

EL DIAGRAMA DE MOLIENDA DE TRIGO BLANDO

DISEÑO, INTERPRETACION Y PUNTOS CLAVE

Ramon Ganyet.- ASESORIA TECNICA Y ESTUDIOS

RAMON GANYET FITO

ASESORIA TECNICA Y ESTUDIOS

www.ramon.ganyet.com

Seguramente que al leer el título del presente trabajo, la primera reacción sea la de pensar, que nada nuevo puede aportarse cuando se habla de diagramas de molienda.

Sin embargo, en un diagrama existen una serie de aspectos que no a todos los profesionales les son familiares y sobre los que vamos a intentar profundizar en este estudio.

Decía H. Nuret, profesor de Molinería de la ENSMIC de París, posiblemente el mejor experto en esta materia que ha existido, y de quien me honro de haber sido alumno y amigo, que “ **Teóricamente, la molienda del trigo se podía resumir en dos fases: Separar la almendra harinosa del salvado y del germen y reducir**

esta almendra en gránulos suficientemente finos y puros para merecer en nombre de HARINA”.

Así de sencilla es la definición. Sin embargo, a la hora de poner en práctica este proceso de forma industrial, aparecen los problemas que él tan bien supo resolver y divulgar.

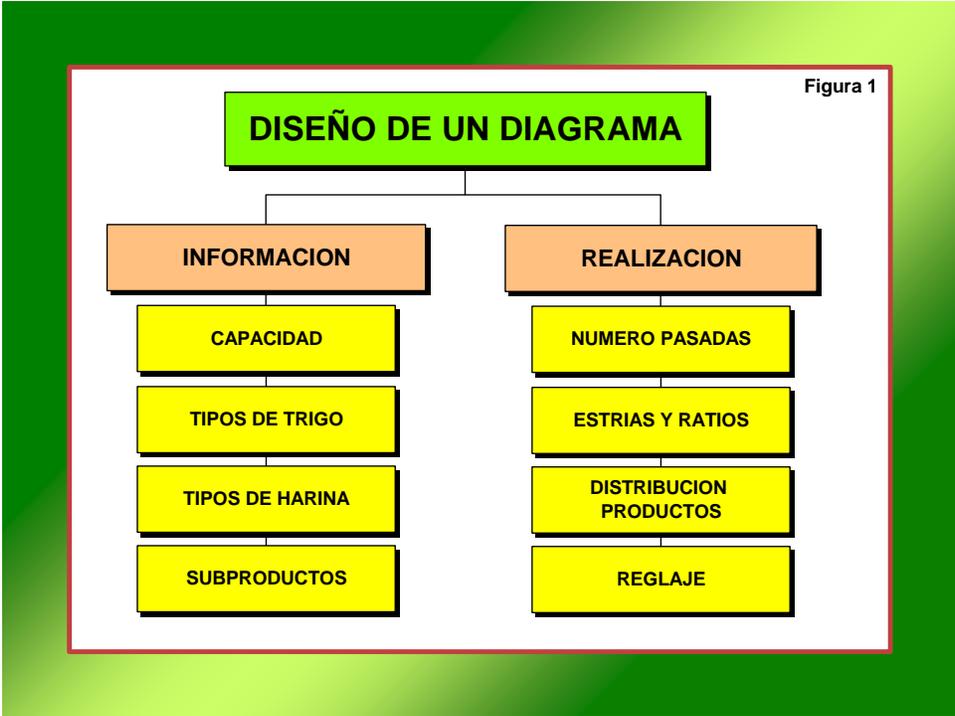
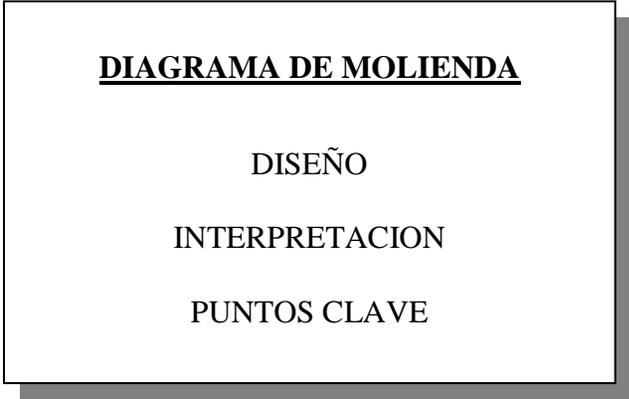
Todos estamos más o menos familiarizados con un diagrama de molienda. Sin embargo, en la práctica, o bien nos lo encontramos hecho, cuando llegamos a un molino, o bien forma parte de la documentación técnica que nos entrega la empresa constructora de la instalación, si se trata de un molino nuevo.

No obstante, cuando observamos un diagrama, podemos formularnos varias preguntas que no siempre sabremos contestar. Por ejemplo:

- **¿Cuál ha sido el espíritu o la filosofía del que confeccionó el diagrama?.**
- **¿Cuáles fueron los criterios de reglaje que se emplearon al crearlo?.**
- **¿Por qué utilizó tal o cual tipo de estría y su posición?**
- **¿Cómo encaja el tipo de diagrama con las características de los trigos a moler?**
- **¿Y con las harinas a elaborar? ¿Es este el mejor diagrama para conseguirlas?**
- **¿Por qué se hizo una determinada clasificación de los productos?.**

Estas son solamente algunas de las cuestiones que podríamos preguntarnos y que generalmente pasan desapercibidas, limitándonos muchas veces, a servirnos del diagrama simplemente para ver a dónde van destinados determinados productos y cuál es el número de una enteladura de tamiz que debemos sustituir.

En todo diagrama existen tres aspectos fundamentales que es necesario considerar y que son el eje del título de este trabajo



DISEÑO

El diseño de un diagrama, corresponde al criterio que se sigue en el momento de concebirlo y de confeccionarlo y obedece a los diferentes sectores que lo configuran. A saber:

1. Capacidad del molino.
2. Tipo de trigos a molturar.
3. Tipos y características de las harinas a elaborar
4. Tipos de subproductos a obtener
5. Número de pasadas. Diagrama corto/largo, según los puntos 2 y 3.
6. Estrías y ratios o relaciones tecnológicas.
7. Distribución de los productos
8. Reglaje del molino.



CAPACIDAD DEL MOLINO

Es del todo evidente que todo diagrama debe ser concebido con relación a la capacidad que va a tener que garantizar el molino en un periodo que

convencionalmente se estipula en 24 horas de trabajo. Este dato viene siempre dado por el propietario del molino.

También es evidente, que existen, como veremos más adelante, unos parámetros que se mueven dentro de ciertos márgenes y que llamamos **relaciones tecnológicas** y que son los que nos dan una idea aproximada del conjunto de máquinas que vamos a utilizar para conseguir el objetivo propuesto.

A pesar de ello, estos datos no son matemáticos y son tributarios de una serie de factores que inciden de manera concreta, a la hora de definir el parque de maquinaria que va a configurar el conjunto del molino.

TIPOS DE TRIGO A MOLER.

Una vez definida la capacidad es necesario conocer el trigo o los trigos que, en términos generales le corresponderá moler. Una detallada información sobre

- **los tipos,**
- **la procedencia,**
- **las características de vitrosidad,**
- **su humedad natural,**
- **su peso al Hl. y**
- **si se trata de trigos de gran fuerza o panificables,**

nos dará el punto de partida para empezar a iniciar la configuración preliminar del diagrama en cuestión.

TIPOS Y CARACTERISTICAS DE LAS HARINAS.

Otro dato muy importante, es conocer cómo han de ser las características de las harinas que hay que elaborar con estos trigos.

Si estas harinas deben ser :

- **finas o granulares,**
- **con mayor o menor cantidad de almidones heridos**
- **si hay que incrementar o no la actividad amilásica o**
- **si la relación alveográfica de P/L debe modificarse.**

Esta es una información indispensable de la que hay que disponer necesariamente, puesto que debe formar parte de los principales puntos a tener en consideración para la definición del diagrama que nos ocupa.

TIPOS DE SUBPRODUCTOS.

Aunque parezca un apartado de poca importancia, el tipo o tipos de subproductos a elaborar con el diagrama, reviste asimismo su interés.

Es preciso conocer si los **salvados deben ser finos** o preferible **anchos**, si se mezclan o no **con los subproductos** y si hay que **extraer el germen**.

Los cuatro puntos vistos hasta este momento, constituyen lo que podríamos llamar la **INFORMACIÓN**, y son los que permiten conocer los datos necesarios para proceder a la **ELABORACIÓN** del diagrama propiamente dicho.

Gracias a ellos, se perfilan los conceptos básicos para la configuración del diagrama de molienda, los cuales permitirán establecer:

1.- NUMERO DE PASADAS.

El número de pasadas que va a contener un diagrama es uno de los capítulos más importantes del mismo.

El criterio de “**Diagrama corto o largo**” viene dado por este concepto y debe estar el equilibrio entre la información proporcionada por los puntos

- 1 Capacidad del molino**
- 2 Características de los trigos**

Y la suministrada por

- 3 Tipos y características de las harinas**
- 4 Tipos de subproductos.**

Este equilibrio dará el diseño más adecuado, el cual va a permitir:

- **Extraer mucha o poca cantidad de harina en las pasadas de trituración.**
- **Prever las enteladuras adecuadas a la naturaleza de los trigos y a las características de las harinas.**
- **Estriar o no las pasadas de cabeza de Reducción o de Compresión.**
- **Definir el diámetro y velocidad diferencial de los cilindros.**
- **La conveniencia o no, de comprimir mucho las semolinas.**
- **El número de clasificaciones de las sémolas, etc.**

2.- ESTRIAS Y RATIOS TECNOLOGICOS

Una vez conocidos los datos que permiten establecer el esqueleto del diagrama, es el momento de definir las características y forma de trabajo de las **estrias** y los **ratios tecnológicos**, expresados de forma convencional en:

mm. / 100 Kg. / 24 horas, para los molinos

m² /100 Kg. / 24 horas, para el cernido

Ello dará la longitud total de generatriz de molienda así como el total de metros cuadrados de cernido a emplear en el molino, para adaptarlos posteriormente al número de pasadas previsto.

Definidas estas pasadas y de acuerdo con los datos anteriores, corresponderá establecer el

número de estrias por cm., los ángulos y su posición de trabajo

ya que todo ello debe responder al criterio establecido de antemano de concepción del diagrama y del reglaje del mismo.

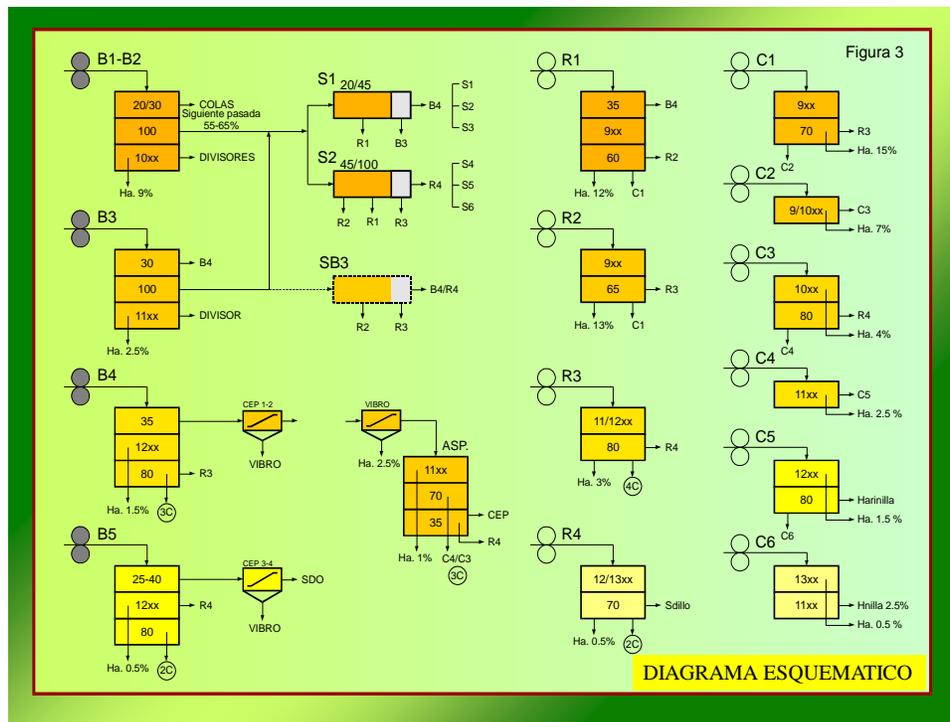
En cuanto al cernido, establecida la superficie total en metros cuadrados, el número de pasadas y por lo tanto el número total de tamices, es necesario establecer los porcentajes de los mismos que hay que destinar a cada uno de sus cometidos

Extracción de productos gruesos

Cernido de harina

Clasificación de productos intermedios y finos

De la forma representada en la FIG 3



DISTRIBUCIONES DE LOS PRODUCTOS.

La distribución de los productos dentro del diagrama constituye el entramado más importante del mismo y deben ser clasificados de manera que sean lo más homogéneos posible, y lo más semejantes posible en tamaño y calidad.

No pueden mezclarse productos limpios y puros con productos sucios y vestidos, como tampoco productos gruesos con otros de finos. El trabajo de las estrías, pensadas para trabajar sobre mercancías homogéneas, o los cilindros lisos con presiones adaptadas a los productos de una pasada correspondiente, efectuarían de forma desastrosa su trabajo.

Dentro de lo que constituye el conjunto de productos que circulan simultáneamente por el diagrama, podemos distinguir los siguientes grupos

- **Productos de primera calidad.**
- **Productos intermedios**
- **Productos de baja calidad**
- **Productos terminados.**

Productos de primera calidad.

Lo constituyen los formados por aquellos fragmentos del grano y preferentemente del interior del mismo, más gruesos, más ricos en almendra harinosa y más puros y son los que se encuentran en las primeras pasadas de los diferentes sectores del diagrama. Son los de mejor calidad y son muy fáciles de purificar.

Productos intermedios

Son aquellos productos de mediano tamaño, semivestidos y que contienen fragmentos de salvado en gran cantidad. Son difíciles de clasificar y deben ser tratados necesariamente por cilindros lisos, si no se quiere correr el riesgo de oscurecer la harina.

Productos de baja calidad.

Están formados por aquellos que están prácticamente terminados, que contienen poca harina y que son muy oscuros. Es preciso evitar el que sean tratados con excesiva brutalidad, puesto que la harina resultante de los mismos confiere, a la harina general, unas características indeseables.

Productos terminados.

Como su nombre indica, nos referimos a la harina y al salvado, obtenidos de una molienda racional y bien conducida.

REGLAJE

A la hora de confeccionar un diagrama, es absolutamente necesario concebir asimismo un reglaje.

Hay una norma muy concreta y que define con precisión lo que estoy exponiendo:

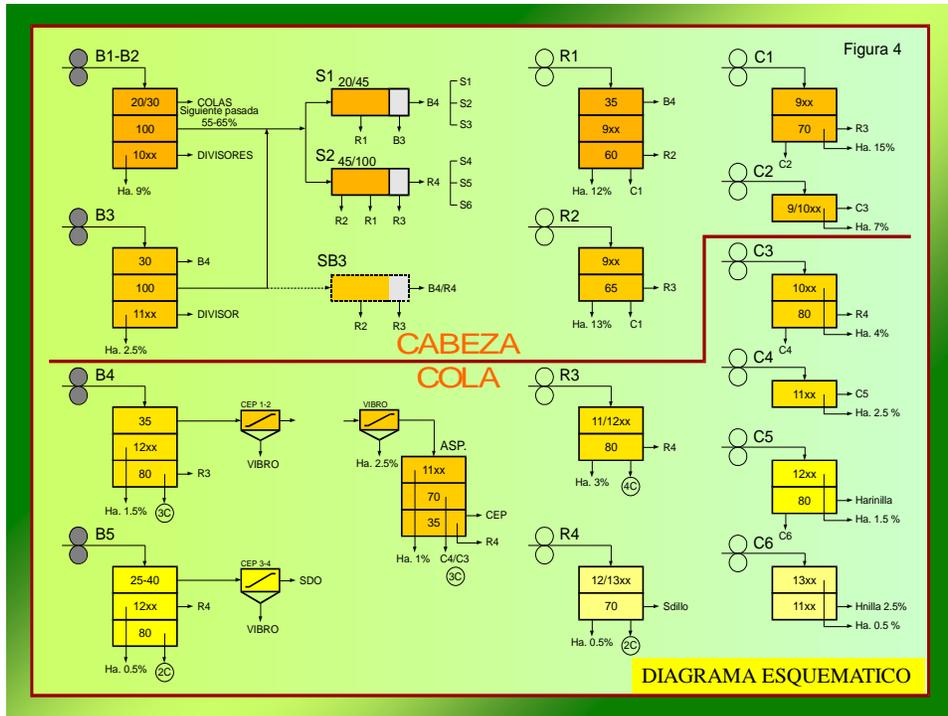
“Para cada diagrama existe un reglaje para el que fue concebido, e inversamente, a cada reglaje que se quiera efectuar, habrá que adaptar el diagrama al mismo.”

Si a un diagrama no se le da el reglaje que le corresponde, los resultados obtenidos serán catastróficos.

Un diagrama largo, con productos de la cuarta Trituración enviados a los sadores, con muchas pasadas de Reducción y de compresión, no se puede regular con ataques intensivos en las primeras pasadas, puesto que los productos que accederán a las últimas serán muy oscuros y de mala calidad, dando harinas sucias, con altos contenidos en cenizas e impalpables.

Asimismo, un diagrama corto, no se puede regular con suavidad, puesto que las últimas pasadas estarán llenas de productos de excelente calidad que no les corresponden, aparte de que no será posible terminar la molienda de forma a obtener el rendimiento adecuado.

Cuando nos encontramos frente a un diagrama por primera vez, procede estudiarlo con detenimiento, captar la filosofía del mismo, analizar las destinaciones de los productos, ver la clasificación de los mismos y finalmente adecuar el reglaje a la correcta interpretación que se haga del mismo.



INTERPRETACION DE UN DIAGRAMA.

Un diagrama de molienda hay que imaginarlo como un entramado formado por líneas verticales y horizontales que configuran una cuadrícula, puesto que se puede leer tanto en el sentido vertical como horizontal.

En esta cuadrícula imaginaria, hay que situar en trigo en primer cuadro superior izquierdo. A partir de este punto y avanzando verticalmente hacia abajo y horizontalmente hacia la derecha de forma simultánea, habremos trazado una diagonal que nos llevará a la punta inferior izquierda, que es el punto final del diagrama y donde están los productos más sucios, apurados y terminados.

Si bien esta descripción es muy esquemática, cabe decir, en otros términos, que a medida que descendemos verticalmente dentro de cada uno de los sectores del diagrama, (Trituración, Reducción y Compresión) o a medida que avanzamos en el sentido horizontal, de izquierda a derecha, los productos decrecen en tamaño y en calidad. De ahí que la correcta clasificación de los productos revista una enorme importancia.

En la fig. 4, se ha representado el proceso de empobrecimiento de la calidad de los productos, mediante una degradación en el color, de manera que la intensidad va haciéndose más pálida y suave a medida que avanzamos en las tres líneas fundamentales del diagrama.

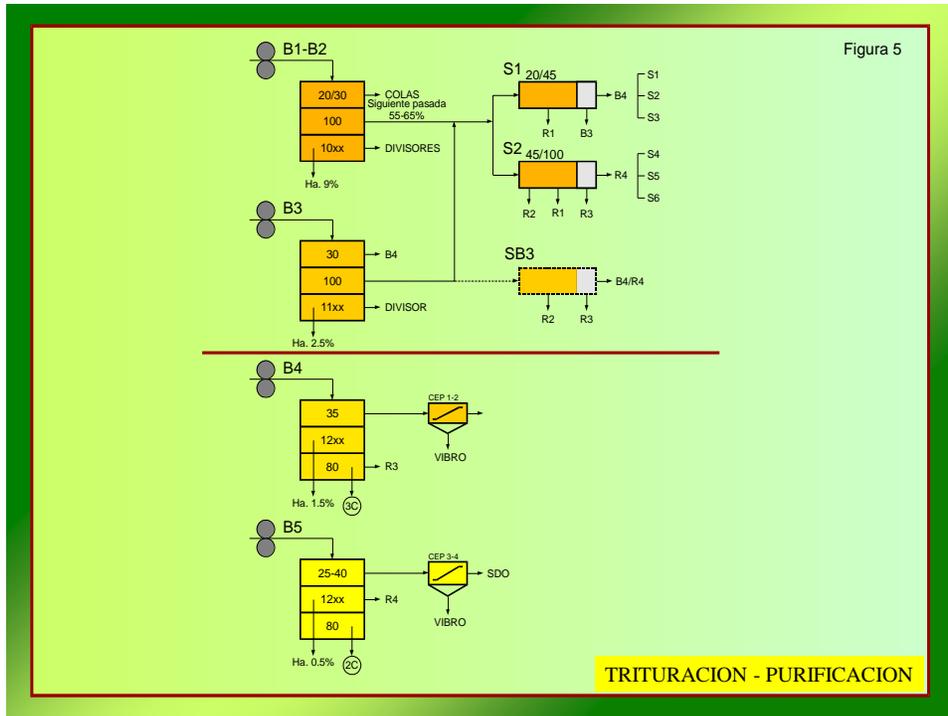
El diagrama se puede dividir verticalmente en cuatro principales sectores o columnas:

- **Trituración** (con sus Divisores o Secadores y Cepilladoras de Salvados y clasificación de filtros.
- **Sasaje** o purificación de las sémolas
- **Reducción** de las sémolas
- **Compresión** propiamente dicha.

Si la división se hace de forma horizontal, aparecen dos subsectores, que es necesario remarcar y que no son menos importantes que los anteriores, y que constituyen lo que se denomina:

- **Cabeza**
- **Cola**

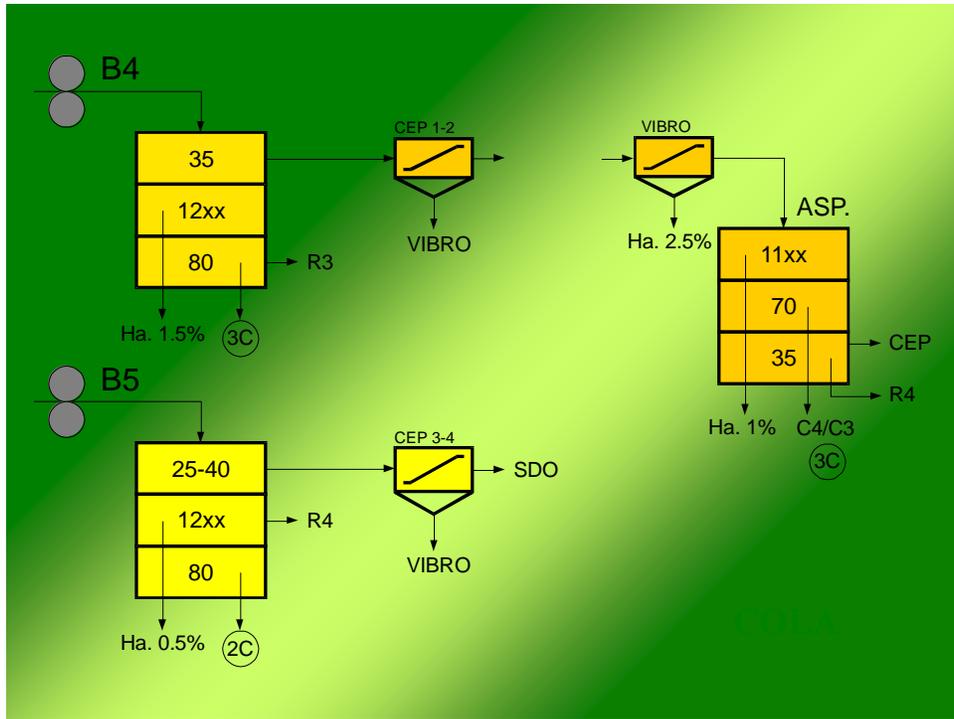
De cada uno de los sectores descritos y por lo tanto del diagrama. En consecuencia, los productos de primera calidad se mantienen en el sector superior horizontal, y los de segunda y tercera calidad, descienden hacia el sector inferior denominado cola.



CABEZA DE TRITURACION

La cabeza de Trituración está compuesta por las tres primeras pasadas de este sector, en un diagrama de 5 pasadas. Cuando existen solamente 4 de ellas, la tercera se considera a caballo entre la cabeza y la cola.

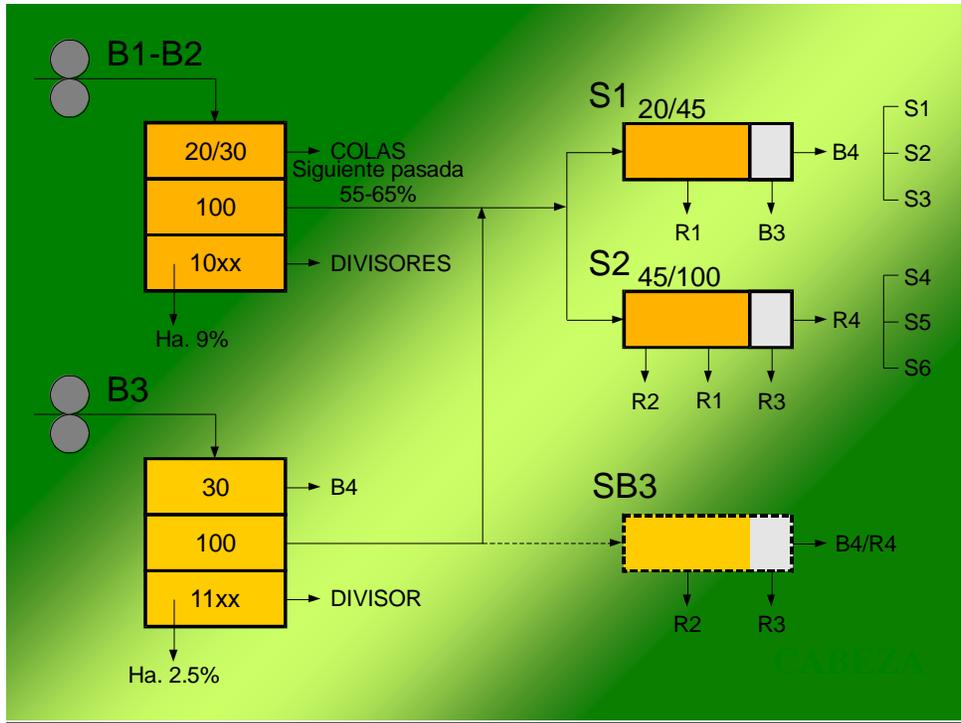
Lógicamente, la misión de esta parte del diagrama consiste en liberar la máxima cantidad de productos de primera calidad, que después de ser purificados y clasificados por los sasores, alimentarán a su vez también la cabeza de los sectores de Reducción y de Compresión.



COLA DE TRITURACION

La cola la constituye las dos últimas pasadas junto con las cepilladoras correspondientes.

La misión de la cola es fundamentalmente para la terminación y el apurado de los salvados, complementada por la acción del cepillado de los mismos. De esta parte de la trituración, no debe de obtenerse productos buenos, de ser así, el reglaje de la cabeza no habría sido correcto.



SASAJE

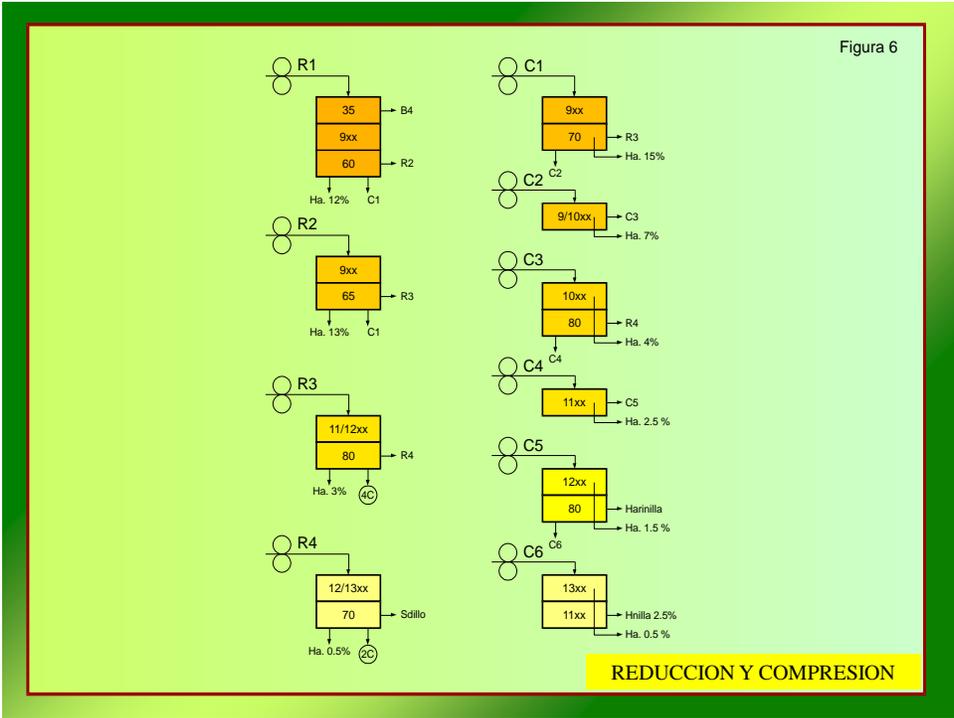
Esta fase del diagrama, además de encargarse de la purificación de las sémolas, podría definirse como la parte que actúa de equilibrio en la repartición y distribución de las mercancías entre la cabeza de Reducción y de Compresión.

Sabemos que el tamaño de las sémolas aptas para ser purificadas en los sasores, oscila entre el nº. 20 TM. (1140 μ) y el nº. 90 ÷ 100 TM. (≅ 200 μ).

El número de sasores necesarios viene dado del hecho de que el conjunto de sémolas a purificar, constituye, según tipos de trigos y sobre todo el tipo y posición de las estrías, aproximadamente de un 55 a un 65 % del total del trigo que entra en la 1ªT. y que la carga que, por término medio puede absorber un sasor para efectuar un trabajo correcto, es de unos 200 – 225 Kg. Hora dm. de anchura de tamiz. (En las sémolas gruesas, la carga admisible es superior a la de las sémolas finas)

Como puede observarse en el diagrama tipo presentado, el número de divisiones que pueden efectuarse, para la clasificación de este conjunto de sémolas procedentes de la cabeza de la Trituración, es de un mínimo de dos para molinos pequeños y de un máximo de 6 para molinos muy grandes, con las delimitaciones granulométricas comprendidas entre 20 / 45 TM. para la primera clasificación y el intervalo 45 / 100 TM. para la segunda, que a su vez se subdividen hasta un número máximo de seis clasificaciones.

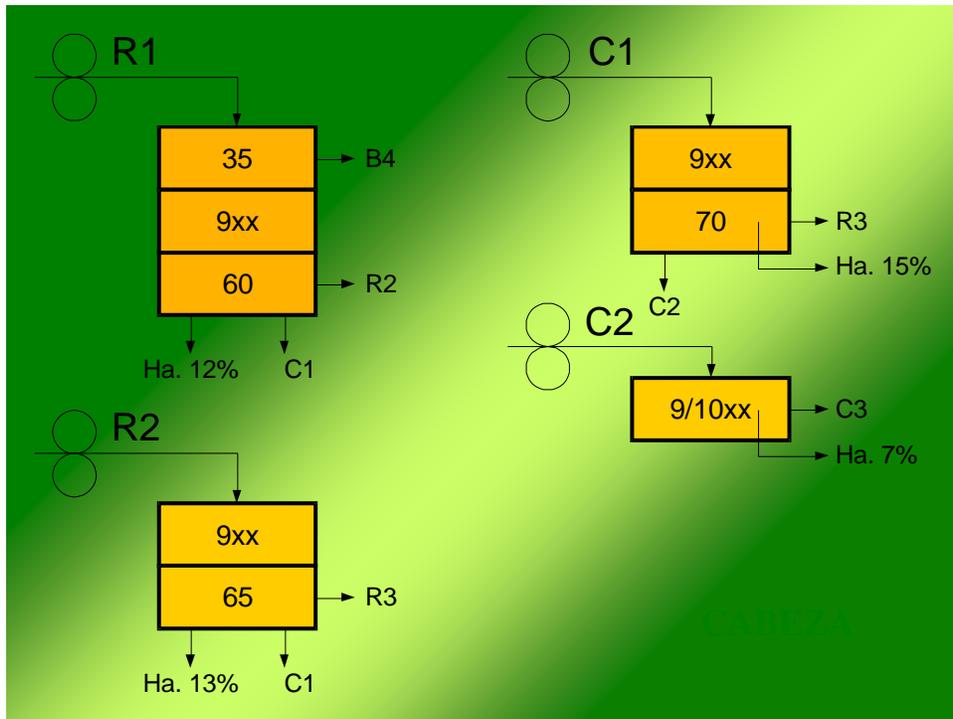
Hay la posibilidad de purificar las sémolas gruesas de la 3ª Trituración independientemente de las de las dos trituraciones primeras, en molinos de una cierta importancia (a partir de las 120 -130 Tm. 24 horas.)



REDUCCION Y COMPRESION.

Hemos dicho que uno de los puntos más importantes de un diagrama es la clasificación de los productos y que éstos, deben de ser semejantes en tamaño y en pureza.

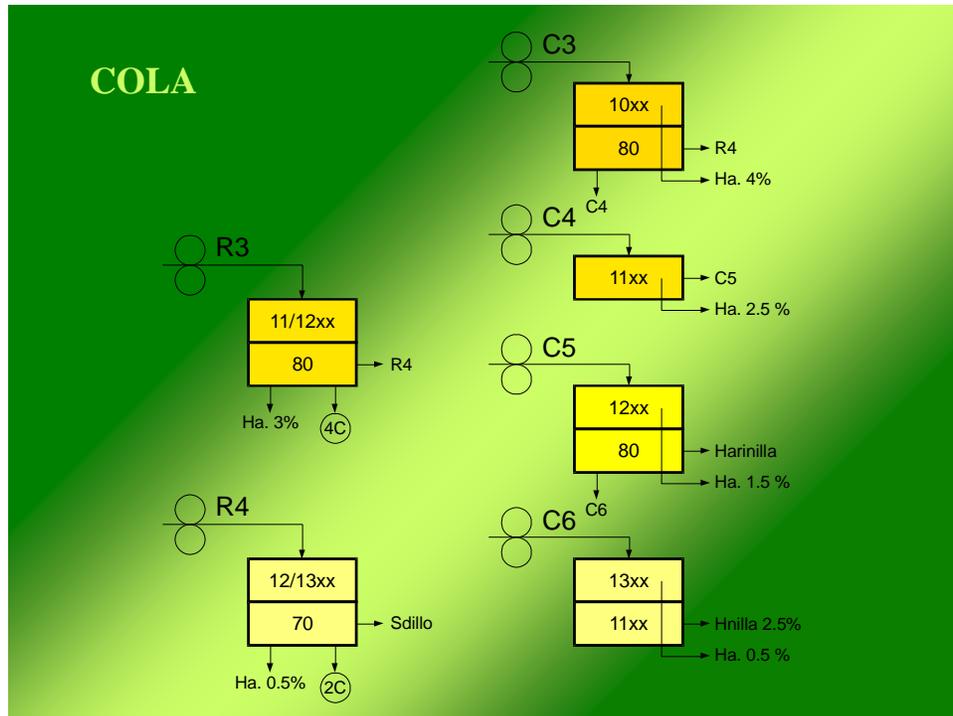
También aquí se subdividen los sectores en cabeza y cola, como se presenta en la fig. siguiente, constituyendo esta parte las dos primeras pasadas de cada uno de los mencionados sectores.



El sector de Reducción es el encargado de recibir los productos gruesos y puros procedentes de los purificadores. La abertura de malla que delimita los productos que deben permanecer en el sector Reducción y los que deben pasar al de Compresión es de aproximadamente 300μ , equivalentes a los números 65-70 TM.

Es evidente que aunque la abertura de malla delimite el tamaño de los productos, a medida que se avanza hacia el final de la serie de Reductores, la pureza de los mismos va empeorando.

Las mencionadas 300 μ sirven para mantener la homogeneidad de los productos que, en extracción, son enviados a la Compresión, la cual a su vez, disminuye de calidad y pureza, a medida que se va descendiendo hasta el final de la serie, intercalando de vez en cuando tamices de purga, cuyas colas se mandan a las reducciones finales.

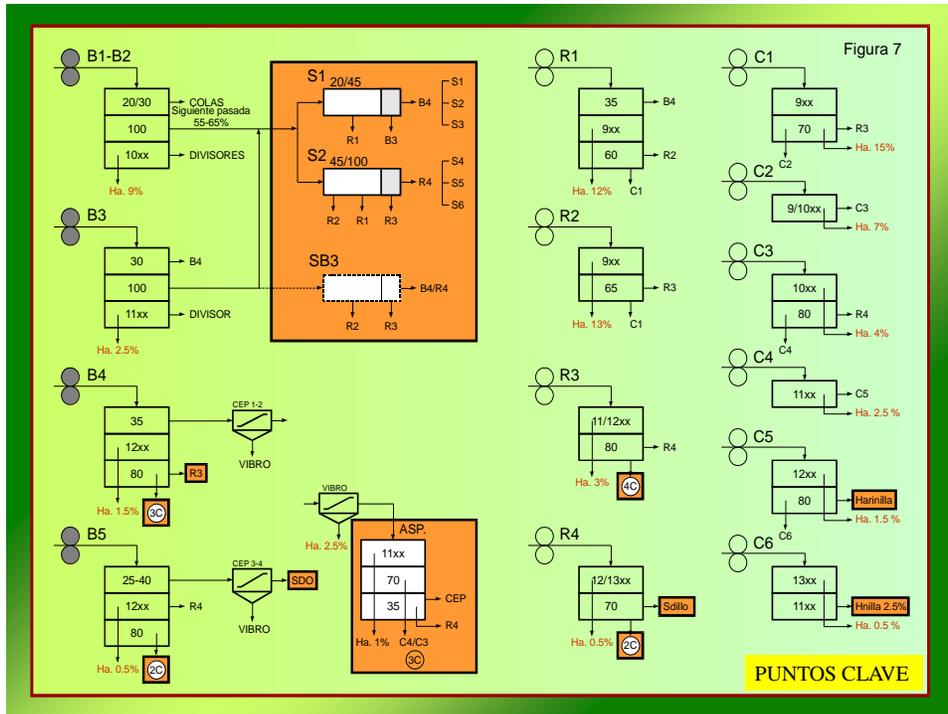


Nada interesante que decir sobre los productos que reciben las pasadas de cola, tanto de la Reducción como de la Compresión. Simplemente que deben de asegurar la correcta terminación de a molienda.

PUNTOS CLAVE

En todo diagrama existen unos puntos determinados llamados Puntos Clave, Capaces de suministrar una información clara sobre los siguientes puntos:

- **Si el diagrama ha sido debidamente concebido**
- **Si el reglaje ha sido correctamente efectuado**
- **Si las estrías están en buen estado**
- **Si la clasificación de los productos es la adecuada.**



En mis años de experiencia como Consultor Técnico, he tenido ocasión de tener que estudiar o analizar muchos diagramas, primero sobre el papel y a continuación comprobar sobre el terreno de la realidad del molino, todo aquello que había detectado al observarlo.

Puedo asegurar que en el molino, aparte de la lógica inspección ocular y táctil de las distintas pasadas de molienda debajo de los cilindros, la inspección de estos Puntos Clave, aporta la más completa información sobre el estado del molino y su regulación, así como las pautas a seguir para solucionar las eventuales anomalías.

Si observamos la FIG. 7, podemos comprobar cuáles son estos Puntos Clave que he mencionado y que figuran dentro de unos rectángulos de color intenso. Son los siguientes:

- **Producto 30-50 TM del T-3 que puede ir a su sabor correspondiente (o a la Reducción 3ª caso de molinos pequeños).**
- **Producto de T-4 a R-3.**
- **Uniformidad tamaño / calidad en los productos que alimentan los sadores.**
- **Colas de las vibrocentrífugas de los productos de aspiración.**
- **Clasificación del cernido de los productos de las colas de las vibros.**
- **Productos marcados en el diagrama con un círculo.**
- **Naturalmente los productos terminados. (Harinas y subproductos, así como las harinas de cada pasada, sobre todo la 2ª harina si existe)**

El producto 30-50 TM. (725-416 μ) del T-3 indica cómo se efectúa la regulación de la cabeza de la trituración, puesto que debe ser un producto idóneo para ser enviado al Sador T-3 en molinos grandes o al R-3 en molinos pequeños. Su calidad debe ser la de un producto semivestido con alguna sémola recuperable.

En cuanto al producto T-4 a R-3, este es un producto realmente puntual, puesto que debe estar completamente desprovisto de almendra. y por lo tanto de sémola. De ser demasiado bueno indica que lo se está efectuando correctamente el trabajo en las trituraciones precedentes.

Las sémolas que alimentan cada sador deben ser uniformes, sobre todo en tamaño y también en calidad. Las enteladuras de los mismos están pensadas para que, con la ayuda del aire, la purificación y la calibración de aquellas se efectúe de la mejor manera posible, Si las sémolas son heterogéneas, la calibración no se efectuará correctamente y el resultado será la obtención de sémolas sucias en extracción.

También las colas de las vibrocentrífugas nos indican si los productos que llegan a las mismas son los ideales, para poder ser tratados por las mismas. En muchos casos se manda a ellas productos demasiado gruesos que luego presentan problemas a la hora de clasificarlos y que son enviados demasiado atrás del diagrama.

Por eso es tan interesante además, ver los productos que clasifica el plansichter correspondiente al cernido de las citadas colas. Los productos de aspiración y de cepilladoras, que aparentemente parecen volátiles e impalpables, contienen semolinas finas y muchas veces puras, que es necesario reducir, por lo que no se puede correr el riesgo de enviarlas demasiado hacia el final del diagrama, si queremos terminar correctamente.

He tenido la ocasión de observar en varias fábricas cómo se perdía un cierto porcentaje de rendimiento por dejar “escapar” estas semolinas sin terminar.

Por lo que se refiere a los productos marcados por un círculo, la inscripción interior (2C ó 3C.), **indica el número de compresiones necesarias que deben sufrir cada uno de ellos para poder garantizar una correcta terminación de los mismos.**

Finalmente y obviamente, hay que observar los productos terminados, que dan la pauta final al proceso.

No hablaremos aquí de la tabla cualitativa - cuantitativa de productos, por ser de sobra conocida por todos. Si se ponen las destinaciones de cada pasada del diagrama, con las telas limitantes, se obtiene la uniformidad o la heterogeneidad de los productos recibidos por cada una de las pasadas. Volveremos en otra ocasión sobre este tema.

Creo que el presente trabajo permitirá a los asistentes y a los lectores, tener una idea concreta de la correcta interpretación de un diagrama de molienda de trigo blando.

Cabe recordar simplemente, y ello afecta tanto en el momento de la creación de un diagrama como a la hora de efectuar su regulación en fábrica, que :



Conferencia pronunciada en Guadalajara (México)
Septiembre 1997.