

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA



AJUSTE Y MANTENIMIENTO DE BANCOS DE CILINDROS
EN UN MOLINO DE TRIGO

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERIA DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
POR

SERGIO OLIVERIO MONTEJO LOPEZ

AL CONFERIRSELE EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1,995

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central



08
T(3657)
C.4

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA



MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

| | |
|---------------|--|
| DECANO | ING. JULIO ISMAEL GONZALEZ PODSZUECK |
| VOCAL PRIMERO | ING. MIGUEL ANGEL SANCHEZ GUERRA |
| VOCAL SEGUNDO | ING. JACK DOUGLAS IBARRA SOLORZANO |
| VOCAL TERCERO | ING. JUAN ADOLFO ECHEVERRIA MENDEZ |
| VOCAL CUARTO | BR. FERNANDO WALDEMAR DE LEON ASTURIAS |
| VOCAL QUINTO | BR. PEDRO IGNACIO ESCALANTE PASTOR |
| SECRETARIO | ING. FRANCISCO JAVIER GONZALEZ LOPEZ |

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL
EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|------------|-----------------------------------|
| DECANO | ING. JORGE MARIO MORALES GONZALEZ |
| SECRETARIO | ING. EDGAR JOSE BRAVATTI CASTRO |
| EXAMINADOR | ING. ROLANDO VILLAR |
| EXAMINADOR | ING. EFRAIN RODAS |
| EXAMINADOR | ING. ARTURO ESTRADA |

[Handwritten signature]
[Handwritten text]
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
2011



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

CUMPLIENDO CON LOS PRECEPTOS QUE ESTABLECE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA PRESENTO
A SU CONSIDERACION MI TRABAJO DE TESIS TITULADO

AJUSTE Y MANTENIMIENTO DE BANCOS DE CILINDROS
EN UN MOLINO DE TRIGO

TEMA APROBADO POR LA DIRECCION DE ESCUELA DE
INGENIERIA MECANICA

NOVIEMBRE DE 1,995

ATENTAMENTE



SERGIO OLIVERIO MONTEJO LOPEZ



Guatemala, 5 de Junio de 1,995

Ingeniero

Jorge Siguere

DIRECTOR

ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

Facultad de Ingeniería

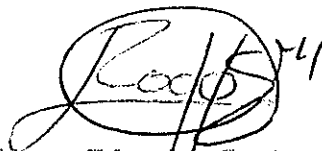
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director.

Atentamente me dirijo a usted, para someter a su consideración el trabajo de tesis del estudiante SERGIO OLIVERIO MONTEJO LOPEZ, previo a obtener el título de Ingeniero Mecánico.

El trabajo en mención se titula AJUSTE Y MANTENIMIENTO DE BANCOS DE CILINDROS EN UN MOLINO DE TRIGO. He asesorado y revisado el trabajo y considero que llena satisfactoriamente los requisitos para su aprobación.

Agradeciendo su atención,



Ing. Efraim Rodas

Asesor



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



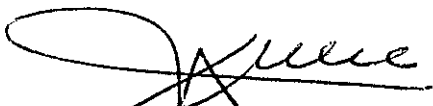
FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con el visto bueno del Coordinador del Área de Materiales y Complementaria, al trabajo de tesis titulado Ajuste y Mantenimiento de Bancos de Cilindros en Un Molino de Trigo, del estudiante Sergio Oliverio Montejo López, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Jorge C. Siguere Rockstroh
DIRECTOR DE ESCUELA

Guatemala, octubre de 1,995.

/bedei





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Escuela Técnica, Ingeniería en Sistemas, Ingeniería Electrónica y Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos.

Apartado Postal 217-1-01-907, Guatemala
Ciudad Universitaria, Zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, Ingeniero Jorge C. Siguere Rockstroh, al trabajo de tesis titulado Ajuste y Mantenimiento de Bancos de Cilindros en un Molino de Trigo, presentado por el estudiante universitario Sergio Oliverio Montejo López, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRIMASE

ING. JULIO ISMAEL GONZALEZ PODSZUECK

DECANO

Guatemala, noviembre de 1,995.

/bedei.





LISTA DE ILUSTRACIONES

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central



LISTA DE ILUSTRACIONES

| FIGURA | | PAGINA |
|--------|---|--------|
| 1 | Estructura de un grano de trigo..... | 17 |
| 2 | Recepción marítima de trigo..... | 20 |
| 3 | Composición de un molino..... | 23 |
| 4 | Diagrama de una sección de prelimpia y limpia.... | 26 |
| 5 | Cernedor plano..... | 29 |
| 6 | Diagrama de la elaboración de harina..... | 33 |
| 7 | Partes de un banco de cilindros..... | 35 |
| 8 | Grupo de bancos..... | 39 |
| 9 | Esquema cinemático de un banco..... | 43 |
| 10 | Diferentes tipos de estriados..... | 45 |
| 11 | Métodos de operación de estriados asimétricos.... | 47 |
| 12 | Máquina rectificadora-estriadora de cilindros.... | 49 |
| 13 | Etapas de la molienda de trigo..... | 53 |
| 14 | Cernedor de laboratorio..... | 57 |
| 15 | Balanza analítica..... | 59 |
| 16 | Tablas de control de granulación..... | 61-75 |
| 17 | Diagramas de trituración..... | 76-80 |
| 17 | Gráficas de promedios retenidos por banco..... | 81-85 |
| 18 | Ficha de registro de equipo..... | 90 |
| 19 | Reporte de inspección de maquinaria y equipo..... | 93 |
| 20 | Puntos de lubricación..... | 95 |



GLOSARIO



ABERTURA DE LA MALLA: es la dimensión en micrones de los orificios en cualquiera de los tamices de tela metálica o telas de cernir.

ACONDICIONAMIENTO DEL TRIGO: es un proceso que se aplica al trigo para producir cambios físicos deseados en el grano (endurecimiento del afrecho, ablandamiento del endospermo) por medio de aplicaciones de calor y humedad en un tiempo exactamente controlado.

AFRECHO: se llama así a la cubierta de la semilla, sin ninguna parte del germen o endospermo.

ASPIRACION: es el uso de velocidades controladas de aire dirigido por corriente para obtener una separación de partículas con diferente resistencia a la corriente de aire debido al tamaño, densidad, forma u otras características físicas.

ASPIRADORA: es una máquina, aparato o artefacto que emplea aspiración para extraer polvo, paja liviana, cáscaras, etc. del trigo.

CAMION A GRANEL: es un tanque portátil (contenedor de producto a granel) montado en un medio de transporte impulsado por gasolina o diésel para transportar harina o forraje cargado a granel en las carreteras. Asimismo puede ser transportado a cuestras por ferrocarril en plataformas.

CAPACIDAD: es una relación en unidades de masa o volumen que en algunos casos se relaciona además en unidades de tiempo.

CAPACIDAD DE TRABAJO: es la cantidad de trigo u otros productos por unidad de tiempo que una máquina puede manejar eficientemente en las condiciones de operación existentes.

CARGA OPTIMA: es la cantidad de material expresada como unidades de peso por unidad de tiempo que puede ser procesada por determinada máquina manteniendo las mejores condiciones de operación obtenibles y los mejores resultados finales.

CEPILLADORA: es una máquina que utiliza cepillos o acción de cepillado para efectuar la separación de dos o más componentes: el afrecho y el endospermo en el caso de la cepilladora de afrecho.

CERNEDOR: es una máquina que separa los productos por tamaño de partículas mediante tamices.

CILINDRO DE FRACTURACION: es un molino de cilindros tradicional modificado e instalado antes de los primeros cilindros regulares de rotura para aplanar, rasgar o de otra manera rajar el trigo u otro cereal.

CILINDRO DE GRUESOS: cilindros de trituración con las estriás o la superficie del cilindro modificadas para triturar más eficientemente las partículas de trigo de un tamaño intermedio entre el material de rotura, separación superior y la sémola gruesa, es decir, fragmentos de endospermo con pedacitos de afrecho que todavía están adheridos, que son demasiado pequeños para material de rotura y demasiado grandes para sémola gruesa.

CILINDRO LISO: es un término que se usa para designar los cilindros de trituración sin ninguna ranuración (estriás) definitivamente organizada en sus superficies y que generalmente se usan para hacer harina. Las superficies de cilindros lisos varían desde su-

perficies de espejo altamente pulidas en las compresiones finas hasta superficies grabadas opacas en las disgregaciones.

CILINDROS DE RASPADURA: es un cilindro estriado finamente, 30 o más estriás por pulgada, usado principalmente para reducir los productos de compresión o para hacer sémola.

CILINDRO DE REDUCCION: son generalmente un par de cilindros lisos, que corren a velocidad diferencial de 1-1/2 a 1 y que se usan para reducir el endospermo a harina.

CILINDRO DE ROTURA: un cilindro de acero con eje con ranuras espirales de diferente diseño cortadas a lo largo en la superficie que se usa en los primeros pasos de la trituración del proceso de la molienda para efectuar la separación del afrecho y el endospermo.

CLASIFICACION GRUESA: materiales de los cernedores de rotura hacia los sasores que trabajan en telas metálicas de tamaños de granulacion entre No. 18 y No. 32, la mayor parte en preparación para el sistema de disgregación.

CLASIFICACION MEDIANA: es un término que designa la separación de partículas de un tamaño intermedio entre una clasificación más gruesa o más grande y una clasificación más fina o más pequeña de los sasores.

CORTE DAWSON: es un tipo de estriá de cilindro. El ángulo bajo, es decir, la parte de atrás, está ya sea a 17-19 ó 21 grados de la horizontal. El ángulo alto está a 20 ó 15 grados de la verti-

cal.

DESPEDREGADORA: es una máquina para separar por densidad piedras u otro material pesado del grano u otros productos de cereal.

DIAGRAMA DE CERNEDORES: la disposición de varios juegos de cribas o tamices en una sección de cernir.

DIAGRAMA DE FLUJO: un diagrama esquemático, generalmente de una operación de manejo o de molienda, que muestra en forma gráfica las diversas máquinas, sus especificaciones y el flujo de materiales que entra y sale de las máquinas.

DORSO A DORSO: la disposición de cilindros rápidos y lentos en los que el lado largo del diente de sierra del cilindro rápido actúa contra el lado largo de las estriás del cilindro lento.

DORSO A FILO: es un modo de triturar en un par de cilindros estriados en los que la trituración se hace en el lado romo de las estriás del cilindro rápido y en el lado cortante de las estriás del cilindro lento.

ELEVADOR: es cualquiera de diversos tipos de máquinas transportadoras que se usan para alzar verticalmente los granos y otros productos.

ESPACIADO DE ESTRIAS: generalmente significa el número de estriás por pulgada lineal. Es un término que significa el número de estriás por pulgada circunferencial en un cilindro estriado.

ESTRIA DEL RODILLO: es un término que designa el tipo de ranura o corte en la superficie de cilindros de rotura y raspadura.

EXTRACCION: son las libras, es decir, el porcentaje de harina ó afrecho extraídas de 100 lbs. de trigo; sea éste trigo sucio, seco limpio o limpio acondicionado. Se deberá especificar la base del cálculo.

FILO A DORSO: es un modo de triturar en cilindros estriados en donde la trituración se hace con el frente filudo o lado cortante de las estriás en el cilindro rápido, y en el dorso romo o lado triturante de las estriás en el cilindro lento.

FILO A FILO: es un modo de triturar con cilindros estriados en los que la trituración se hace con el frente filudo o lado cortante de las estriás en el cilindro rápido contra el lado filudo de las estriás en el cilindro lento.

FUMIGACION: es el proceso de la aplicación de calor, productos químicos u otros, que afectan el hábitat de los insectos para impedir su reproducción u ocasionar su destrucción. El uso de líquidos o productos químicos volátiles que son gases a temperaturas y presiones normales para el control de insectos y roedores. La principal ventaja de un fumigante sobre un insecticida de contacto radica en su habilidad de distribuirse en espacios vacíos y de penetrar en los lugares en que un insecticida sólido o líquido no podría penetrar fácilmente. Las fumigaciones de lugares determinados o fumigaciones generales son la práctica que se sigue para controlar los insectos.

GERMEN: es el embrión que se extrae del grano.

GLUTEN: los dos principales componentes del gluten son la glutenina y la gliadina. Estas dos sustancias representan el 85 % del total de proteínas de la harina blanca, y normalmente se encuentran presentes en partes iguales. La gliadina es una sustancia blanda y pegajosa que actúa como pegamento para la glutenina que es menos cohesiva pero más dura. El gluten es insoluble en agua fría y se puede recuperar fácilmente de una muestra de harina ya pesada formando una bola de masa y lavando el almidón, comprimiendo o estrujando la bola con la mano debajo de un chorro de agua, o sobre una seda de cernir gruesa. Se puede considerar que se tiene gluten puro cuando el agua del lavado deja de salir turbia. Un tercio del peso del gluten mojado se aproxima al contenido proteico de la harina.

HARINILLA: es una harina de grado bajo que es en realidad una mezcla de polvo de endospermo y polvo de afrecho tomada de la última cola del molino, que tiene un alto contenido de ceniza y proteína, una mala apariencia y un color oscuro. Es una harina intermedia entre el producto del repaso de finales y el afrechillo.

HARINA DE PRIMERA: es la harina del frente del extremo principal del molino, con menor contenido de ceniza y proteína, con buena apariencia y color, y cuyo valor en el mercado se considera el más alto.

HARINA DE SEGUNDA: la parte o división de menor grado de la harina de primera de las colas o residuos de reducción del sistema de

molienda, con mayor contenido de ceniza y mal color.

IMPACTOR O SEPARADOR POR IMPACTO: es una máquina que utiliza la acción de golpear o chocar para efectuar la separación de dos o más componentes, como el afrecho del endospermo en una cepilladora de afrecho. Generalmente este tipo requiere menos mantenimiento, pero produce una harina con mayor contenido de ceniza que la cepilladora.

IMPUREZAS: se llama así a la materia extraña en una muestra de trigo separada con tamices y artefactos de limpieza adecuados.

MAQUINA CEPILLADORA: es un aparato diseñado para quitar la suciedad de la superficie, capas sueltas de afrecho, etc. del trigo, por medio de cepillos.

MOLINERO: la persona cuyas tareas son hacerse cargo y ajustar la colocación de los molinos de cilindros respecto a la trituración, la regulación de la compuerta de alimentación o entrada, la tensión de las fajas y la limpieza.

FLANCHISTER: es una máquina cernedora giratoria, cuyos tamices son planos o nivelados, con piezas que giran a intervalos y que desaceleran el movimiento circular del material en el tamiz y lo envían al siguiente tamiz.

PRODUCTOS DE COMPRESION: partículas de endospermo que han sido extraídas del afrecho, como en los cilindros de rotura, que todavía tienen que ser reducidas a fineza de harina.

PRODUCTOS DE COMPRESION FINA: un término aplicado a partículas de

endospermo de un tamaño que pasan por seda 60 GG y se quedan encima de tela de harina 9 XX.

PRODUCTOS DE COMPRESION GRUESA: es esa fracción de partículas no reducidas de endospermo inmediatamente más pequeñas que la sémola gruesa que pasan por un tamiz de malla 30 y sobre un tamiz de malla 50.

PREPARACION DEL TRIGO PARA LA MOLIENDA: es una secuencia de operaciones que varían grandemente según la clase, pero que consisten básicamente en limpiar el cereal y ajustar su contenido y distribución de humedad a la condición deseada previo a la molienda.

PULIDORA O DESPUNTADORA: es una máquina diseñada para separar por abrasión, impacto y aspiración, la capa más exterior, la barba o cualquier materia extraña que esté en la superficie o alojada en el pliegue del grano.

RENDIMIENTO: son las libras de trigo que se requieren para producir 100 libras de harina completa.

RENDIMIENTO DE TRIGO ACONDICIONADO: es el número de libras de trigo limpio acondicionado que se requiere para producir 100 libras de harina completa.

RENDIMIENTO DE TRIGO LIMPIO: la cantidad de trigo completamente limpio pero sin acondicionar, que se usa para producir 100 libras de harina.

RENDIMIENTO DE TRIGO SUCIO: la cantidad de trigo sucio, sin acondicionar, que se usa para hacer 100 libras de harina.

ROTURAS FINAS: son los cilindros de rotura que trituran las partículas más pequeñas en un sistema de rotura clasificada.

ROTURAS GRUESAS: es el término aplicado a los cilindros de rotura que trituran las partículas más grandes en un sistema de rotura en el que el material de rotura, se clasifica "grueso" y "fino" por tamaño y se muele en diferentes cilindros.

SALVADILLO: una mezcla inseparable de salvado o afrecho, endospermo y germen que queda después de haber terminado la extracción de harina; se usa para alimento de animales.

SECCION DE LIMPIEZA: un edificio o área que contiene el equipo para separar material indeseable y sustancias extrañas del trigo antes de molerlo.

SEMOLA: endospermo sin reducir, del cual han sido completamente separados el afrecho y el germen.

SEMOLINA: una separación gruesa de endospermo extraída del trigo Durum, y que se usa para hacer macarrones, espaguetis, fideos, etc.

SEGUNDO REPOSO: la segunda etapa de aplicar agua con tiempo de reposo adicional para acondicionar o ablandar adecuadamente el trigo para la molienda.

SEPARADOR RECEPTOR: una limpiadora grande de trigo que usa cribas y aspiración para limpieza burda a un porcentaje alto. Esta máquina está colocada generalmente en el silo de almacenamiento o al principio de las secuencias en la sección de mezcla.

SILO: es una estructura para almacenamiento de trigo a granel, que generalmente es alto, cilíndrico y construido de planchas de concreto reforzado o acero.

SISTEMA DE COLAS O RESIDUOS: es la parte del diagrama del molino que procesa las separaciones afrechosas hechas de los sadores.

SISTEMA DE DISBREGACION: es la trituration y cernido del material de endospermo más grueso separado de las roturas primarias.

SISTEMA DE GRUESOS: los cilindros de trocitos gruesos más los elevadores, cernidores, aspiradoras, sadores, etc. usados para la molienda del material de trocitos gruesos.

SISTEMA DE REDUCCION: es la parte del diagrama de un molino que consiste de cilindros de reducción y plansisters que siguen después del sistema de rotura y reducen el endospermo a harina. Asimismo, en molinos de durum, el sistema de reducción que produce la sémola de durum (harina gruesa).

SISTEMA DE REPASO DE FINALES: son los cilindros y cernedores del sistema de repaso de finales de los que generalmente hay primero, segundo y a veces tercer repaso de finales; sigue después del sistema de reducción de la semolina fina. Por lo general recibe su material después del último plansister de semolina fina, las colas de las telas de harina de los segundos residuos, 5o rotura y plansisters de colección de polvo. Este material contiene cantidades bastante grandes de celulosa, así como endospermo o almidón.

SISTEMA DE ROTURA: es la parte del proceso de la molienda en la

que se separa la mayor parte de la cubierta de afrecho de las partículas de endospermo.

SISTEMA DE PURIFICACION: es la parte del diagrama de un molino que funciona para separar el afrecho del endospermo que generalmente se logra por una combinación de cernido y aspiración.

SISTEMAS DE TRANSPORTE NEUMATICO: es un arreglo sistemático de tubos, válvulas, compresores de aire y recolectores de polvo diseñado para transportar granos, materiales del molino o productos terminados utilizando la corriente y la fuerza transportadora de aire en movimiento.

TELA PARA CERNEDORES: un término aplicado a cualquiera de los materiales utilizados para cernir o tamizar, que se usan como cubiertas en los bastidores en las máquinas de moler para obtener la separación de acuerdo con el tamaño de las partículas.

TEMPERAR: es un proceso menos complicado que el acondicionamiento que produce cambios físicos deseados en el trigo por medio de adición de agua y tiempo de penetración.

TRANSPORTADOR DE TORNILLO: es un artefacto mecánico para mover material granular tanto horizontal como verticalmente por medio de una cinta espiral giratoria dentro de un tubo.

TRANSPORTE NEUMATICO: es el uso de aire bajo presión positiva o negativa para mover harina, corrientes de productos para el molino, granos u otros materiales, en tubería de un lugar a otro. Puede haber tanto movimiento horizontal como vertical.

TRIGO BLANDO: es un término relativo que describe trigo que, debido a una combinación del ambiente de cultivo y producción, tiene un endospermo cretáceo o yesoso adecuado para hacer harina para pastelería.

TRIGO BRUTO: es el peso del trigo antes de restarle el peso de las impurezas.

TRIGO DURO: es un término genérico aplicado al trigo que, debido a su variedad o cultivo en combinación con las influencias ambientales, ha producido un trigo con endospermo vítreo adecuado para hacer harina para pan o sémola para macarrones.

TRIGO LIMPIO: en el proceso de la molienda es al que se le han quitado todo el material extraño y las impurezas en preparación para su acondicionamiento y molienda.

TRIGO NETO: este término se aplica a la cantidad neta de trigo que queda después de restarle las impurezas oficiales.

VAGON TOLVA: es un tanque portátil remolcado sobre rieles, equipado con lados inclinados que se pueden descargar por gravedad abriendo una compuerta o compuertas colocadas en el fondo del vagón.

INTRODUCCION

ESCUELA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central



Los molinos o bancos de cilindros son utilizados mundialmente, tanto en la molienda de trigo, como en la de maíz, soya, cebada, avena, etc.

El molino de cilindros fue desarrollado apenas en el siglo diecinueve, de la manera como se describe a continuación:

- En 1,815, Josef Muller inició en una fábrica de Varsovia pruebas de molienda, usó dos cilindros en lugar de molino de piedras.
- En 1,833, se construyó en Fraunfeld una fábrica con molinos de cilindros de Muller, pero debido a que giraban a la misma velocidad, la fábrica sufrió grandes pérdidas debido a que el grano quedaba hecho torta.
- En 1,834, los molinos de cilindros de la fábrica de Fraunfeld fueron sustituidos por otros diseñados por el ingeniero Johan Sulzberger; su mayor contribución fue la introducción de la velocidad diferencial, es decir, que un cilindro gira más rápido que el otro.
- En 1,837, se construyó la primera fábrica de harinas con cilindros movida por vapor en Weisenau.
- En 1,850, Abrahm Ganz construyó los primeros cilindros de fundición con estrías también fundidas.
- En 1,876, se registró la primer patente de molino de cilindros por el ingeniero Fried Wegmann.
- En 1,879, se construyó en América la primera fábrica con molinos de cilindros.

-En 1,887, se construyó el primer molino de cuatro cilindros con un concepto igual al actualmente conocido.

A partir de esta fecha la máquina y sus componentes se ha ido perfeccionando por medio de mejoras en los materiales empleados y en su construcción propiamente.

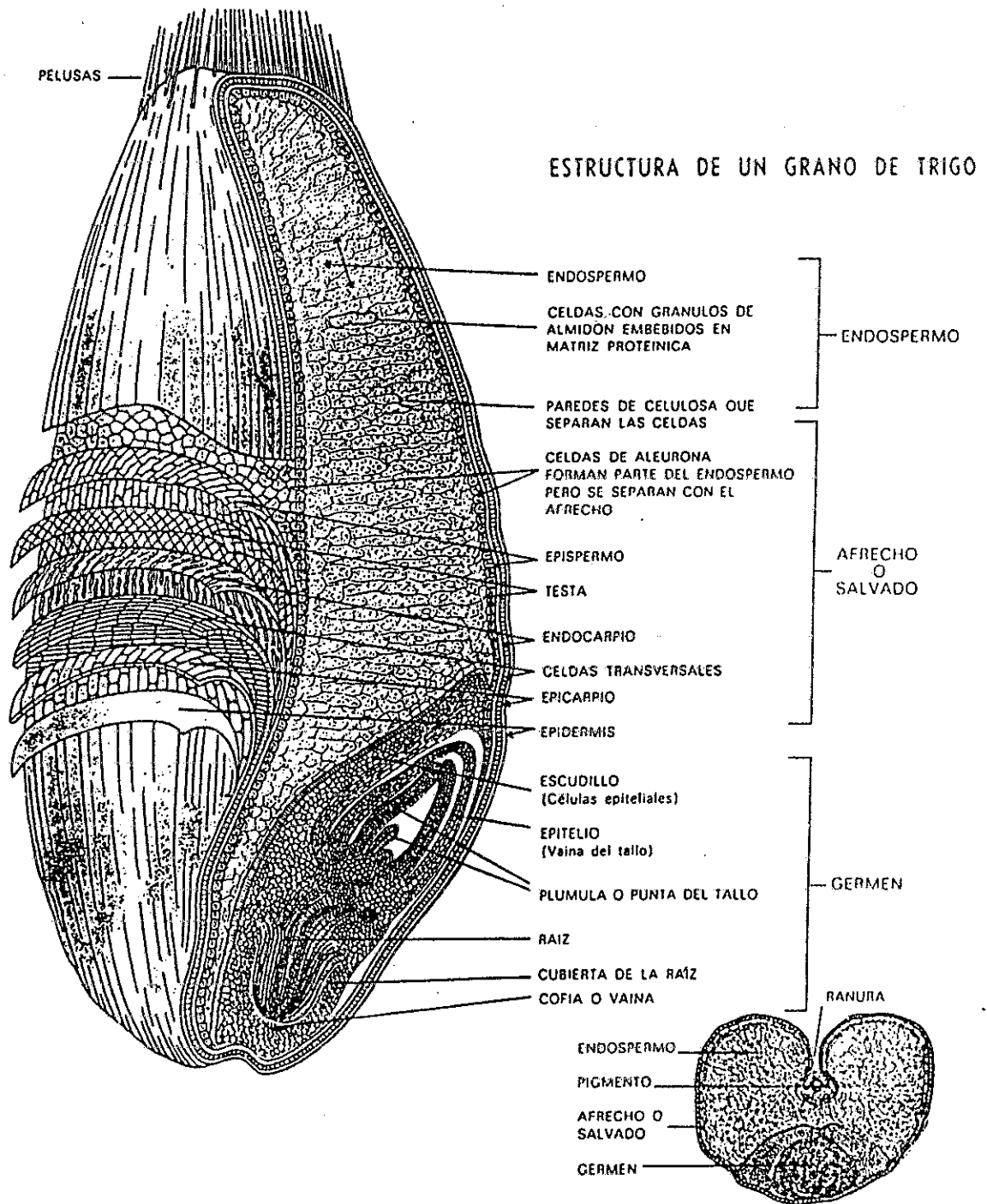
Los bancos son el alma de un molino, y tanto la calidad del producto como el rendimiento que se obtenga están relacionados directamente con la graduación o ajuste correcto de los bancos y con un mantenimiento adecuado. El hecho de que los dos aspectos mencionados deban mantenerse en el mayor nivel posible hace de la molinería un arte, es debido a que son proporcionalmente inversos, pues se obtiene un alto rendimiento sacrificando calidad, o se mejora la calidad al reducir el rendimiento.

Es objetivo de este trabajo intentar simplificar la labor del futuro Ingeniero Molinero y obtener, por medio del ajuste adecuado de los bancos, un producto de primera calidad. Esto sólo será posible basándose en un método sistemático, como el descrito a continuación, y tomando en cuenta que cada molino y cada banco presenta características únicas, y requerirá un estudio individual sólo aplicable en ese caso en especial. Levantar un estudio semejante a éste es un trabajo tedioso y debe dedicársele bastante tiempo antes de observar resultados, pero es necesario mencionar que una de las principales características que tiene que poseer quien se dedique a laborar en la molinería es la paciencia.

El trigo es una fuente alimenticia de primer orden, y su consumo en forma de pan o pastas, ha llegado a ser en nuestro país uno de los mayores, principalmente por dos razones: su bajo costo y su fácil preparación.

A pesar de esto, en el medio centroamericano la molinería es un área abandonada por la ingeniería; no se cuenta más que con escasa literatura y capacitación, proporcionada por los proveedores del equipo utilizado.

Este estudio pretende de alguna forma cubrir este vacío existente y colaborar en la tecnificación de nuestra industria.



Cortesía de:

Great Plains Wheat

CAPITULO 1
PARTES DE UNA
INSTALACION MOLINERA



RECEPCION DE TRIGO

El grano de trigo botánicamente no es considerado una semilla sino un fruto; es de forma alargada y en su ápice tiene unos pequeños filamentos o pelusas. En la estructura del grano, se consideran tres partes principales: el afrecho o salvado, el endospermo y el germen o embrión.

El afrecho es la parte externa, sirve de cubierta protectora y constituye aproximadamente el 14.5 % del grano. El endospermo constituye el 83 % del grano de trigo y es la parte que se transforma en harina, y contiene gránulos de almidón entre una matriz proteínica; la proteína (gluten) de mejor calidad se obtiene del centro del grano y en la parte exterior del endospermo se concentra la materia mineral. El germen es la menor parte del grano y constituye el 2.5 %, contiene proteínas, azúcar y la mayor proporción de aceite del grano. El afrecho es prácticamente eliminado en la molienda para poder obtener una harina de la mayor calidad.

Existen cientos de variedades de trigos que se reúnen en 6 grupos mayores o clases, que son las siguientes:

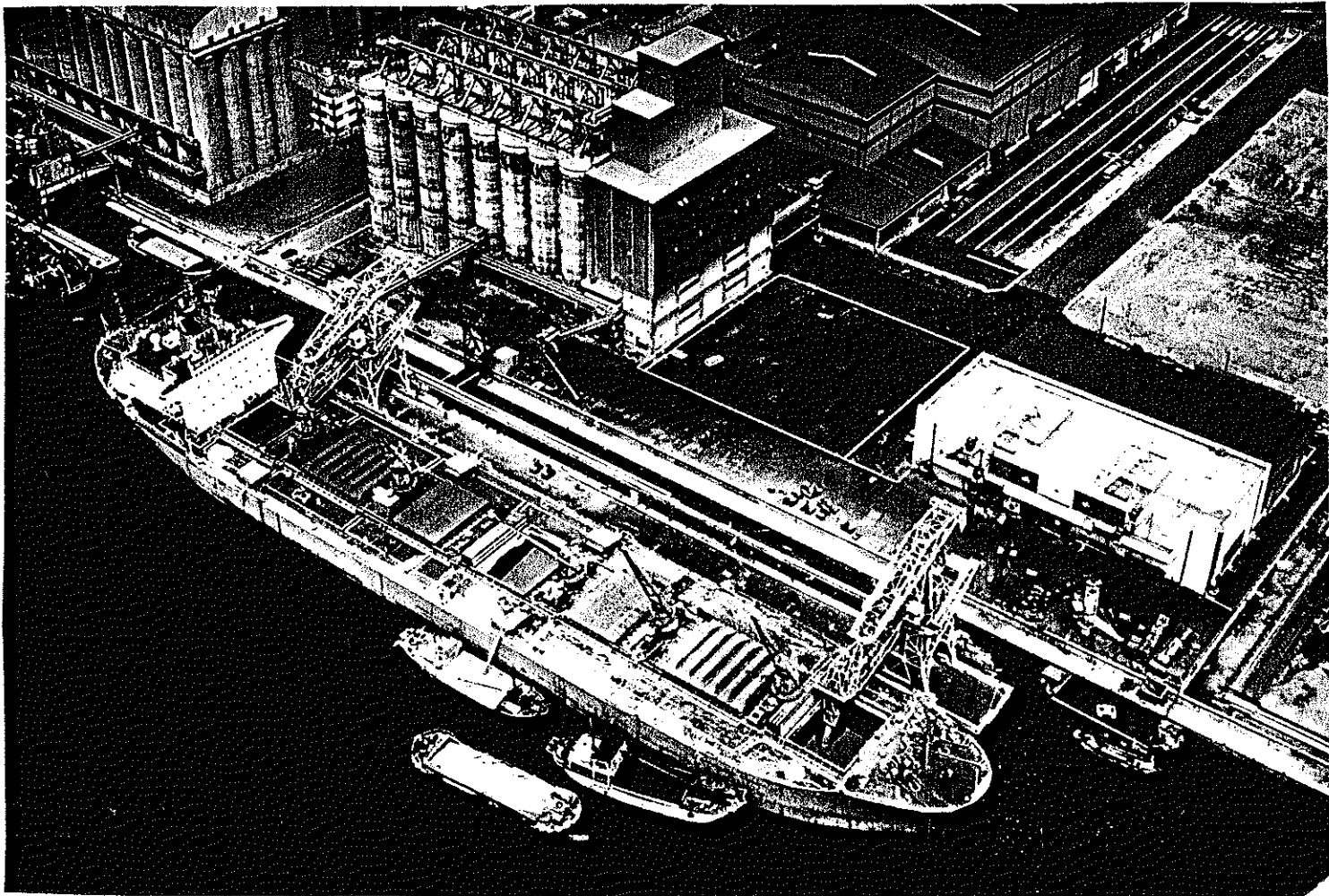
1. Trigo durum: tiene endospermo amarillo y duro, se cosecha en primavera, y normalmente es usado para pastas estilo italiano.
2. Trigo rojo duro de primavera: es de endospermo duro, afrecho de chocolate a rojo; se cosecha en primavera.
3. Trigo rojo duro de invierno: es de endospermo duro, afrecho de

chocolate a rojo; se cosecha en invierno y es la clase más abundante en Estados Unidos; se usa principalmente para producir pan.

4. Trigo rojo suave de invierno: tiene endospermo suave, afrecho de color chocolate a rojo, se planta en invierno y se cosecha en verano; son preferidos para dulces, pasteles y galletas.
5. Trigo blanco: tiene afrecho blanco y endosperma suave, se cosecha en verano; su uso es similar al trigo rojo suave de invierno.

El trigo es transportado hasta el Molino ya sea por medio de vagones de ferrocarril o por camiones o barcos.

Si viene en vagón de ferrocarril o camión, puede descargarse con la ayuda de una pala mecánica en la tolva de recepción; también se utilizan camiones-silo que se descargan sin ayuda. El tamaño de la tolva y la capacidad de recepción dependen de la capacidad del molino o de los silos, así como del transporte que se emplee. Si el trigo se transporta con camiones abatibles, o se utilizan plataformas elevadoras, se necesita una tolva lo suficientemente grande para descargar en el menor tiempo posible. Las paredes de las tolvas de recepción tienen la suficiente inclinación para que incluso en las esquinas se desplace el grano; se coloca una rejilla protectora para evitar que cuerpos extraños provoquen averías al equipo que está a continuación de la tolva. Es conveniente instalar un sistema de aspiración en la tolva para



Tomado de:

Revista Diagrama

Buhler Hermanos, S.A.

que absorba el polvo que se levanta durante la descarga.

Por vía marítima se transporta gran cantidad de trigo, debido a que la mayor parte del consumo del país es importado. El trigo se descarga a grandes silos y posteriormente se transporta por ferrocarril o con camiones a los molinos. Para reducir costos, la descarga de los barcos se realiza con sistemas mecánicos o neumáticos de gran capacidad.

Para cada lote de trigo que se recibe, se obtiene la siguiente información: placa de vehículo, peso, grado, conteo de grano, peso de prueba, humedad y porcentaje de defectos.

SILOS Y PRELIMPIA

Luego de descargar el trigo en la tolva de recepción, se deposita en silos de almacenamiento, pero debido a que las impurezas reducen bastante las capacidades de las máquinas y de los elementos de transporte, se procede antes a la prelimpia.

Se conoce con el nombre de prelimpia a la sección del molino que se encarga de las siguientes funciones:

- Separar impurezas gruesas: normalmente ésto se obtienen a través de un separador de cribas.
- Separar polvo (tierra): se hace por medio de una instalación de aspiración.
- Separar partículas ligeras: puede utilizarse un separador de

cribas.

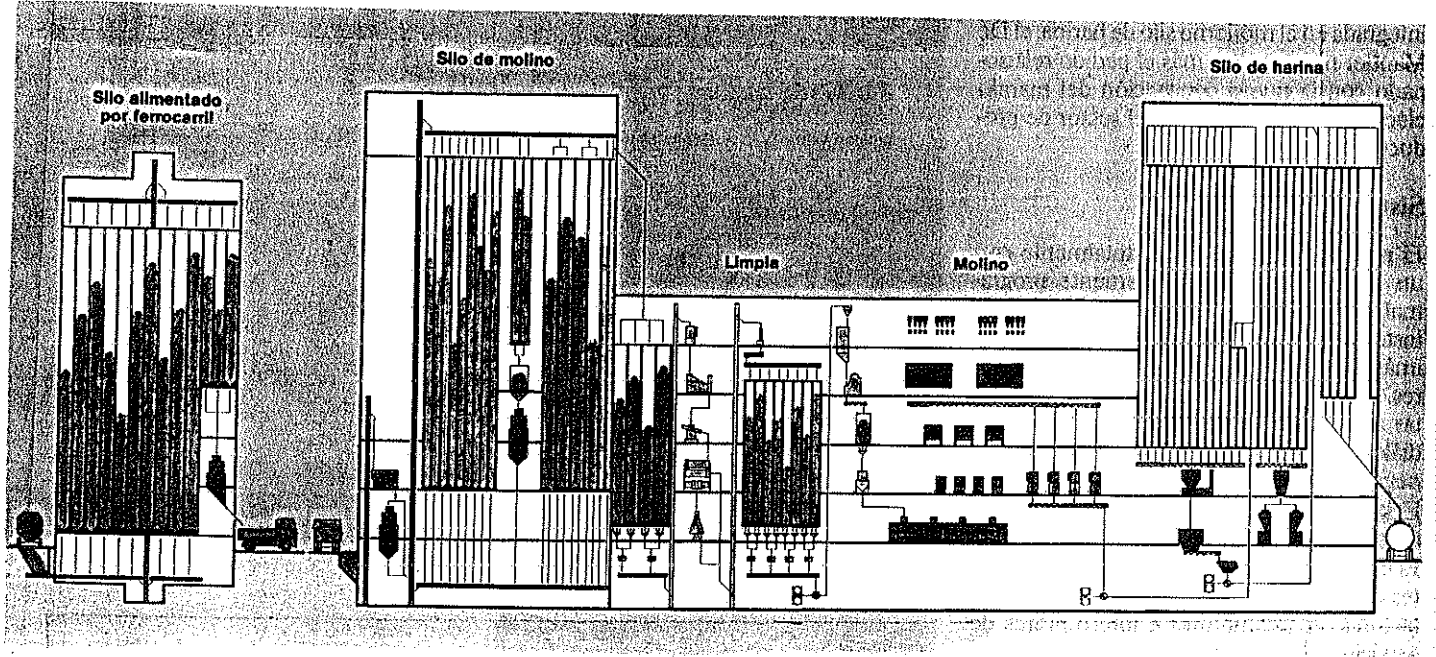
-Separar objetos de hierro: por medio de imanes.

La prelimpia debe ser de gran capacidad con el objeto de que los camiones que transportan el grano pierdan el mínimo de tiempo. La aspiración es de suma importancia porque al eliminar el polvo se reduce el peligro de explosiones.

Todos los productos que entran y salen de silos se pesan y registran. Los silos pueden ser fabricados de concreto o acero; el concreto es preferible en climas húmedos y tiene una vida útil alta; el metal tiene como ventaja su facilidad y rapidez de montaje. Los silos de gran tamaño son preferiblemente redondos por su mejor distribución de fuerzas, pero para su ubicación dentro de edificios es mejor dividir en silos cuadrados o rectangulares.

Los silos en su parte superior cuentan con un sistema de distribución que puede ser transportadores de cadena o sinfín, con raseras en la boca de cada silo; también se cuenta normalmente con indicadores de nivel máximo que avisen en el momento en que el silo se llene.

En la parte inferior de los silos, se necesita contar con una salida de producto dosificada, que se obtendrá por medio de dosificadores volumétricos, dosificadores por peso, raseras reguladoras de cantidad o transportadores con dosificador. La capacidad de los transportadores de trigo estará dada por éstos elementos. En los silos con una salida cónica simple; se instala un tejado



de alivio; éste reduce la presión del grano en la boca de salida y mejora el deslizamiento del producto en la salida.

LIMPIA

Se conoce con este nombre a la sección de los molinos de trigo en la cual el objetivo es separar todas las partículas y granos extraños (dockage) para obtener un producto de la mejor calidad. Dockage es una palabra sin traducción literal, cuya definición es: toda materia diferente al trigo que se pueda remover del mismo: impurezas livianas, impurezas pequeñas, impurezas grandes y fragmentos pequeños de trigo roto.

Es necesario que en la molienda se reciba trigo con la menor cantidad posible de materiales ajenos, debido a que estos contaminantes pueden producir, según sea el caso, daños en la maquinaria o mala calidad en el producto final (peças, color, sabor u olor no deseado).

Al ingreso de la limpia, tendremos lo que se denomina trigo sucio, que consiste en una mezcla de trigo en buen estado, trigo quebrado, trigo podrido, piedras, polvo, maíz, soya, paja, cebada, avena, girasol y basura en general. Por medio de los diferentes equipos de que consta la limpia se persigue obtener el denominado trigo limpio que consiste en trigo en buen estado con cierto porcentaje de los otros materiales, que dependerá del grado de efi-

ciencia de la limpia. La eficiencia de la limpia está relacionada directamente con el costo de producción, por lo cual el propietario define qué calidad y a qué costo lo desea obtener.

En la actualidad, se procura que la instalación se pueda mantener lo más sencillamente posible, que el proceso de trabajo se facilite, se reduzcan los costos de personal y que la relación inversión-potencia instalada sea la mínima.

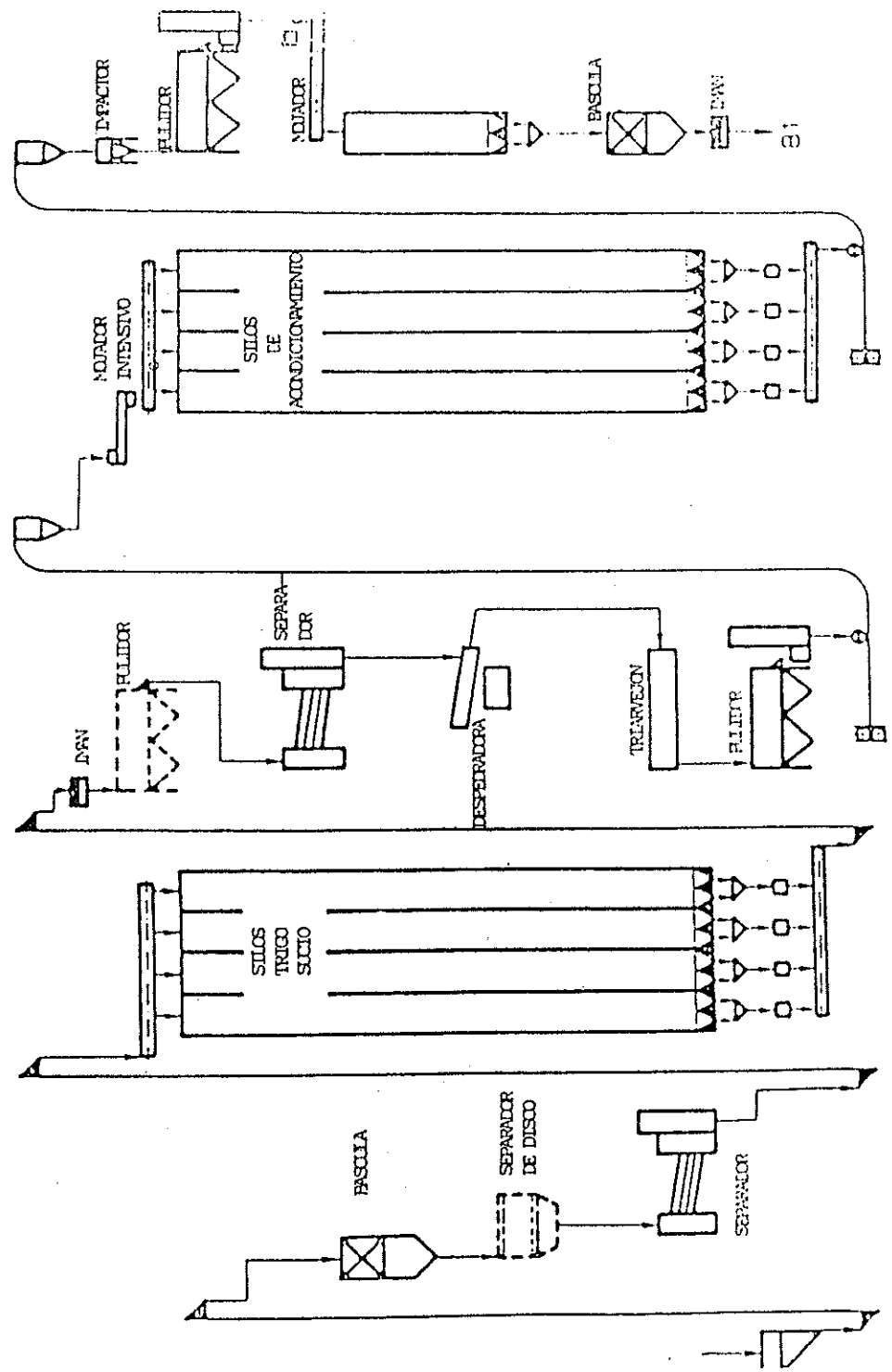
Entre los equipos de que puede constar la limpia tenemos:

- Imanes, separadores, triarvejones (clasificación mecánica).
- Deschinadoras, mesas densimétricas, tararas, concentradores (separación con aire).
- Despuntadoras (trabajo mecánico).
- Humidificadores, lavadoras (control de la humedad).
- Básculas, medidores volumétricos (medición).

Con el objeto de utilizar la mínima energía posible para mover el producto, se acostumbra construir los molinos en edificios de varios pisos, y de esta manera aprovechar la gravedad; se colocan los equipos en descenso, y la elevación se hace mediante elevadores o transporte neumático de presión.

Todos los equipos que componen la limpia son aspirados con ventiladores en depresión (turbinas de presión negativa o succión), con el objeto de reducir la salida de polvo de las máquinas; como separadores de polvo para estos ventiladores, se pueden emplear filtros de mangas o ciclones. Con la aspiración se reduce

DIAGRAMA ESTANDAR PARA UNA SECCION DE PRELIMPIA Y LIMPIA



el peligro de una explosión, se reduce el costo de la limpia y se mejoran los rendimientos.

Un flujo típico de limpieza debe iniciarse con un sistema de pesaje preciso que regule el flujo que entra a la sección de limpia, luego un separador cuyo cernido remueve partículas grandes (maíz, piedras grandes) y partículas pequeñas (arena, semillas) y cuya aspiración remueve partículas con alta área de superficie en relación a la masa, luego una despedradora o separador de piedras en seco que remueve partículas con baja superficie de área a la porción de la masa (piedras, metales no magnéticos, vidrios), luego un triarvejon o trieur que remueve las partículas más largas que un grano de trigo normal (centeno, avena), luego un cepillador de impacto o impactor romperá granos de trigo abiertos infestados y ayudará a remover el sucio del grano y removerá capas exteriores de afrecho que estén sueltas, luego todo lo removido por el impactor será separado por una aspiración o tarara, enseguida continúa la humidificación o acondicionamiento que consiste en añadir agua al trigo y dejarlo reposar en silos para que absorba humedad con 2 objetivos importantes: suavizar el endospermo (reducción más fácil del tamaño de las partículas en los bancos) y flexibilizar y endurecer el afrecho (tendencia a que las capas de afrecho se desprendan del endospermo), y luego un cepillado con un pulidor (remueve el afrecho suelto) y una tarara o aspiración para absorber los materiales separados por la despuntadora;

por último se utiliza una balanza para regular la cantidad de trigo que ingresará a la molienda y un magneto o imán para remover las impurezas de hierro y acero (tuercas, tornillos).

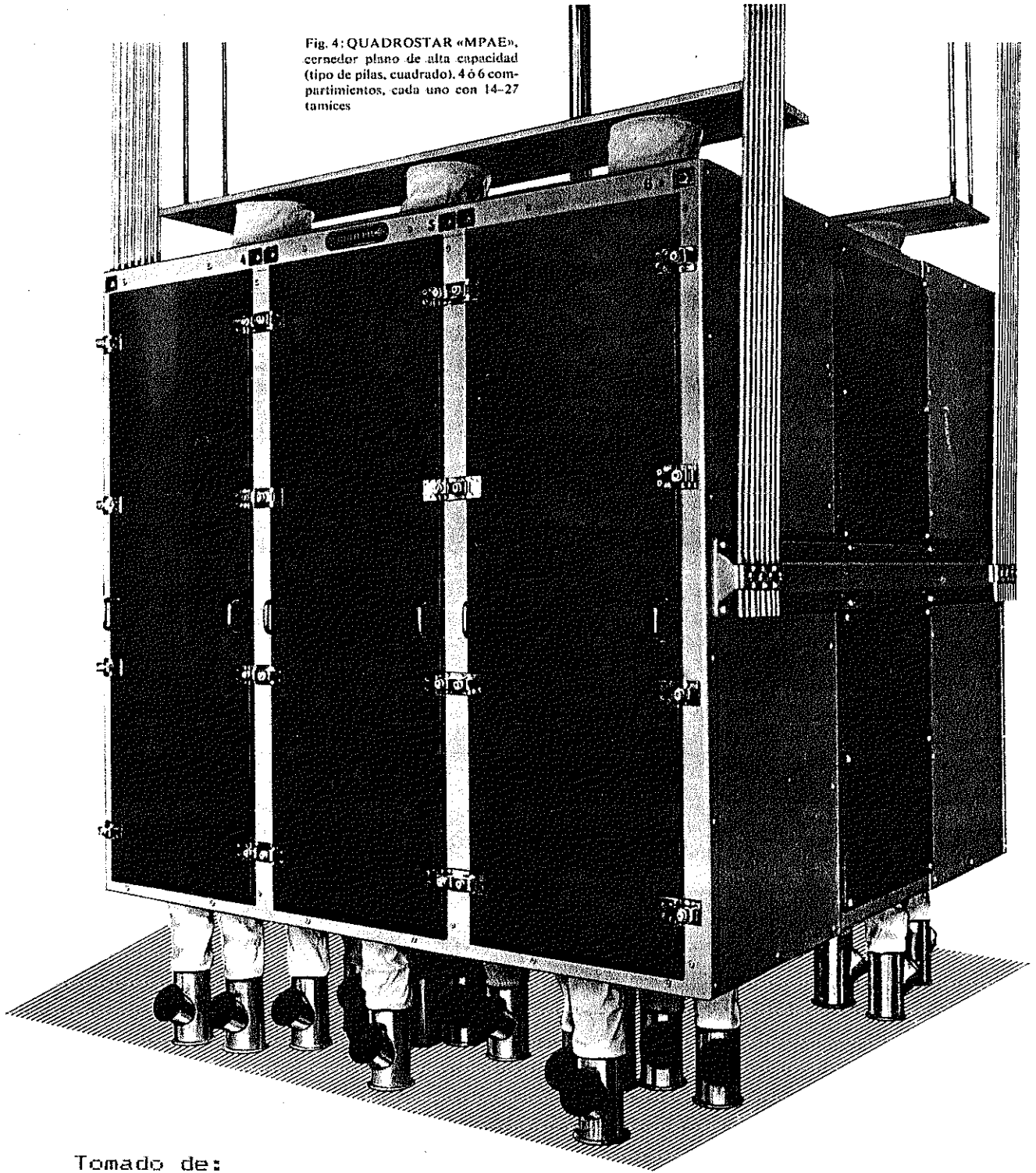
MOLIENDA

La molienda se ha convertido en algo muy compacto, los bancos de cilindros, los cernedores y los sasores son diseñados para alta capacidad y carga específica muy alta, se suma a esto a las distintas pasadas de transporte neumático, y nos conduce a molinos con pequeña superficie en cuanto al terreno que se va a ocupar.

La molienda consta del siguiente equipo:

- Bancos de cilindros: su función es, primeramente, moler el trigo triturándolo, y luego llevarlo a la granulometría deseada; esto se consigue por medio de baterías de bancos que trabajan en línea, donde recibe cada cual el producto que muele el banco anterior.
- Cernedores: son máquinas tamizadoras utilizadas para cribado y separación en los procesos de molienda, el cernedor de oscilación libre trabaja con un movimiento circular producido por un contrapeso montado como accionamiento, los cernedores de este tipo tienen gran capacidad de cribado en poco espacio.
- Sasores o purificadores: es una máquina que clasifica las semillas procedentes de la trituración, y separan las partículas de

Fig. 4: QUADROSTAR «MPAE»,
cernedor plano de alta capacidad
(tipo de pilas, cuadrado). 4 ó 6 com-
partimientos, cada uno con 14-27
tamices



Tomado de:

Revista Diagrama

Buhler Hermanos, S.A.

salvado y obtiene un producto con bajo contenido en cenizas, clasificado y limpio; el producto ya limpio y clasificado es especialmente necesario en la molienda de trigo duro, y en las molindas de harina se usa para aumentar el rendimiento cuando se procesan harinas con bajo contenido en cenizas mejorando la calidad en ambos casos.

-Turbocernedores: su mayor aplicación se da como tamizado de control, donde se trabaja con grandes capacidades de producto fino y tamices muy abiertos; el producto cae en el interior de un cilindro tamizador y es impelido por los bastidores del rotor hacia la enteladura del cilindro y las palas del rotor tienen inclinación para que el producto coja movimiento en espiral hacia la salida de la máquina.

-Cepilladoras: son utilizadas como limpiadoras del afrecho o granillo, separando las partículas de harina adheridas al salvado, recuperando una harina oscura, pero en condiciones de panificación adecuadas.

El proceso de molienda puede ser descrito como una operación que recibe grandes partículas compuestas (trigo) que rompe en sus partes constituyentes (afrecho, endospermo, germen) y separa dichas partes, luego rompimientos subsecuentes del endospermo hasta que sus fragmentos sean lo suficientemente pequeños para reunir los estándares del producto terminado.

Las máquinas usadas en la molienda pueden separarse en tres -

categorias:

máquinas trituradoras (bancos)-fragmentan grandes partículas en partículas más pequeñas.

separador de partículas por tamaño (cernedores)-reciben una mezcla de partículas de diferentes tamaños y separan esta mezcla en porciones de tamaños similares.

separadores de partículas por superficie específica (purificadores)-reciben una mezcla de partículas del mismo tamaño y las separan en porciones que tienen igual proporción de área de superficie a la masa (superficie específica).

SILOS DE SEMOLAS

Las funciones principales de los silos son: recibir las harinas o semolinas que continuamente se están produciendo; obtener una calidad de harina o semolina uniforme y regular equilibrando las oscilaciones que se producen en la molienda.

Es necesario mantener las instalaciones en buenas condiciones de higiene y mantener un control de los subproductos (afrecho, salvado, germen, etc.).

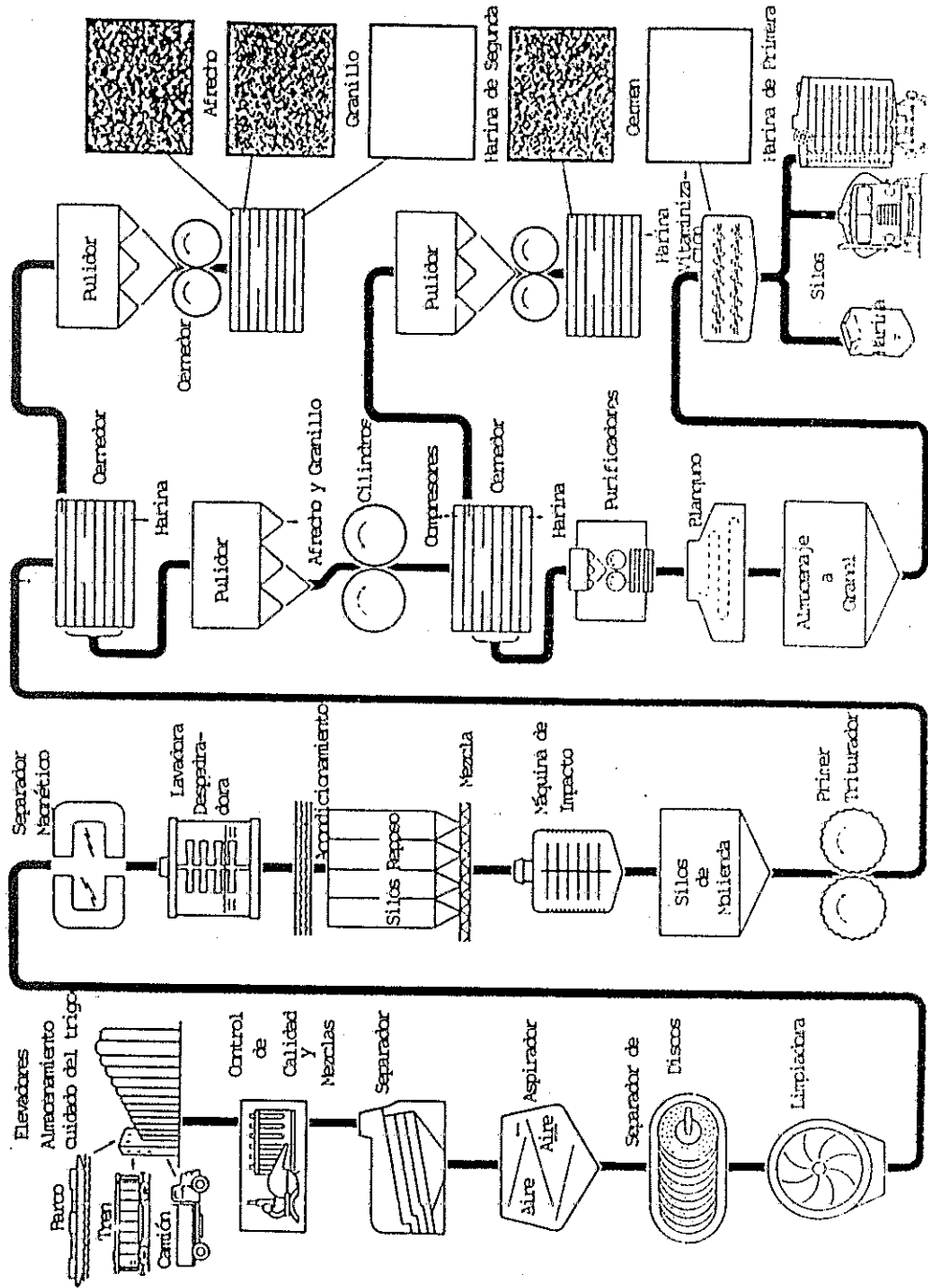
En los silos de sémolas, se utilizan los siguientes equipos:
-Para homogenización del producto: extractores-vibradores, van colocados en la boca del silo acoplados por medio de un aro de acero con bielas de suspensión alojadas en casquillos de goma de

las cuales va suspendido el fondo vibrante, el cual activa la columna de harina ó semolina en su parte más baja y hacia la boca de salida y se obtiene un vaciado regular y sin desmezclas.

El extractor neumático se usa especialmente para la carga de camiones cisterna y consiste en una boca de conexión que mete aire a presión en la zona agujereada del fondo; este aire se distribuye y penetra por todo el fondo del silo, y facilita la fluidificación de la harina; al abrir las raseras neumáticas, la mezcla aire-harina fluye hacia la salida del extractor, y el aire que va mezclado con el producto debe eliminarse en el cisterna a través de una manga que sirve de filtro.

-Equipos para ensacado: esto depende de la capacidad deseada, el tipo y tamaño del saco y del producto que se empacará. Todos los equipos consistirán de una llenadora (manual o automática), una pesadora o balanza, y una cosedora. El producto terminado puede trasladarse a bodega por medio de una banda transportadora, o apilarse en tarimas que son trasladadas por un montacarga.

COMO SE ELABORA LA HARINA
(DIAGRAMA SIMPLIFICADO)



CAPITULO 2
BANCOS DE
CILINDROS

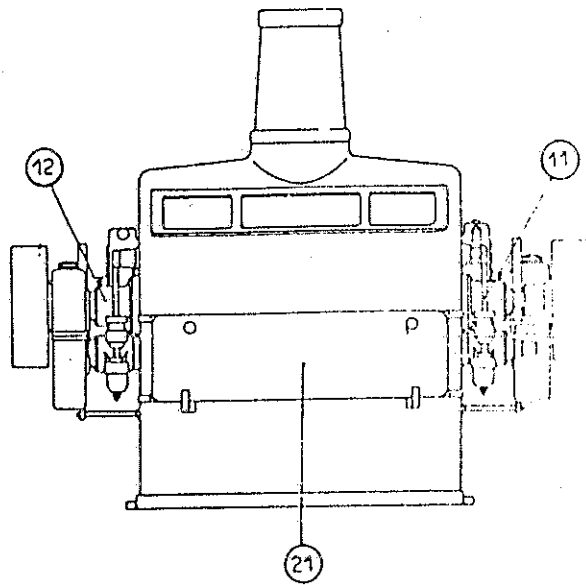
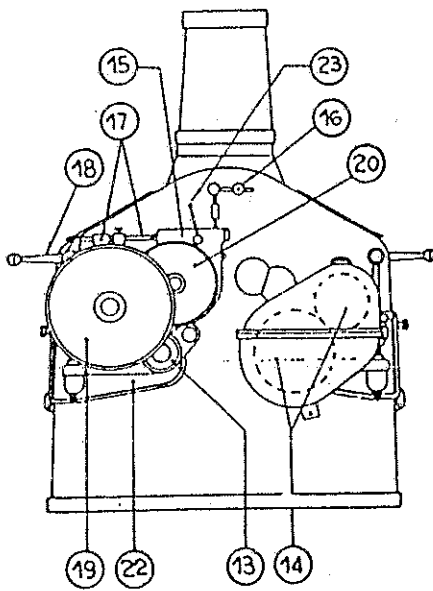
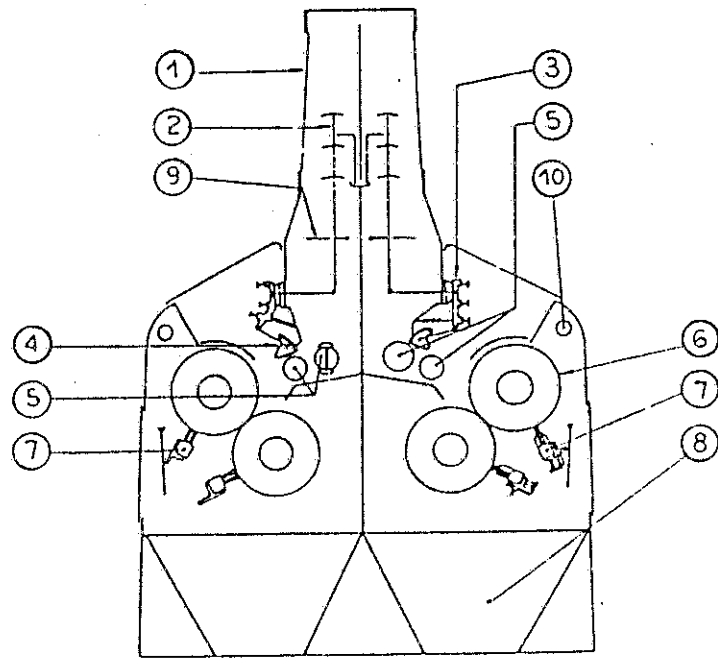


DESCRIPCION

Actualmente, los bancos más comunes son del tipo de 4 cilindros, que forman una máquina doble, con un mismo sistema motriz, pero con mecanismos de alimentación independientes, lo que permite obtener dos ciclos separados trabajando en paralelo, así que cada par de rodillos puede moler el mismo o diferente material.

Un banco de cilindros consiste de :

1. Tubo de alimentación: está fabricado de vidrio y dividido verticalmente por una placa, lo que hace posible obtener dos ciclos paralelos de trabajo, poder observar el producto que está ingresando al Banco, y al mismo tiempo sirve como depósito de espera.
2. Flote alimentador: la función de este mecanismo es abrir la compuerta de alimentación de acuerdo con la cantidad de producto que está ingresando a la máquina.
3. Palanca de accionamiento: sirve para transmitir el impulso desde el flote a la compuerta.
4. Compuerta de alimentación: regula el paso del producto que fluye a los rodillos.
5. Rodillos alimentadores: su función es determinar la velocidad de alimentación y distribuir uniformemente el producto a todo lo largo de la superficie de molienda. El estriado de estos cilindros está en concordancia con la velocidad periférica y con la abertura de la compuerta; la cantidad de producto que



se va a moler y los cilindros de molienda.

6. Rodillos de molienda: llevan a cabo el proceso de trituración o reducción, y pueden ser estriados o lisos de acuerdo con el uso que se les dará; el rodillo superior tiene una posición fija, mientras que el inferior es ajustable.
7. Cepillos: están hechos de madera o fibra animal o vegetal, y sirven para mantener limpia la superficie de los rodillos.
8. Tolva de descarga: lleva el producto a la tubería de aspiración neumática y éste a la máquina que continúa después del banco, de acuerdo con el diagrama.
9. Válvula de desembrague: acciona el mecanismo que separa los rodillos y desembraga la alimentación.
10. Arbol excéntrico: separa el acoplamiento de la máquina durante la operación de engrane o desengrane por medio de las varillas de tensión de los brazos móviles izquierdo y derecho.
11. Varillas de graduación de tensión: su función es la graduación en paralelo de los rodillos fijo y móvil.
12. Soporte fijo: soporta el rodillo superior y consiste en: cojinete o buje oscilante, depósito de aceite de lubricación y anillos tope para el centrado del rodillo en la estructura de la máquina.
13. Soporte móvil: igual al anterior, pero con dos brazos, uno para asegurarlo a una espiga que sobresale de la estructura y el otro para la conexión a la varilla de graduación de ten-

si3n y el 3rbol exc3ntrico.

14. Engranajes: transmiten el movimiento desde el rodillo superior al inferior y determinan una velocidad diferencial de acuerdo con la relaci3n deseada; est3n encerrados en una caja herm3tica para lubricaci3n con ba3o de aceite.
15. Caja de embrague: encierra los engranes conducidos de los rodillos de alimentaci3n y el mecanismo de desembrague autom3tico.
16. Contrapeso ajustable: sirve para regular la sensibilidad de la compuerta de alimentaci3n al desengrane autom3tico.
17. Grupo de graduaci3n: sirve para el ajuste microm3trico de la distancia a centros de los rodillos en posici3n paralela y forma parte integrante del grupo de engranamiento y aproximaci3n de los rodillos.
18. Palanca manivela: sirve para engranar y aproximar los rodillos.
19. Polea motriz: es para el movimiento del banco.
20. Polea de alimentaci3n: transmite el movimiento del rodillo m3vil a la alimentaci3n por medio de una faja.
21. Puerta frontal: hace posible el control del producto procesado.
22. Placas de cubierta lateral: sirven para cubrir las aberturas a trav3s de las cuales son removidos y montados los rodillos.
23. Palanca de tres posiciones:

- a. Desengrane rápido del sistema de alimentación.
- b. Introducción al sistema de desengrane automático.
- c. Neutralización del sistema de desengrane automático.

FUNCIONAMIENTO

Esta máquina ejecuta todos los pasajes de la molienda (trituración, purificación, reducción, recuperación, bajo grado) de acuerdo con lo previsto en el diagrama tecnológico. Para aclarar esto, la descripción de cada sistema es la siguiente:

-Sistema de trituración: recibe trigo limpio y acondicionado, y entrega:

afrecho > producto final

partículas de endospermo-afrecho > purificación

partículas de afrecho-endospermo > recuperación

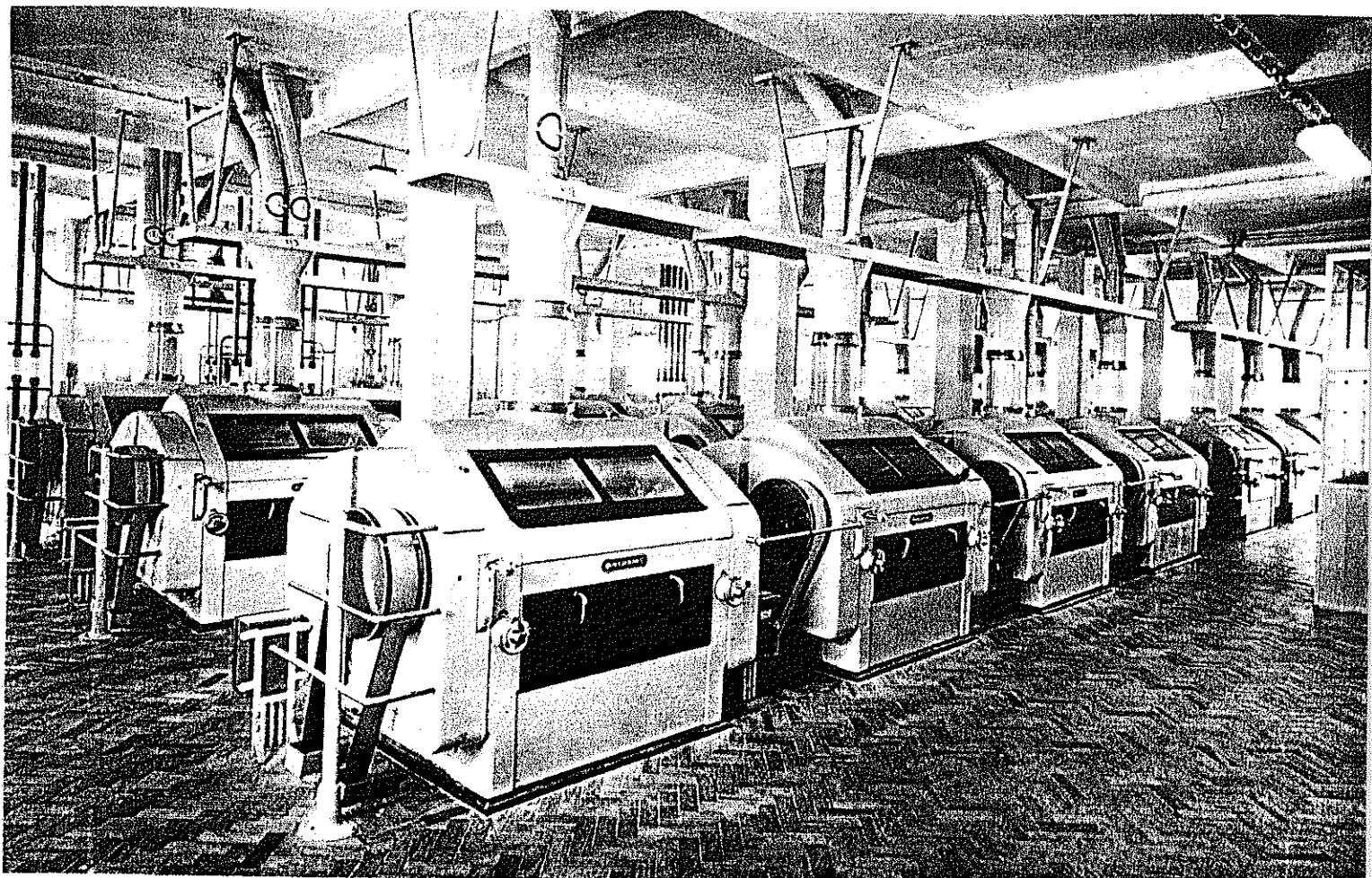
endospermo > reducción

harina > producto final

-Sistema de purificación: recibe una mezcla de endospermo, afrecho y endospermo-afrecho, y entrega:

afrecho > trituración

partículas grandes de afrecho-endospermo > trituración



Tomado de:

Revista Diagrama

Buhler Hermanos, S.A.

partículas pequeñas de afrecho-endospermo > recuperación

endospermo > reducción o producto final

harina > producto final

-Sistema de reducción: recibe endospermo relativamente puro de los sistemas de trituración, purificación y recuperación, y entrega:

harina > producto final

partículas pequeñas de afrecho-endospermo > recuperación

partículas pequeñas de endospermo-afrecho > bajo grado

-Sistema de recuperación: recibe partículas de afrecho-endospermo de los sistemas de trituración, purificación y reducción, y entrega:

afrecho > producto final

endospermo recobrado > reducción

endospermo-afrecho > bajo grado

harina > producto final

-Sistema de bajo grado: recibe partículas de endospermo-afrecho de los sistemas de reducción y recuperación, y entrega:

harina de bajo grado > producto final

partículas de afrecho-endospermo > producto final

El funcionamiento de un banco es el siguiente: el producto ingresa a la máquina a través del tubo de vidrio, el operador aproxima los rodillos y manualmente acciona la alimentación; de esta forma, el producto irá a los rodillos pasando a través de

la válvula ajustable. El producto ya procesado va fuera de la máquina a través de la tolva de descarga. Si falta producto la válvula de desembrague, libre de carga y ayudada por el contrapeso se alzará y accionará el mecanismo de desengrane que separa los rodillos moledores y neutraliza los alimentadores. La mayor eficiencia se obtiene cuando las características del estriado están en conformidad con el diagrama tecnológico.

Antes de poner en funcionamiento la máquina, se deben hacer las siguientes operaciones preliminares:

- a. Ajustar el paralelismo de los rodillos accionando los mangos que poseen las varillas de graduación de tensión; se aproxima el rodillo móvil al estacionario hasta que la distancia entre las dos superficies sea igual en toda la longitud de los rodillos (debe utilizarse un espaciador de 0.5 mm.).
- b. Graduar los cepillos de forma que toquen la superficie de los rodillos.
- c. Colocar en movimiento el eje motriz de la línea de bancos observando que la alimentación esté desengranada, y espere a que el producto haya alcanzado el tubo de alimentación.
- d. Esperar hasta que aproximadamente la mitad del tubo de alimentación esté llena de producto.
- e. Accionar el mecanismo de alimentación empujando hacia atrás la palanca de tres posiciones.
- f. Cuando la alimentación ya esté trabajando, hay que colocar la

palanca en posición central (operación automática).

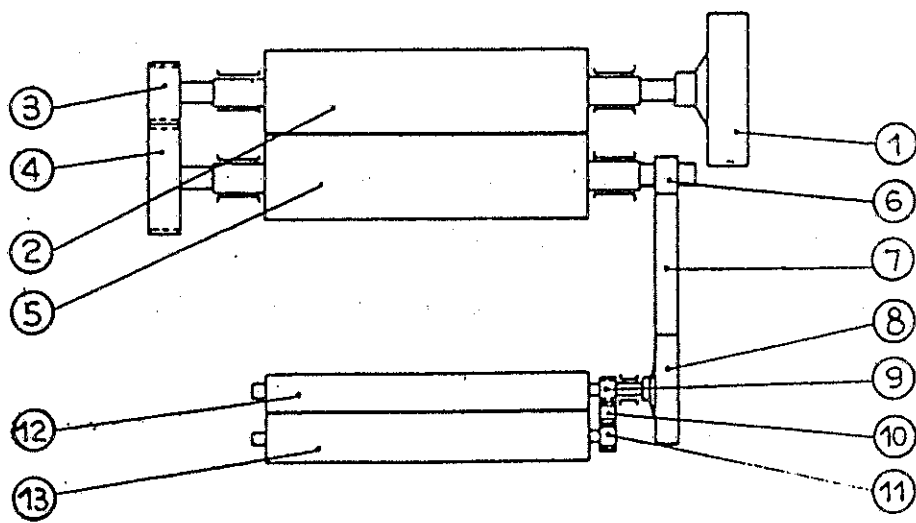
g. Aproximar el rodillo móvil usando el mecanismo de grupo de graduación; si la carrera de ajuste posible de este mecanismo no es suficiente, se accionan uniforme e igualmente los mangos de las varillas de graduación de tensión.

h. En esta etapa, el producto fluirá desde la válvula de alimentación, que se ajustará para que el nivel del producto permanezca constante en el visor.

i. Desengrane la alimentación moviendo la palanca hacia adelante.

Para formar una idea más clara de la forma en que funciona este equipo, se muestra un esquema cinemático del mismo:

1. Polea motriz
2. Rodillo o cilindro fijo
3. Piñón conductor
4. Piñón conducido
5. Rodillo o cilindro móvil
6. Polea impulsora de la alimentación
7. Faja de transmisión
8. Polea impulsada de la alimentación
9. Engrane de accionamiento de la alimentación
10. Engrane transmisor
11. Engrane que acciona el segundo rodillo de alimentación
12. Primer rodillo de alimentación
13. Segundo rodillo de alimentación.



CILINDROS Y SU ESTRIADO

Los rodillos varían desde 15 hasta 25 cm. en diámetro y de 45 a 105 cm. en largo. El tamaño más usual en molinos medianos y grandes es de 220 mm. de diámetro y 60, 75 ó 90 cm. de largo. El rodillo de 150 mm. de diámetro es popular en molinos pequeños.

Los rodillos están fabricados de acero fundido templado superficialmente; la parte acerada templada es la que hace el molido y es una composición de varios metales que produce una fundición de una tenacidad, elasticidad y dureza adecuada. Sólo la superficie exterior del rodillo es templada, y la penetración del temple en el rodillo tiene un promedio de 5 mm.

Mientras los rodillos de trituración son siempre estriados, los de reducción pueden ser lisos o tener estriados muy finos; los llamados de superficie lisa pueden ser de acabado de espejo (pulido), acabado mate (deslustrado) o acabado bruñido (esmerilado). Los rodillos tienen una ligera disminución en los extremos para permitir la expansión debida al calor por fricción de la jornada diaria; la cantidad de disminución varía de 0.0019 mm. a 0.0076 mm. menos que el diámetro en el final, para una distancia desde el final del rodillo de 4 a 15 cm.

Existen dos tipos básicos de estriados: el simétrico (ángulos y lados iguales) y el asimétrico (los lados y ángulos no son iguales). De los estriados más conocidos, se puede decir lo siguiente: el "Corte V" es muy severo y corta el trigo o material

MINNEAPOLIS



STEVENS 3

DORSO ALLIS



STEVENS 4

STEVENS 5



CORTE "N"

CORTE No. 23



FONDO PLANO

GRAY



FONDO V REDONDEADO

DIENTE DE SIERRA



LE PAGE

STEVENS



CORTE DAWSON

CORTE DOELE



DAWSON MODIFICADO

MINNEAPOLIS ESPECIAL



DAWSON SUPERFICIAL

JOYA



GETCHELL SUPERFICIAL

REILLEY



GETCHELL ESTANDAR

GANZ



GETCHELL PROFUNDO

triturado en lugar de abrirlo y raspar el endosperma del afrecho; el "Dawson Original" hace un mejor trabajo abriendo el trigo pero aún es algo severo y tiende a producir mucha contaminación de afrecho; el "Nórdico" o el "Esmueller Dawson" son menos severos en su acción y hacen un mejor trabajo en abrir el trigo y en el raspado del material con menor contaminación de afrecho. Los estriados asimétricos pueden ser operados en 4 métodos diferentes: dorso-dorso, dorso-corte, corte-dorso y corte-corte; la manera en que el estriado del rodillo rápido está colocado determina el primer elemento expresado en los métodos anteriores. La acción que sobre el material efectúan los rodillos será influenciada por la manera en que los rodillos corran, el dorso-dorso será el menos severo en su acción mientras corte-corte será la más severa de las 4 posibilidades. Se recomienda su uso así: corte-corte para trigo suave, corte-dorso para trigo semi-suave, dorso-corte para trigo semi-duro y dorso-dorso para trigo duro. En Estados Unidos, el dorso-dorso es el más popular, debido a que este método trabaja igualmente bien con trigo suave y duro. El trabajo hecho por un par de rodillos dorso es diferente del hecho por un par de rodillos corte así: al estar dorso, la proporción de finos incrementa con una correspondiente disminución del material grueso, y el material también está más caliente.

El número de estrias por centímetro se encuentra más o menos estandarizado: molinos de 3 trituraciones generalmente tienen 6.3



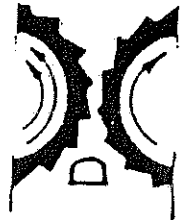
CORTE - CORTE



DORSO - CORTE



CORTE - DORSO



DORSO - DORSO

en T1, 7.9 en T2 y 9.5 en T3; molinos de 4 trituraciones 4.7 en T1, 6.3 en T2, 7.9 en T3 y 9.5 en T4; molinos de 5 trituraciones 4.7 en T1, 5.5 en T2, 6.3 en T3, 7.9 en T4 y 9.5 en T5.

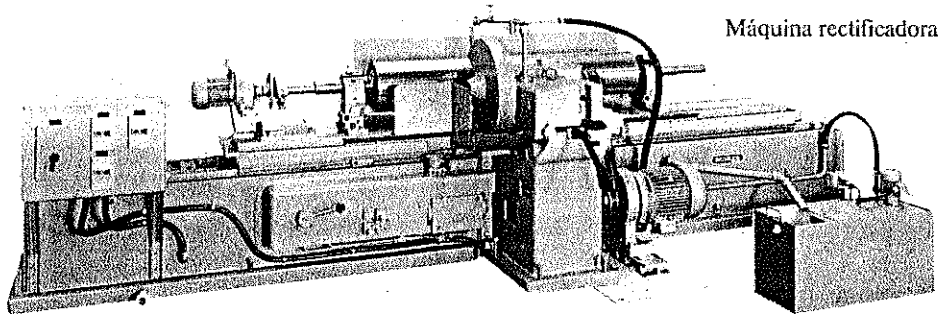
Los rodillos corren a diferentes velocidades, de lo contrario, se tendría sólo trituración pero no molido; el rango entre las velocidades de los rodillos es conocido como diferencial. El usado más comúnmente es 2.5:1. La velocidad estándar para rodillos de 220 mm. es 500 rpm para el rodillo rápido, y hace entonces la velocidad del lento 200 rpm.

Las estrias están cortadas en una espiral que fluctúa de 9.5 a 22 mm. por cada 30 cm; el objetivo de esto es prevenir que los estriados de los rodillos se entrelacen, al incrementar el grado de espiralidad, se tiene el mismo efecto que al incrementar el diferencial. Las espirales pueden ser a mano derecha o izquierda y debe ser la misma en ambos rodillos, o de otro modo las estrias se enredarán; al ser de misma mano las espirales se cruzan y el ángulo de cruce está determinado por el grado de espiralidad.

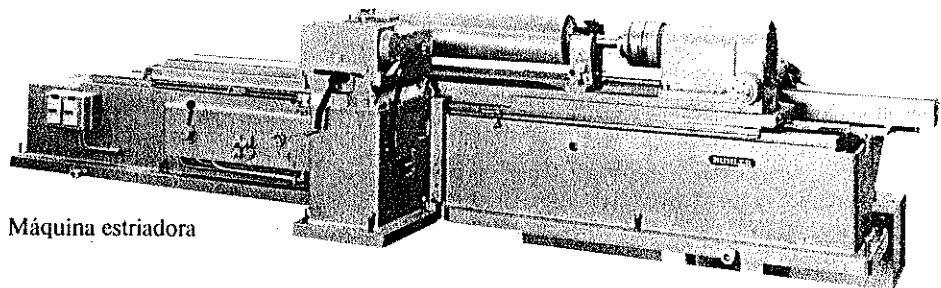
TRITURACION

El proceso de trituración es definitivamente la más importante operación en el sistema de molienda desde el punto de vista de rendimiento y control de calidad; debido a esto, es necesaria una apropiada distribución de carga y un buen control de extrac-

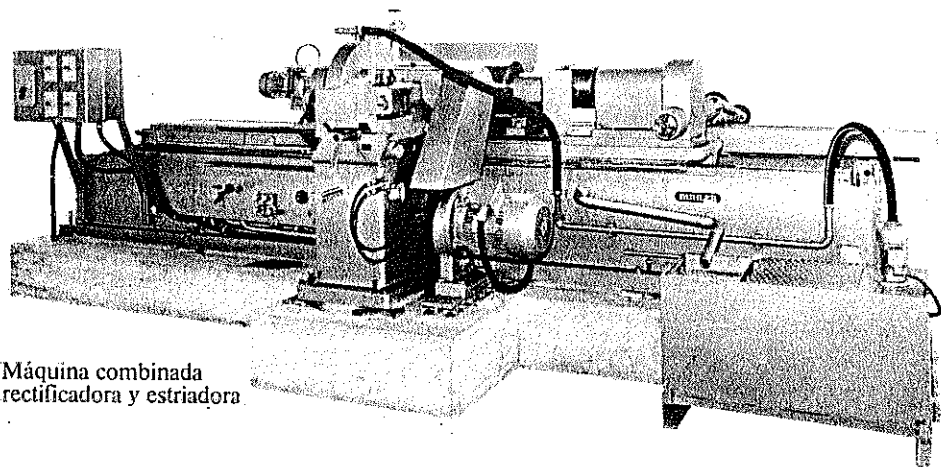
Máquina rectificadora y estriadora de cilindros



Máquina rectificadora



Máquina estriadora



Máquina combinada
rectificadora y estriadora

Tomado de:

Revista Diagrama

Buhler Hermanos, S.A.

ción de trituración.

La función de las tres primeras trituraciones es abrir el trigo y triturar la masa del endosperma y dimensionarla en un tamaño conveniente. La función de las dos últimas trituraciones es raspar el endosperma remanente del afrecho limpiándolo lo más posible de acuerdo con los requerimientos de rendimiento y calidad de la harina esperados, y los cuales son determinados en alto grado, de acuerdo con lo bien que se consiga esto.

En el sistema de trituración, no es posible hacer un trabajo perfecto removiendo el afrecho del endosperma, por lo mismo, una de las responsabilidades de más importancia es reducir al mínimo tal contaminación; el grado en que esto se consiga dependerá de que se hayan seleccionado los estriados apropiados, la condición de los estriados, la distribución de la carga y el porcentaje de producto librado en cada trituración, además, los rodillos deben de estar alineados y la alimentación debe de mantenerse uniforme a lo largo de todo el rodillo. Un par de rodillos desajustado (por ejemplo apretado en un extremo debido a que está fuera de escuadra) puede producir bastante polvo de afrecho y calor, lo que eleva la ceniza de la harina uno o dos puntos, y trastorna el cernido y clasificado normal a tal grado que afecta severamente el rendimiento.

El largo total de contacto de rodillo requerido y la división más conveniente de ese largo entre las varias etapas de tri-

turación se encuentra estandarizado; las superficies asignadas son aquellas que por experiencia y en la actual práctica, han dado los resultados más satisfactorios. La mayor parte de la cáscara del trigo debería de pasar a través de los rodillos en una capa de una cáscara de espesor solamente, por tanto, el trigo debe estar apropiadamente abierto y desparramado. El porcentaje de extracción de un banco de trituración es afectado por varios factores, el mayor es tal vez la variación en carga, si la carga aumenta o disminuye, aun en poca cantidad el valor de extracción cambiará; esto es debido a que la carga a que trabajan los bancos mantiene cierta tensión en los resortes, y cualquier variación en la carga cambiará el espaciamiento de los rodillos.

CAPITULO 3
AJUSTE DE BANCOS

1. The first part of the document is a list of names and titles, including "The Hon. Mr. Justice" and "The Hon. Mr. Justice".

METODO USUAL

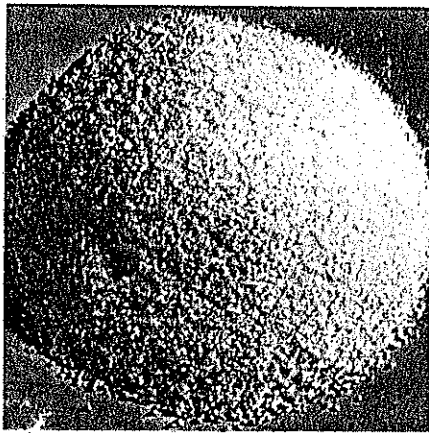
En todas las industrias, es necesario hoy en día, obtener una calidad uniforme y eficiencia en la producción, y para esto son necesarios ciertos controles. La molienda de trigo no es una excepción. Para hacer un producto que reúna especificaciones definidas tales como calidad y desempeño uniforme, se requiere para comenzar de una buena materia prima que tenga cualidades y características óptimas. Los análisis de laboratorio de materia prima y productos finales deben garantizar que se reunieron todos los requerimientos de las materias primas y que los productos finales fabricados para el consumo del cliente, reúnen las especificaciones requeridas; por esta razón, el laboratorio es indispensable.

Se necesita graduar o ajustar un banco cada vez que se cambia un par de cilindros; estos cambios son debidos al desgaste que sufre el estriado por su mismo trabajo, hasta llegar al punto en que ya no cumple su labor adecuadamente, produciendo afrecho y calor y afectando el rendimiento; antes de llegar al punto en que ya es necesario el cambio de cilindros, también son convenientes ajustes, conforme el filo del estriado se va perdiendo, y para lo cual no hay un tiempo definido, ya que dependerá de muchos factores que variarán de un banco a otro y de un molino a otro.

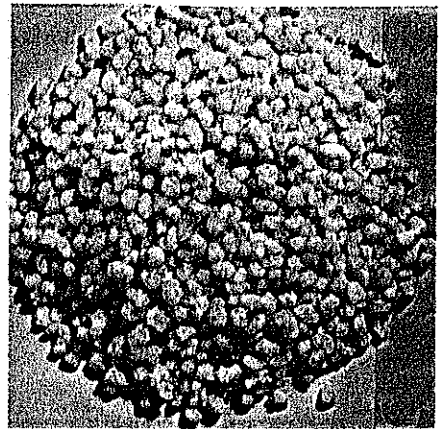
El primer paso importante, al ajustar un banco, es tener un flujo constante y uniforme de trigo a través del largo de los rodillos; si la cantidad de trigo es alta en un área y pequeña en



TRIGO



SEMOLA



ENDOSPERMO

Tomado de:

Revista Diagrama

Buhler Hermanos, S.A.

otra, no se tendrá una molienda uniforme; igualmente si el flujo no es uniforme en la primera ruptura o trituración, se verán los efectos en todo el molino.

El método usual para revisar si un banco está bien graduado o necesita algún reajuste, se realiza por medio del tacto o roce del material entre los dedos; abriendo la puerta frontal del Banco, se toman muestras del producto en la tolva de descarga con ambas manos, a lo largo de todo el cilindro; el tamaño del grano, su humedad, su calor y textura darán a un molinero experimentado valiosa información sobre el ajuste del banco.

A partir de esta descripción, se puede razonar que para dominar este método, se necesitará acumular una buena cantidad de tiempo y experiencia en el proceso, y aun así, dos operarios excelentes, concordando en detalle sobre lo que constituye el mejor procedimiento de manufactura, y con un juicio correcto y consistente sobre la calidad y excelencia del material en el proceso de manufactura, obtendrán buenos productos pero generalmente de diferente calidad.

METODO PROFUESTO

Además de las pruebas realizadas por el laboratorio antes y después de la manufactura, son necesarios los controles de una naturaleza mecánica durante la fabricación, o sea durante el pro-

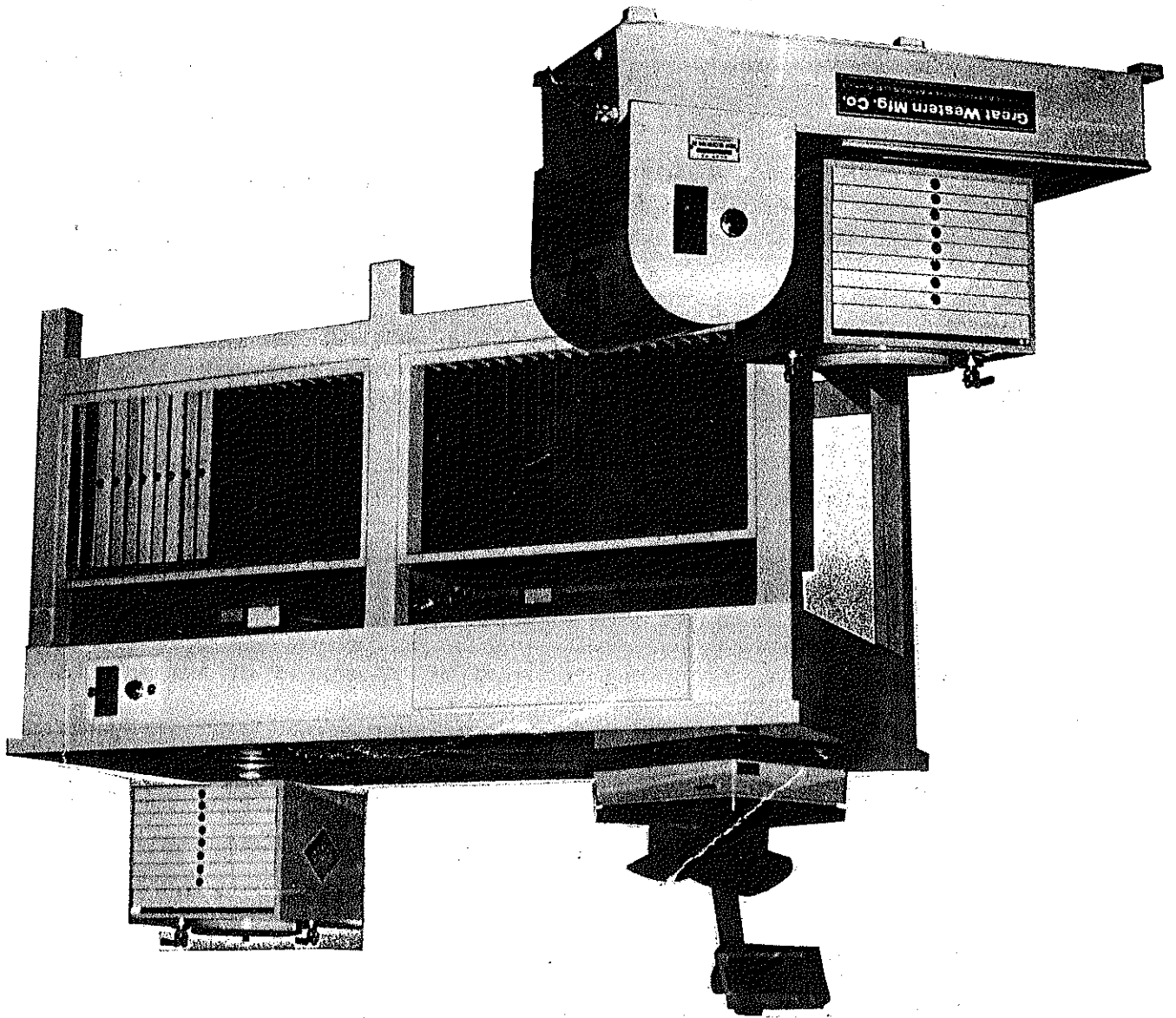
ceso.

Puesto que la molienda es básicamente triturado y cernido, se sugiere que el método de control sea la prueba de cernido.

Cuando el trigo es triturado, se le reduce instantáneamente a partículas de todos los tamaños, que al ser separadas pueden ser reconocidas así:

- a. Rotura gruesa: producto retenido por una tela con abertura de 1190 micrones.
- b. Sémola: producto que pasa por la tela 1190 y es retenido por una tela con abertura de 595 micrones.
- c. Semolina gruesa: producto que pasa por la tela 595 y es retenido por una tela con abertura de 390 micrones.
- d. Semolina: producto que pasa por la tela 390 y es retenido por una tela con abertura de 300 micrones.
- e. Semolina fina: producto que pasa por la tela 300 y es retenido por una tela con abertura de 100 micrones.
- f. Harina: producto que pasa por la tela con abertura de 100 micrones.

Moliendo de nuevo cualquiera de los productos anteriores, resultarán otra vez partículas de muchos tamaños. La prueba de cernido brindará la apariencia del material ya separado, y además el peso relativo o porcentaje de la separación hecha en el tamiz deseado. Los bancos pueden ser ajustados para reducir el material que está siendo molido de forma que al ser tamizado en un cerne-



comparables día a día, y esto es lo más importante. de cenido incluyendo el tiempo, no varía, los resultados serán de productos de trituración al mismo tiempo. Si el procedimiento fondos colectores (platos), se pueden conseguir varios cenidos ra acomodar cierto número de tamices, y alternando las cribas con mente y equipado con un mecanismo de tiempo. Están fabricados par- El cernedor de prueba es un equipo pequeño operado mecánica-

b. Balanza analítica.

a. Cernedor de prueba.

contar con el equipo que se describirá a continuación:

Para poner en práctica el método descrito, se necesitará

EQUIPO NECESARIO

teniendo la extracción deseada. tamizada en un cernedor de prueba, nos informará si se está ob- material molido obtenido bajo cada par de bancos de trituración, mejor se acomode al Molino. Tomando cuidadosamente muestras del banco requeridos para obtener la extracción que se calcula, que cabo por los bancos de trituración, y así definir los ajustes de prueba verificadora por tamizado de las reducciones llevadas a El control de granulación de trituración sería entonces una en un tamiz de abertura dada.

por experimental, rindan un porcentaje especificado de partículas

La balanza es el equipo que permite saber con exactitud cuál fue el peso retenido en cada uno de los tamices.

El uso del equipo se ejemplifica a continuación:

Se toma una muestra del producto en la tolva de descarga del banco que interesa; se toma el peso de la muestra en la balanza (supongamos 140 grs.) y luego se coloca en el cernedor de prueba, se asegura la tapa y se enciende; algunos cernedores de prueba cuentan con control de tiempo que detendrá al equipo automáticamente al llegar al tiempo deseado, que generalmente son 5 minutos; de no contar con este control, se desconectará manualmente el equipo al cumplirse el período. Finalizado el tamizado o cernido, se procede a pesar el producto retenido en cada malla. Las mallas usadas normalmente para trituración tienen las siguientes aberturas: 1478 micrones (16 GG), 1158 micrones (20 GG), 660 micrones (32 GG) y 432 micrones (46 GG). Obtenidos los pesos retenidos, se procede a obtener porcentajes y anotar los resultados. Si los pesos obtenidos fueron: en la 16GG 85 grs., en la 20GG 26 grs., en la 32GG 17 grs., en la 46GG 7 grs., y en el plato 5 grs. (total 140 grs.); el cuadro resultante será:

| | |
|------------------|-------|
| Retenido en 16GG | 60.7% |
| Retenido en 20GG | 18.6% |
| Retenido en 32GG | 12.1% |
| Retenido en 46GG | 5.0% |
| En el plato | 3.6% |



DIAGRAMAS DE GRANULOMETRIA

La eficiencia del método propuesto se basa en tener un historial de cada uno de los bancos, por medio del cual sea fácil detectar cualquier variación que se presente en la granulometría del producto molido por el banco, y corregir el motivo que haya provocado dicha variación.

A continuación se encontrarán las gráficas obtenidas en el estudio realizado en los bancos de trituración del molino INA, es por medio de ellas que puede formarse una idea de la aplicación del sistema a cualquier otro molino.

Se tomaron muestras de los 5 bancos de trituración cada 15 días, que comprendían un período de 8 meses, y con base en los datos de cada muestreo, se elaboró un gráfico de porcentaje retenido donde se pueden visualizar las variaciones obtenidas y los períodos estables; lógicamente se persigue que las variaciones se reduzcan a un mínimo. Por último se presentan los gráficos de los promedios retenidos en cada malla, los cuales se tendrían que actualizar con cada nuevo dato obtenido, y con base en ellos se deberá ajustar cada banco para mantener la estabilidad deseada.

Cada variación que se presenta debe ser analizada para detectar su origen y anotarlo en el historial del Banco, por ejemplo: cambio en la humedad del trigo, cambio en el tiempo de acondicionamiento, cambio de rodillos, estriado dañado o desgastado, trigo más o menos sucio de lo acostumbrado, etc.

| CONTROL DE GRANULACIÓN DE TRITURACIÓN | | | | | | | |
|---------------------------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| BANCO | PRODUCTO RETENIDO EN C/U | | | | | FECHA: | 270194 |
| | 16 GG | 20 GG | 32 GG | 46 GG | PLATO | SUM | |
| T1 | 87.4 | 2.8 | 4.9 | 2.5 | 2.4 | 100 % | |
| T2 | 39.5 | 12.4 | 33.3 | 8.7 | 6.1 | 100 % | |
| T3 | 11.8 | 7.6 | 39.8 | 26.3 | 14.5 | 100 % | |
| T4 | 7.7 | 6.2 | 35.5 | 28.2 | 22.4 | 100 % | |
| T5 | 2.9 | 3.8 | 32.7 | 25.5 | 35.1 | 100 % | |

| CONTROL DE GRANULACIÓN DE TRITURACIÓN | | | | | | |
|---------------------------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| BANCO | PRODUCTO RETENIDO EN C/U | | | | | FECHA: |
| | 16 GG | 20 GG | 32 GG | 46 GG | PLATO | 100294 |
| T1 | 69.7 | 17.4 | 8.8 | 1.6 | 1.5 | SUM 100 % |
| T2 | 20.4 | 28.5 | 40.1 | 4.3 | 6.7 | 100 % |
| T3 | 10.2 | 17.3 | 48.1 | 13.3 | 11.1 | 100 % |
| T4 | 10.9 | 11.9 | 30.8 | 26.1 | 20.3 | 100 % |
| T5 | 1.5 | 7.3 | 40.6 | 17.2 | 33.4 | 100 % |

| CONTROL DE GRANULACIÓN DE TRITURACIÓN | | | | | | |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|---------------|-------|
| PRODUCTO RETENIDO EN C/U | | | | | FECHA: 240294 | |
| BANCO | 16 GG | 20 GG | 32 GG | 48 GG | FLATO | SUM |
| T1 | 74.1 | 15.5 | 6.6 | 1.5 | 2.3 | 100 % |
| T2 | 13.7 | 24.4 | 46.3 | 7.2 | 8.4 | 100 % |
| T3 | 4.1 | 10.5 | 54.8 | 16.4 | 14.2 | 100 % |
| T4 | 13.7 | 12.5 | 32.3 | 24.1 | 17.4 | 100 % |
| T5 | 3.2 | 5.4 | 35.8 | 20.2 | 35.4 | 100 % |

| CONTROL DE GRANULACIÓN DE TRITURACIÓN | | | | | | |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|
| PRODUCTO RETENIDO EN C/U | | | | | | FECHA: 100394 |
| BANCO | 16 GG | 20 GG | 32 GG | 46 GG | PLATO | SUM |
| T1 | 88.2 | 3.1 | 4.9 | 1.7 | 2.1 | 100 % |
| T2 | 34.4 | 11.8 | 36.7 | 9.6 | 7.5 | 100 % |
| T3 | 13.6 | 7.2 | 37.1 | 33.6 | 8.5 | 100 % |
| T4 | 45.1 | 18.1 | 32.1 | 3.2 | 1.5 | 100 % |
| T5 | 6.9 | 4.7 | 28.5 | 21.3 | 38.6 | 100 % |

| CONTROL DE GRANULACIÓN DE TRITURACIÓN | | | | | | |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|---------------|-------|
| PRODUCTO RETENIDO EN C/U | | | | | FECHA: 240394 | |
| BANCO | 16 GG | 20 GG | 32 GG | 46 GG | PLATO | SUM |
| T1 | 86.9 | 3.3 | 5.8 | 2.1 | 1.9 | 100 % |
| T2 | 35.7 | 11.6 | 35.7 | 9.8 | 7.2 | 100 % |
| T3 | 8.6 | 4.8 | 28.4 | 34.1 | 24.1 | 100 % |
| T4 | 42.1 | 17.6 | 34.1 | 4.1 | 2.1 | 100 % |
| T5 | 5.8 | 4.6 | 29.1 | 21.1 | 39.4 | 100 % |

| CONTROL DE GRANULACION DE TRITURACION | | | | | | |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|---------------|-------|
| PRODUCTO RETENIDO EN C/U | | | | | FECHA: 070494 | |
| BANCO | 16 GG | 20 GG | 32 GG | 46 GG | PLATO | SUM |
| T1 | 86.8 | 3.2 | 5.8 | 1.9 | 2.3 | 100 % |
| T2 | 32.9 | 11.2 | 37.9 | 10.1 | 7.9 | 100 % |
| T3 | 15.4 | 7.1 | 34.3 | 28.4 | 14.8 | 100 % |
| T4 | 15.1 | 9.3 | 34.1 | 23.2 | 18.3 | 100 % |
| T5 | 5.1 | 4.5 | 31.2 | 20.8 | 38.4 | 100 % |

| CONTROL DE GRANULACIÓN DE TRITURACIÓN | | | | | | |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|---------------|-------|
| PRODUCTO RETENIDO EN C/U | | | | | FECHA: 210494 | |
| BANCO | 16 GG | 20 GG | 32 GG | 46 GG | PLATO | SUM |
| T1 | 84.7 | 3.6 | 5.7 | 3.8 | 2.2 | 100 % |
| T2 | 29.6 | 12.9 | 40.2 | 9.7 | 7.6 | 100 % |
| T3 | 12.8 | 8.1 | 40.8 | 26.8 | 11.5 | 100 % |
| T4 | 10.2 | 8.1 | 34.6 | 25.8 | 21.3 | 100 % |
| T5 | 1.5 | 1.9 | 23.9 | 25.5 | 47.2 | 100 % |

| CONTROL DE GRANULACIÓN DE TRITURACIÓN | | | | | | | |
|---------------------------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| BANCO | PRODUCTO RETENIDO EN C/U | | | | | FECHA: | 050594 |
| | 16 GG | 20 GG | 32 GG | 46 GG | PLATO | SUM | |
| T1 | 87.3 | 3.2 | 5.7 | 1.7 | 2.1 | 100 % | |
| T2 | 33.4 | 11.8 | 36.7 | 10.2 | 7.9 | 100 % | |
| T3 | 15.1 | 6.8 | 33.5 | 29.1 | 15.5 | 100 % | |
| T4 | 14.4 | 8.6 | 35.6 | 23.7 | 17.7 | 100 % | |
| T5 | 4.7 | 4.2 | 33.8 | 23.2 | 34.1 | 100 % | |

PROCESO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
 Control de Calidad

| CONTROL DE GRANULACIÓN DE TRITURACIÓN | | | | | | |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|
| PRODUCTO RETENIDO EN C/U | | | | | | FECHA: 190594 |
| BANCO | 16 GG | 20 GG | 32 GG | 46 GG | PLATO | SUM |
| T1 | 87.2 | 2.9 | 5.6 | 2.1 | 2.2 | 100 % |
| T2 | 40.4 | 12.4 | 33.1 | 7.7 | 6.4 | 100 % |
| T3 | 16.5 | 7.6 | 38.9 | 24.4 | 12.6 | 100 % |
| T4 | 12.3 | 7.6 | 34.6 | 25.3 | 20.2 | 100 % |
| T5 | 4.8 | 4.2 | 32.3 | 23.2 | 35.5 | 100 % |

| CONTROL DE GRANULACIÓN DE TRITURACIÓN | | | | | | |
|---------------------------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|---------------|
| BANCO | PRODUCTO RETENIDO EN C/U | | | | | FECHA: 020694 |
| | 16 GG | 20 GG | 32 GG | 46 GG | PLATO | SUM |
| T1 | 89.9 | 2.5 | 4.2 | 1.5 | 1.9 | 100 % |
| T2 | 32.1 | 12.8 | 38.5 | 9.2 | 7.4 | 100 % |
| T3 | 10.5 | 5.7 | 32.9 | 32.4 | 18.5 | 100 % |
| T4 | 0.5 | 1.6 | 25.4 | 35.1 | 37.4 | 100 % |
| T5 | 3.4 | 3.9 | 35.4 | 27.1 | 30.2 | 100 % |

| CONTROL DE GRANULACIÓN DE TRITURACIÓN | | | | | | |
|---------------------------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| BANCO | PRODUCTO RETENIDO EN C/U | | | | | FECHA: |
| | 16 GG | 20 GG | 32 GG | 46 GG | PLATO | 160694 |
| T1 | 88.9 | 2.6 | 4.7 | 1.7 | 2.1 | 100 % |
| T2 | 33.4 | 12.6 | 37.7 | 9.1 | 7.2 | 100 % |
| T3 | 6.1 | 3.6 | 25.5 | 35.2 | 29.6 | 100 % |
| T4 | 13.7 | 10.1 | 37.2 | 21.2 | 17.8 | 100 % |
| T5 | 3.8 | 4.8 | 43.9 | 26.9 | 20.6 | 100 % |
| | | | | | | SUM |

| CONTROL DE GRANULACIÓN DE TRITURACIÓN | | | | | | |
|---------------------------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| BANCO | PRODUCTO RETENIDO EN C/U | | | | | FECHA: |
| | 16 GG | 20 GG | 32 GG | 46 GG | PLATO | SUM |
| T1 | 88.6 | 2.6 | 5.1 | 1.8 | 1.9 | 100 % |
| T2 | 34.8 | 12.6 | 36.6 | 8.7 | 7.3 | 100 % |
| T3 | 7.3 | 3.8 | 25.7 | 34.8 | 28.4 | 100 % |
| T4 | 14.2 | 9.9 | 36.8 | 21.5 | 17.6 | 100 % |
| T5 | 4.5 | 5.1 | 48.1 | 25.1 | 17.2 | 100 % |

| CONTROL DE GRANULACIÓN DE TRITURACIÓN | | | | | | |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|
| PRODUCTO RETENIDO EN C/U | | | | | | FECHA: 140794 |
| BANCO | 16 GG | 20 GG | 32 GG | 46 GG | PLATO | SUM |
| T1 | 88.8 | 2.8 | 4.6 | 1.7 | 2.1 | 100 % |
| T2 | 33.7 | 12.3 | 38.1 | 8.8 | 7.1 | 100 % |
| T3 | 9.2 | 5.2 | 32.1 | 33.1 | 20.4 | 100 % |
| T4 | 11.6 | 8.8 | 36.8 | 23.9 | 18.9 | 100 % |
| T5 | 3.2 | 4.8 | 22.9 | 33.2 | 35.9 | 100 % |

| CONTROL DE GRANULACIÓN DE TRITURACIÓN | | | | | | |
|---------------------------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| BANCO | PRODUCTO RETENIDO EN C/U | | | | | FECHA: |
| | 16 GG | 20 GG | 32 GG | 46 GG | PLATO | 280794 |
| T1 | 89.6 | 2.4 | 4.5 | 1.7 | 1.8 | SUM 100 % |
| T2 | 40.2 | 12.4 | 33.1 | 8.1 | 6.2 | 100 % |
| T3 | 7.9 | 4.3 | 31.6 | 34.1 | 22.1 | 100 % |
| T4 | 15.1 | 10.1 | 36.4 | 21.8 | 16.6 | 100 % |
| T5 | 4.4 | 4.6 | 37.2 | 25.1 | 28.7 | 100 % |

| CONTROL DE GRANULACIÓN DE TRITURACIÓN | | | | | | |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|
| PRODUCTO RETENIDO EN C/U | | | | | | FECHA: 110894 |
| BANCO | 16 GG | 20 GG | 32 GG | 46 GG | PLATO | SUM |
| T1 | 89.6 | 2.5 | 4.5 | 1.6 | 1.8 | 100 % |
| T2 | 37.5 | 12.1 | 34.6 | 8.7 | 7.1 | 100 % |
| T3 | 6.5 | 3.6 | 26.4 | 35.4 | 28.1 | 100 % |
| T4 | 16.7 | 10.8 | 37.3 | 19.1 | 16.1 | 100 % |
| T5 | 4.6 | 4.9 | 39.5 | 25.3 | 25.7 | 100 % |

DIAGRAMA DE TRITURACIÓN

BANCO T1

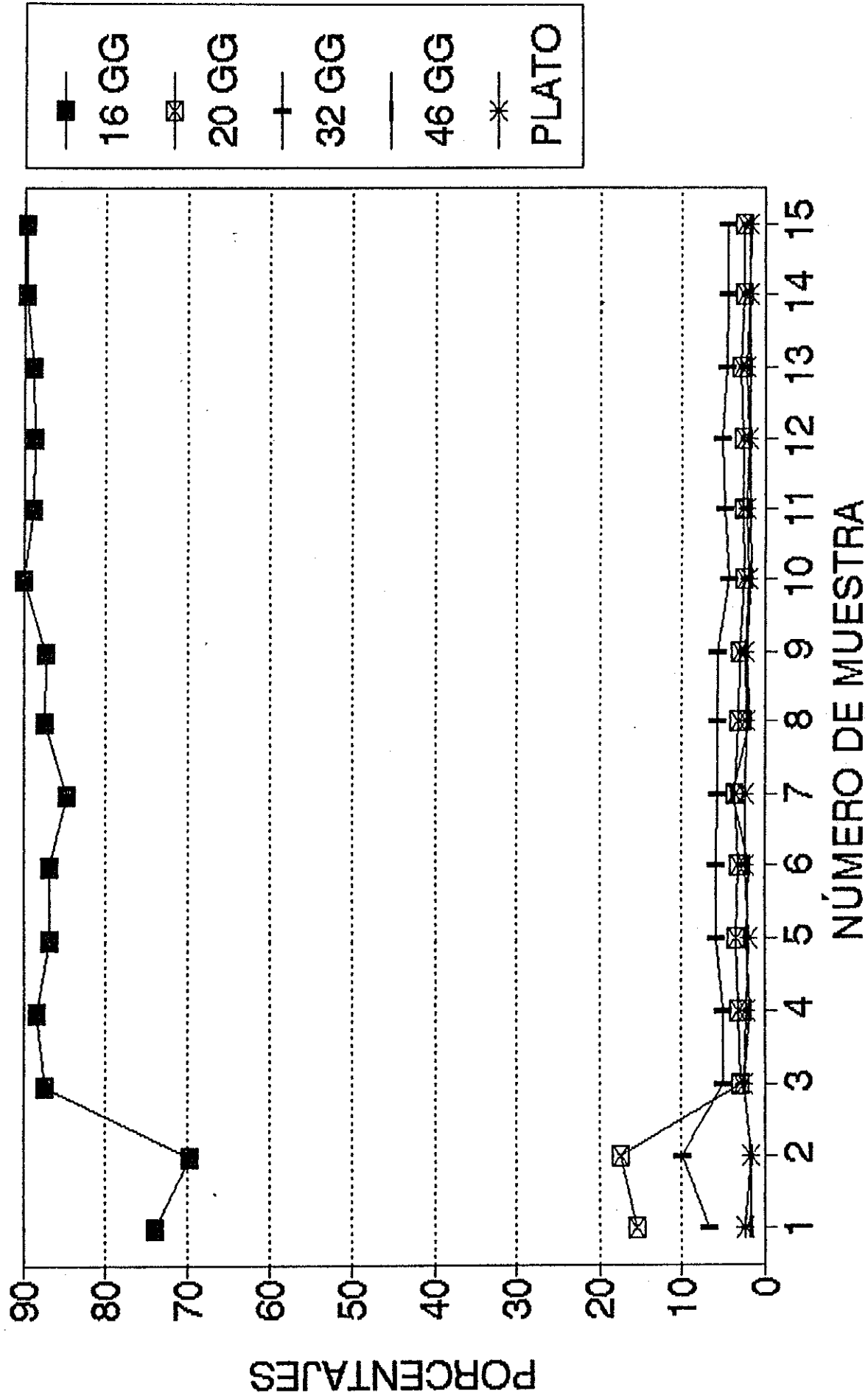


DIAGRAMA DE TRITURACIÓN

BANCO T2

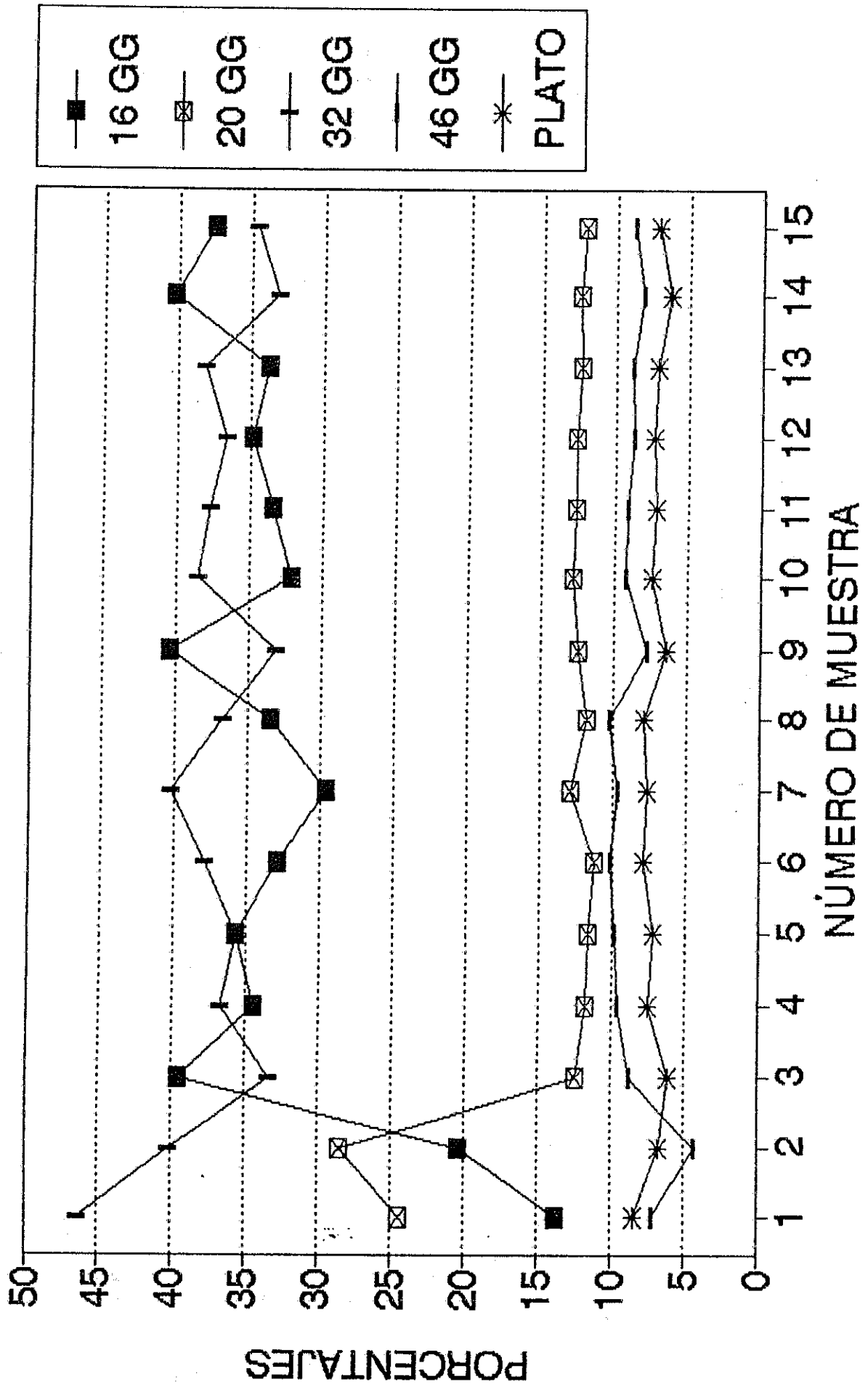


DIAGRAMA DE TRITURACIÓN

BANCO T3

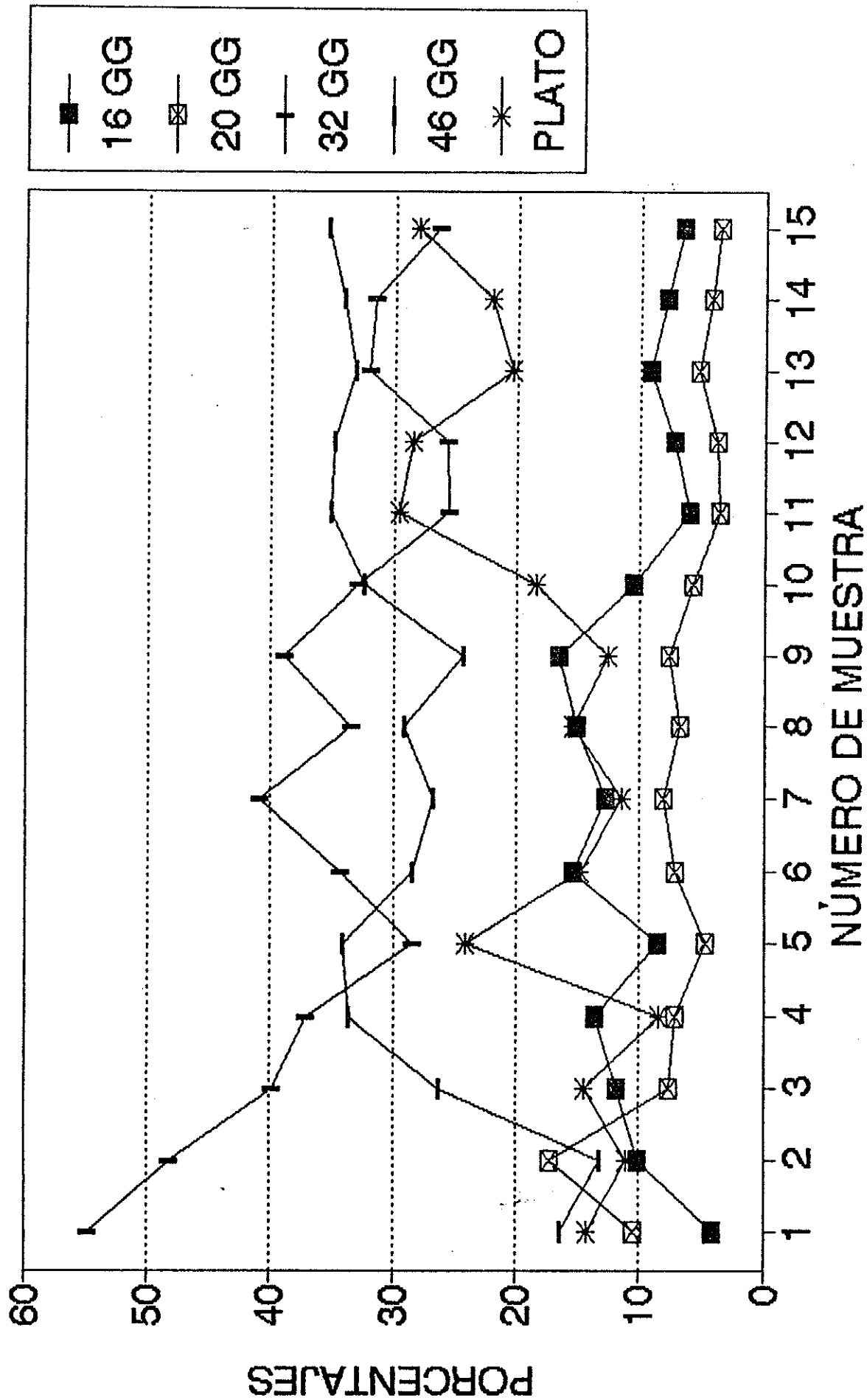


DIAGRAMA DE TRITURACIÓN

BANCO T4

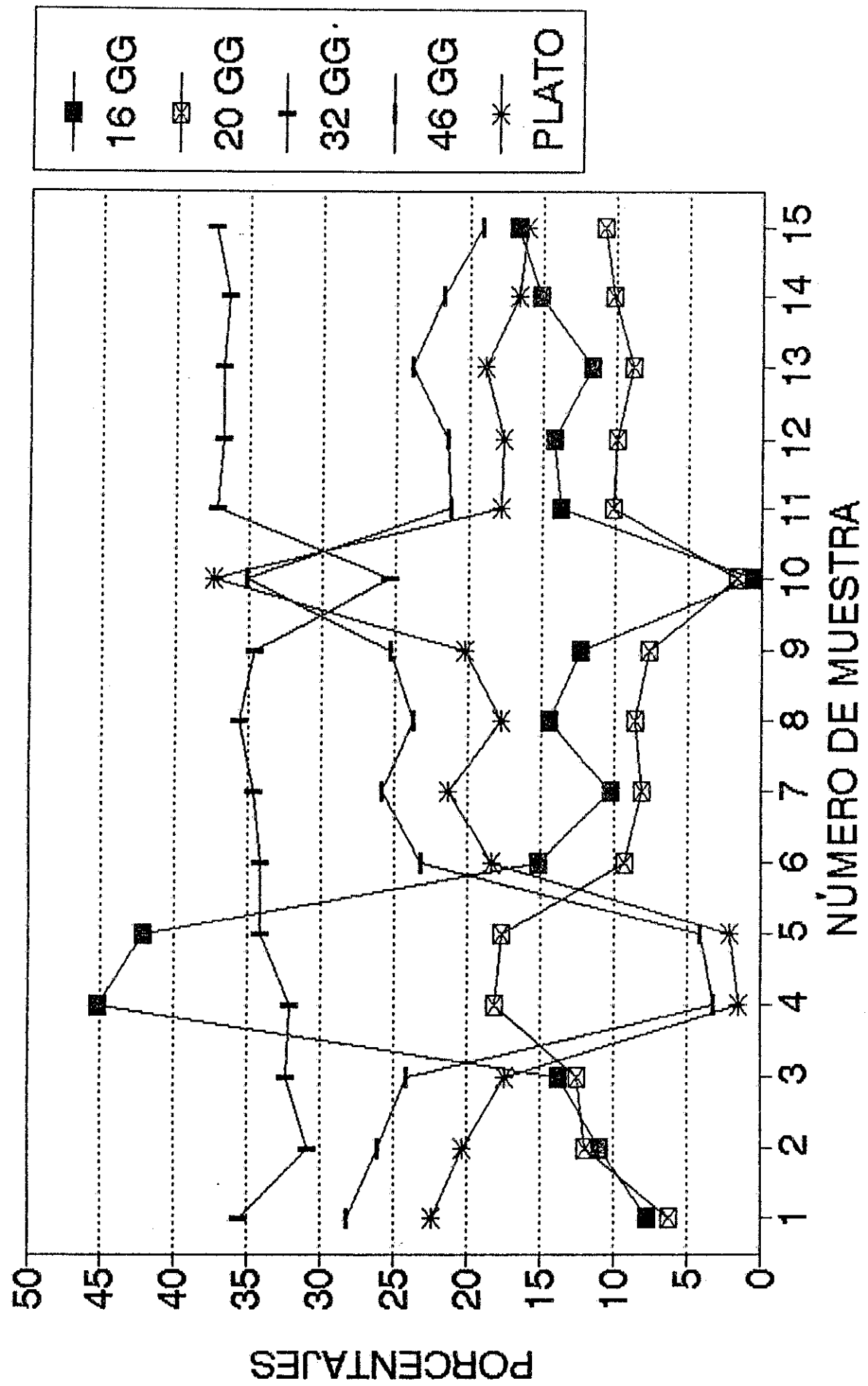
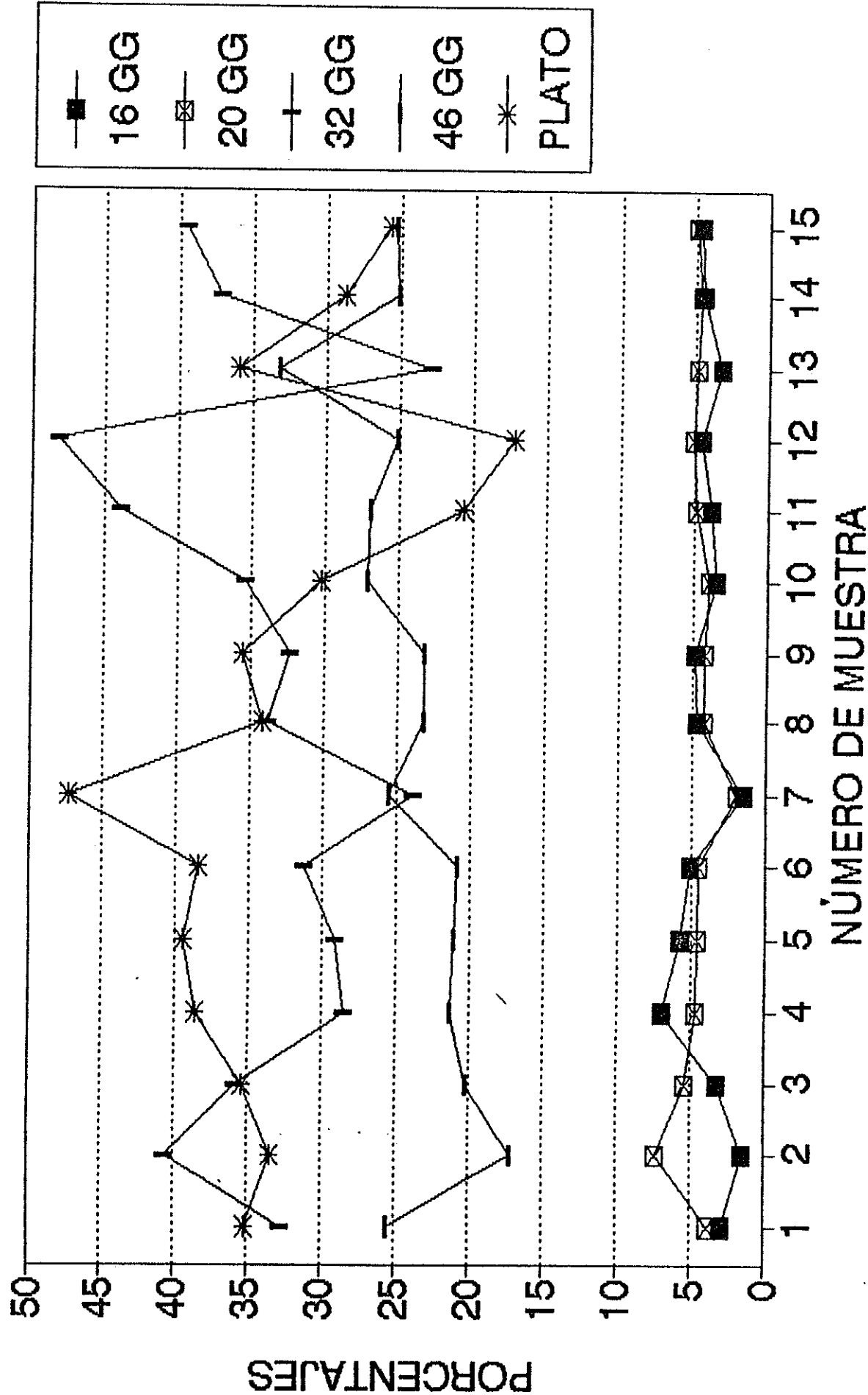


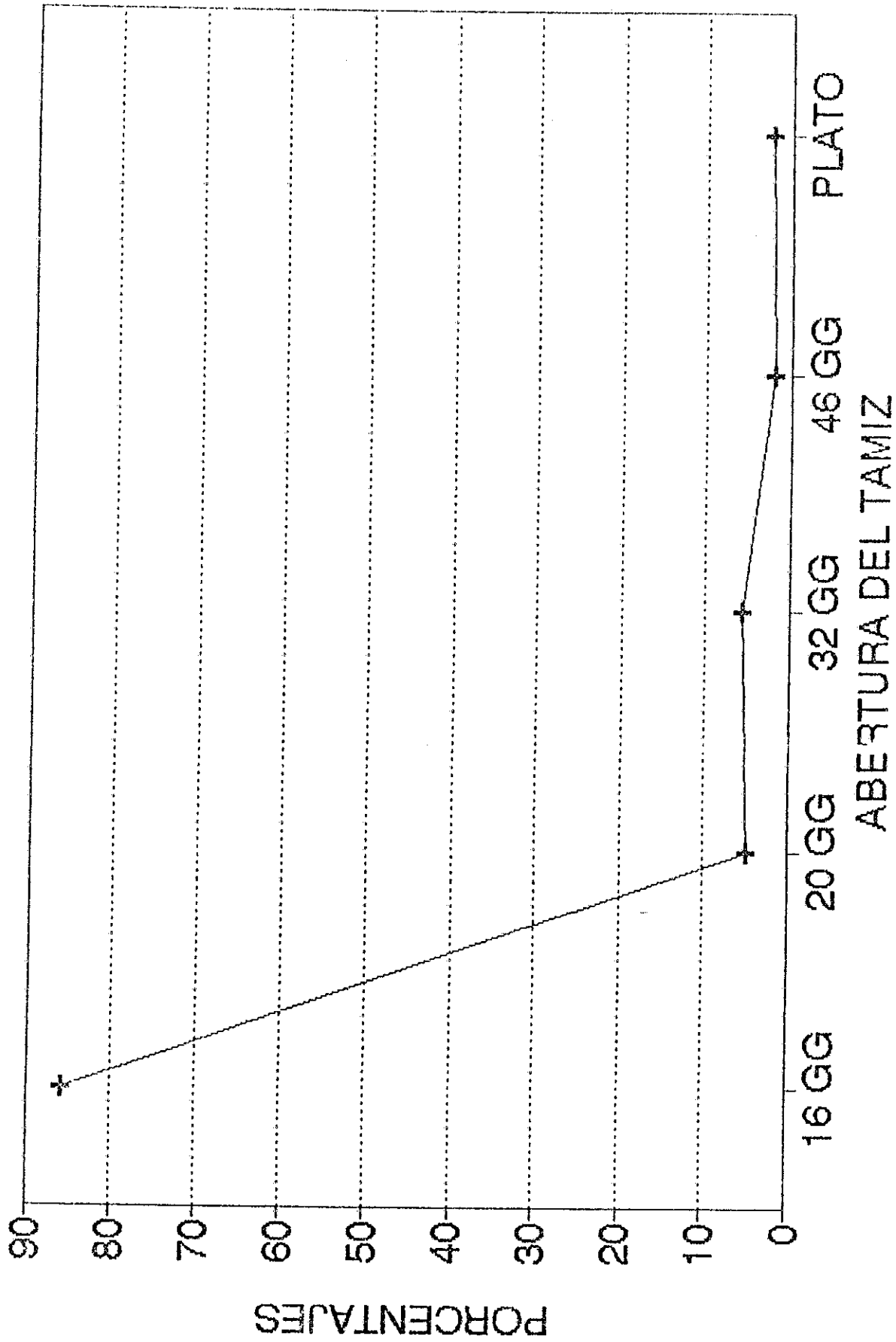
DIAGRAMA DE TRITURACIÓN

BANCO T5



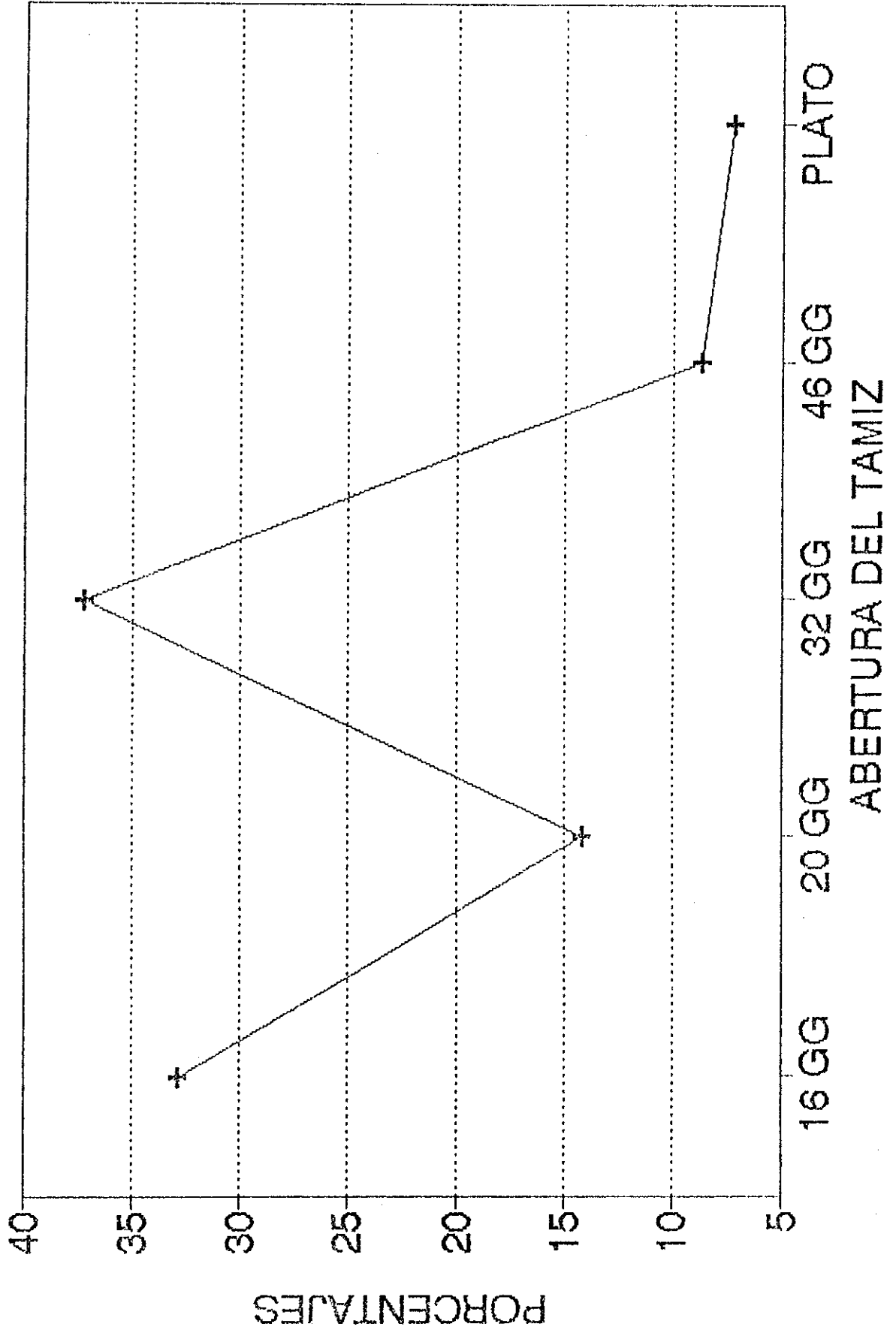
PROMEDIOS RETENIDOS

BANCO T1



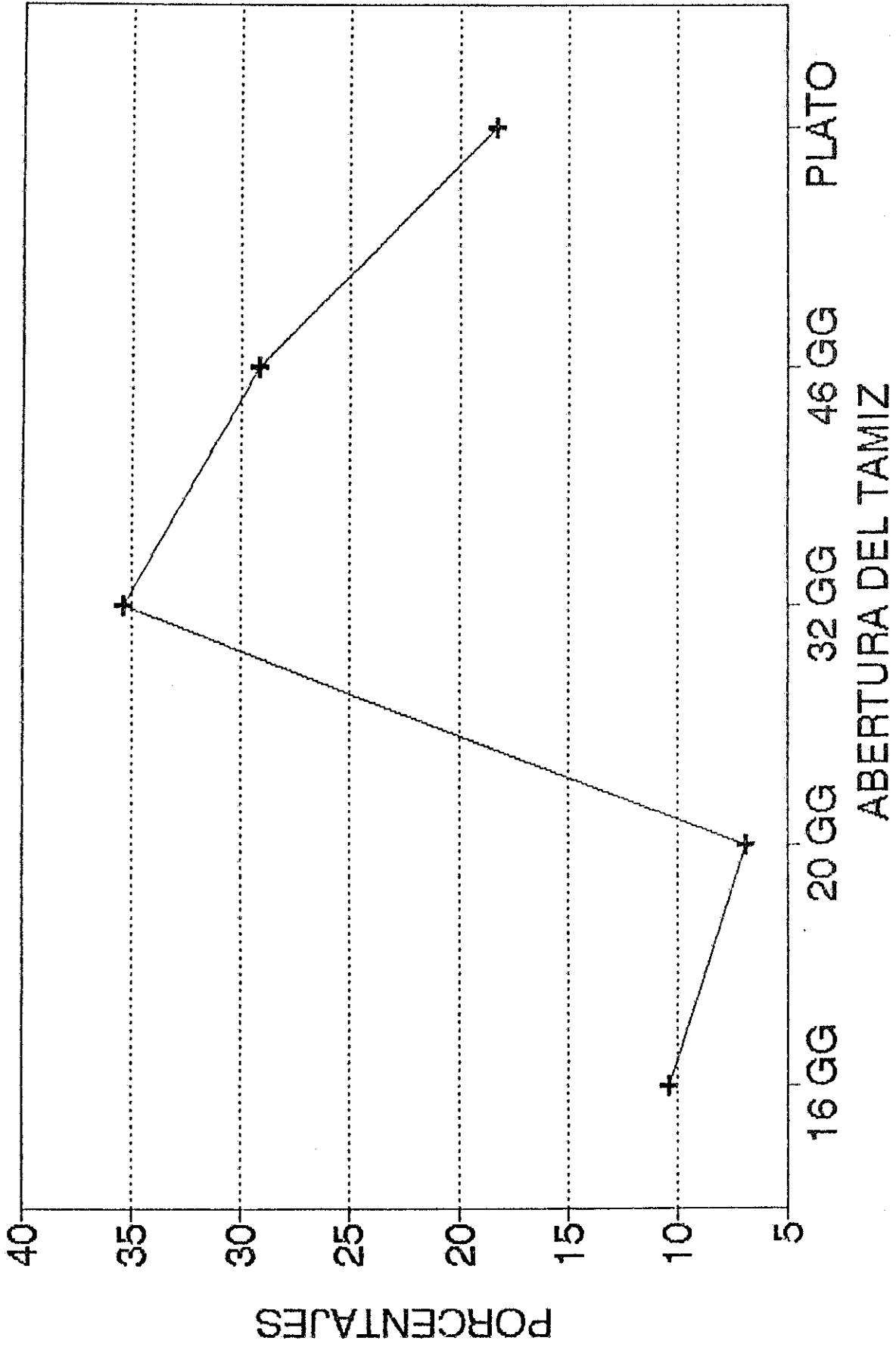
PROMEDIOS RETENIDOS

BANCO T2



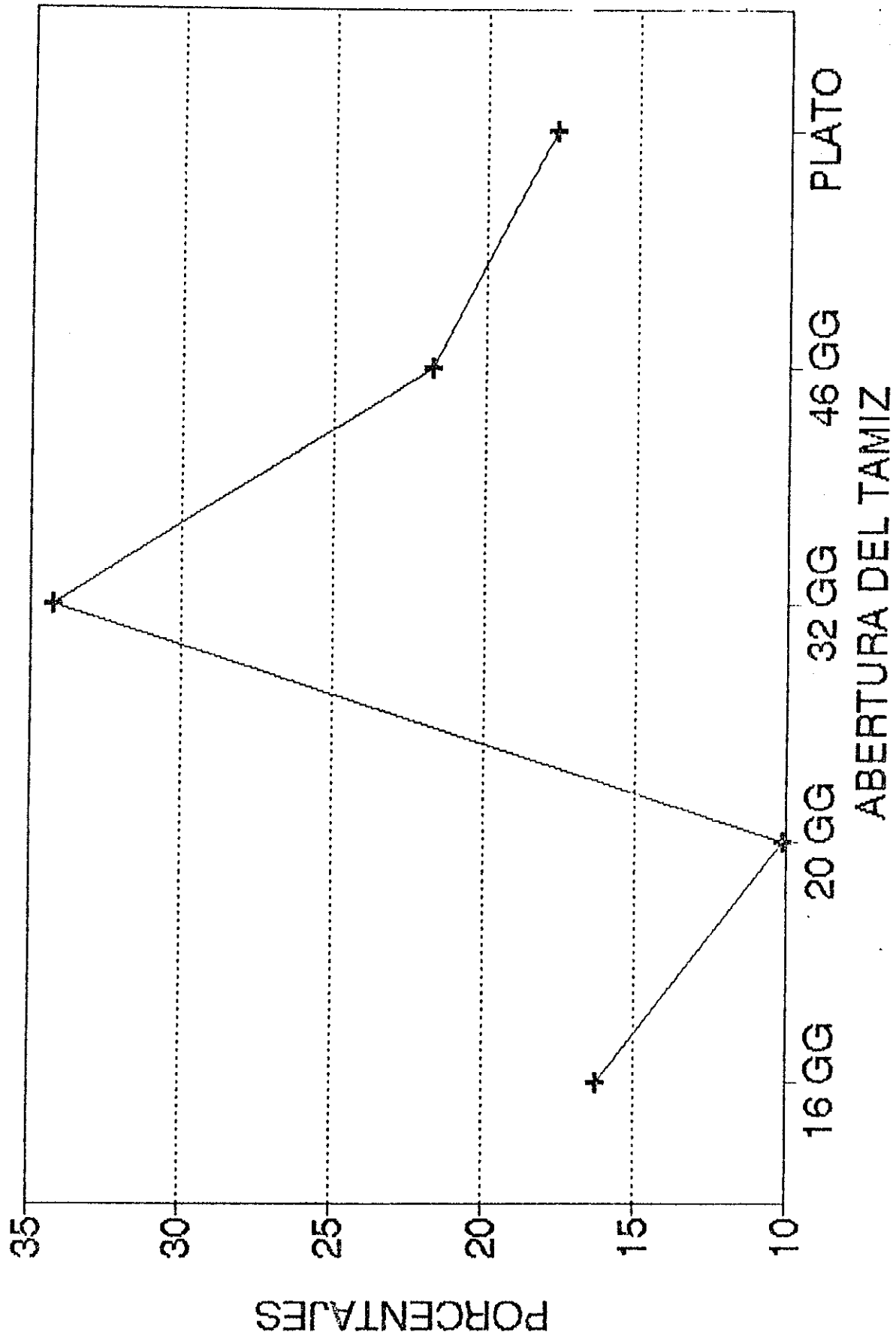
PROMEDIOS RETENIDOS

BANCO T3



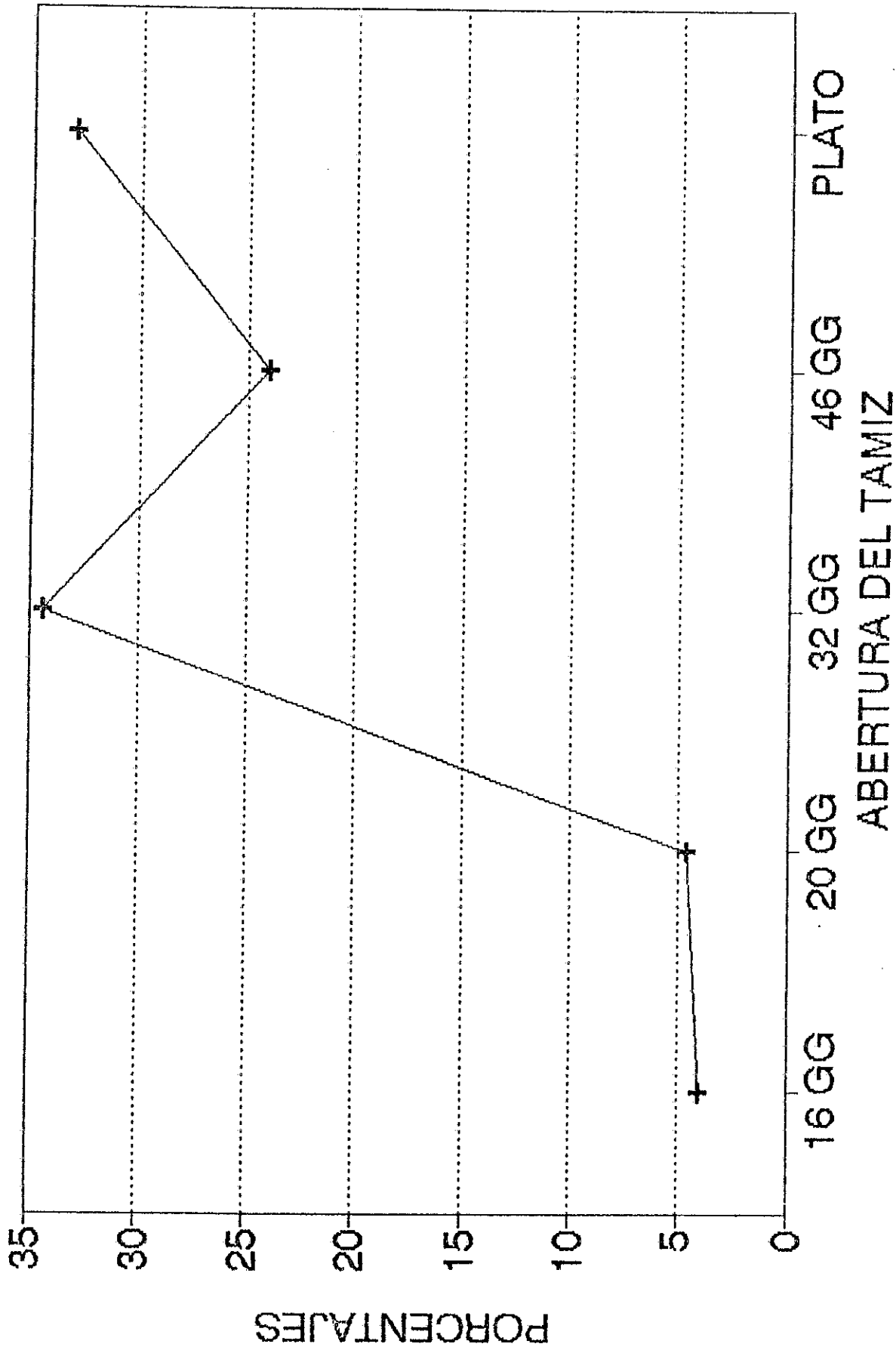
PROMEDIOS RETENIDOS

BANCO T4



PROMEDIOS RETENIDOS

BANCO T5



Analizando el banco T1 se tiene que los promedios retenidos son: en la tela 1600, 86%; en la tela 2000, 5%; en la tela 3200, 6%; en la tela 4600, 2%; y en el plato, 3%; comparando estos datos con el diagrama de trituración, es claro que las muestras 1 y 2 son las únicas que se desvían de la media.

En el banco T2, las variaciones fuertes son en las muestras 1 y 2, y más ligeras en las muestras 9 y 14.

El banco T3, presenta también variación marcada en las muestras 1 y 2, y leve en las muestras 9, 11 y 12.

Tenemos en el banco T4 un cambio; aquí las variaciones pronunciadas son en las muestras 4, 5 y 10.

Finalmente, el banco T5 tiene irregularidad en las muestras 2 y 7, y menos marcada en las muestras 11, 12 y 13.

Definir las causas de estas variaciones y su corrección es la labor del Ingeniero que tenga a cargo este equipo, sin perder de vista la interrelación entre todos los bancos, ya que por ejemplo las variaciones en las muestras 1 y 2 de los bancos T2 y T3 pudieron ser originadas por la variación en el banco T1.



CAPITULO 4
PLAN DE
MANTENIMIENTO



CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

Cualquier equipo puede fallar o deteriorarse por causas naturales de tiempo de uso o vejez, o por defectos de uso. Es posible que las causas del deterioro o falla sean inherentes al equipo, o bien consecuencia de factores externos tales como el medio circundante y el personal que en él interviene.

Normalmente, los Bancos obtienen su energía de un solo motor, que transmite su potencia por medio de un eje, llamado línea de transmisión, el cual se conecta a cada banco a través de una faja plana. Es necesaria la revisión periódica de esta faja, y programar con anticipación cuando se requiera sustituirla, debido a que su instalación requiere de aproximadamente 6 horas. Cada par de rodillos está equipado con su propio mecanismo de ajuste y puede graduarse independientemente del otro par; esta graduación consiste de un microajuste para graduar el espacio de molienda entre los cilindros y de un resorte de tensión para el detenido de los cilindros en su trabajo o para su ajuste; también permite a los rodillos separarse cuando algún objeto extraño accidentalmente pasa a través de ellos. La palanca de desembrague permite separar y desengranar los rodillos mientras funciona el motor; un mecanismo de nivelado mantiene los rodillos paralelos. El promedio general de producción de este equipo es de 100 Kg. en 24 horas de trabajo por cada 3 a 4 mm. de superficie de molienda (se refiere a la longitud total de los rodillos en un molino).

Comúnmente los Bancos son impulsados en grupos, por medio de una línea de transmisión, que deberá proveer 7.5 HP por cada mt. de superficie de molienda.

En cuanto al resto del equipo de un Molino, todos constan de un sistema motriz y de elementos mecánicos, los cuales sufren de desgaste durante el trabajo de molienda. A continuación se mencionan algunos de estos equipos y sus posibles fallas:

- a. Elevadores: motor (cojinetes, contactores), reductor (cojinetes, engranajes), sistema de transmisión (poleas, fajas), eje motriz (cojinetes, polea), eje tensor (cojinetes, polea), banda (cangilones, grapas de unión de la misma banda).
- b. Separadores: motor-vibrador (contactores, cojinetes, contrapesos, ejes de soporte), sistema de aspiración (válvula de graduación, tubería, turbina de aspiración), sistema de cernido (tamices y sus soportes).
- c. Cernedores: motor (contactores, cojinetes), sistema motriz (eje, cojinetes, contrapesos), sistema de alimentación (esclusas, ciclones, tubería, turbina de aspiración), sistema de cernido (cajones, tamices, desentrampadores).
- d. Sasores: motor (contactores, cojinetes), sistema motriz (eje, cojinetes, contrapesos, eje de transmisión), sistema de aspiración (válvulas de graduación, tubería, turbina de

aspiración), sistema de cernido (marcos, tamices, cepillos raspadores), sistema de descarga (bandeja, soportes de bandeja, válvulas de graduación).

Para facilitar la labor del personal de mantenimiento, se elaboran fichas de registro de maquinaria, cuyo objetivo es indicar las características generales del equipo (eléctricas, mecánicas y otras), la cantidad de elementos de que consta (mecánicos, eléctricos y otros), y las diferentes instalaciones adicionales con que cuenta; esta ficha se elabora al montar el equipo y se modifica al existir alguna remodelación o sustitución.

MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Tiene dos funciones perfectamente definidas, las cuales son:

- reparación de las averías o anomalías que se presentan en forma sistemática en el equipo.
- reacondicionamiento del equipo que debido a su uso o trato no se encuentra en capacidad de prestar un servicio con la eficiencia deseada, o de mantener la calidad de fabricación que exige producción.

En el caso de los bancos, se tiene que los cilindros o rodillos, requieren de este tipo de mantenimiento debido a que el estriado de cada cilindro va sufriendo desgaste conforme transcurre su tiempo de servicio.

Para realizar este tipo de mantenimiento, son fundamentales dos tipos de control:

- Teórico: tener actualizado el historial de cada banco, donde se tendrá la información precisada: fecha en que instalaron los rodillos en uso, horas de servicio prestadas hasta la fecha, ocasiones en que ha sido necesario reajustarlo por variaciones en la extracción, etc.
- Práctico: revisión semanal visual del estado del estriado, para lo cual es recomendable utilizar algún equipo de soporte, como lentes de aumento o calibradores.

Basándose en los dos controles anteriores, se definirá cuándo será necesario el cambio de cilindros en alguno de los Bancos; la vida útil del estriado de un banco no se puede fijar con anticipación, debido a los múltiples factores que lo afectan.

El mantenimiento predictivo también es aplicable a los soportes de los rodillos, sean bujes o cojinetes, ya que en ambos casos el fabricante normalmente les asigna una vida útil, de acuerdo con la carga y rpm con las que trabaje.

Al poner en práctica el mantenimiento predictivo, se está cumpliendo con el principal objetivo del mantenimiento, la conservación del servicio que están cumpliendo los equipos; de esta forma, los paros serán programados y se evitarán las averías, que sobrevienen de forma aleatoria.

Para todo equipo en general, la herramienta más valiosa, ya

sea para el mantenimiento predictivo como para el preventivo, son los controles que se lleguen a implementar, de los cuales se pueden mencionar:

- Reporte de inspección de maquinaria y equipo.
- Ordenes de trabajo de mantenimiento.
- Ficha de registro de equipo.
- Inspecciones de lubricación.
- Ficha de lubricación.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Este equipo, como cualquier otro, debe ser objeto de una guía de mantenimiento para mantenerse en buenas condiciones. Se puede considerar que mantenimiento preventivo es la serie de trabajos que hay que ejecutar en un equipo a fin de conservarlo en la prestación del servicio para el que fue diseñado; el criterio de que el mantenimiento sirve para reparar algo que ha fallado debe desecharse, ya que las averías son muy costosas, por tanto, cualquier actividad que se lleve a cabo con el fin de disminuir la probabilidad de una avería, se ve involucrada en esta definición.

El programa de mantenimiento preventivo incluye las siguientes acciones:

- Limpiar completamente el exterior de la máquina diariamente.
- Cada vez que pare el molino, hay que limpiar el interior de la

Reporte de Inspección de Maquinaria y Equipo

Fecha: _____ inspector: _____

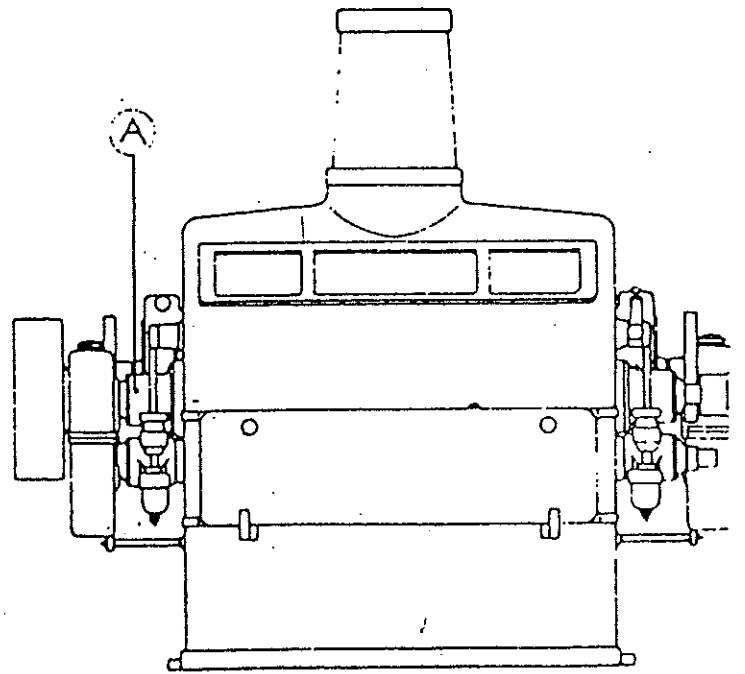
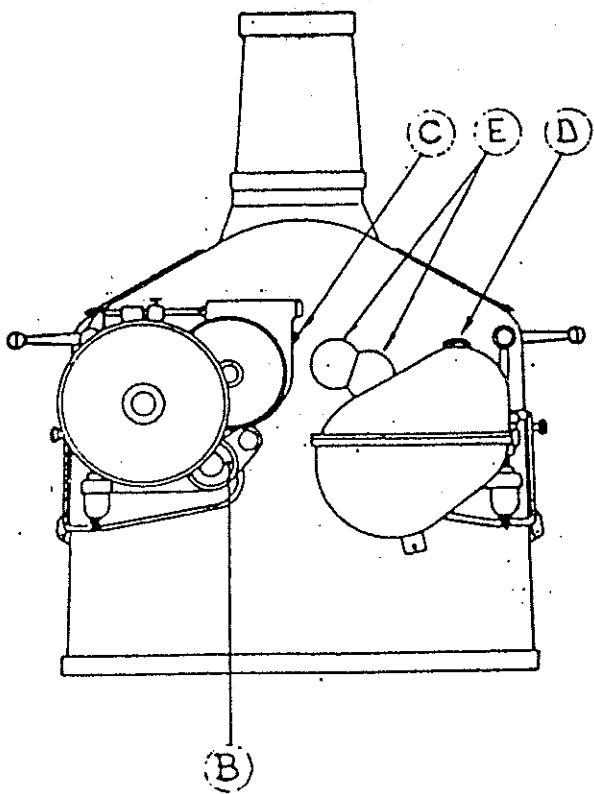
| EQUIPO | BUENO | MALO | DESCRIPCIÓN DEL DEFECTO |
|------------------------|-------|------|-------------------------|
| Sótano | | | |
| Molino Punta Fina | | | |
| Sinfin Punta Fina | | | |
| Primer Piso | | | |
| Motor Bancos | | | |
| Transmisión Bancos | | | |
| Sinfin Desc. Silos | | | |
| Cosedoras Sacos | | | |
| Balanzas | | | |
| Impactor | | | |
| Tarara | | | |
| Segundo Piso | | | |
| Bancos | | | |
| Separador Prelimpla | | | |
| Triarvejon | | | |
| Cernedor Corazón Trigo | | | |
| Tercer Piso | | | |
| Bascula T1 | | | |
| Soplante Semola | | | |
| Báscula Semola | | | |
| Dosificador Vitamina | | | |
| Combinador | | | |
| Aspiración Prelimpla | | | |
| Elevador Prelimpla | | | |
| Cuarto Piso | | | |
| Sasores | | | |
| Aspiración Sasores | | | |
| Aspiración Combinador | | | |
| Separador Limpia | | | |
| Cepilladoras | | | |
| Quinto Piso | | | |
| Cernedores | | | |
| Filtro Asp. Sasores | | | |
| Puldor | | | |
| Tarara | | | |
| Báscula Trigo | | | |
| Elevadores | | | |
| Aspiración Limpia | | | |
| Sexto Piso | | | |
| Esclusas | | | |
| Aspiración Principal | | | |
| Filtro Aspiración | | | |
| Elevador Principal | | | |
| Mojador | | | |

- máquina removiendo cualquier producto depositado.
- Verificar semanalmente, si tienen lubricante los siguientes puntos: soporte fijo, soporte móvil, caja de engranajes para alimentación y desembrague automático, caja de engrajes de los rodillos, engranajes de rodillos alimentadores. Los primeros cuatro puntos utilizan aceite y el quinto grasa.
 - El lubricante debe ser cambiado cada seis meses en todos los puntos.
 - Realizar un recorrido diario de inspección, el cual incluirá: inspección del ruido producido por los engranajes, inspección del calentamiento de los soportes de los cilindros (debe ser tolerable al tocarlo con la mano).
 - Verificar que los cepillos raspadores cumplan su función, y cambiarlos cuando se deterioren.

Como consecuencia de las anomalías detectadas durante la inspección, deben desmontarse las partes con probabilidad de daño para su revisión y sustitución si han sufrido desgaste; esta actividad llevará a normalizar las piezas que se reemplazan periódicamente.

El personal debe ser previamente adiestrado para facilitar la detección de probables fallas, y para realizar las revisiones y reparaciones eficientemente.

Las características de los lubricantes utilizados son proporcionadas normalmente por el fabricante del equipo (densidad,



viscosidad, índice de goteo, etc.).

Todos los equipos y maquinaria de que consta un molino necesitan de un riguroso control para realizar un mantenimiento preventivo que rinda frutos. La razón fundamental es la función lineal de todo el equipo; con uno solo que falle, es necesario parar todo el molino mientras se realiza la reparación y se pone en funcionamiento de nuevo el mismo; además, un funcionamiento defectuoso provoca que el equipo siguiente en el diagrama reciba un producto que no reúna las condiciones que se requieren. Por ejemplo, una tela rota en un cernedor hará que producto más grueso llegue a un equipo diferente al que estaba destinado, y provoque obstrucciones y desperdicio, todo lo cual se evitará con un mantenimiento preventivo adecuado.

CONCLUSIONES



- 1.El rendimiento de un molino y la calidad del producto obtenido se relacionan directamente con el ajuste correcto de los bancos de cilindros.
- 2.Debido a que el endospermo constituye el 83% del grano de trigo, éste es el máximo rendimiento que se le podría extraer, sin embargo de la calidad de trigo que se trabaje depende el rendimiento que se obtenga. El ajuste de los bancos debe manipularse para acercarse lo más posible a este rendimiento.
- 3.La eficiencia de la limpia se relaciona directamente con el costo de producción, por lo que el propietario definirá qué calidad y a qué costo se desea obtener. El mantenimiento de los bancos se duplica cuando el trigo que llega a ellos lleva material extraño ajeno al trigo.
- 4.La función de los bancos de cilindros es triturar el trigo y llevarlo a la granulometría deseada a través de una graduación correcta.
- 5.El llamado método usual permite obtener información sobre el ajuste del banco con rapidez y llevarlo a punto de inmediato, pero llegar a dominarlo requiere bastante experiencia, y cada persona tendrá su opinión propia sobre cada banco.
- 6.El uso de los diagramas de trituración representa un ajuste más lento del equipo, pero más exacto, y además guardan un historial del comportamiento de cada banco, lo que hace posible que varias personas puedan usar el mismo criterio.

7. Es necesario que un molinero llegue a conocer el ajuste de un banco con el tacto del producto, más para llegar a dominar éste método, serán una gran ayuda las pruebas de granulometría y el historial del equipo, por lo cual el uso de ambos métodos es lo más beneficioso.
8. El hecho de detectar por medio del mantenimiento predictivo un estriado desgastado y cambiarlo, reduce compresión y aumenta el efecto de corte, lo que conlleva un ahorro de energía y costos.
9. Al tener un buen acondicionamiento del trigo (humidificación), se obtendrá un desprendimiento más fácil del afrecho y el endospermo, y una reducción más fácil del tamaño de las partículas en los bancos, con lo cual se ampliará la vida útil de los cilindros y se reducirá el mantenimiento necesario.
10. El paralelismo de los rodillos es fundamental para obtener bajo afrecho y calor, y así no afectar el cernido ni el rendimiento; la obtención de este paralelismo es parte del ajuste de bancos.

RECOMENDACIONES



1. Es necesaria la sección de prelimpia, debido a que las impurezas o materiales extraños al trigo reducen la capacidad de las máquinas y de los elementos de transporte.
2. Hay que tomar las precauciones necesarias para evitar accidentes (aspiraciones, evitar chispas, no tener sectores muy encerrados, etc.), debido a que el polvo de trigo y otros cereales son sumamente explosivos.
3. Es conveniente distribuir uniformemente el producto a lo largo de toda la superficie de los cilindros por medio de los rodillos alimentadores, para tener una adecuada distribución de la carga.
4. Se debe elaborar un programa de cambio de rodillos, para asegurar una buena extracción y calidad de harina, y para saber cuándo un par de cilindros es necesario cambiarlos, y tener nuevos rodillos listos para reemplazarlos.
5. Se necesita una balanza para regular la cantidad de trigo que ingresa a la molienda; al aumentar o disminuir la carga, el valor de extracción cambiará, por lo que regular el flujo de producto es clave para obtener una buena eficiencia de los bancos.
6. Es necesario tener definido para cada banco: tipo de estriado, posición de los rodillos si el estriado es asimétrico, número de estriás por centímetro, relación de velocidad entre los rodillos y grado de espiralidad de las estriás.
7. Se estima conveniente la utilización del método sugerido como

parte de la capacitación de cualquier persona que tenga a cargo un grupo de bancos.

BIBLIOGRAFIA



1. DOUNCE, Enrique. La administración en el mantenimiento. México: s.p.i. 1,973. 486 pp.
2. McINTIRE, P. Roll corrugations. Estados Unidos de América: s.p.i. 1,969. 46 pp.
3. ROHNER, Arthur. Mecánica para molineros. A. Manzarieque. Suiza: s.p.i. 1,988. 344 pp.
4. Bulletin of Milling. Boletín informativo de molinería. Association of Operative Millers; Año VI, No. 4. Estados Unidos de América: s.p.i. 1,965.
5. Course in Flour Milling. Folleto informativo de producción de harinas. Association of Operative Millers. Estados Unidos de América: s.p.i. 1,950.
6. Diagrama. Revista para clientela de empresas Buhler. Buhler Hermanos S.A.; Fascículo 98. Suiza: s.p.i. 1,991.
7. Molienda de Trigo. Revista anual informativa. US Wheat Associates. Panamá: s.p.i. 1,992.
8. Principles of Milling. Boletín único sobre molinería. International Grain Program. Estados Unidos de América: s.p.i. 1,977.

