.2	9.8	1.7	8.9	8.9	1.1	7.9	1.2	7.5	7.5	1.2	12.2	11.9	3.3	12.3	12.3	13.6
0,045	1.5	6.4	7.4	1.4	6.8	6.8	0.9	6.0	1.0	5.0	5.0	0.9	9.1	8.6	2.6	9.4	9.4	10.1

	P13T7			P13T8			P13T9			P13T10			P13T11			P13T12		
	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.
Feedrate (mt/h)	53.5	56.8	45.6	53.1	57.5	64.3												
Spec. pressure (M/mm ²)	4.0	4.5	6.3	6.2	6.1	6.1												
Spec. pressforce (kN/cm)	36.3	41.1	56.4	56.4	54.5	54.5												
Spec. pow. feed (kWh/mt)	1.5	1.5	2.2	1.9	2.0	1.9												
Spec. pow. cen. (kWh/mt)	2.4	2.6	3.3	3.1	2.9	3.1												
Speed (mts)	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87												
Feed flap (% open)	75	100	25	50	75	100												
Split gate (center w.) (mm)	170	170	170	170	170	170												
Size																		
mm																		
19,050	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
12,700	99.4	99.6	100.0	100.0	100.0	99.3	98.2	98.2	100.0	95.3	100.0	100.0	98.9	100.0	98.9	100.0	100.0	100.0
9,525	91.6	98.5	99.7	98.5	98.5	99.3	79.7	98.9	98.8	85.6	98.3	100.0	80.4	99.3	91.5	99.2	98.1	98.1
6,350	66.6	91.3	92.9	92.1	92.1	95.6	43.7	90.2	92.6	61.7	88.6	95.2	45.6	95.8	70.3	93.0	94.2	94.2
4,760	44.4	84.0	85.0	86.0	86.0	88.7	28.4	83.5	84.8	47.3	78.6	86.3	28.8	87.6	55.0	84.8	87.3	87.3
3,360	22.6	73.2	73.2	74.6	74.6	77.8	17.0	73.0	73.0	30.2	70.0	74.4	19.7	77.8	43.3	74.1	78.1	78.1
2,380	14.7	63.2	63.8	64.7	64.7	68.6	12.1	64.2	64.4	22.2	62.3	64.9	16.0	70.6	37.2	68.4	68.3	68.3
1,690	13.0	58.7	59.4	60.1	60.1	64.5	10.8	59.8	59.8	19.6	59.6	60.8	14.4	65.5	34.1	65.1	64.5	64.5
0,420	7.0	30.3	32.0	30.4	30.4	34.8	5.8	31.7	34.7	6.9	34.1	31.8	7.5	34.2	18.0	31.9	30.6	30.6
0,210	5.3	21.9	24.0	21.8	21.8	25.5	4.6	23.1	25.3	5.1	25.0	23.6	5.7	25.3	13.5	22.0	23.7	23.7
0,150	4.6	18.6	20.8	18.4	18.4	21.9	4.0	20.0	21.9	4.5	21.8	20.4	5.2	21.7	11.7	18.4	20.0	20.0
0,104	4.0	15.7	17.9	15.5	15.5	18.7	3.6	17.1	18.7	3.9	18.5	17.4	4.6	18.8	10.1	15.4	17.8	17.8
0,075	3.4	12.9	14.5	12.8	12.8	15.4	3.1	14.2	15.7	3.4	15.1	14.2	3.8	15.1	8.2	12.5	14.3	14.3
0,045	2.6	9.8	11.2	9.4	9.4	11.6	2.5	10.5	11.8	4.1	10.6	10.1	2.9	10.3	5.9	9.6	10.2	10.2

	P13T14				P13T16																
Feedrate (mt/h)	59.3				54.1																
Spec. pressure (M/mm ²)	8.1				8.2																
Spec. presforce (kN/cm ²)	72.6				73.6																
Spec.pov.feed (kWh/mt)	2.5				2.9																
Spec. pow. con. (kWh/mt)	3.7				4.0																
Speed (m/s)	0.87				0.87																
Feed flap (% open)	50				100																
Spilgate(centenw.)(mm)	170				170																
Size	FeedRP	Center	Flake	Flake	FeedRP	Center	Flake	Flake	FeedRP	Center	Flake	Flake	FeedRP	Center	Flake	Flake	FeedRP	Center	Flake	Flake	
mm	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.
19,050	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
12,700	97.9	100.0	100.0	100.0	94.0	100.0	100.0	100.0	94.0	100.0	100.0	100.0	94.0	100.0	100.0	100.0	94.0	100.0	100.0	100.0	100.0
9,525	87.2	97.9	100.0	100.0	74.3	99.5	100.0	100.0	74.3	99.5	100.0	100.0	74.3	99.5	100.0	100.0	74.3	99.5	100.0	100.0	100.0
6,360	61.4	96.4	97.3	96.3	34.3	96.0	96.3	96.3	34.3	96.0	96.3	96.3	34.3	96.0	96.3	96.3	34.3	96.0	96.3	96.3	96.3
4,760	49.4	91.2	92.6	90.5	17.3	90.5	93.9	93.9	17.3	90.5	93.9	93.9	17.3	90.5	93.9	93.9	17.3	90.5	93.9	93.9	93.9
3,360	37.8	86.1	81.6	81.8	11.0	81.8	87.1	87.1	11.0	81.8	87.1	87.1	11.0	81.8	87.1	87.1	11.0	81.8	87.1	87.1	87.1
2,380	32.3	78.8	72.4	78.8	8.1	74.1	78.8	78.8	8.1	74.1	78.8	78.8	8.1	74.1	78.8	78.8	8.1	74.1	78.8	78.8	78.8
1,680	29.4	75.3	69.1	74.2	7.0	70.5	74.2	74.2	7.0	70.5	74.2	74.2	7.0	70.5	74.2	74.2	7.0	70.5	74.2	74.2	74.2
0,420	16.8	44.9	39.4	39.6	4.3	33.7	39.6	39.6	4.3	33.7	39.6	39.6	4.3	33.7	39.6	39.6	4.3	33.7	39.6	39.6	39.6
0,210	12.8	34.8	30.9	30.4	3.7	24.6	30.4	30.4	3.7	24.6	30.4	30.4	3.7	24.6	30.4	30.4	3.7	24.6	30.4	30.4	30.4
0,150	11.0	30.3	27.2	28.7	3.4	20.8	28.7	28.7	3.4	20.8	28.7	28.7	3.4	20.8	28.7	28.7	3.4	20.8	28.7	28.7	28.7
0,104	9.1	26.1	23.6	23.7	3.1	18.9	23.7	23.7	3.1	18.9	23.7	23.7	3.1	18.9	23.7	23.7	3.1	18.9	23.7	23.7	23.7
0,075	8.4	21.1	19.6	20.3	2.7	15.1	20.3	20.3	2.7	15.1	20.3	20.3	2.7	15.1	20.3	20.3	2.7	15.1	20.3	20.3	20.3
0,045	6.7	16.7	15.7	15.4	1.9	11.1	15.4	15.4	1.9	11.1	15.4	15.4	1.9	11.1	15.4	15.4	1.9	11.1	15.4	15.4	15.4

Summary Center/Flake Material "B"
Size: 1/4" - 3/4"

	P13T17			P13T18			P13T19			P13T20			P13T21			P13T22		
	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.
Feedrate (m/h)		82,7		87,4		79,1		79,0		85,8		89,5						
Spec. pressure (N/mm ²)		2,2		2,1		2,1		2,1		4,4		4,4						
Spec. pressure (kN/cm)		20,1		18,6		18,7		19,1		39,2		39,2						
Spec. pow.feed (kWh/mt)		0,7		0,6		0,8		0,9		1,1		1,2						
Spec. pow.con. (kWh/mt)		1,0		1,1		1,2		1,3		1,8		1,7						
Speed (m/s)		1,11		1,11		1,11		1,11		1,11		1,11						
Feed flap (% open)		25		50		75		100		25		50						
Splitgate(centerw.)(mm)		170		170		170		170		170		170						
Size	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.
19,050	100,0	100,0		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
12,700	96,4	100,0		96,7	99,3		92,9	100,0	100,0	96,9	100,0	100,0	94,2	99,2	100,0	93,9	100,0	100,0
9,525	83,9	98,3		84,6	96,5		71,0	98,5	97,6	86,3	96,2		77,0	95,9	99,1	81,4	99,0	98,9
6,360	63,0	88,8		62,2	87,1		32,1	87,8	89,6	65,4	83,0		67,4	89,4	94,8	68,8	92,7	91,9
4,750	39,5	81,2		34,2	79,7		16,0	79,4	83,6	34,1	71,6		45,7	81,6	87,9	44,0	87,2	84,0
3,360	28,3	71,1		21,4	69,8		6,8	69,1	73,9	17,3	69,4		36,0	74,1	77,0	32,6	78,7	74,6
2,380	21,0	62,6		15,0	61,1		4,4	60,0	65,3	10,8	49,8		28,4	65,8	66,7	26,3	71,3	65,7
1,680	18,1	59,3		12,8	56,6		3,8	55,2	61,4	9,0	44,7		25,6	62,0	63,0	23,7	67,2	61,2
0,420	8,5	28,7		6,6	27,1		2,0	25,5	34,2	4,0	19,6		13,1	33,1	34,2	12,2	37,2	31,4
0,210	6,7	22,3		5,4	18,9		1,7	18,0	27,6	3,4	13,7		10,0	25,0	25,5	9,2	27,7	23,1
0,150	5,9	19,0		4,9	16,4		1,6	15,0	24,0	3,1	11,4		8,5	22,6	22,2	8,2	22,9	19,8
0,104	5,1	15,9		4,4	14,1		1,5	12,6	20,6	2,8	9,1		7,5	19,5	19,2	6,5	19,5	16,8
0,075	4,2	12,8		3,7	11,4		1,3	10,3	16,4	2,5	7,7		6,1	16,1	15,6	5,4	16,2	13,4
0,045	3,1	9,5		2,9	8,3		1,0	7,4	12,6	2,0	5,8		4,5	11,5	11,8	4,1	12,0	10,1

	P13T23			P13T24			P13T25			P13T26			P13T27			P13T28		
	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.
Feedrate (mt/h)	83.8			88.3			77.2			80.8			84.2			88.3		
Spec. pressure (M/mm ²)	4.3			4.3			6.4			6.2			6.2			6.1		
Spec. pressure (kN/cm)	38.7			38.7			57.8			55.4			55.4			55.0		
Spec. pow. feed (kWh/mt)	1.2			1.2			1.7			1.7			1.7			1.7		
Spec. pow. con. (kWh/mt)	1.9			1.9			2.8			2.6			2.5			2.6		
Speed (m/s)	1.11			1.11			1.11			1.11			1.11			1.11		
Feed flap (% open)	75			100			25			50			75			100		
Spillgate(centerw.)(mm)	170			170			170			170			170			170		
Size																		
mm																		
19,050	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
12,700	96.8	99.8	100.0	85.8	99.6	100.0	85.3	100.0	98.4	98.6	98.4	91.6	99.6	99.6	93.3	89.5	99.4	99.4
9,525	89.7	97.7	98.4	67.8	98.7	97.9	68.3	96.6	98.4	96.1	96.1	77.0	98.0	98.0	79.0	98.7	97.1	97.1
6,360	68.2	86.9	91.7	39.1	96.0	88.5	42.3	87.8	93.6	87.4	87.9	61.5	90.5	90.5	66.4	92.0	90.2	90.2
4,760	51.3	78.8	85.2	24.5	91.3	82.3	31.1	80.1	88.4	81.1	80.8	37.9	83.3	83.3	43.0	87.3	83.7	83.7
3,360	36.4	65.9	76.9	14.3	84.6	72.0	24.2	70.6	77.6	72.6	70.8	26.8	72.9	72.9	31.9	78.9	73.9	73.9
2,380	28.2	58.9	67.5	10.6	77.5	63.9	19.9	63.1	67.6	65.5	62.4	21.1	65.6	65.6	25.3	72.9	64.8	64.8
1,680	25.6	54.2	63.6	9.4	73.1	59.5	18.0	59.0	62.5	61.8	59.6	19.6	61.4	61.4	22.7	69.3	61.6	61.6
0,420	13.9	27.1	34.6	5.3	39.9	32.4	9.3	31.2	36.5	32.3	33.9	11.8	33.5	33.5	11.9	41.5	34.2	34.2
0,210	11.0	20.1	26.3	4.3	29.0	23.0	7.2	23.4	27.0	24.8	26.6	9.4	24.6	24.6	9.3	30.9	26.7	26.7
0,150	9.6	17.1	23.0	3.8	24.8	19.4	6.5	20.5	23.8	21.6	23.0	8.6	21.2	21.2	8.0	27.5	23.4	23.4
0,104	8.5	14.8	19.7	3.3	21.4	16.4	5.3	17.1	20.8	18.8	20.1	7.7	18.4	18.4	7.0	24.1	19.9	19.9
0,075	7.3	12.0	15.9	2.7	17.0	13.3	4.1	14.0	17.0	15.0	16.7	6.4	15.2	15.2	5.7	19.7	16.8	16.8
0,045	4.6	8.8	12.1	2.1	12.6	9.7	2.8	10.2	12.2	11.1	12.6	4.9	11.6	11.6	4.3	15.4	12.3	12.3

ANEXO B

RESULTADOS SECTOR SUR

Summary Center/Flake Material "SUR"
Size: 1/4" - 3/4"

	P4T1			P4T2			P4T3			P4T4			P4T5			P4T6		
	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.
Feedrate (mt/h)				51.9			56.4			58.7			50.7					53.0
Spec. pressure (N/mm ²)				2.2			1.9			1.9			4.1					4.2
Spec. pressure (kN/cm)				19.6			16.7			16.7			37.3					38.2
Spec. pow./feed (kWh/mt)				1.2			0.9			0.8			1.6					1.6
Spec. pow. cen. (kWh/mt)				1.3			1.1			1.1			1.7					2.9
Speed (m/s)				0.87			0.87			0.87			0.87					0.87
Feed flap (% open)				50			75			100			25					50
Splitgate(centerw.)(mm)				170			170			170			170					170
Size																		
mm																		
19,050				100.0			100.0			100.0			100.0					
12,700				96.4			97.2			99.0			99.2					
9,525				78.6			81.9			98.4			94.6					
6,360				46.0			61.7			89.6			78.9					
4,760				32.0			38.2			78.8			64.3					
3,360				23.6			24.6			63.1			44.6					
2,380				18.5			18.1			52.3			34.3					
1,680				16.7			16.1			48.2			30.6					
0,420				8.4			7.2			20.9			13.5					
0,210				5.9			5.2			14.2			10.2					
0,150				5.0			4.5			11.6			8.7					
0,104				4.1			3.7			9.4			7.3					
0,075				3.2			2.9			7.4			5.8					
0,045				1.9			2.1			5.0			4.3					

	P4T7			P4T8			P4T9			P4T10			P4T11			P4T12		
	FeedRP	Center	Flake	FeedRP	Center	Flake	FeedRP	Center	Flake	FeedRP	Center	Flake	FeedRP	Center	Flake	FeedRP	Center	Flake
	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.
Feedrate (m/h)		54,7	58,4		60,8	53,4		54,0		47,8								
Spec. pressure (M/mm²)		3,4	4,5		6,4	6,3		6,1		6,1								
Spec.pressforce (kN/cm)		30,6	40,6		57,8	56,4		54,5		55,0								
Spec.pow.feed (kWh/mt)		1,3	1,5		2,3	2,0		1,6		2,2								
Spec.pow.cen. (kWh/mt)		2,0	3,0		3,2	3,0		2,1		3,5								
Speed (m/s)		0,87	0,87		0,87	0,87		0,87		0,87								
Feed flap (% open)		75	100		25	50		75		100								
Splitgate(centerw.)(mm)		170	170		170	170		170		170								
Size	FeedRP	Center	Flake	FeedRP	Center	Flake	FeedRP	Center	Flake	FeedRP	Center	Flake	FeedRP	Center	Flake	FeedRP	Center	Flake
mm	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.	% pas.
19,050	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
12,700	69,7	100,0	99,6	91,1	99,8	100,0	89,7	100,0	100,0	83,1	100,0	100,0	88,7	100,0	100,0	88,7	100,0	100,0
9,525	35,2	96,5	99,3	78,4	97,9	97,3	79,3	98,5	98,7	70,2	98,5	99,6	79,3	96,4	99,6	72,4	97,9	99,4
6,350	16,1	83,0	82,7	43,4	89,6	87,4	63,6	92,0	94,0	32,1	90,6	94,4	49,0	89,7	94,2	43,9	90,9	96,6
4,760	4,0	80,9	86,3	24,7	81,7	79,2	39,7	81,8	86,6	15,7	84,0	89,3	33,7	79,1	82,8	29,7	83,5	88,8
3,360	2,2	72,1	77,3	14,2	71,8	67,7	29,9	69,7	76,3	6,1	76,1	80,7	24,3	68,2	68,2	17,4	74,5	76,7
2,380	1,3	63,5	69,6	10,5	63,9	59,7	24,3	60,8	68,0	3,2	67,0	73,6	19,4	59,2	56,3	11,8	66,8	68,7
1,680	1,1	59,9	65,8	9,4	59,6	55,7	22,5	56,4	61,1	2,6	63,2	69,6	17,2	53,9	51,2	10,2	62,9	65,8
0,420	0,7	30,7	33,9	4,7	29,7	29,9	11,1	29,5	28,5	1,4	32,5	39,7	8,0	30,7	25,3	5,0	32,2	35,4
0,210	0,6	21,8	26,6	3,7	21,2	21,9	8,0	22,9	22,2	1,2	23,8	29,8	5,8	22,8	18,4	4,0	24,6	29,2
0,150	0,5	18,2	22,4	3,3	18,1	18,5	6,9	17,9	19,3	1,1	20,1	26,0	4,8	18,9	16,2	3,5	20,5	25,1
0,104	0,4	15,1	18,9	2,7	14,5	15,7	5,7	14,9	16,5	1,0	17,8	22,2	3,9	16,6	13,8	3,0	17,5	21,1
0,075	0,3	12,3	15,5	2,1	11,6	13,1	5,4	12,3	13,5	0,9	13,7	18,2	3,0	13,5	11,2	2,5	14,3	17,0
0,045	0,2	8,4	11,3	1,5	8,0	8,8	5,3	8,3	9,8	0,7	9,3	12,4	1,8	10,0	8,0	1,8	9,7	12,1

Summary Center/Flake Material "SUR"
Size: 1/4" - 3/4"

	P4T17			P4T18			P4T19			P4T20			P4T21			P4T22			
	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	
Feedrate (mt/h)				62.7			82.5			77.3			62.8						74.3
Spec. pressure (N/mm ²)				2.2			2.2			2.2			4.3						4.6
Spec. pressure (kN/cm ²)				20.1			20.1			19.6			38.7						40.6
Spec. pow. feed (kWh/mt)				0.9			0.8			0.8			1.7						1.9
Spec. pow. cen. (kWh/mt)				1.5			1.3			1.3			2.8						2.4
Speed (m/s)				1.11			1.11			1.11			1.11						1.11
Feed flap (% open)				50			75			100			25						50
Spillage(centerw.)(mm)				170			170			170			170						170
Size																			
mm																			
19,050				100.0	100.0		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
12,700				95.0	99.7		85.2	100.0	100.0	87.5	99.2		90.0	100.0	100.0	84.1	100.0	100.0	99.0
9,525				83.6	96.9		61.1	99.1	99.0	67.9	96.3		66.0	97.8	99.9	62.2	96.6	97.8	97.8
6,350				48.3	84.6		25.7	90.3	88.9	37.9	84.1		26.4	88.2	94.4	30.7	90.1	91.1	91.1
4,760				26.8	73.0		12.8	82.2	81.7	23.3	75.0		11.6	80.4	86.6	19.7	83.6	85.7	85.7
3,350				10.3	63.1		6.7	71.8	72.3	11.1	64.3		2.8	63.0	73.3	14.0	75.0	74.3	74.3
2,380				5.3	49.3		2.9	62.7	61.8	6.2	54.8		1.2	58.1	62.3	11.3	68.9	65.5	65.5
1,680				4.2	44.2		2.1	57.6	56.8	5.0	49.6		1.0	53.4	57.9	10.4	63.3	61.9	61.9
0,420				1.3	19.8		0.9	28.5	28.4	2.6	22.5		0.7	26.8	31.6	5.9	38.8	35.7	35.7
0,210				1.1	13.8		0.8	20.5	20.6	2.2	15.4		0.6	20.2	24.0	4.5	28.0	27.7	27.7
0,150				1.0	11.4		0.7	17.1	17.5	2.0	12.6		0.5	17.1	20.9	3.9	22.3	23.6	23.6
0,104				0.9	9.3		0.6	14.2	14.2	1.8	10.4		0.4	14.8	17.9	3.1	18.0	19.1	19.1
0,075				0.8	7.1		0.5	11.0	11.4	1.5	8.0		0.3	11.7	13.9	2.3	14.2	14.1	14.1
0,045				0.6	4.8		0.4	7.6	7.5	1.1	5.4		0.2	8.5	9.8	1.5	9.8	9.7	9.7

	P4T23			P4T24			P4T25			P4T26			P4T27			P4T28		
	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.
Feedrate (m/h)	55.0	63.3	64.1	82.1	75.0	74.1												
Spec. pressure (N/mm ²)	4.6	4.4	6.3	6.5	6.3	6.4												
Spec. pressure (kN/cm)	41.6	39.2	56.9	58.3	56.9	57.3												
Spec. pow. feed (kWh/m ³)	1.3	1.8	2.1	1.9	2.0	2.0												
Spec. pow. cen. (kWh/m ³)	1.8	2.8	3.0	2.8	3.2	3.1												
Speed (m/s)	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11												
Feed flap (% open)	75	100	25	50	75	100												
Splitgate(centerw.)(mm)	170	170	170	170	170	170												
Size	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.	FeedRP % pas.	Center % pas.	Flake % pas.
19,050	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
12,700	90.1	88.9	100.0	90.8	99.8	100.0	82.9	100.0	100.0	89.8	100.0	100.0	85.4	99.6	100.0	99.6	100.0	100.0
9,525	67.6	83.0	88.2	73.0	97.7	97.1	82.4	98.8	98.9	62.7	96.9	99.5	75.8	98.5	99.6	56.0	98.0	98.9
6,360	26.7	77.6	90.6	37.9	88.1	84.8	64.9	90.5	91.7	30.4	86.6	93.4	60.3	92.3	89.6	23.4	89.4	90.3
4,760	12.1	68.5	82.1	23.2	79.1	74.0	38.7	81.7	83.3	18.7	77.9	87.5	34.3	86.2	80.0	12.6	82.3	78.8
3,360	6.6	68.6	72.3	13.9	68.0	61.6	27.2	69.3	73.8	11.7	67.6	76.8	21.9	76.9	68.4	7.8	72.0	66.9
2,360	3.5	50.5	61.5	9.7	61.0	53.3	21.8	60.0	64.7	8.5	59.9	68.9	17.0	67.6	59.2	6.3	64.1	57.2
1,680	2.9	46.5	57.3	8.3	56.8	48.8	19.9	54.5	59.4	7.4	54.9	63.4	14.5	62.6	53.5	5.4	60.0	52.3
0,420	1.6	22.7	30.8	4.0	30.3	25.5	8.0	25.9	32.4	3.7	27.1	34.8	7.0	32.0	28.3	2.5	28.9	41.6
0,210	1.3	17.0	23.2	3.0	21.6	18.9	6.0	19.3	24.6	2.9	19.0	26.1	5.4	33.1	21.0	1.9	21.0	32.1
0,150	1.2	14.8	20.2	2.5	17.6	15.9	5.0	15.8	20.9	2.7	16.2	21.5	4.7	20.0	18.0	1.7	17.6	27.8
0,104	1.1	12.2	17.2	2.1	14.5	13.0	4.2	13.2	17.1	2.4	13.8	17.7	4.1	16.9	15.3	1.5	15.2	24.6
0,075	0.9	8.4	13.7	1.7	10.9	10.0	3.2	10.2	13.5	1.9	10.9	13.7	3.4	13.7	12.6	1.3	11.6	19.7
0,045	0.7	6.4	9.5	1.2	7.2	7.0	2.3	7.2	9.7	1.3	7.4	10.0	2.4	10.0	8.8	0.9	8.3	14.1

ANEXO C

AJUSTE DE PARÁMETROS

PLANILLA DE CALCULOS MOLINO DE RODILLOS 90/25						
FECHA	:	10-jul				
MATERIAL	:	Sector B				
PRUEBA	:	P13T2				
CONDICIONES DE OPERACION						
Tamaño máx. alim. [mm]	:	19,4				
Veloc. rodillos [m/s]	:	0,87				
Fuerza de compres. [kN]	:	478				
Condición de arrastre [%]	:	50				
Abertura rodillos [mm]	:	16,8				
Potencia de conm. [kW]	:	36				
Capacidad [t/h]	:	53,6				
Energía específic [kWh/t]	:	0,67				
Fuerza sin material [kN]	:	0				
Fuerza con material [kN]	:	478				
Fuerza específ. [N/mm ²]	:	2,12				
Densidad del material	:	3,4				
RESULTADOS DE CALCULO						
Gap específico , B	:	0,0373				
Angulo de posición [rad]	:	0,0752				
Resist. Min. tracc.[MPa]	:	14				
Factor M supuesto	:	1,1				
Presión máx. [MPa]	:	95,60				
Q máximo	:	2,80				
Factor M calculado	:	8,64				

AJUSTE DEL PARAMETRO DEL MODELO DE CAPACIDAD M. RODILLOS					
		Centro+Bordes		Centro	
	Capacidad :	53,6		39,2	
	Porosidad :	-0,198		0,124	
					PRUEBA : P13T2
Consumo Energia especifico		0,98			
AJUSTE DE PARAMETROS DEL MODELO DE GRANULOMETRIA					
Tamaño	Allimentac.	F3(x).exprim	F3(x).simula.	Error absol.	Error simul.
19,050	1,0000	1,0000	1,0000	-	-
12,700	0,9670	1,0000	0,9930	0,0070	0,6980
9,525	0,8200	0,9680	0,9514	0,0172	1,7196
6,350	0,3700	0,7930	0,7746	0,0232	2,3223
4,760	0,1980	0,6830	0,6627	0,0298	2,9769
3,360	0,1170	0,6370	0,5635	0,0493	- 4,9277
2,380	0,0810	0,4700	0,4826	0,0268	- 2,6776
1,680	0,0700	0,4350	0,4174	0,0405	4,0474
0,420	0,0320	0,2100	0,2132	0,0151	- 1,5050
0,210	0,0260	0,1470	0,1518	0,0326	- 3,2567
0,150	0,0230	0,1300	0,1280	0,0154	1,5368
0,106	0,0200	0,1070	0,1070	0,0002	0,0169
0,075	0,0170	0,0890	0,0890	0,0000	- 0,0000
0,045	0,0140	0,0680	0,0683	0,0041	- 0,4108
			F. OBJETIVO	0,261	0,54
PARAMETROS (Función Selección Especifica de Fractura)					
	a :	1,53			
	alfa :	0,657			
	mu :	20,942			
	omega :	0,535			

AJUSTE DEL PARAMETRO DEL MODELO DE CAPACIDAD M. RODILLOS					
		Centro+Bordes		Centro	
	Capacidad :	54,1		38,0	
	Porosidad :	-0,093		0,233	
					PRUEBA : P13T3
Consumo Energia especifico		0,95			
AJUSTE DE PARAMETROS DEL MODELO DE GRANULOMETRIA					
Tamaño	Alimentac.	F3(x).exprim	F3(x).simula.	Error absol.	Error simul.
19,050	1,0000	1,0000	1,0000	-	-
12,700	0,9600	0,9920	0,9856	0,0036	- 0,3623
9,525	0,8320	0,9590	0,9727	0,0143	- 1,4335
6,360	0,4630	0,8600	0,8667	0,0066	- 0,6633
4,760	0,2470	0,7560	0,7598	0,0050	- 0,5024
3,360	0,0930	0,6330	0,6330	0,0001	- 0,0052
2,380	0,0440	0,5400	0,5339	0,0113	1,1297
1,680	0,0340	0,4920	0,4532	0,0789	7,8918
0,420	0,0170	0,2160	0,2153	0,0031	0,3148
0,210	0,0140	0,1420	0,1444	0,0172	- 1,7151
0,150	0,0130	0,1150	0,1188	0,0330	- 3,3002
0,108	0,0120	0,0970	0,0970	0,0000	0,0000
0,075	0,0110	0,0790	0,0792	0,0025	- 0,2460
0,045	0,0090	0,0600	0,0581	0,0311	3,1118
			F. OBJETIVO	0,207	4,22
PARAMETROS (Función Selección Específica de Fractura)					
	a :	2,77			
	alfa :	0,696			
	mu :	15,201			
	omega :	0,634			

AJUSTE DEL PARAMETRO DEL MODELO DE CAPACIDAD M. RODILLOS					
		Centro+Bordes		Centro	
	Capacidad :	77,2		57,1	
	Porosidad :	-0,394		-0,031	
					PRUEBA : P13T25
Consumo Energia especifico		1,75			
AJUSTE DE PARAMETROS DEL MODELO DE GRANULOMETRIA					
Tamaño	Alimentac.	F3(x).exprim	F3(x).simula.	Error absol.	Error simul.
19,050	1,0000	1,0000	1,0000	-	-
12,700	0,8530	1,0000	0,9840	0,0160	1,8021
9,525	0,6830	0,9660	0,9512	0,0154	1,5363
6,350	0,4230	0,8780	0,8676	0,0118	1,1810
4,760	0,3110	0,8010	0,8010	0,0000	0,0000
3,360	0,2420	0,7050	0,7242	0,0273	- 2,7286
2,380	0,1990	0,6310	0,6489	0,0284	- 2,8441
1,680	0,1800	0,5900	0,5811	0,0151	1,5121
0,420	0,0930	0,3120	0,3256	0,0436	- 4,3578
0,210	0,0720	0,2340	0,2378	0,0162	- 1,6225
0,150	0,0650	0,2050	0,2043	0,0033	0,3252
0,106	0,0530	0,1710	0,1697	0,0078	0,7831
0,075	0,0410	0,1400	0,1385	0,0109	1,0916
0,045	0,0280	0,1020	0,1021	0,0009	- 0,0854
			F. OBJETIVO	0,197	- 3,61
PARAMETROS (Función Selección Especifica de Fractura)					
	a :	1,27			
	alfa :	0,591			
	mu :	20,860			
	omega :	0,589			

AJUSTE DEL PARAMETRO DEL MODELO DE CAPACIDAD M. RODILLOS					
		Centro+Bordes		Centro	
	Capacidad :	80,8		58,3	
	Porosidad :	-0,367		0,013	
					PRUEBA : P13T26
Consumo Energia especifico		1,70			
AJUSTE DE PARAMETROS DEL MODELO DE GRANULOMETRIA					
Tamaño	Alimentac.	F3(x).exprim	F3(x).simula.	Error absol.	Error simul.
19,050	1,0000	1,0000	1,0000	-	-
12,700	0,8970	0,9860	0,9914	0,0055	- 0,5469
9,525	0,7090	0,9610	0,9646	0,0037	- 0,3711
6,350	0,3880	0,8740	0,8848	0,0124	- 1,2352
4,760	0,2220	0,8110	0,8113	0,0003	- 0,0319
3,360	0,1270	0,7250	0,7265	0,0021	- 0,2072
2,380	0,0940	0,6550	0,6507	0,0066	0,6630
1,680	0,0850	0,6180	0,5810	0,0600	5,9950
0,420	0,0520	0,3230	0,3343	0,0351	- 3,5062
0,210	0,0430	0,2480	0,2456	0,0096	0,9648
0,150	0,0390	0,2160	0,2103	0,0266	2,6589
0,106	0,0350	0,1880	0,1785	0,0508	5,0794
0,075	0,0300	0,1500	0,1500	0,0000	- 0,0000
0,045	0,0230	0,1110	0,1148	0,0338	- 3,3798
		F. OBJETIVO		0,246	6,08
PARAMETROS (Función Selección Especifica de Fractura)					
	a :	1,52			
	alfa :	0,570			
	mu :	20,359			
	omega :	0,576			

PLANILLA DE CALCULOS MOLINO DE RODILLOS RP 90/25	
FECHA :	10-Jul
MATERIAL :	Sector B
PRUEBA :	P13T27
CONDICIONES DE OPERACION	
Tamaño máx. alim. [mm] :	19,4
Veloc. rodillos [m/s] :	1,11
Fuerza de compres. [kN] :	1386
Condición de arrastre [%] :	75
Abertura rodillos [mm] :	17,5
Potencia de conm. [kW] :	118
Capacidad [t/h] :	84,2
Energía específico [kWh/t] :	1,40
Fuerza sin material [kN] :	0
Fuerza con material [kN] :	1386
Fuerza especif. [N/mm ²] :	6,16
Densidad del material :	3,4
RESULTADOS DE CALCULO	
Gap específico :	0,0389
Angulo de posición [rad] :	0,0643
Resist. Min. tracc.[MPa] :	14
Factor M supuesto :	1,1
Presión máx. [MPa] :	277,20
Q máximo :	4,56
Factor M calculado :	22,68

AJUSTE DE PARAMETROS DEL MODELO DE FUERZA M. RODILLOS

	Auxiliar 1	4166748,62				PRUEBA :	P13T27
	Auxiliar 2	0,00242988					
	Auxiliar 3	0,00977806					
	Fza. exprim	Fza. simula.	Error absol.	% Error simul.			
	1386,0	1386,0	0,0000	0,00			
	PARAMETROS						
	Parametro K	10,004					
	Parametro c	10,045					
	Parametro kp	8,874					

AJUSTE DE PARAMETROS DEL MODELO DE POTENCIA CONM. M. ROD.

	Auxiliar 1	1009387,85					
	Auxiliar 2	3,6254E-05					
	Auxiliar 3	0,00977806					
	Pot. exprim	Pot. simula.	Error absol.	% Error simul.			
	118	118,00	0,0000	0,00			
	PARAMETROS						
	Parametro G	9,110					
	Parametro F	9,951					
	Potencia de mollen. [kW] :	118,00					
	Potencia en descan. [kW] :	8,40					
	Potencia en vacio [kW] :	14,40					
	Potencia total [kW] :	140,80					

AJUSTE DEL PARAMETRO DEL MODELO DE CAPACIDAD M. RODILLOS					
		Centro+Bordes		Centro	
	Capacidad :	84,2		60,6	
	Porosidad :	-0,417		-0,020	
					PRUEBA : P13T27
Consumo Energia especific		1,67			
AJUSTE DE PARAMETROS DEL MODELO DE GRANULOMETRIA					
Tamaño	Alimentac.	F3(x).exprim	F3(x).simula.	Error absol.	Error simul.
19,050	1,0000	1,0000	1,0000	-	-
12,700	0,9160	0,9960	0,9931	0,0029	0,2894
9,525	0,7700	0,9800	0,9709	0,0092	0,9243
6,350	0,5150	0,9050	0,9006	0,0048	0,4841
4,760	0,3790	0,8330	0,8330	0,0000	- 0,0017
3,360	0,2580	0,7290	0,7398	0,0148	- 1,4786
2,380	0,2110	0,6560	0,6591	0,0047	- 0,4666
1,680	0,1960	0,6140	0,5892	0,0404	4,0424
0,420	0,1180	0,3350	0,3341	0,0027	0,2693
0,210	0,0940	0,2460	0,2460	0,0000	- 0,0000
0,150	0,0860	0,2120	0,2131	0,0052	- 0,5218
0,106	0,0770	0,1840	0,1826	0,0076	0,7619
0,075	0,0640	0,1520	0,1521	0,0005	- 0,0495
0,045	0,0490	0,1160	0,1160	0,0001	- 0,0058
			F. OBJETIVO	0,093	4,25
PARAMETROS (Función Selección Especifica de Fractura)					
	a :	1,74			
	alfa :	0,727			
	mu :	27,577			
	omega :	0,490			

AJUSTE DEL PARAMETRO DEL MODELO DE CAPACIDAD M. RODILLOS					
		Centro+Bordes		Centro	
	Capacidad :	88,3		61,3	
	Porosidad :	-0,361		0,055	
					PRUEBA : P13T28
Consumo Energia especifico		1,75			
AJUSTE DE PARAMETROS DEL MODELO DE GRANULOMETRIA					
Tamaño	Alimentac.	F3(x).exprim	F3(x).simula.	Error absol.	Error simul.
19,050	1,0000	1,0000	1,0000	-	-
12,700	0,9330	0,9950	0,9947	0,0003	0,0264
9,525	0,7900	0,9870	0,9763	0,0109	1,0889
6,350	0,5640	0,9200	0,9245	0,0048	- 0,4840
4,760	0,4300	0,8730	0,8730	0,0000	- 0,0000
3,360	0,3190	0,7990	0,8040	0,0062	- 0,6216
2,380	0,2530	0,7290	0,7346	0,0077	- 0,7666
1,680	0,2270	0,6930	0,6723	0,0298	2,9807
0,420	0,1190	0,4150	0,4141	0,0021	0,2053
0,210	0,0930	0,3090	0,3154	0,0208	- 2,0842
0,150	0,0800	0,2750	0,2726	0,0086	0,8604
0,106	0,0700	0,2410	0,2348	0,0257	2,5672
0,075	0,0570	0,1970	0,1981	0,0055	- 0,5532
0,045	0,0430	0,1540	0,1540	0,0000	0,0000
		F. OBJETIVO		0,122	3,22
PARAMETROS (Función Selección Especifica de Fractura)					
	a :	1,50			
	alfa :	0,525			
	mu :	21,601			
	omega :	0,569			

ANEXO D

RESULTADOS DE SIMULACIONES

PLANILLA SIMULACION MOLINO DE RODILLOS			
DATOS PRENSA DE RODILLOS			
Diámetro Rodillos [mm] :	900		
Ancho Rodillos [mm] :	250		
Area c/pistón [cm ²] :	1194,6		
Peso Rodillos [Kg] :	2010		
CONDICIONES DE OPERACION			
Tamaño máx. alim. [mm] :	19,4		
Veloc. rodillos [m/s] :	1,24		
Fuerza de compres. [Bar] :	20		
Condición de arrastre [%] :	100		
Abertura rodillos :	19		
Tipo de material :	sector B		
Densidad del material :	4,7		
Resis. Min. Tracc.[MPa] :	14		
Factor M :	1,1		
Fuerza con material [kN] :	477,84		
Fuerza especif. [N/mm ²] :	2,12		
CALCULO DE FUERZA DE MOLIENDA			
Parámetro K	10,14		
Parámetro c	13,75		
Fza. simulada [kN] :	470		
CALCULO DE POTENCIA DE CONMINUCION			
Parámetro G	12,5		
Parámetro F	10,048		
Potenc. simulada [kW] :	50,8		

CALCULO DE POTENCIA TOTAL			
Potenc. simulada [kW] :	50,8		
Potenc. en descansos :	3,2		
Potenc. en vacío :	14,7		
Potenc. total [kW] :	68,7		
CALCULO DE CAPACIDAD Y ENERGIA ESPECIFICA			
Porosidad :	0,2		
Capacidad estimada [t/h] :	79,7		
Energia espec. [kWh/t] :	0,86		
CALCULO DE GRANULOMETRIA DE DESCARGA			
	Tamaño	Alimentac.	F3(x).simula.
	19,050	1,0000	1,0000
	12,700	0,8520	0,9868
	9,525	0,6110	0,9480
	6,350	0,2570	0,8433
	4,760	0,1280	0,7615
	3,360	0,0570	0,6666
	2,380	0,0290	0,5790
	1,680	0,0210	0,4992
	0,420	0,0090	0,2503
	0,210	0,0080	0,1715
	0,150	0,0070	0,1416
	0,106	0,0060	0,1158
	0,075	0,0050	0,0944
	0,045	0,0040	0,0697

PLANILLA SIMULACION MOLINO DE RODILLOS			
DATOS PRENSA DE RODILLOS			
Diámetro Rodillos [mm] :	900		
Ancho Rodillos [mm] :	250		
Area c/pistón [cm ²] :	1194,6		
Peso Rodillos [Kg] :	2010		
CONDICIONES DE OPERACION			
Tamaño máx. alim. [mm] :	19,4		
Veloc. rodillos [m/s] :	1,24		
Fuerza de compres. [Bar] :	30		
Condición de arrastre [%] :	100		
Abertura rodillos :	19		
Tipo de material :	sector B		
Densidad del material :	4,7		
Resis. Min. Tracc.[MPa] :	14		
Factor M :	1,1		
Fuerza con material [kN] :	716,76		
Fuerza especif. [N/mm ²] :	3,19		
CALCULO DE FUERZA DE MOLIENDA			
Parámetro K	10,14		
Parámetro c	12,05		
Fza. simulada [kN] :	723		
CALCULO DE POTENCIA DE CONMINUCION			
Parámetro G	11		
Parámetro F	10,048		
Potenc. simulada [kW] :	79,4		

CALCULO DE POTENCIA TOTAL			
Potenc. simulada [kW] :		79,4	
Potenc. en descansos :		5,1	
Potenc. en vacio :		14,7	
Potenc. total [kW] :		99,2	
CALCULO DE CAPACIDAD Y ENERGIA ESPECIFICA			
Porosidad :		0,16	
Capacidad estimada [t/h] :		83,7	
Energía espec. [kWh/t] :		1,18	
CALCULO DE GRANULOMETRIA DE DESCARGA			
	Tamaño	Alimentac.	F3(x).simula.
	19,050	1,0000	1,0000
	12,700	0,8520	0,9929
	9,525	0,6110	0,9689
	6,350	0,2570	0,8942
	4,760	0,1280	0,8277
	3,360	0,0570	0,7426
	2,380	0,0290	0,6575
	1,680	0,0210	0,5750
	0,420	0,0090	0,2982
	0,210	0,0080	0,2056
	0,150	0,0070	0,1700
	0,106	0,0060	0,1392
	0,075	0,0050	0,1135
	0,045	0,0040	0,0838

PLANILLA SIMULACION MOLINO DE RODILLOS			
DATOS PRENSA DE RODILLOS			
Diámetro Rodillos [mm] :	900		
Ancho Rodillos [mm] :	250		
Area c/pistón [cm ²] :	1194,6		
Peso Rodillos [Kg] :	2010		
CONDICIONES DE OPERACION			
Tamaño máx. alim. [mm] :	19,4		
Veloc. rodillos [m/s] :	1,24		
Fuerza de compres. [Bar] :	40		
Condición de arrastre [%] :	100		
Abertura rodillos :	19		
Tipo de material :	sector B		
Densidad del material :	4,7		
Resis. Min. Tracc.[MPa] :	14		
Factor M :	1,1		
Fuerza con material [kN] :	955,68		
Fuerza especif. [N/mm ²] :	4,25		
CALCULO DE FUERZA DE MOLIENDA			
Parámetro K	10,14		
Parámetro c	11,05		
Fza. simulada [kN] :	934		
CALCULO DE POTENCIA DE CONMINUCION			
Parámetro G	10		
Parámetro F	10,048		
Potenc. simulada [kW] :	89,2		

CALCULO DE POTENCIA TOTAL			
Potenc. simulada [kW] :		89,2	
Potenc. en descansos :		5,7	
Potenc. en vacio :		14,7	
Potenc. total [kW] :		109,6	
CALCULO DE CAPACIDAD Y ENERGIA ESPECIFICA			
Porosidad :		0,12	
Capacidad estimada [t/h] :		87,7	
Energía espec. [kWh/t] :		1,25	
CALCULO DE GRANULOMETRIA DE DESCARGA			
	Tamaño	Alimentac.	F3(x).simula.
	19,050	1,0000	1,0000
	12,700	0,8520	0,9937
	9,525	0,6110	0,9719
	6,360	0,2570	0,9022
	4,760	0,1280	0,8386
	3,360	0,0570	0,7556
	2,380	0,0290	0,6714
	1,680	0,0210	0,5888
	0,420	0,0090	0,3075
	0,210	0,0080	0,2122
	0,150	0,0070	0,1756
	0,106	0,0060	0,1438
	0,075	0,0050	0,1173
	0,045	0,0040	0,0866

PLANILLA SIMULACION MOLINO DE RODILLOS			
DATOS PRENSA DE RODILLOS			
Diámetro Rodillos [mm] :	900		
Ancho Rodillos [mm] :	250		
Area c/pistón [cm ²] :	1194,6		
Peso Rodillos [Kg] :	2010		
CONDICIONES DE OPERACION			
Tamaño máx. alim. [mm] :	19,4		
Veloc. rodillos [m/s] :	1,24		
Fuerza de compres. [Bar] :	50		
Condición de arrastre [%] :	100		
Abertura rodillos :	19		
Tipo de material :	sector B		
Densidad del material :	4,7		
Resis. Min. Tracc.[MPa] :	14		
Factor M :	1,1		
Fuerza con material [kN] :	1194,6		
Fuerza especif. [N/mm ²] :	5,31		
CALCULO DE FUERZA DE MOLIENDA			
Parámetro K	10,14		
Parámetro c	10,4		
Fza. simulada [kN] :	1159		
CALCULO DE POTENCIA DE CONMINUCION			
Parámetro G	9,5		
Parámetro F	10,048		
Potenc. simulada [kW] :	123,3		

PLANILLA SIMULACION MOLINO DE RODILLOS			
DATOS PRENSA DE RODILLOS			
Diámetro Rodillos [mm] :	900		
Ancho Rodillos [mm] :	250		
Area c/pistón [cm ²] :	1194,6		
Peso Rodillos [Kg] :	2010		
CONDICIONES DE OPERACION			
Tamaño máx. alim. [mm] :	19,4		
Veloc. rodillos [m/s] :	1,24		
Fuerza de compres. [Bar] :	60		
Condición de arrastre [%] :	100		
Abertura rodillos :	19		
Tipo de material :	sector B		
Densidad del material :	4,7		
Resis. Min. Tracc.[MPa] :	14		
Factor M :	1,1		
Fuerza con material [kN] :	1433,52		
Fuerza especif. [N/mm ²] :	6,37		
CALCULO DE FUERZA DE MOLIENDA			
Parámetro K	10,14		
Parámetro c	9,95		
Fza. simulada [kN] :	1430		
CALCULO DE POTENCIA DE CONMINUCION			
Parámetro G	8,95		
Parámetro F	10,048		
Potenc. simulada [kW] :	120,7		

PLANILLA SIMULACION MOLINO DE RODILLOS			
DATOS PRENSA DE RODILLOS			
Diámetro Rodillos [mm] :	900		
Ancho Rodillos [mm] :	250		
Area c/pistón [cm ²] :	1194,6		
Peso Rodillos [Kg] :	2010		
CONDICIONES DE OPERACION			
Tamaño máx. alim. [mm] :	19,4		
Veloc. rodillos [m/s] :	1,24		
Fuerza de compres. [Bar] :	70		
Condición de arrastre [%] :	100		
Abertura rodillos :	19		
Tipo de material :	sector B		
Densidad del material :	4,7		
Resis. Min. Tracc.[MPa] :	14		
Factor M :	1,1		
Fuerza con material [kN] :	1672,44		
Fuerza especif. [N/mm ²] :	7,43		
CALCULO DE FUERZA DE MOLIENDA			
Parámetro K	10,14		
Parámetro c	9,6		
Fza. simulada [kN] :	1697		
CALCULO DE POTENCIA DE CONMINUCION			
Parámetro G	8,7		
Parámetro F	10,048		
Potenc. simulada [kW] :	156,2		

ANEXO E
TABLAS DE DATOS

	P13T1					
Date:	01.06.1995					
1 POW.FR.	2 POW.MR.	3 PRESS.L.	4 PRESS.R.	5 POS.MR.L	6 POS.MR.R.	
KW	KW	BAR	BAR	MM	MM	
20	29	20	20	16,8	16,0	
20	29	21	21	16,8	16,0	
21	30	20	20	16,8	16,0	
18	25	18	18	16,7	16,0	
19	25	18	18	16,7	16,0	
20	28	18	18	16,8	16,0	
18	30	19	20	16,8	16,0	
22	28	18	18	16,7	16,0	
18	24	16	16	16,7	15,9	
18	22	16	16	16,7	15,9	
18	21	16	15	16,7	15,9	
17	20	15	15	16,7	15,9	
16	20	15	15	16,7	15,9	
Aver.	18	25	18	18	16,7	16,0
Min.	16	20	15	15	16,7	15,9
Max.	22	30	21	21	16,8	16,0

	P13T2					
Date:	01.06.1996					
1 POW.FR.	2 POW.MR.	3 PRESS.L.	4 PRESS.R.	5 POS.MR.L	6 POS.MR.R.	
KW	KW	BAR	BAR	MM	MM	
21	27	19	21	17,5	16,0	
22	24	18	20	17,5	16,0	
24	27	19	21	17,5	16,0	
24	31	20	22	17,5	16,0	
25	28	19	20	17,5	16,0	
23	28	18	20	17,5	16,0	
23	27	19	21	17,5	16,0	
25	30	19	21	17,5	16,0	
27	31	19	21	17,5	16,0	
22	30	19	21	17,5	16,0	
24	28	19	21	17,5	16,0	
23	30	19	20	17,5	16,0	
24	29	18	20	17,5	16,0	
Aver.	24	28	19	21	17,5	16,0
Min.	21	24	18	20	17,5	16,0
Max.	27	31	20	22	17,5	16,0

	P13T3					
Date:	07.08.1995					
1 POW.FR.	2 POW.MR.	3 PRESS.L.	4 PRESS.R.	5 POS.MR.L	6 POS.MR.R.	
KW	KW	BAR	BAR	MM	MM	
21	29	18	19	18,5	18,7	
22	27	18	19	18,5	18,7	
22	26	18	19	18,5	18,7	
25	28	19	20	18,5	18,7	
27	29	19	19	18,5	18,7	
24	27	19	19	18,5	18,7	
23	28	18	19	18,5	18,7	
23	28	18	19	18,5	18,7	
22	27	18	19	18,5	18,7	
22	24	18	19	18,5	18,7	
23	29	18	19	18,5	18,7	
25	30	19	19	18,5	18,7	
23	29	19	19	18,5	18,7	
Aver.	23	28	18	19	18,5	18,7
Min.	21	24	18	19	18,5	18,7
Max.	27	30	19	20	18,5	18,7

	P13T4						
Date:	07.06.1995						
	1 POW.FR.	2 POW.MR.	3 PRESS.L.	4 PRESS.R.	5 POS.MR.L.	6 POS.MR.R.	
	KW	KW	BAR	BAR	MM	MM	
	23	30	19	20	19,5	19,3	
	22	27	19	20	19,5	19,3	
	22	30	19	20	19,6	19,3	
	23	31	19	20	19,5	19,3	
	26	33	20	20	19,6	19,3	
	21	30	19	20	19,5	19,3	
	23	30	18	19	19,5	19,3	
	22	26	17	19	19,5	19,3	
	24	29	18	19	19,6	19,3	
	22	30	18	19	19,5	19,3	
Aver.	23	30	19	20	19,5	19,3	
Min.	21	26	17	19	19,5	19,3	
Max.	26	33	20	20	19,6	19,3	

	P13T5					
Date:	07.06.1985					
1 POW.FR.	2 POW.MR.	3 PRESS.L.	4 PRESS.R.	5 POS.MR.L	6 POS.MR.R.	
KW	KW	BAR	BAR	MM	MM	
38	46	42	42	13,7	13,8	
38	46	42	41	13,6	13,8	
38	46	43	41	13,6	13,8	
38	43	42	40	13,5	13,8	
32	41	36	37	13,6	13,7	
31	40	38	38	13,6	13,7	
41	44	43	41	13,6	13,9	
43	48	46	41	13,6	14,1	
41	46	45	41	13,6	14,1	
Aver	38	46	42	41	13,6	13,8
Min.	31	40	36	37	13,5	13,7
Max.	43	48	46	42	13,7	14,1

	Date:	07.06.1995	P13T6				
	1 POW.FR.	2 POW.MR.	3 PRESS.L.	4 PRESS.R.	5 POS.MR.L.	6 POS.MR.R.	
	KW	KW	BAR	BAR	MM	MM	
	37	47	39	40	15,8	15,8	
	34	47	38	40	15,8	15,8	
	36	47	40	40	15,8	15,8	
	36	42	38	39	15,8	15,8	
	36	47	39	39	15,8	15,8	
	39	45	41	40	15,8	16,0	
	36	50	45	41	15,9	16,1	
	34	42	38	41	15,8	15,9	
	32	38	38	38	15,8	15,8	
	34	44	41	41	15,8	15,8	
Aver.	36	46	39	40	15,8	15,8	
Min.	32	38	38	38	15,8	15,8	
Max.	39	50	45	41	15,9	16,1	

	P13T7					
Date:	07.08.1995					
1 POW.FR.	2 POW.MR.	3 PRESS.L.	4 PRESS.R.	5 POS.MR.L	6 POS.MR.R.	
KW	KW	BAR	BAR	MM	MM	
29	48	35	38	17,1	16,8	
31	58	42	41	17,2	17,0	
39	54	42	41	17,2	17,1	
36	56	44	41	17,1	17,7	
30	54	44	41	17,2	17,1	
32	51	37	40	17,1	16,9	
26	53	38	41	17,1	16,9	
24	46	38	37	17,1	16,8	
27	49	37	37	17,0	16,8	
22	44	32	33	17,0	16,8	
27	41	37	38	17,1	16,8	
29	51	38	37	17,1	16,8	
28	50	38	37	17,1	16,8	
Aver.	29	51	38	38	17,1	16,8
Min.	22	41	32	33	17,0	16,8
Max.	39	58	44	41	17,2	17,7

	P13T8					
Date:	07.06.1995					
1 POW.FR.	2 POW.MR.	3 PRESS.L.	4 PRESS.R.	5 POS.MR.L	6 POS.MR.R.	
KW	KW	BAR	BAR	MM	MM	
37	60	46	41	17,6	17,4	
35	60	47	41	17,6	17,5	
35	58	44	41	17,6	17,3	
31	60	43	41	17,5	17,8	
32	55	42	41	17,5	18,0	
34	58	47	42	17,6	17,7	
30	58	47	42	17,6	18,1	
32	55	46	42	17,5	18,2	
25	50	40	41	17,5	17,6	
29	48	39	41	17,6	17,0	
Aver.	32	58	45	41	17,6	17,7
Min.	25	48	39	41	17,5	17,0
Max.	37	60	47	42	17,6	18,2

TESTDATA CMP - RP90/25

Sample no.: P13T01

Date of sample: 01/06/95

1. Specifications of feed and product

Type of ore : Magnetite; Los Colorados "B"			
Bulk density:	(gr/cm3)	Feed	2.17
		Center	2.42
		Edge	2.38
Flake density:	(gr/cm3)		
Flake thickness:	(mm;approx.)	16.35	
Moisture:	(% H2O)		

2. Operating Data

Feed	(mt/h)	44.7			
Center material	(mt/h)	38.0			
Edge material	(mt/h)	6.7			
Edge material	(%)	15.0			
		net ave.	gross ave	min.	max
Spec.power cons feed	(kWh/mt)	0.6	1.0	0.8	1.2
Spec.power cons center	(kWh/mt)	0.8	1.1	0.9	1.4
Total pressforce	(kN)		430	358	502
Spec. pressforce	(kN/cm width)		17.2	14.3	20.1
Spec. pressure	(N/mm2)		1.9	1.6	2.2

Motor, fixed roll	(kW)	11.5	18	16	22
Motor, movable roll	(kW)	17.1	25	20	30
Motor, fixed roll no-lo	(kW)		6.5		
Motor, movab. roll no-lo	(kW)		7.9		
Position movable roll, left	(mm)		16.7	16.7	16.8
Position movable roll, right	(mm)		16.0	15.9	16.0

Oil pressure, left	(bar)		18	15	21
Oil pressure, right	(bar)		18	15	21
Nitrogen pressure	(bar)	40			

Revolution of roll	(RPM)	18.46			
Circunferencial speed	(m/s)	0.87			
Feed flap	(% open)	25			
Splittergate; centerwidth *	(mm)	170			
Data recording time	(hh:mm:ss)	00:02:30			
Operating time (total)**	(hh)				

3. Remarks

net ave = net average = without no load power
 gross ave = gross average = incl. no-load power
 feed RP = feed new incl. rejects from screen

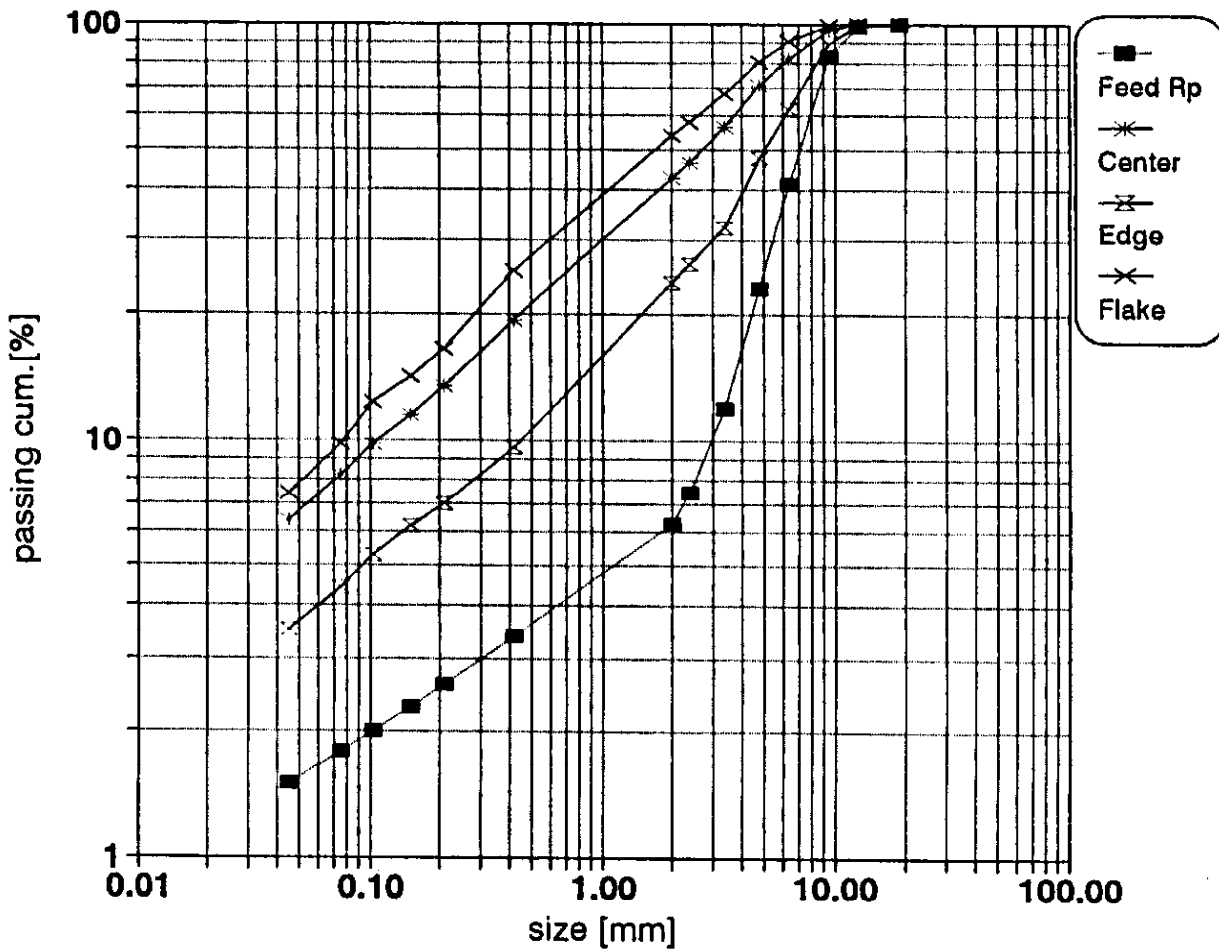
4. Screenanalysis

Sample-n°:

P13T01

133

Size		Feed new	Feed RP	Center	Edge	Flake
inch/mesh	mm	%p	%p	%p	%p	%p
3/4"	19.050	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.700	95.60	98.40	100.00	98.50	100.00
3/8"	9.525	68.90	82.80	96.80	89.40	99.10
1/4"	6.350	19.70	41.10	82.10	62.00	90.70
4	4.750	6.70	23.10	70.90	47.40	80.70
6	3.350	3.70	12.00	56.40	32.30	67.60
8	2.400	2.60	7.50	46.30	26.40	57.80
10	2.000	2.20	6.30	42.60	23.70	53.70
35	0.420	1.30	3.40	19.30	9.60	25.40
65	0.210	1.20	2.60	13.50	7.00	16.60
100	0.150	1.10	2.30	11.50	6.20	14.30
150	0.104	1.00	2.00	9.80	5.30	12.40
200	0.075	0.90	1.80	8.20	4.40	9.80
325	0.045	0.80	1.50	6.40	3.50	7.40



TESTDATA CMP - RP90/25

Sample no.: P13T02

Date of sample: 01/06/95

1. Specifications of feed and product

Type of ore : Magnetite; Los Colorados "B"			
Bulk density:	(gr/cm3)	Feed	2.15
		Center	2.55
		Edge	2.34
Flake density:	(gr/cm3)		
Flake thickness:	(mm;approx.)	16.75	
Moisture:	(% H2O)		

2. Operating Data

Feed	(mt/h)	53.6			
Center material	(mt/h)	45.9			
Edge material	(mt/h)	7.7			
Edge material	(%)	14.3			
		net ave.	gross ave	min.	max
Spec.power cons feed	(kWh/mt)	0.7	1.0	0.8	1.1
Spec.power cons center	(kWh/mt)	0.8	1.1	1.0	1.3
Total pressforce	(kN)		478	454	502
Spec. pressforce	(kN/cm width)		19.1	18.2	20.1
Spec. pressure	(N/mm2)		2.1	2.0	2.2

Motor, fixed roll	(kW)	17.5	24	21	27
Motor, movable roll	(kW)	20.1	28	24	31
Motor, fixed roll no-lo	(kW)		6.5		
Motor, movab. roll no-lo	(kW)		7.9		
Position movable roll, left	(mm)		17.5	17.5	17.5
Position movable roll, right	(mm)		16.0	16.0	16.0

Oilpressure, left	(bar)		19	18	20
Oilpressure, right	(bar)		21	20	22
Nitrogenpressure	(bar)	40			

Revolution of roll	(RPM)	18.46			
Circunferencial speed	(m/s)	0.87			
Feed flap	(% open)	50			
Splittergate; centerwidth *	(mm)	170			
Data recording time	(hh:mm:ss)	00:02:30			
Operating time(total)**	(hh)				

3. Remarks

net ave = net average = without no load power
 gross ave = gross average = incl.no-load power
 feed RP = feed new incl. rejects from screen



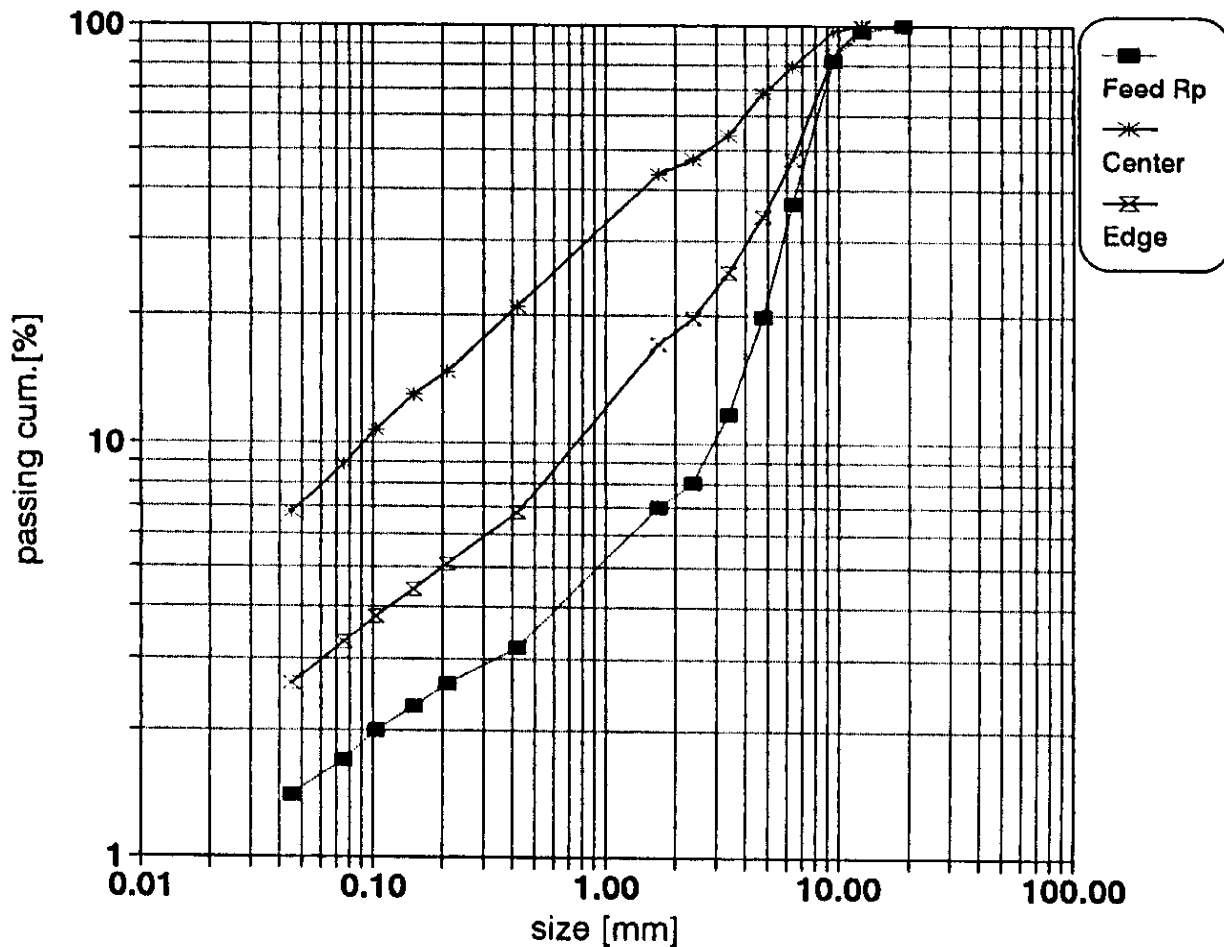
4. Screenanalysis

Sample-n°:

P13T02

135

Size		Feed new %p	Feed RP %p	Center %p	Edge %p	Flake %p
Inch/mesh	mm					
3/4"	19.050	100.00	100.00	100.00	100.00	
1/2"	12.700	95.60	96.70	100.00	98.90	
3/8"	9.525	68.90	82.00	96.80	84.30	
1/4"	6.350	19.70	37.00	79.30	47.10	
4	4.750	6.70	19.80	68.30	34.40	
6	3.350	3.70	11.70	53.70	25.30	
8	2.400	2.60	8.10	47.00	19.70	
10	1.680	2.20	7.00	43.50	17.10	
35	0.420	1.30	3.20	21.00	6.80	
65	0.210	1.20	2.60	14.70	5.10	
100	0.150	1.10	2.30	13.00	4.40	
150	0.104	1.00	2.00	10.70	3.80	
200	0.075	0.90	1.70	8.90	3.30	
325	0.045	0.80	1.40	6.80	2.60	



TESTDATA CMP - RP90/25

Sample no.: P13T03

Date of sample: 07/06/95

1. Specifications of feed and product

Type of ore : Magnetite; Los Colorados "B"			
Bulk density:	(gr/cm3)	Feed	2.28
		Center	2.62
		Edge	2.52
Flake density:	(gr/cm3)		
Flake thickness:	(mm;approx.)	18.60	
Moisture:	(% H2O)		

2. Operating Data

Feed	(mt/h)	54.1			
Center material	(mt/h)	35.7			
Edge material	(mt/h)	18.4			
Edge material	(%)	34.0			
		net ave.	gross ave	min.	max
Spec.power cons feed	(kWh/mt)	0.7	0.9	0.8	1.1
Spec.power cons center	(kWh/mt)	1.0	1.4	1.3	1.6
Total pressforce	(kN)		442	442	466
Spec. pressforce	(kN/cm width)		17.7	17.7	18.6
Spec. pressure	(N/mm2)		2.0	2.0	2.1

Motor, fixed roll	(kW)	16.5	23	21	27
Motor, movable roll	(kW)	20.1	28	24	30
Motor, fixed roll no-lo	(kW)		6.5		
Motor, movab. roll no-lo	(kW)		7.9		
Position movable roll, left	(mm)		18.5	18.5	18.5
Position movable roll, right	(mm)		18.7	18.7	18.7

Oilpressure, left	(bar)		18	18	19
Oilpressure, right	(bar)		19	19	20
Nitrogenpressure	(bar)	40			

Revolution of roll	(RPM)	18.46			
Circunferencial speed	(m/s)	0.87			
Feed flap	(% open)	75			
Splittergate; centerwidth *	(mm)	170			
Data recording time	(hh:mm:ss)	00:02:30			
Operating time(total)**	(hh)				

3. Remarks

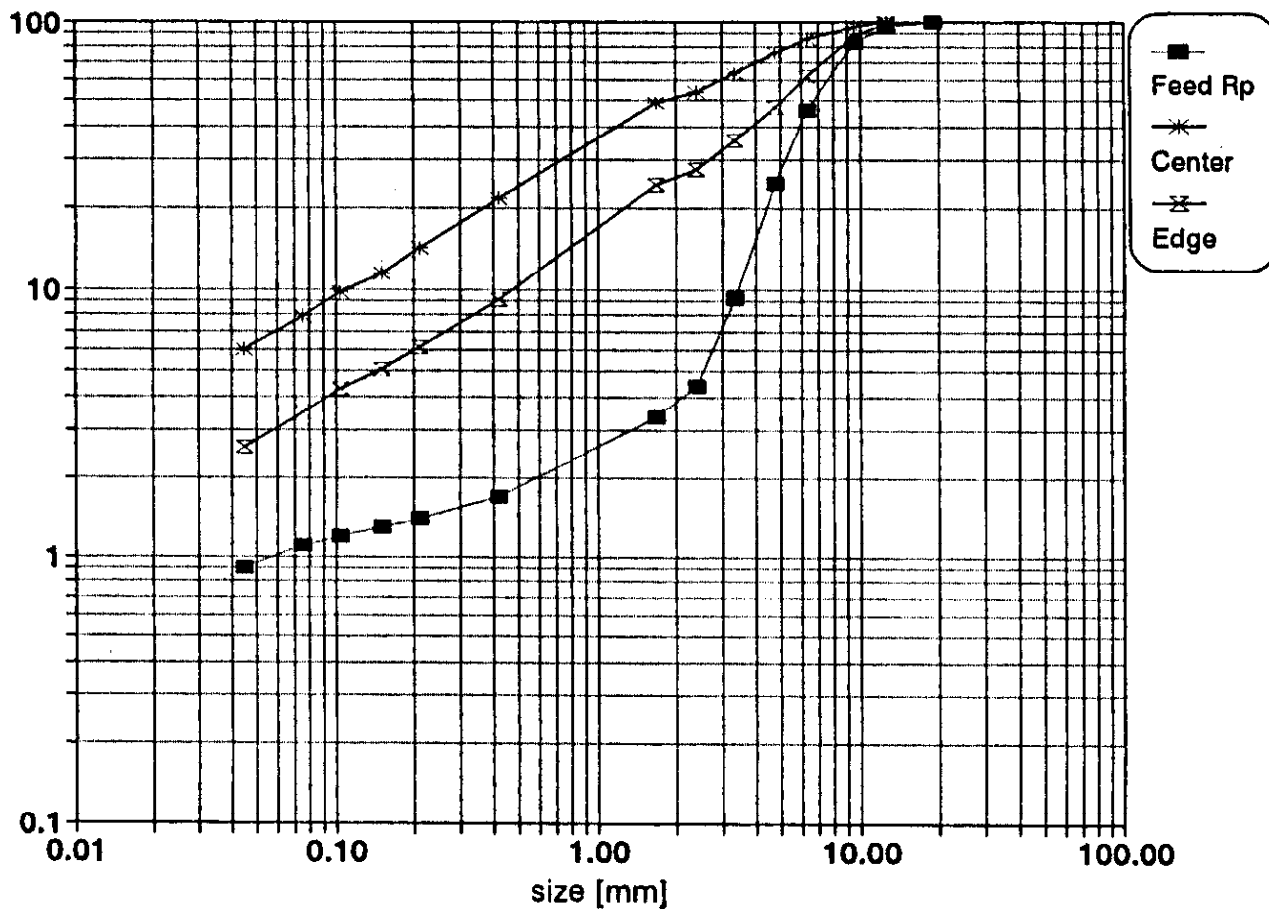
net ave = net average = without no load power
 gross ave = gross average = incl.no-load power
 feed RP = feed new incl. rejects from screen



4. Screenanalysis

Sample-nº: - P13T03

Size		Feed new %p	Feed RP %p	Center %p	Edge %p	Flake %p
inch/mesh	mm					
3/4"	19.050	100.00	100.00	100.00	100.00	
1/2"	12.700	96.70	96.00	99.20	98.30	
3/8"	9.525	76.90	83.20	95.90	88.40	
1/4"	6.350	30.30	46.30	86.00	62.20	
4	4.750	11.00	24.70	75.60	47.20	
6	3.350	6.20	9.30	63.30	35.70	
8	2.400	5.00	4.40	54.00	27.90	
10	1.680	4.60	3.40	49.20	24.50	
35	0.420	3.20	1.70	21.60	9.20	
65	0.210	2.80	1.40	14.20	6.10	
100	0.150	2.60	1.30	11.50	5.10	
150	0.104	2.40	1.20	9.70	4.30	
200	0.075	2.10	1.10	7.90	3.50	
325	0.045	1.60	0.90	6.00	2.60	



TESTDATA CMP - RP90/25

Sample no.: P13T04

Date of sample: 07/06/95

1. Specifications of feed and product

Type of ore : Magnetite; Los Colorados "B"			
Bulk density:	(gr/cm3)	Feed	2.30
		Center	2.55
		Edge	2.50
Flake density:	(gr/cm3)		
Flake thickness:	(mm;approx.)	19.40	
Moisture:	(% H2O)		

2. Operating Data

Feed	(mt/h)	57.1			
Center material	(mt/h)	38.3			
Edge material	(mt/h)	18.8			
Edge material	(%)	32.9			
		net ave.	gross ave	min.	max
Spec.power cons feed	(kWh/mt)	0.7	0.9	0.8	1.0
Spec.power cons center	(kWh/mt)	1.0	1.4	1.2	1.5
Total pressforce	(kN)		466	430	478
Spec. pressforce	(kN/cm width)		18.6	17.2	19.1
Spec. pressure	(N/mm2)		2.1	1.9	2.1

Motor, fixed roll	(kW)	16.5	23	21	26
Motor, movable roll	(kW)	22.1	30	26	33
Motor, fixed roll no-lo	(kW)		6.5		
Motor, movab. roll no-lo	(kW)		7.9		
Position movable roll, left	(mm)		19.5	19.5	19.5
Position movable roll, right	(mm)		19.3	19.3	19.3

Oilpressure, left	(bar)		19	17	20
Oilpressure, right	(bar)		20	19	20
Nitrogenpressure	(bar)	40			

Revolution of roll	(RPM)	18.46			
Circunferencial speed	(m/s)	0.87			
Feed flap	(% open)	100			
Splittergate; centerwidth *	(mm)	170			
Data recording time	(hh:mm:ss)	00:02:30			
Operating time(total)**	(hh)				

3. Remarks

net ave = net average = without no load power
gross ave = gross average = incl.no-load power
feed RP = feed new incl. rejects from screen

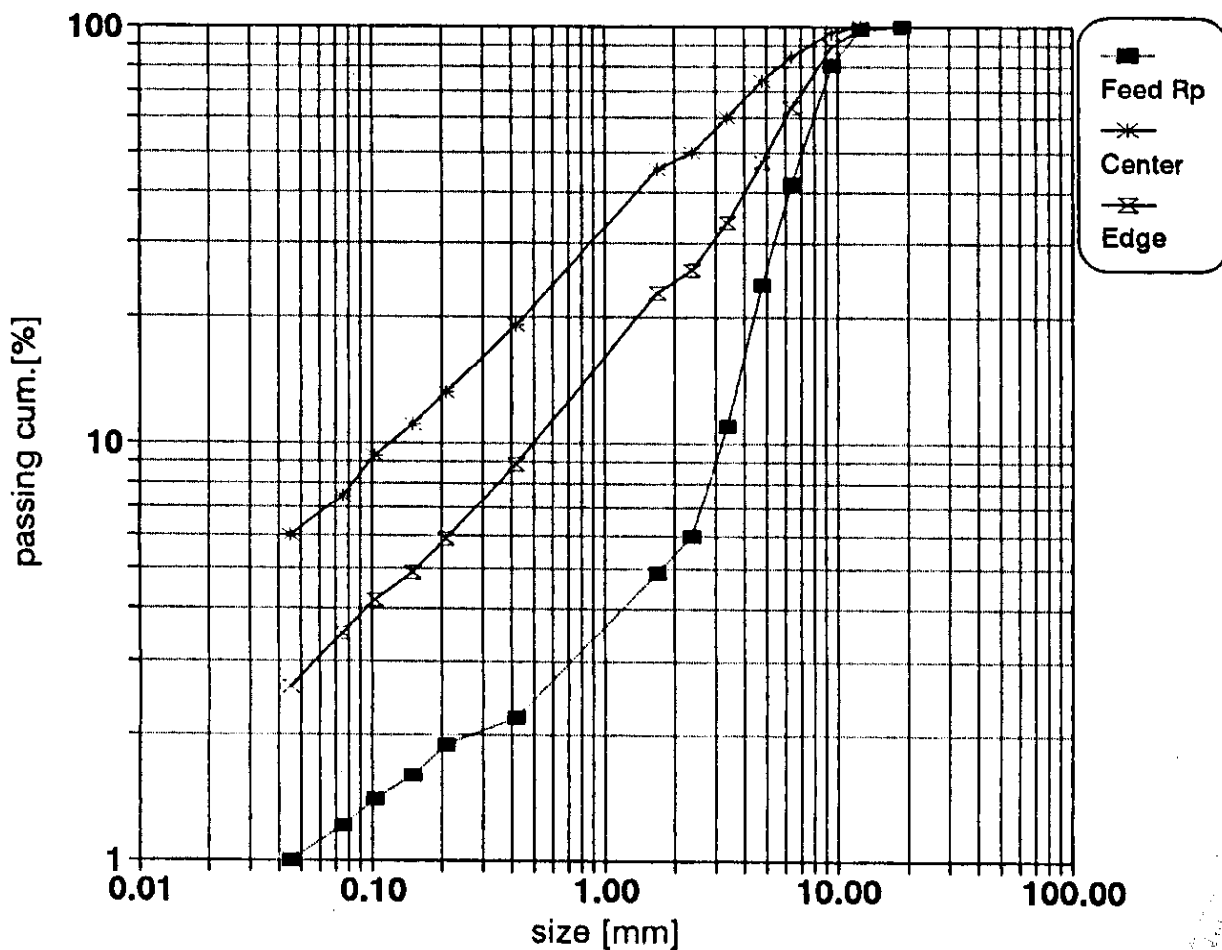


4. Screenanalysis

Sample-n°:

P13T04

Size		Feed new %p	Feed RP %p	Center %p	Edge %p	Flake %p
Inch/mesh	mm					
3/4"	19.050	100.00	100.00	100.00	100.00	
1/2"	12.700	96.70	98.20	99.60	97.70	
3/8"	9.525	78.90	80.80	96.30	89.40	
1/4"	6.350	30.30	41.80	84.10	63.40	
4	4.750	11.00	24.00	74.10	47.10	
6	3.350	6.20	11.00	60.20	34.00	
8	2.400	5.00	6.00	50.00	26.00	
10	1.680	4.60	4.90	45.50	22.90	
35	0.420	3.20	2.20	19.00	8.90	
65	0.210	2.80	1.90	13.30	5.90	
100	0.150	2.60	1.60	11.10	4.90	
150	0.104	2.40	1.40	9.30	4.20	
200	0.075	2.10	1.20	7.50	3.50	
325	0.045	1.60	1.00	6.00	2.60	



TESTDATA CMP - RP90/25

Sample no.: P13T08

Date of sample: 07/06/95

1. Specifications of feed and product

Type of ore : Magnetite; Los Colorados "B"			
Bulk density:	(gr/cm3)	Feed	2.31
		Center	2.64
		Edge	2.63
Flake density:	(gr/cm3)		
Flake thickness:	(mm;approx.)	17.65	
Moisture:	(% H2O)		

2. Operating Data

Feed	(mt/h)	56.8			
Center material	(mt/h)	34.7			
Edge material	(mt/h)	22.1			
Edge material	(%)	38.9			
		net ave.	gross ave	min.	max
Spec.power cons feed	(kWh/mt)	1.3	1.6	1.3	1.7
Spec.power cons center	(kWh/mt)	2.2	2.6	2.1	2.8
Total pressforce	(kN)		1027	956	1063
Spec. pressforce	(kN/cm width)		41.1	38.2	42.5
Spec. pressure	(N/mm2)		4.6	4.2	4.7

Motor, fixed roll	(kW)	25.5	32	25	37
Motor, movable roll	(kW)	50.1	58	48	60
Motor, fixed roll no-lo	(kW)		6.5		
Motor, movab. roll no-lo	(kW)		7.9		
Position movable roll, left	(mm)		17.6	17.5	17.6
Position movable roll, right	(mm)		17.7	17.0	18.2

Oilpressure, left	(bar)		45	39	47
Oilpressure, right	(bar)		41	41	42
Nitrogenpressure	(bar)	40			

Revolution of roll	(RPM)	18.46			
Circunferencial speed	(m/s)	0.87			
Feed flap	(% open)	100			
Splittergate; centerwidth *	(mm)	170			
Data recording time	(hh:mm:ss)	00:02:30			
Operating time(total)**	(hh)				

3. Remarks

net ave = net average = without no load power
gross ave = gross average = incl.no-load power
feed RP = feed new incl. rejects from screen

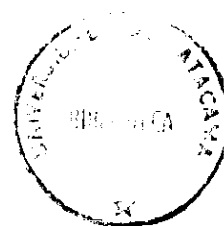
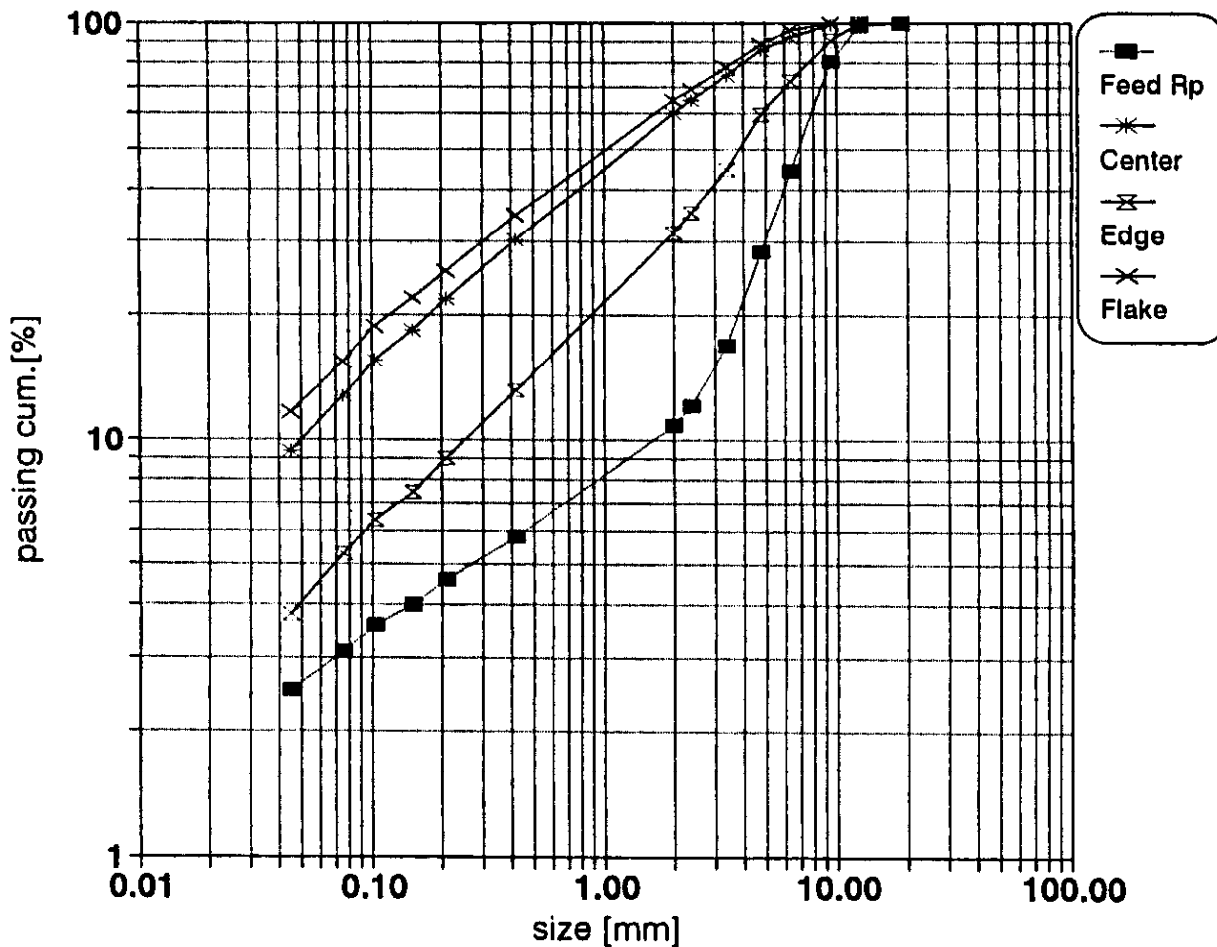


4. Screenanalysis

Sample-n°:

P13T08

Size		Feed new	Feed RP	Center	Edge	Flake
Inch/mesh	mm	%p	%p	%p	%p	%p
3/4"	19.050	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.700	96.70	97.90	100.00	99.30	100.00
3/8"	9.525	76.90	80.50	98.50	90.60	99.30
1/4"	6.350	30.30	44.30	92.10	72.20	95.50
4	4.750	11.00	28.40	86.00	59.80	88.70
6	3.350	6.20	17.00	74.50	44.80	77.80
8	2.400	5.00	12.10	64.70	35.30	68.60
10	2.000	4.60	10.80	60.10	31.50	64.50
35	0.420	3.20	5.80	30.40	13.20	34.80
65	0.210	2.80	4.60	21.80	9.00	25.50
100	0.150	2.60	4.00	18.40	7.50	21.90
150	0.104	2.40	3.60	15.50	6.40	18.78
200	0.075	2.10	3.10	12.80	5.30	15.40
325	0.045	1.60	2.50	9.40	3.80	11.60



TESTDATA CMP - RP90/25

Sample no.: P13T24

Date of sample: 23/06/95

1. Specifications of feed and product

Type of ore : Magnetite; Los Colorados "B"			
Bulk density:	(gr/cm3)	Feed	2.55
		Center	2.80
		Edge	2.62
Flake density:	(gr/cm3)		
Flake thickness:	(mm;approx.)	18.70	
Moisture:	(% H2O)		

2. Operating Data

Feed	(mt/h)	88.3			
Center material	(mt/h)	55.3			
Edge material	(mt/h)	32.9			
Edge material	(%)	37.3			
		net ave.	gross ave	min.	max
Spec.power cons feed	(kWh/mt)	1.0	1.2	1.1	1.3
Spec.power cons center	(kWh/mt)	1.6	1.9	1.7	2.1
Total pressforce	(kN)		968	908	1051
Spec. pressforce	(kN/cm width)		38.7	36.3	42.0
Spec. pressure	(N/mm2)		4.3	4.0	4.7

Motor, fixed roll	(kW)	30.5	37	34	41
Motor, movable roll	(kW)	59.1	67	62	74
Motor, fixed roll no-lo	(kW)		6.5		
Motor, movab. roll no-lo	(kW)		7.9		
Position movable roll, left	(mm)		20.0	18.6	20.7
Position movable roll, right	(mm)		17.4	17.3	17.6

Oilpressure, left	(bar)		41	40	41
Oilpressure, right	(bar)		40	36	47
Nitrogenpressure	(bar)	40			

Revolution of roll	(RPM)	23.55			
Circunferencial speed	(m/s)	1.11			
Feed flap	(% open)	100			
Splittergate; centerwidth *	(mm)	170			
Data recording time	(hh:mm:ss)	00:02:30			
Operating time(total)**	(hh)				

3. Remarks

net ave = net average = without no load power

gross ave = gross average = incl.no-load power

feed RP = feed new incl. rejects from screen

