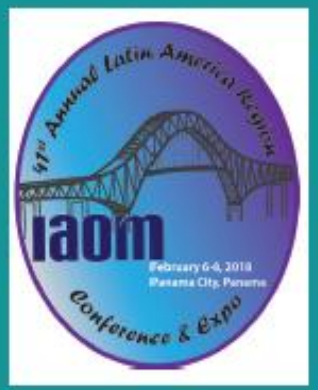


IAOM Taller pre-conferencia para la region Latinoamericana

presentato por

Enzo Galluzzo, ESLAMO

6 de febrero, 2018
Marriott Panamá Hotel
Panama City, Panama

Mill Process Audit & Optimization

Auditoria de procesos de molienda y optimización

International Association of Operative Millers
12351 W. 96th Terrace, Suite 100 | Lenexa, KS 66215 USA
P: +1 913-338-3377; F: +1 913-338-3553
E: info@iaom.info

WWW.IAOM.INFO

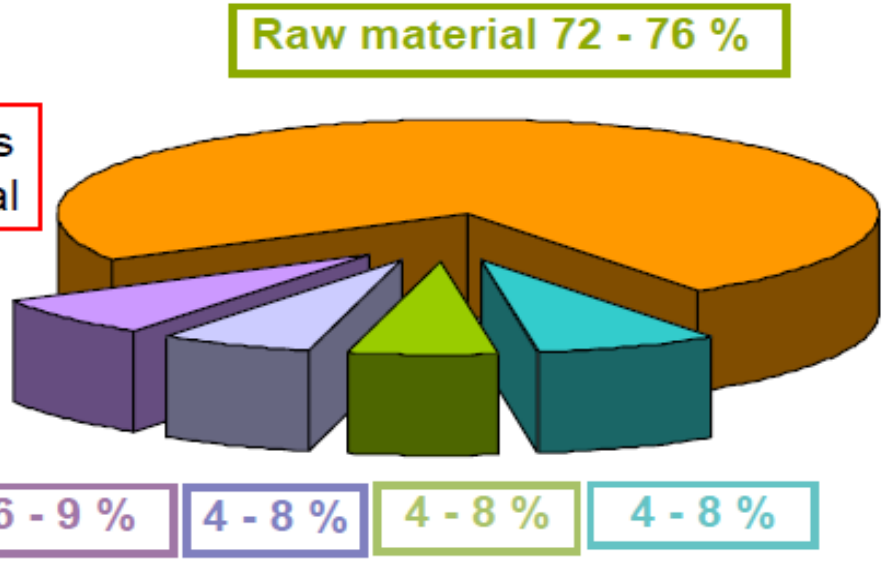
BIO Enzo Galluzzo Franzese

- + 22 años como profesor de ESLAMO
- + 27 años en la Industria Molinera
- + 4.000 alumnos a todo largo de Latinoamérica
- Intercambios tecnológicos y formación en el área de molinería en diversos Suiza, Italia, Alemania, Canadá y EEUU.
- Estudios formales en Ingeniería, Administración, Posgrado en Gerencia de Empresas, Investigación de Operaciones y MBA.

La Estructura de Costos de forma general de un Molino de Harina de Trigo es la siguiente:

Raw material	**72 - 76 %**
Production:	**6 - 9 %**
Energy	3 - 4 %
Staff	2 - 4 %
Maintenance	~1 %
Distribution:	**4 - 8 %**
Packing	~2 %
Transportation	~2 %
Staff	~2 %
Marketing	~1 %
Capital cost:	**4 - 8 %**
Amortization	~4 %
Interest	~4 %
Profit	**4 - 8 %**

Savings potential



Tres (3) puntos de extracción generarían ahorros casi para cubrir los costos del personal de producción

¿Qué molino tiene mejor desempeño operacional?

MOLINO "A"	
YIELD / EXTRACTION (%)	78,11
ENERGY COMSUPTION (Kwhr/Tm)	80,45
EDT (%)	3,10%
SDT (%)	9,70%
RUNNING TIME (%)	77,87

MOLINO "B"	
YIELD / EXTRACTION (%)	75,98
ENERGY COMSUPTION (Kwhr/Tm)	81,71
EDT (%)	0,90%
SDT (%)	5,60%
RUNNING TIME (%)	87,94

FLOUR ASH d.b. (%)	0,597
WHEAT ASH d.b. (%)	1,66
YIELD / EXTRACTION (%) TEORIC	80,33

FLOUR ASH d.b. (%)	0,591
WHEAT ASH d.b. (%)	1,87
YIELD / EXTRACTION (%) TEORIC	76,35

El Molino “B” tiene menor rendimiento en T1/B1 al compararlo con el Molino “A”, pero la diferencia entre el rendimiento teórico vs. real es mejor para el Molino “B”.

Rendimientos / Extracciones Esperadas
Curvas de Cenizas

% Extracción = 100* (6-1.80) / (6-CM)

Donde:

- 6 = Cenizas del Salvado (K)
- 1.8 = Cenizas de Trigo Entero
- CM = Cenizas de la Muestra

Cálculos perdidas por disipación de Calor

PDC(kgs) = ((HT1-HH) x (EH/100)) /100-HT1) + ((HT1-HS) x (ES/100)) /100-HT1) x CP

Donde:

- HT1= Humedad Primera Trituración
- HH = Humedad Harina
- EH = Extracción Harina
- HS = Humedad Salvado
- ES = Extracción Salvado
- CP = Cantidad Procesada

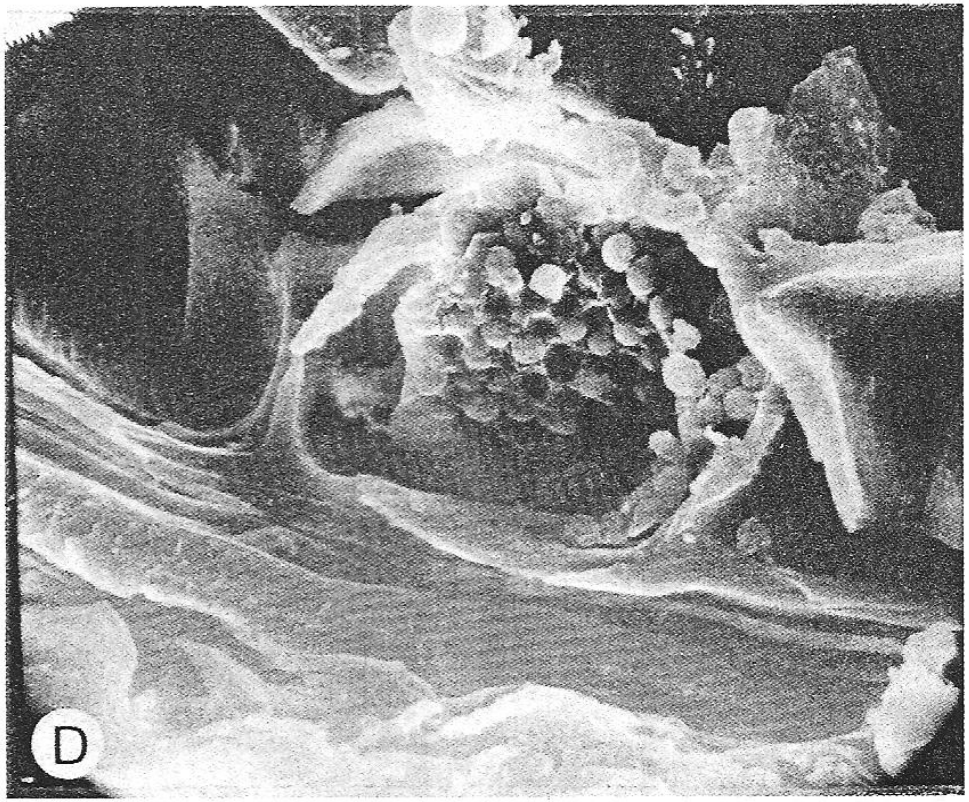
Distribución Porcentual de Materia Seca Total del Salvado entre las Capas Individuales

	Porcentaje del Trigo entero	Porcentaje del Salvado
Epidermis	3.9	26.9
Capa de células cruzadas	0.9	6.2
Testa	0.6	4.2
Aleurona y hialina	9.1	62.7
Total	14.5	100

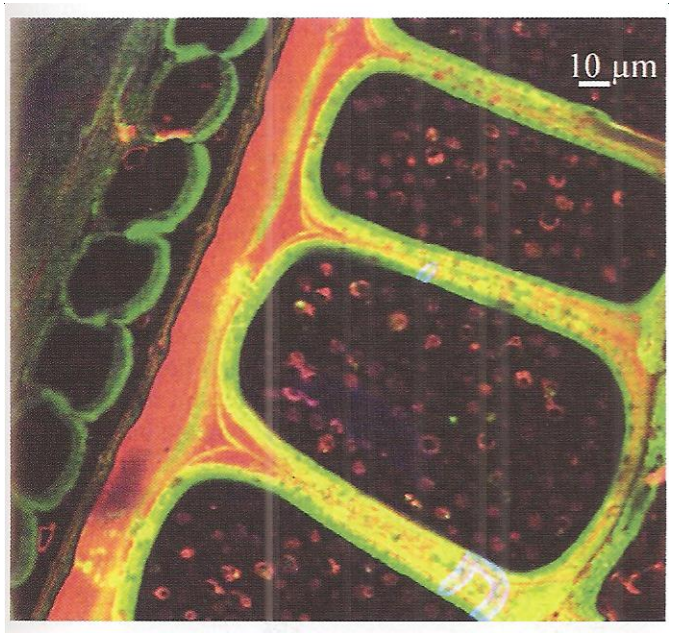
Grosor Medio de Aleurona, Salvado Menos Aleurona y Salvado Entero

	Aleurona µ	Salvado menos Aleurona µ	Salvado entero µ
Granos grandes	46.6	60	106.5
Granos pequeños	46	55.5	101.5
Todos los granos (valor medio)	46	58	104
Rango de valores	32-55	39-73	-
Desviación estándar	4.6	7.0	-
S.E. de la media	+/- 1.04	+/- 2.18	-

La capa de Aleurona

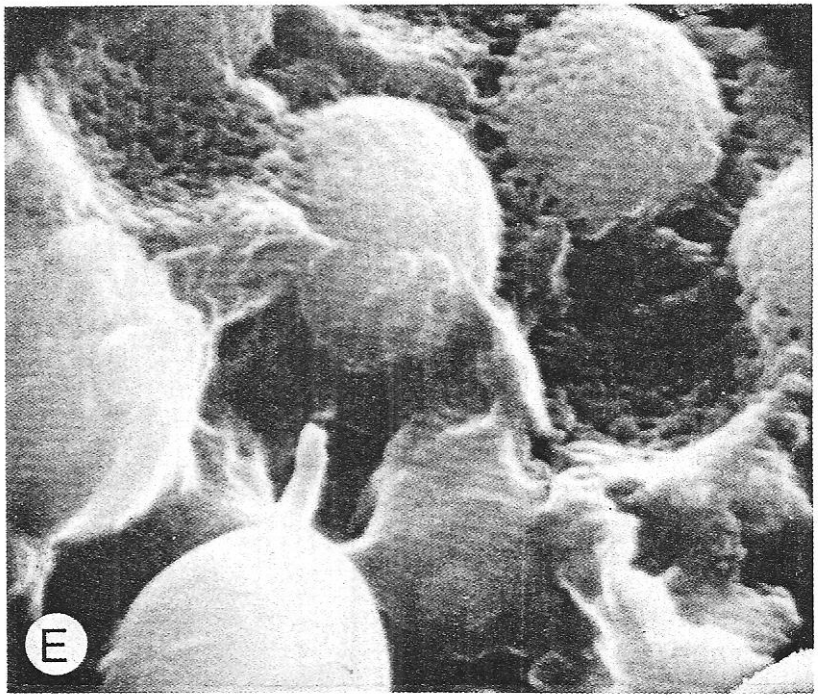


The Aleurone Cells

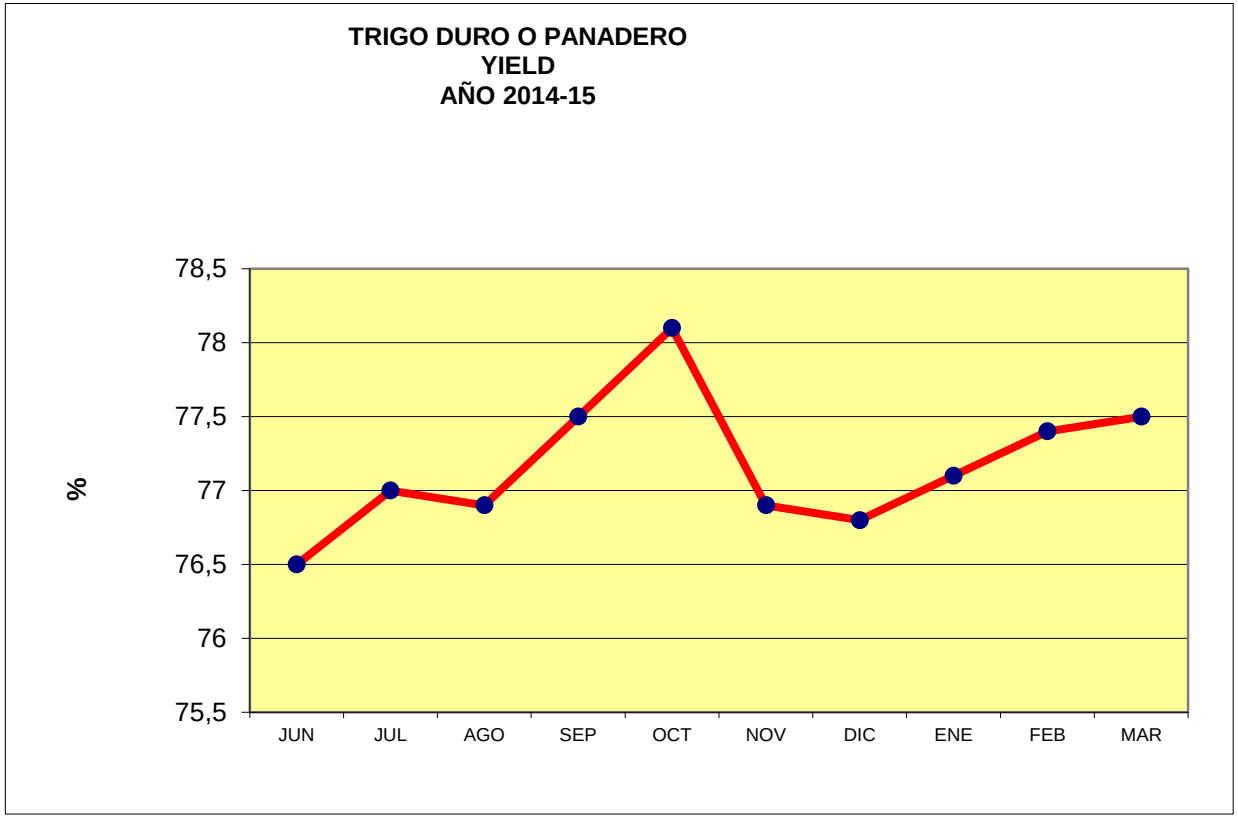


The fluorescent component of the wall is ferulic acid (Fulcher et al AJBS 1972).

Los granos de Aleurona



La importancia del rendimiento en materia de costos y rentabilidad es muy elevada

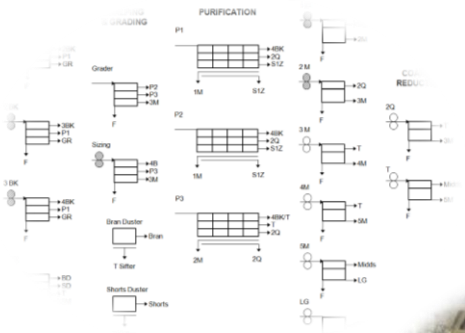


Un punto de extracción (1%), puede significar mas de US100.000$ anuales para un molino que procesa 100 toneladas diarias de trigo.

Los factores que afectan el rendimiento o extracción de harina son:

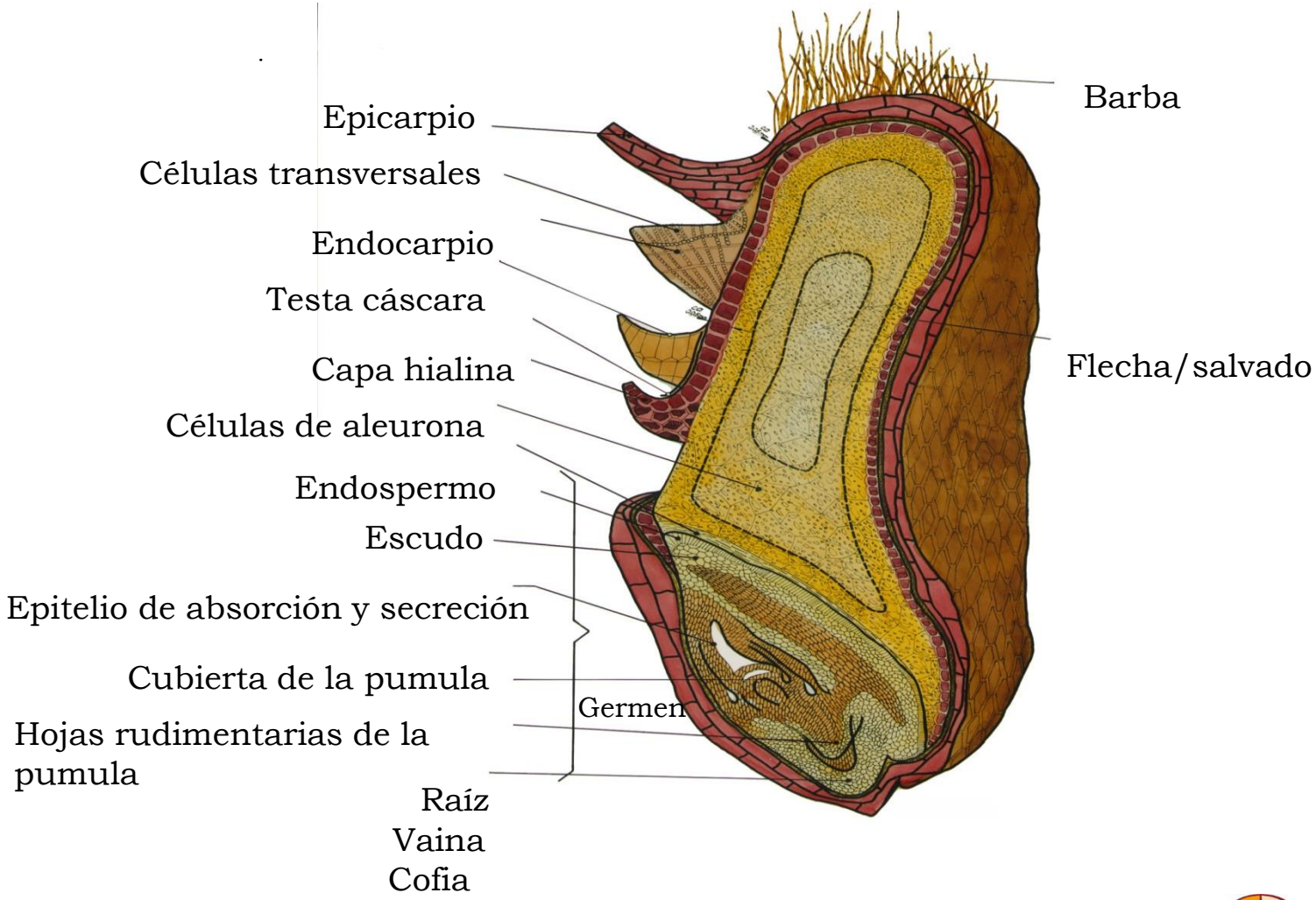
- ✓ **Materias Primas**

- ✓ **Diagrama de Molino**

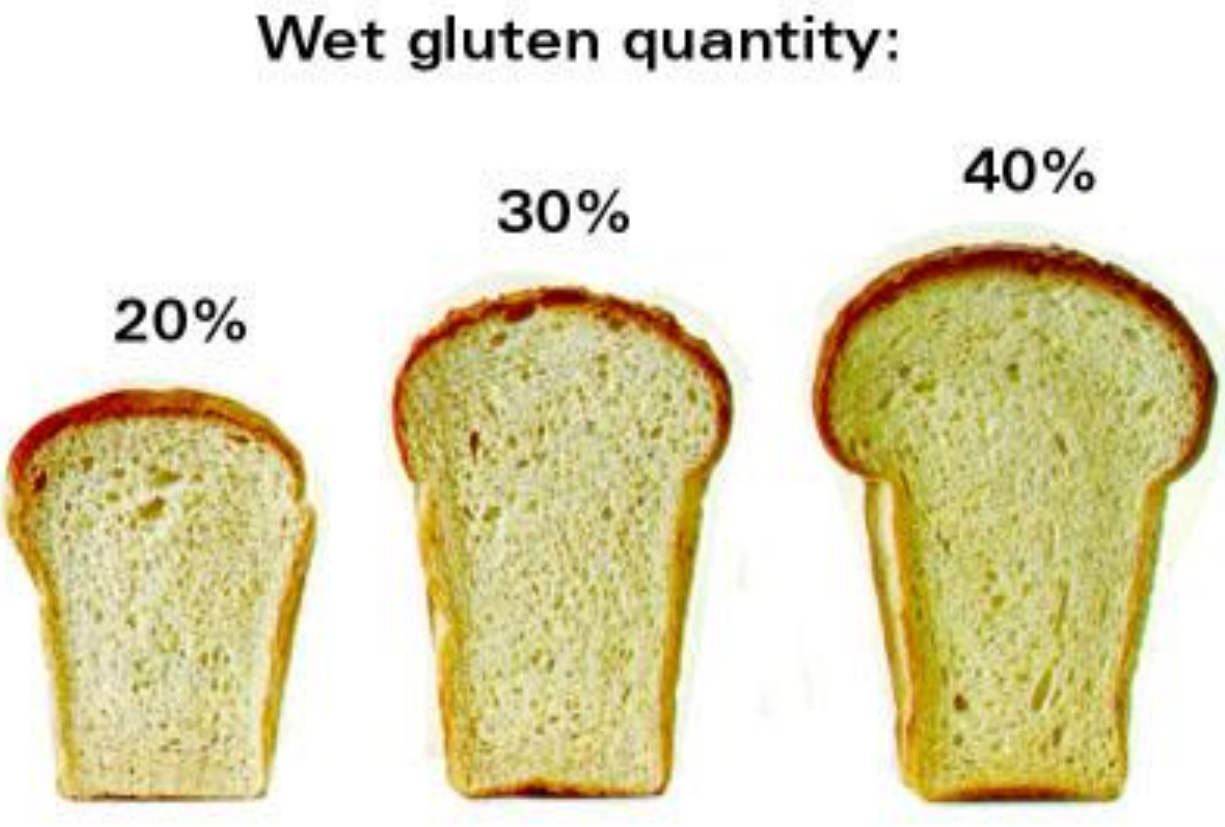


- ✓ **Aprovechamiento del Molino**

Grano de Trigo



Incidencia del gluten en el volumen de pan



La Auditoria de los procesos de molienda procura el hallazgo de oportunidades que nos permita optimizar estos procesos generando importante beneficios

Para medir los avances en la gestión usaremos los Indicadores de Gestión Molinera

¿Cuál es el concepto o definición amplia de Auditoria?

La Auditoria es el examen crítico y sistemático que realiza una persona o grupo de personas calificadas e independientes del sistema auditado. El principal propósito es emitir una opinión independiente y competente acerca de un proceso o de una información.

La Auditoria conlleva importantes beneficios para la Gestión del Molino, estos son los mas importantes:

- Propicia mejorar los indicadores operativos claves para el negocio, lo cual, permite un importante beneficio económico.
- Permite estructurar de forma coherente los planes de inversión o ampliación de capital
- Fortaleza al la experticia del talento humano

¿Qué son los Indicadores Operacionales de Gestión Molinera?

Es la relación entre variables cualitativas y cuantitativas, que permite observar las tendencias de cambio generadas con respecto a los objetivos operacionales comúnmente aceptados en la industria molinera de mayor impacto en la gestión.

Los indicadores permiten evaluar:

- Desempeño
- Resultados

Los avances o beneficios de la Auditoria serán medidos a través de Indicadores Operativos para Gestión Molinera mas relevantes:

- **Rendimiento y/o Extracción de Harinas "YIELD" (%)**

- **Consumo Energético (Kwhr/Tm Harina)**

- **Costo de Fabricación (US$/Tm)**

- **Operatividad:**

- OEE - Overall Equipment Efficiency (%)
- EDT - Emergency Down Time (%)
- STD - Standard Down Time (%)
- CDT - Comercial Down Time (%)

El Rendimiento y/o Extracción de Harinas es para los molineros el indicador mas importante de desempeño

- **En base TRIGO LIMPIO (TL):**

$$\%\,Extracción = \frac{Harina\ Producida}{Trigo\ Limpio\ Molido} \times 100$$

- **En base TRIGO SUCIO (TS) o comercial:**

$$\%\,Extracción = \frac{Harina\ Producida}{Trigo\ Sucio\ Molido} \times 100$$

Los rendimientos en base a Trigo Limpio y Trigo Sucio son los mas utilizados, no obstante, no resultan ser son los mejores para efectos de hacer "Benchmarking". En este sentido sugerimos el rendimiento llamado en base a trigo 14% de humedad:

$$\%\ Extracción\ TS\ 14\% = \frac{Harina\ Producida}{Trigo\ Sucio\ Molido\ a\ 14\%\ de\ Humedad}$$

Trigo Sucio Molido a 14% de Humedad = Trigo molido x (100 – humedad del trigo) / (100-14)

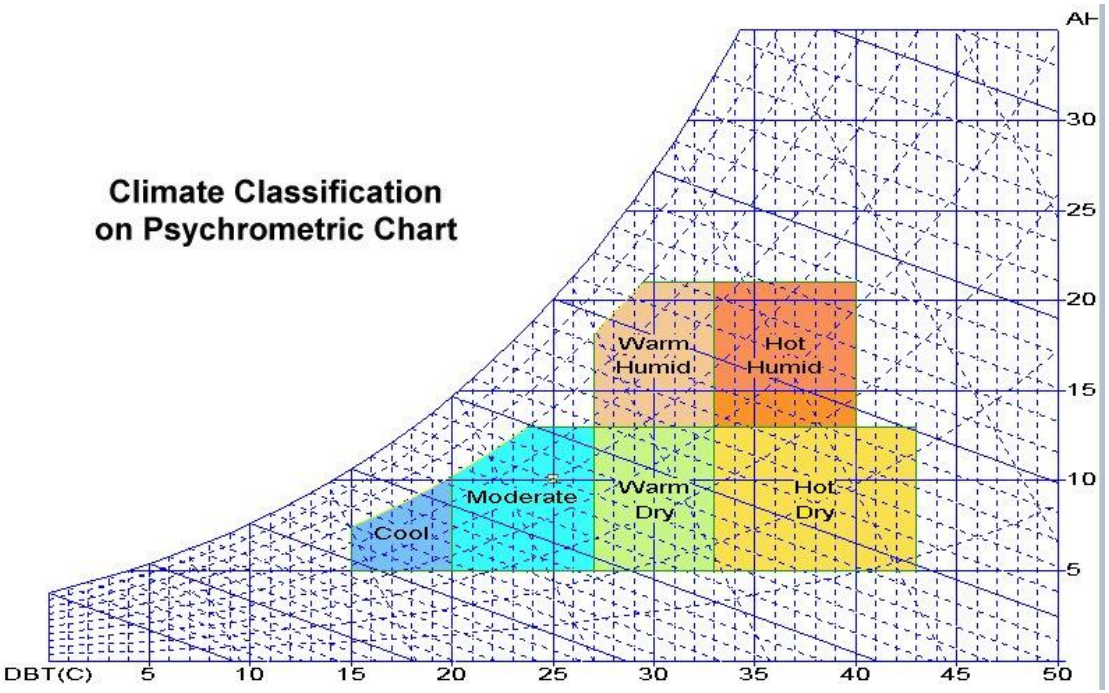
Los cálculos de rendimientos en base a 14% de humedad en el trigo son los siguientes:

Dry Wheat moisture	%	13,0	12,8	12,9	13,1
Dry Wheat 14%	Tn	3.420,60	3.709,29	3.191,37	3.017,48
Flour produced	Tn	2.617,76	2.835,00	2.467,82	2.306,09
Flour moisture	%	13,8	14,0	14,1	14,4
Extraction	%	77,4	77,5	78,3	77,2
Extraction 14%	%	76,5	76,4	77,3	76,4

Las mermas afectan los rendimientos, incluso en algunos casos de forma importante:

- ✓ Pérdidas por disipación de calor
- ✓ Eficiencia de los recolectores de polvo
- ✓ Derrames de producto que no retornan al proceso

Grafica Psicométrica



El consumo de energía es un indicador de mucha importancia en la gestión por el costo y por el impacto ambiental

Los kilovatios/hora (gasto energético) en una Tonelada de Harina se calculan de la siguiente forma:

$$\textit{Kwhr/Tm Harina} = \frac{\textit{Kwhr consumidos}}{\textit{Toneladas de Harina Producidas}}$$

Valores de referencia (E.Galluzzo):

	EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO
CONSUMO KWHR/TM HARINA	< 75	> 75 < 80	> 80 < 85

El gasto energético puede ser expresado en otras unidades, por ejemplo: (Gj) Gigajoules/Tm

La Auditoria sigue todas las etapas o esquema del proceso de molienda y estas son:

Recepción, Pre-limpieza y Almacenaje

Limpieza y Acondicionamiento

Molienda

Cernido

Purificación

Los aspectos o premisas a considerar en la Recepción, Pre-Limpieza y Almacenaje de son:

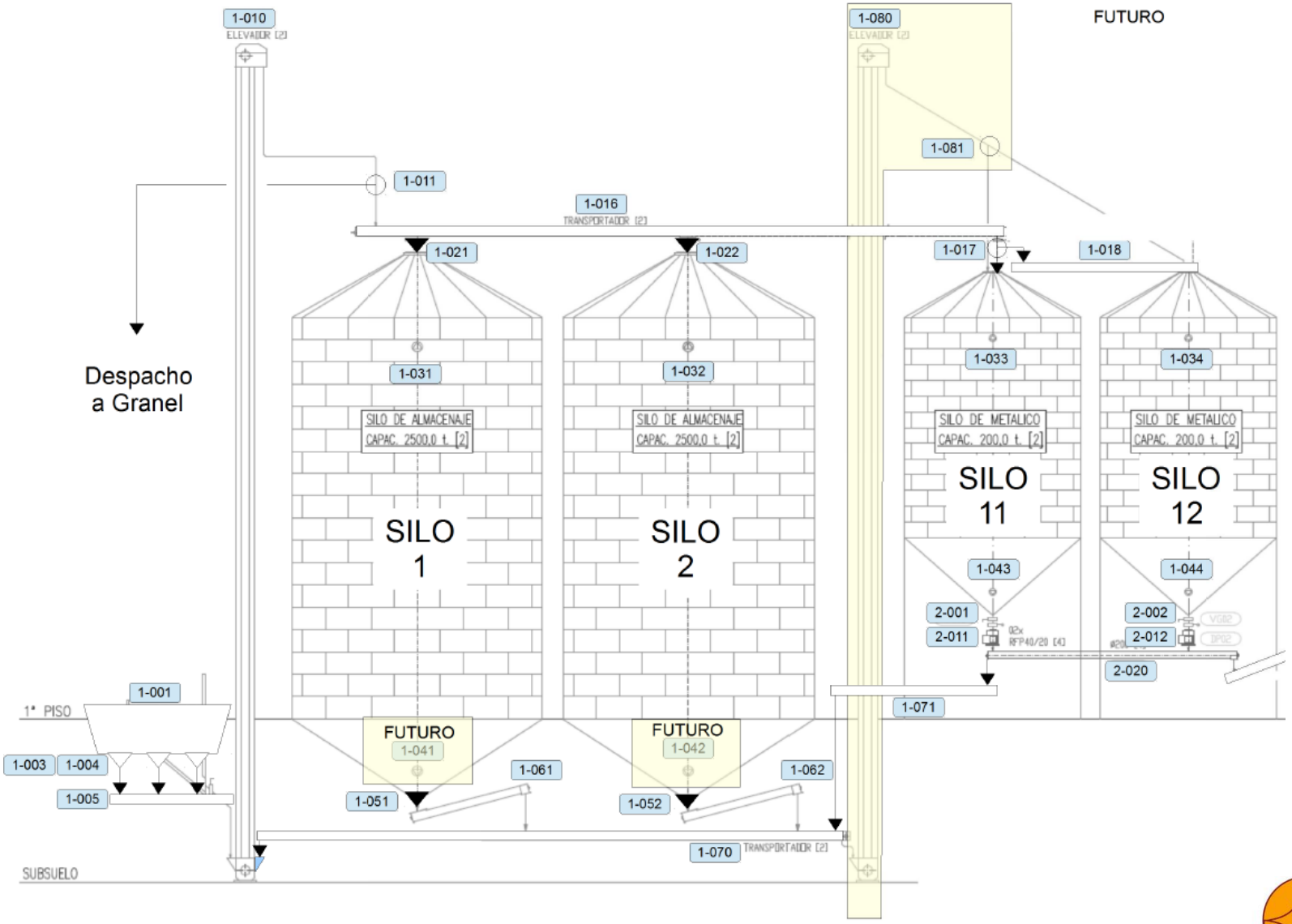
Recepción, Pre-limpieza y Almacenaje

1. Clasificación del grano por su características; lote, humedad, proteína, vitrosidad, FN, etc.
2. Diseño adecuado del sistema
3. Remoción de impurezas mas evidentes antes del almacenamiento
4. Sistemas de aspiración trabajan apropiadamente
5. Monitoreo del grano durante su almacenamiento; temperatura, humedad, infestación, etc.

Argumentos para limpiar el trigo en la recepción

- Evita daños a la maquinaria
- Reduce el desgaste de las máquinas
- Reduce el desgaste de la tubería
- Ahorro de espacio para almacenamiento
- Evita el deterioro del grano durante el almacenaje
- Evita salidas bloqueadas de los silos
- Evita explosiones de polvo

Flujograma de la Recepción y Almacenamiento de Trigo



ESLAMO
ESCUELA LATINOAMERICANA DE MOLINERÍA

La descripción del grano debe ser muy completa y tomar en cuenta las variables que afectan el desempeño

CARACTERISTICAS/SILO	SILO 1	SILO 2	SILO 3	SILO 4	SILO 5
CLASE	HRW 12	HRW 12	HRW 12	HRW 12	HRW 12
LOTE	WT-01-2017-13	WT-01-2017-14	WT-01-2017-15	WT-01-2017-16	WT-01-2017-17
BUQUE/MOTO NAVE	MV EAGLE	MV USA	MV PRIME	MV EAGLE	MV EAGLE
HUMEDAD (%)	11,2	11,5	11,1	11,7	11,3
PROTEINA (%) 12%	11,9	12,1	12,2	11,8	12
PESO HECTOLITRICO (KG/HLT)	77,6	77,1	77,5	77,8	77,2
DOCKEGE (%)	0,6	0,8	0,9	0,4	0,6
DON (PPM)	1,1	0,8	0,7	1,3	1,1

ESLAMO
ESCUELA LATINOAMERICANA DE MOLINERÍA

Criba de Tambor

Para Pre-Limpia

- ► Alta capacidad
- ► Ahorro de espacio
- ► Bajo consumo de energía
- ► Solo separa impurezas gruesas

Separador

Para Pre-Limpia

•Media capacidad (máx..100 toneladas/hr)

•Ahorra de espacio

► Separación de impurezas Grandes

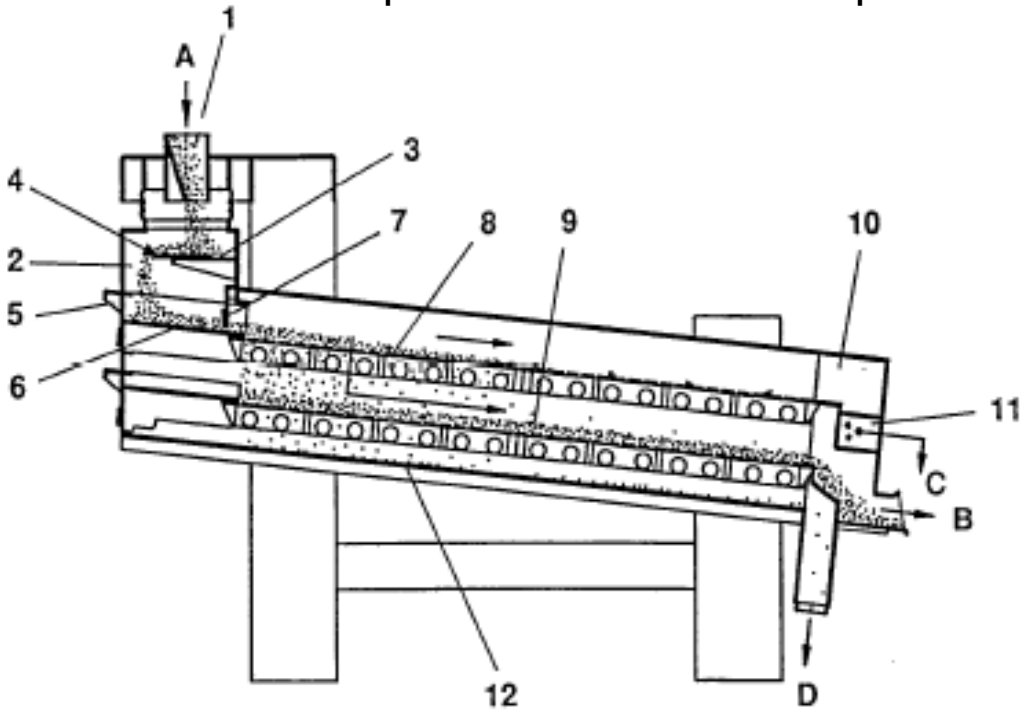
► Separación de partículas finas

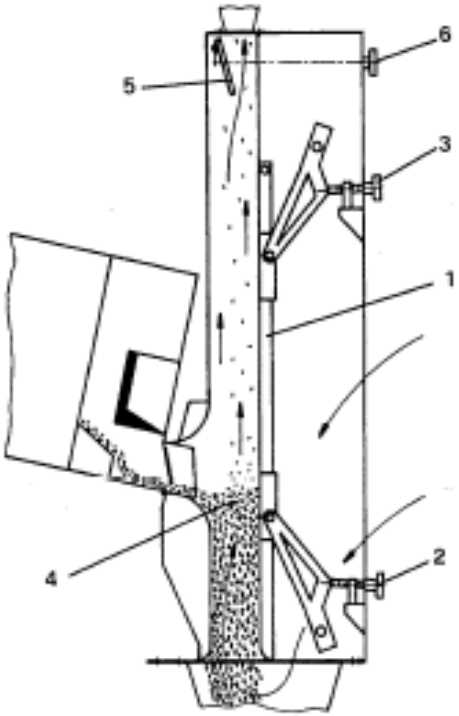
► Separación de polvos

Separadora

Canal de Aspiración

Una descripción detallada está en el capitulo “Sección de Limpia”

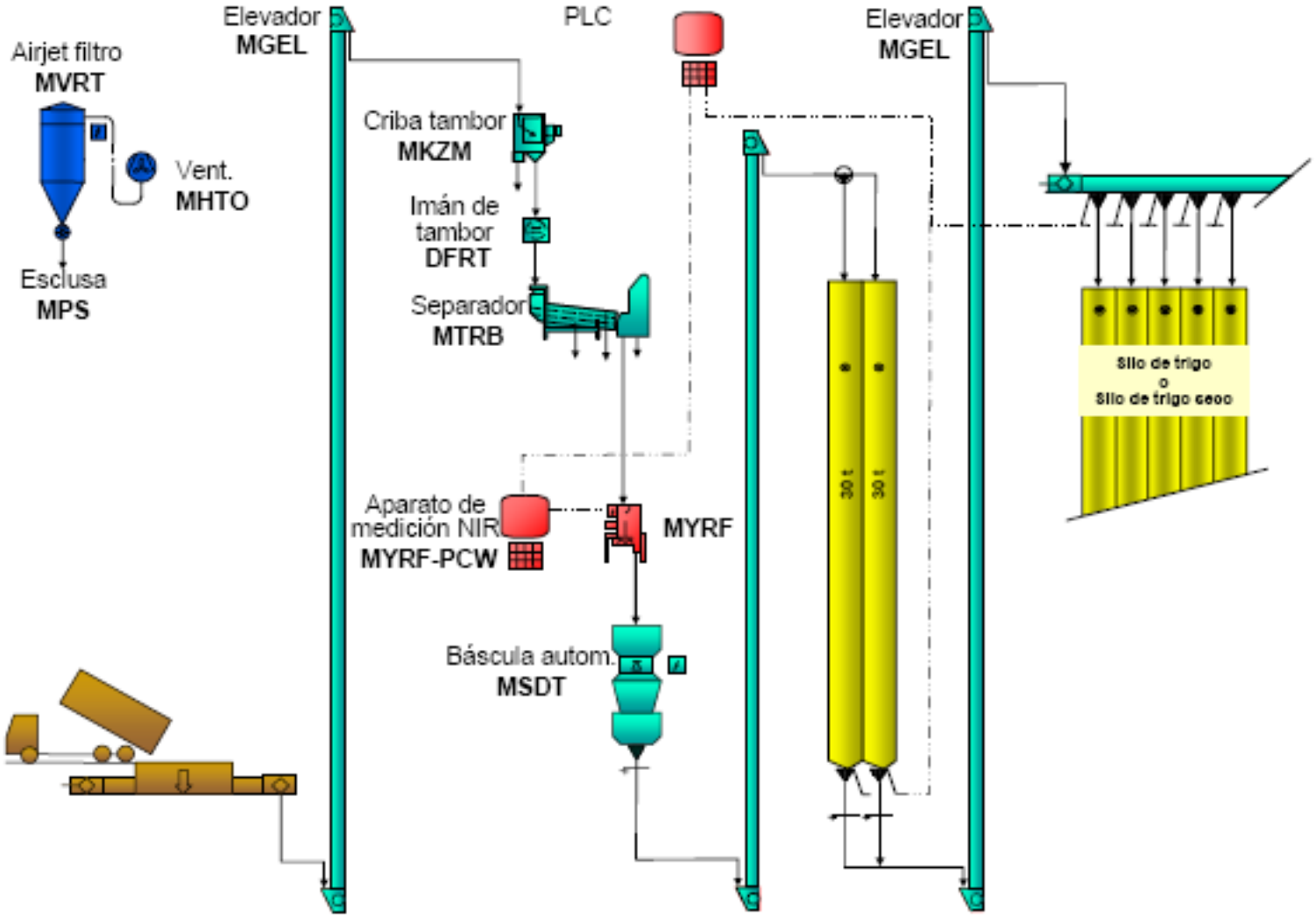




Medición NIR en línea sistema para grano

- ► Proteína
- ► Humedad
- ► Sedimentación (tendencia)
- ► Dureza (tendencia)

Flujograma de la Recepción y Almacenamiento de Trigo

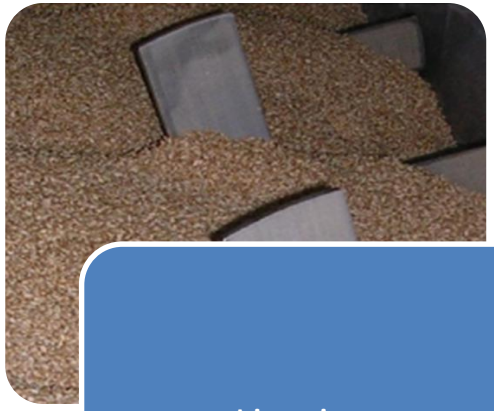


ESLAMO
ESCUELA LATINOAMERICANA DE MOLINERÍA

TOP 5: los aspectos o premisas a considerar en la Recepción, Pre-Limpieza y Almacenaje de son:

1. **Clasificación del grano por su características; lote, humedad, proteína, vitrosidad, FN, etc.**
2. **Diseño adecuado del sistema**
3. **Remoción de impurezas mas evidentes antes del almacenamiento**
4. **Sistemas de aspiración trabajan apropiadamente**
5. **Monitoreo del grano durante su almacenamiento; temperatura, humedad, infestación, etc.**

Los aspectos o premisas a considerar en la Limpieza y Acondicionamiento:



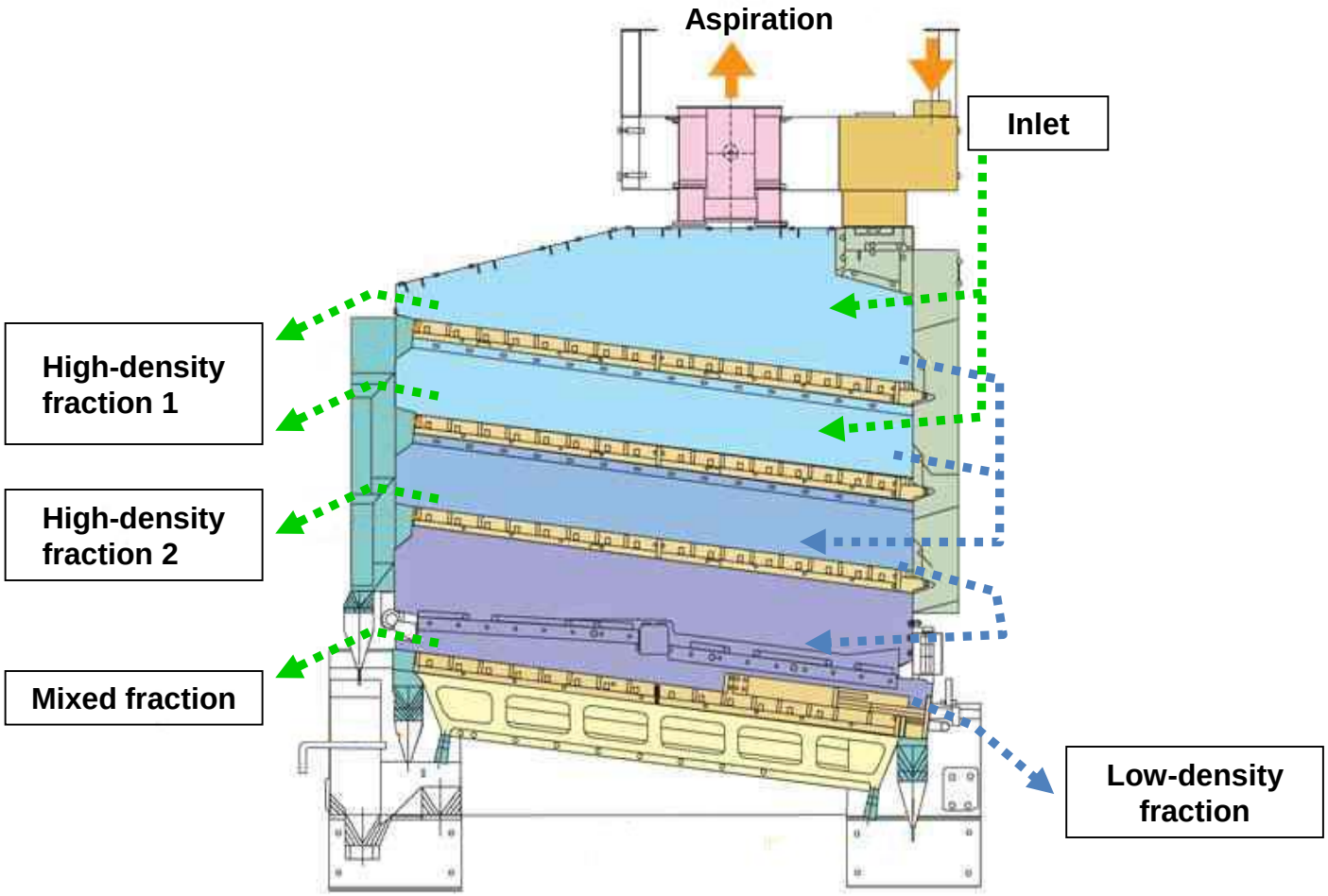
Limpieza y Acondicionamiento

1. Tiempo de reposo adecuado
2. Monitoreo y Control de la humectación
3. Diseño del sistema de limpieza y acondicionamiento adecuado
4. Separación del acondicionamiento por diferencias de humedades en las materias primas
5. Monitoreo y control del proceso de limpieza

La Limpieza del trigo es fundamental para lograr la calidad requerida en los productos terminados, así como, una buena eficiencia…

El no remover algunas materias en la limpieza como los los granos mermados o marchitos, pudiera ocasionar un incremento de las cenizas de forma importante que conlleve como consecuencia la perdida de rendimiento; 1% de estos granos no descartados puede impactar entre 2-4% en este indicador.

Flow Diagram of Density Grader

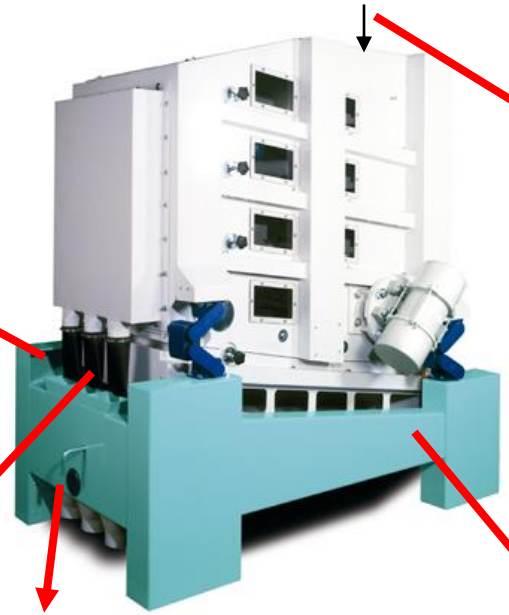


Las exigencias en materia de inocuidad alimentaria son crecientes y la limpieza de trigo se vuelve cada día mas importante, por ejemplo, la problemática de las micotoxinas…

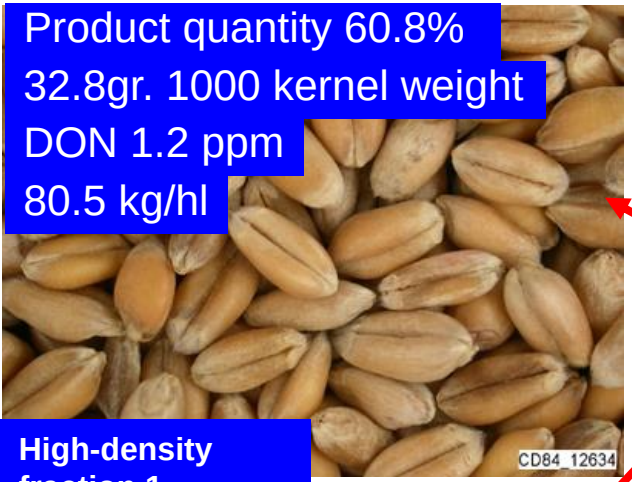
El hongo causante de las vomitoxinas es el Fusarium graminareum

US "Soft Red Winter" Wheat

Product inlet



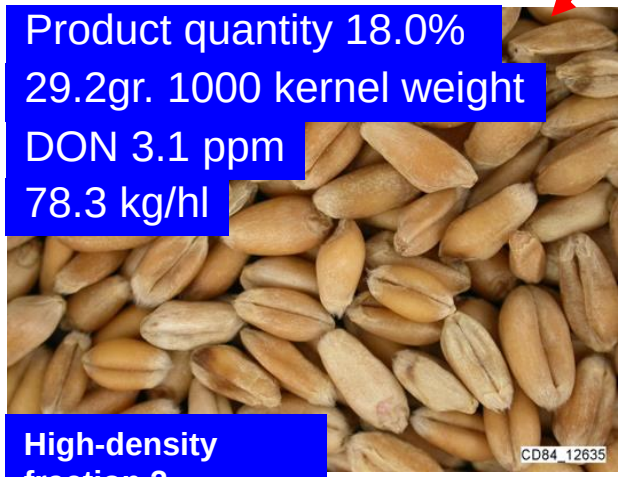
Mixed fraction from combi-cleaner



Product quantity 60.8%
32.8gr. 1000 kernel weight
DON 1.2 ppm
80.5 kg/hl

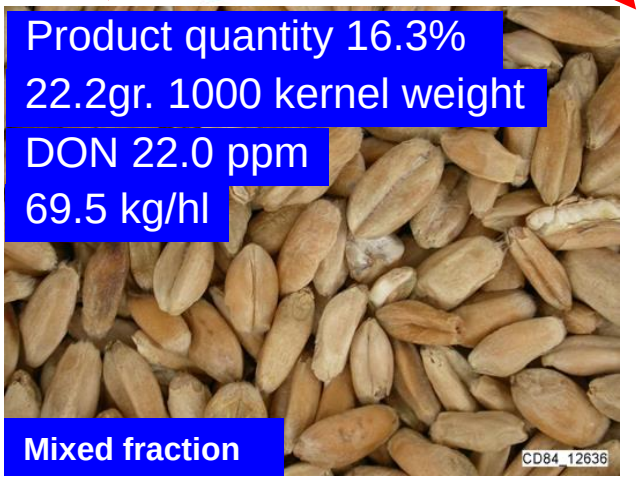
High-density fraction 1

Product quantity 100%
30.2gr. 1000 kernel weight
DON 7.5 ppm
76.9 kg/hl



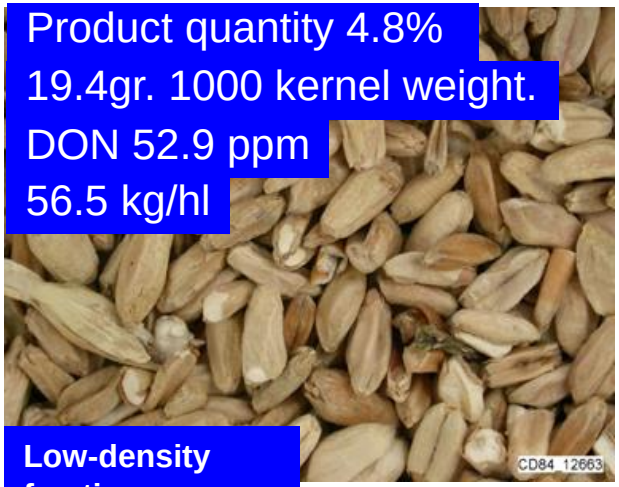
Product quantity 18.0%
29.2gr. 1000 kernel weight
DON 3.1 ppm
78.3 kg/hl

High-density fraction 2



Product quantity 16.3%
22.2gr. 1000 kernel weight
DON 22.0 ppm
69.5 kg/hl

Mixed fraction



Product quantity 4.8%
19.4gr. 1000 kernel weight.
DON 52.9 ppm
56.5 kg/hl

Low-density fraction

Diagrama de Limpieza y Acondicionamiento

(4) Silos de acondicionamiento en concreto con capacidad 80 toneladas c/u

(2) Elevadores de cangilones

(3) Trampas Magnética

(1) Maquina separadora con canal de aspiración

(2) Despuntadoras

(1) Deschinadora o saca piedras

(1) Mezclador Intensivo

(1) Regulador continuo de Humedad

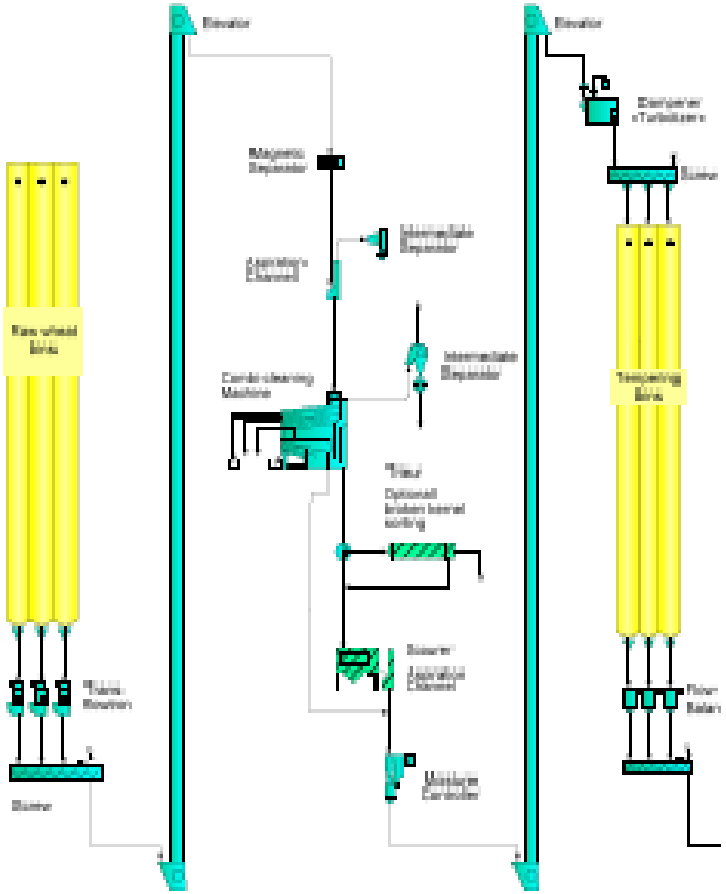
(4) Sondas de Nivel

(4) Roscas transportadoras

(4) Reguladores de Flujo para silos pulmón

(1) Filtro recolector y sistema de aspiración

(1) Bascula para trigo sucio.



El acondicionamiento optimo del trigo es fundamental

	Conventional 12 hr		Conventional 16 hr		Test 20 hr	
Sieve µ	%	Ash %	%	Ash %	%	Ash %
1180	64.1	1.659	63.1	1.640	59.6	1.683
850	9.4	1.076	9.9	1.121	10.4	1.093
500	12.5	0.580	12.7	0.613	13.8	0.595
250	8.6	0.478	8.8	0.508	10.0	0.509
-250	5.5	0.480	4.4	0.498	6.4	0.468

FPI – 10.5,
Action D:D
Diff. 1 : 2.5
Spiral 4%
Gap 0.5 mm
Dry wheat moisture 9.42%
Conditioned wheat moisture 15.23%

Los objetivos del acondicionamiento de Trigo son los siguientes:

✓ Ablandar el endospermo
- La extracción de harina puede ser incrementado
- Consumo energético / nivel de ruido de los bancos de molienda se reduce
- El contenido de cenizas en la harina se reduce

✓ Volver mas resistente la cáscara (salvado)
- La cáscara tiende a quebrarse menos y queda en pedazos mas grandes
Hojuelas grandes de cáscara pueden ser mejor „limpiados“ con los rodillos estriados
- Menos pecas de salvadillo en la harina

✓ Ajuste del porcentaje de humedad de la harina
- Porcentaje constante de humedad = condiciones constantes de molienda
- Porcentaje constante de humedad = condiciones constantes de panificación
- Rentabilidad (ganancia)

Humedad de acondicionamiento idónea y constante tiene un gran impacto en la calidad y en la eficiencia, por lo tanto algunas recomendaciones son:

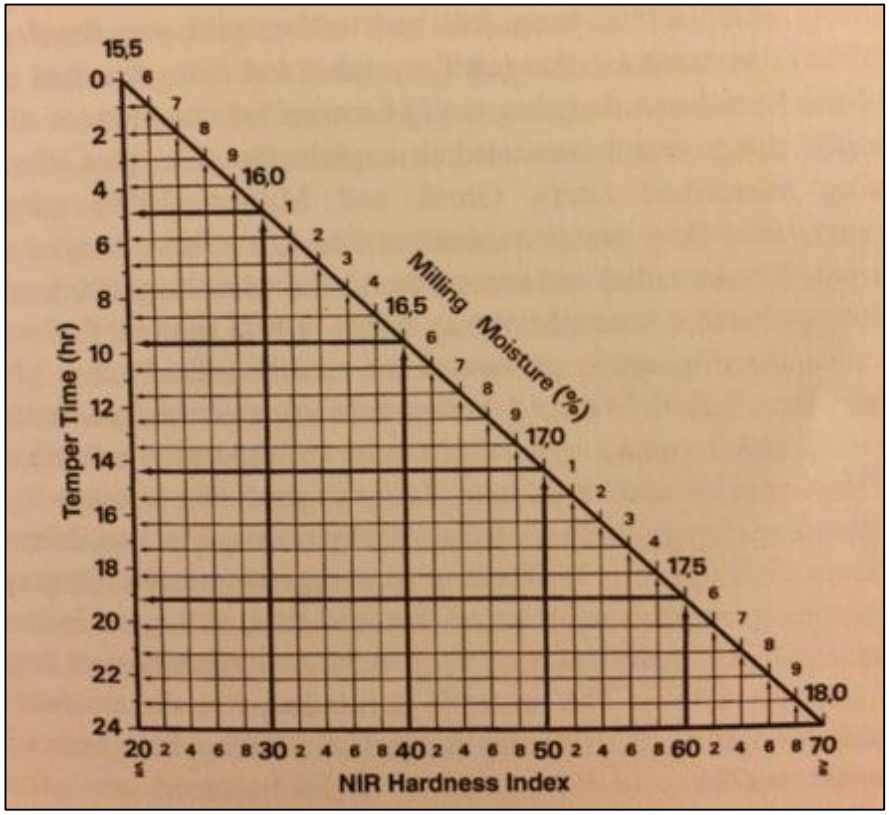
- ❑ Tiempos de Acondicionamiento y Humedades

- ✓ Humedad de Trigo en la primera trituración: 14,0% - 17,5 %

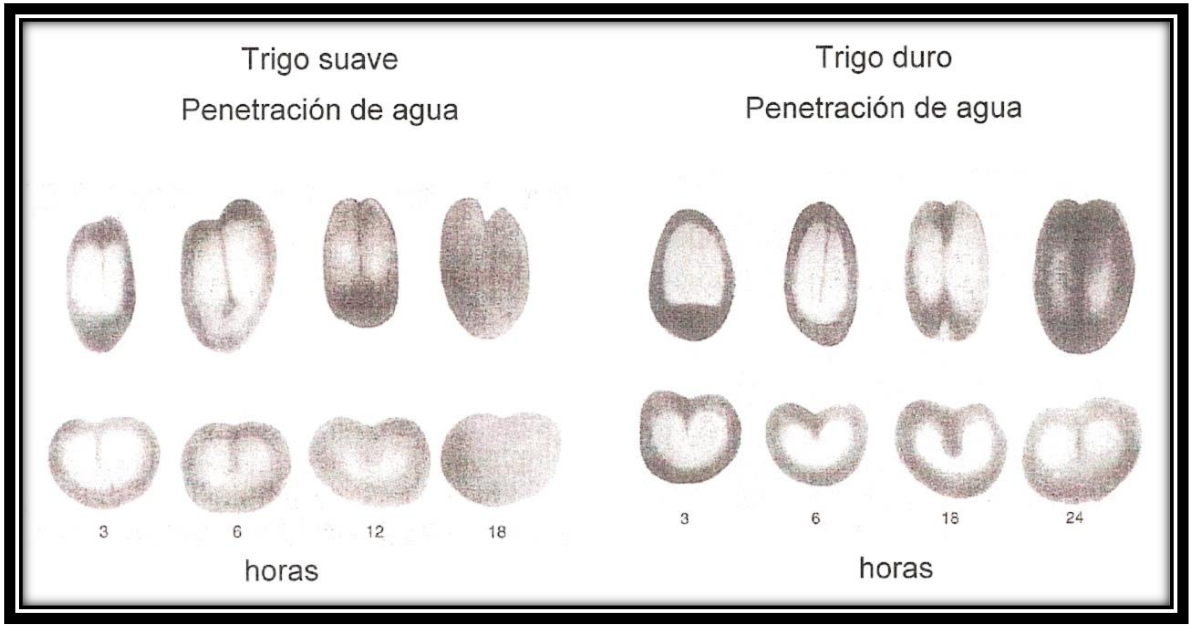
- ✓ Tiempo de Reposo: 3 - 48 Horas

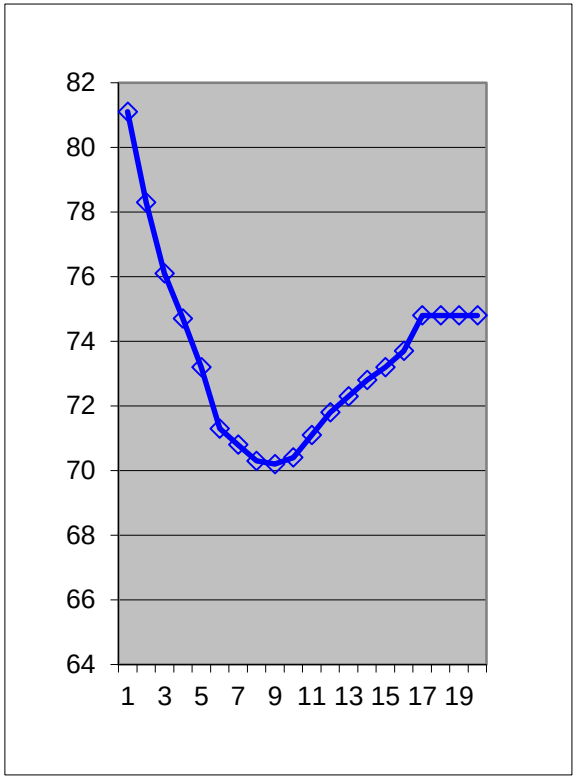
- ❑ El porcentaje de humedad en la primera rotura o trituración es influenciado por:

✓ Porcentaje de humedad de la harina
Especificaciones de gubernamentales o del cliente
✓ Dureza del trigo
✓ Porcentaje de humedad del subproducto
Problemas de almacenamiento
✓ Problemas operativos
Problemas en el cernido y en el flujo por las tuberías



Las variaciones en la humedad y en los tiempos de reposo ocasionan fluctuaciones en la distribución de los productos en el molino, por lo tanto, afectan las cenizas, la apariencia del producto, así como, la calidad funcional de la harina…





No se debe exceder el % de agua recomendado para el humectador

Kernel Hardness Effect

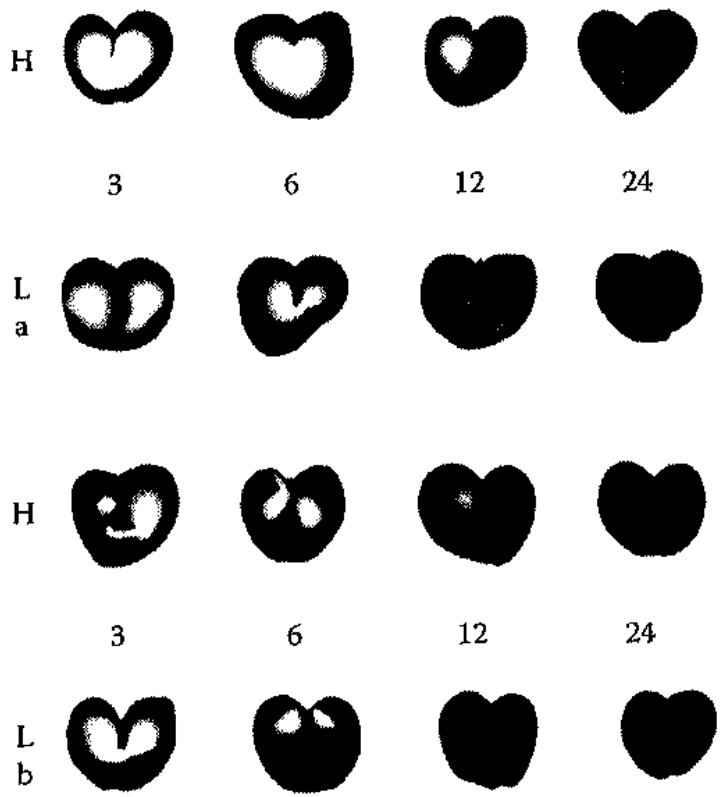
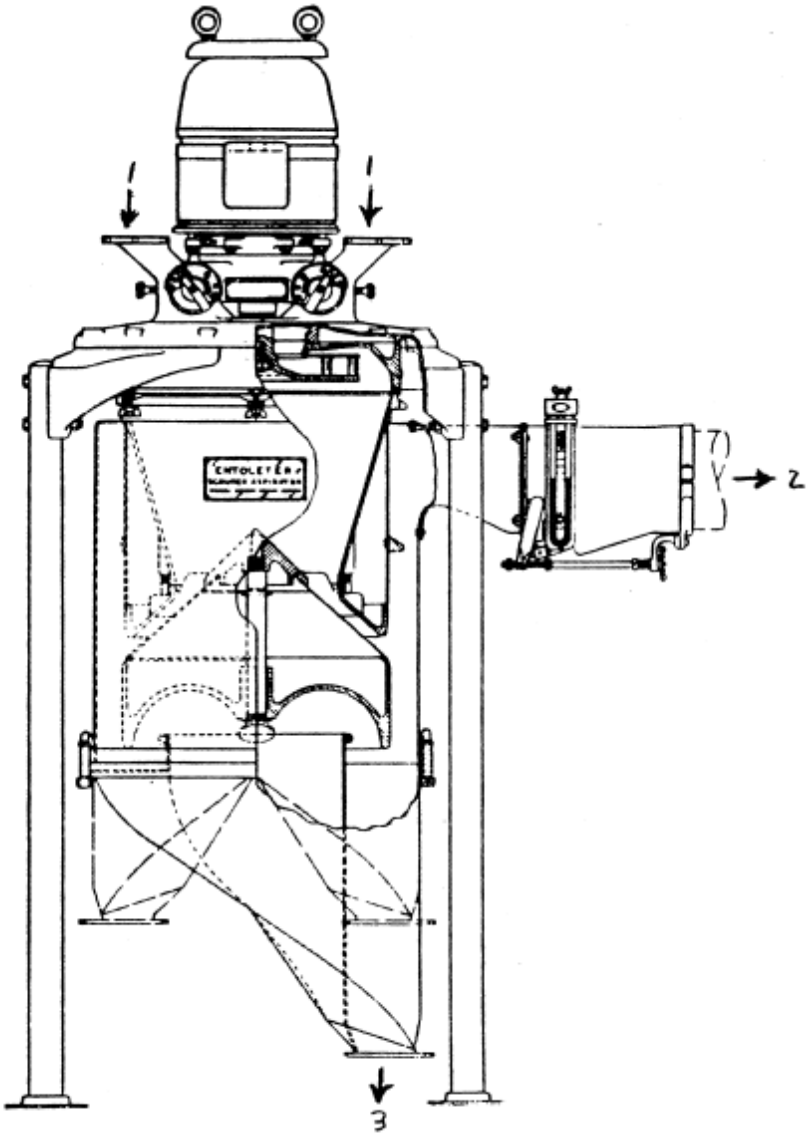


Figure 2.2 Autoradiographs of wheat grains showing the effects of grain hardness and vitreosity on water penetration rates: (a) cultivar Eagle (hard); (b) cultivar Gamenya (soft). H = higher protein level (vitreous grains); L = lower protein level (mealy grains). Numbers indicate lying time in hours. (Data from Moss, R. 1977. *Journal of Food Technology* 12:275–283.)


1
1
2
3

Impaction Affect on Insect Fragments Reduction

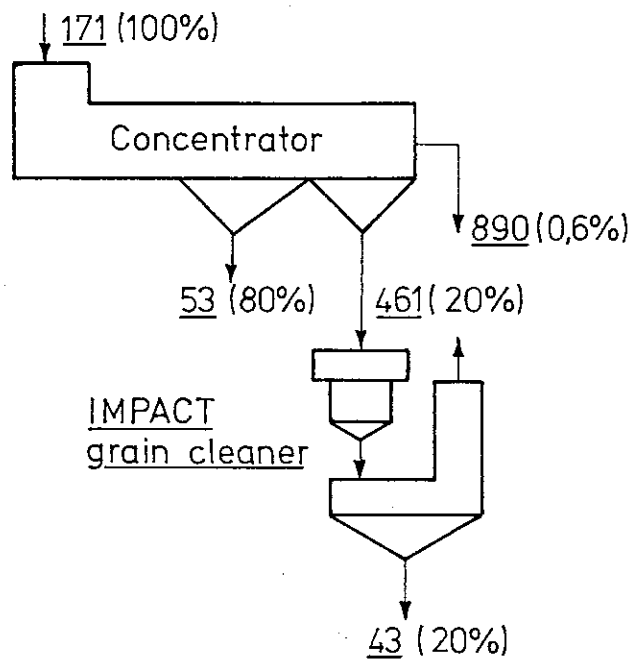
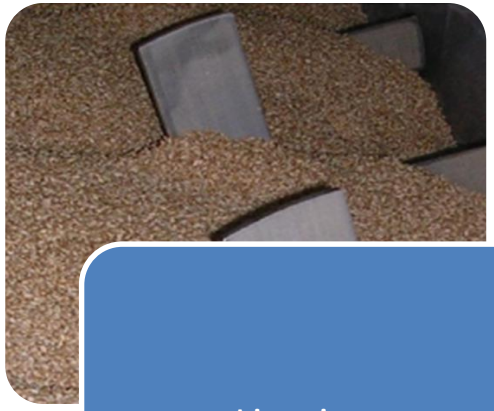


Fig. 7. Fragment count from concentrator and impact cleaning. Absolute (underlined) and percentage figures show the amount of fragmented material processed.

Results Reduction of Fragment Counts

Method	Total Fragments
Without Impact and Aspiration Channel	88.
Without Impact only Aspiration Channel	83
Impact and Aspiration Channel	68

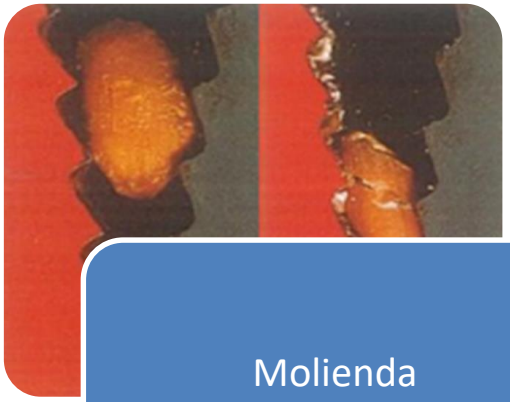
TOP 5: los aspectos o premisas a considerar en la Limpieza y Acondicionamiento:



Limpieza y Acondicionamiento

1. **Tiempo de reposo adecuado**
2. **Monitoreo y Control de la humectación**
3. **Diseño del sistema de limpieza y acondicionamiento adecuado**
4. **Separación del acondicionamiento por diferencias de humedades en las materias primas**
5. **Monitoreo y control del proceso de limpieza**

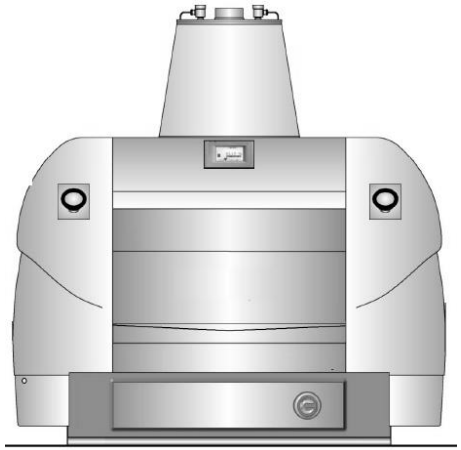
Los aspectos o premisas a considerar en las etapas de Molienda, Cernido y Purificación:

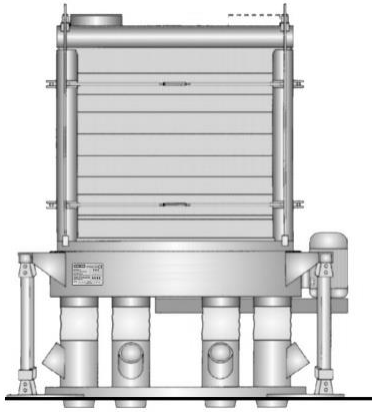


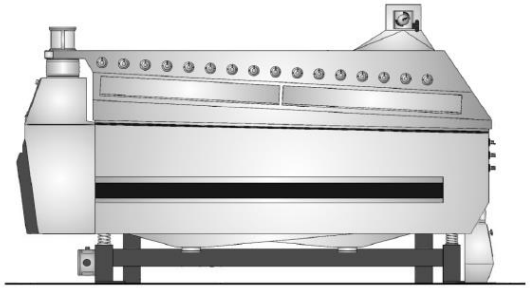
Molienda

Cernido

Purificación

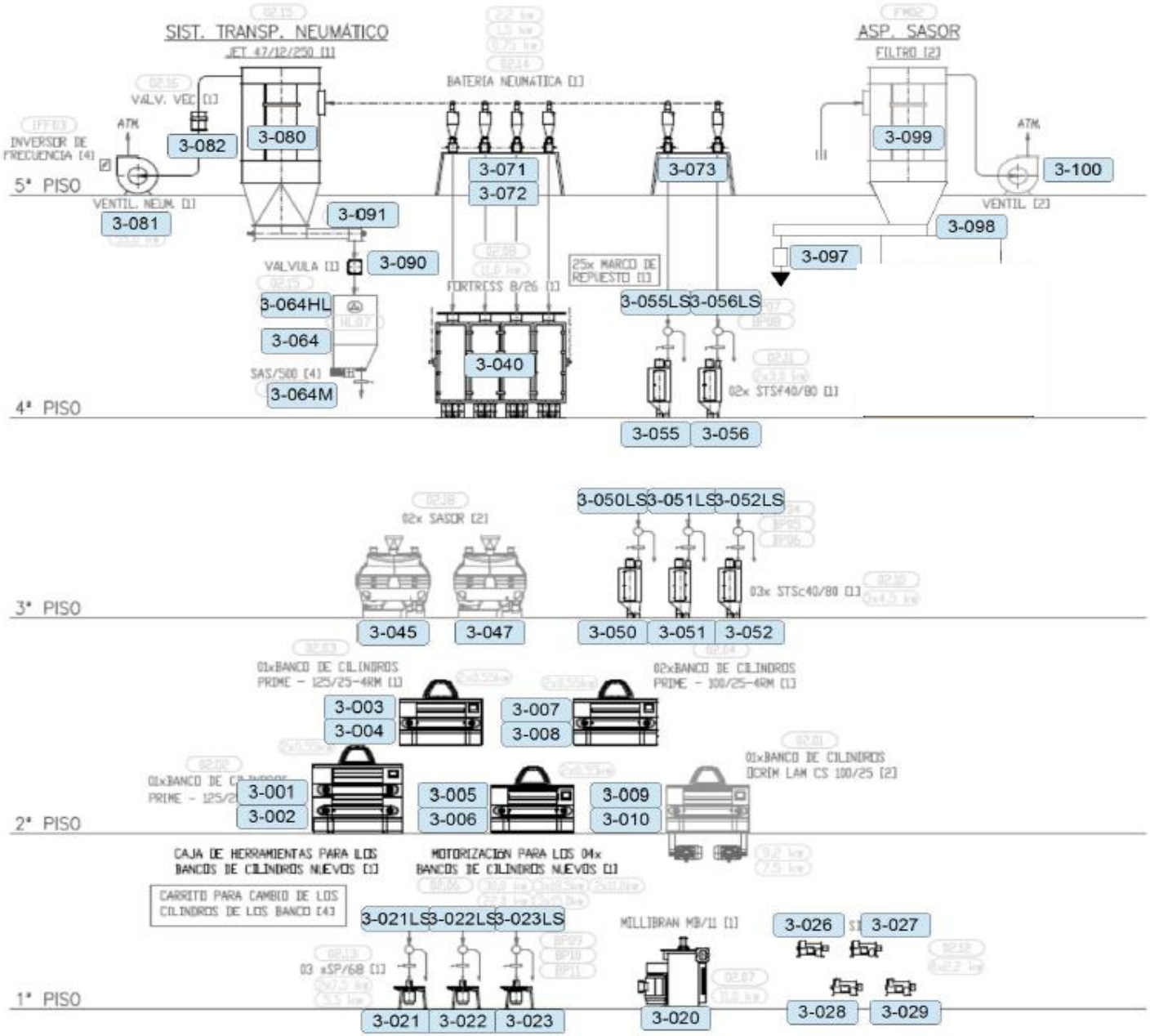






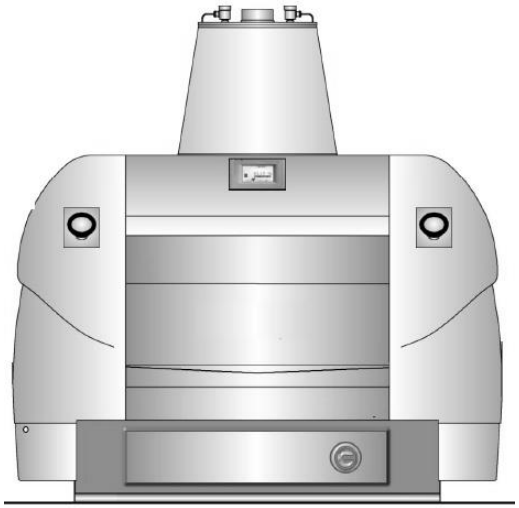
ESLAMO
ESCUELA LATINOAMERICANA DE MOLINERÍA

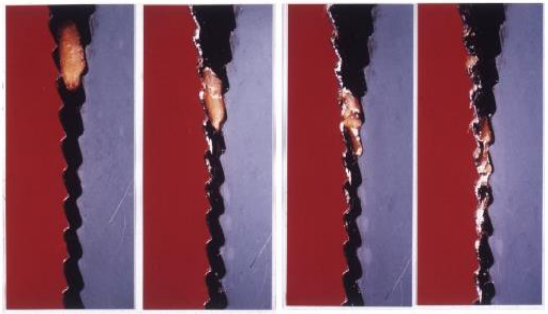
Disposición del Molino



Los aspectos o premisas a considerar en el proceso de Molienda son:

Molienda





1. Diseño y diagramación adecuado; longitud de molienda, número de pasadas, etc.
2. Estado de los cilindros estriados
3. Estado de los cilindros lisos
4. Monitoreo y control de los ajustes de las rendijas de molienda
5. Características de los cilindros estriados y lisos

Longitud de molienda debe ser la adecuada en concordancia a la dureza del trigo que se procesa

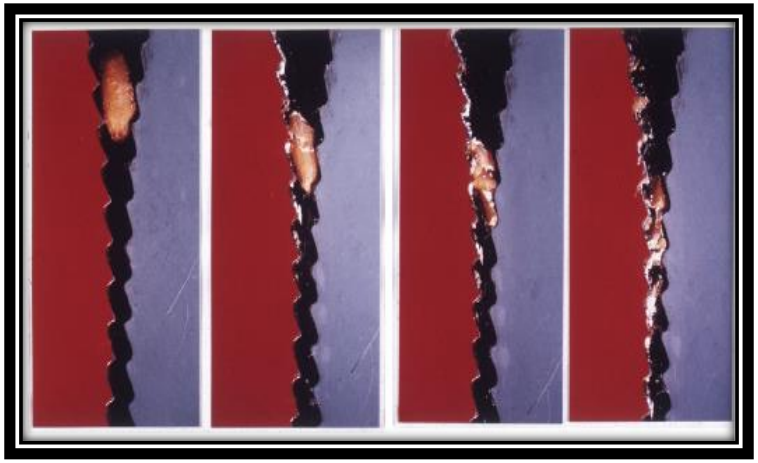
LONGITUD DE MOLIENDA

10 mm/100kg/24 hr

CONTEXTURA DEL GRANO
SOFT **DURUM**

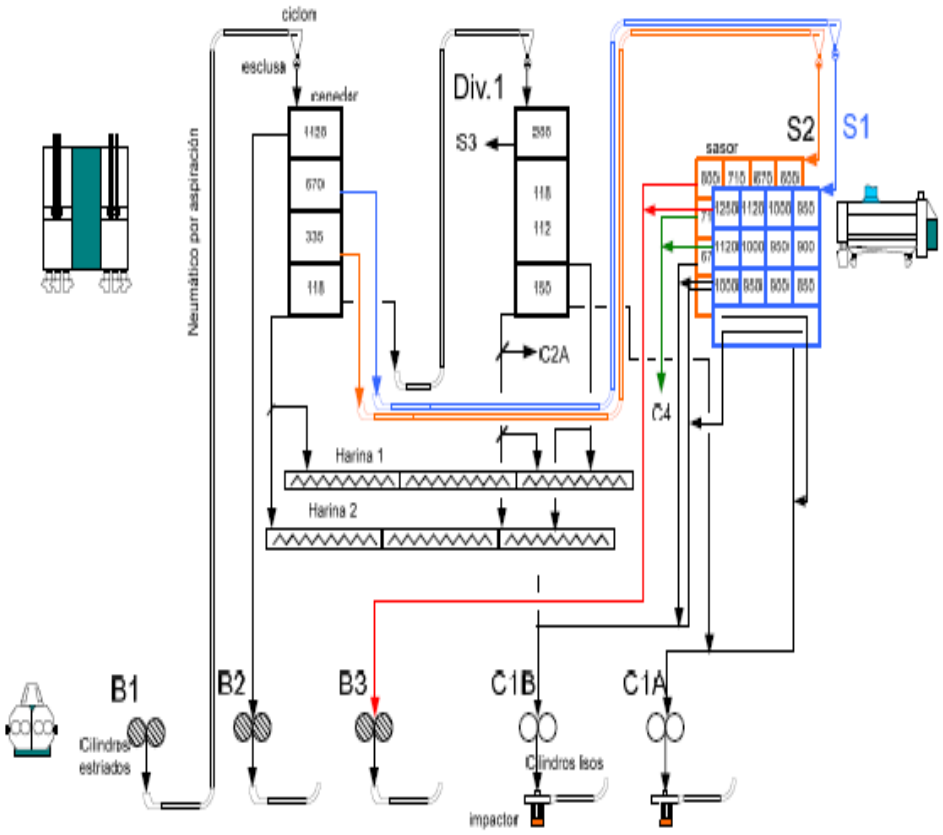
15mm/100kg/24 hr

HARD TRITURACION 35%
SOFT TRITURACION 45%



Las trituraciones deben considerar una serie de aspectos importantes como lo son:

- ✓ Trigo hard 4 pasadas y rendimiento 75-76%.
- ✓ Trigo soft 4 1/2 - 5 pasadas y rendimiento 75-80%.
- ✓ Trigo hard 5 pasadas y molienda de afrecho para rendimiento de 78-80%
- ✓ Se dividen en grueso y fino las últimas dos pasadas.
- ✓ De acuerdo al rendimiento y calidad del trigo pasan 1-3 veces por cepilladora o bran duster; después de la III trituración, en durum no se utiliza salvo ciertas excepciones



La correcta graduación o ajuste de las rendijas de molienda en las trituraciones propicia la eficiencia a la par de la calidad

	CARGA (%)	AJUSTE (%)	EXTRACCION (%)	EXTRACCION ACUMULADA (%)
B1	100,0	30,0	30,0	30,0
B2	70,0	45,0	31,5	61,5
B3	38,5	40,0	15,4	76,9
B4	23,1	30,0	6,9	83,8

	Extracción B1	**Humedad (%)**	**Cenizas BS (%)**
Harina	77,7	14,1	0,57
Subproductos	20,5	12,7	6,05

Por el contrario, la graduación o ajuste incorrectos de las rendijas de molienda en las trituraciones genera impactos negativos en la calidad y la eficiencia

	CARGA (%)	AJUSTE (%)	EXTRACCION (%)	EXTRACCION ACUMULADA (%)
B1	100,0	40,0	40,0	40,0
B2	60,0	50,0	30,0	70,0
B3	30,0	55,0	16,5	86,5
B4	13,5	30,0	4,1	90,6

	Extracción B1	**Humedad (%)**	**Cenizas BS (%)**
Harina	77,36	13,9	0,63
Subproductos	20,1	12,4	5,81

Corte transversal del grano de trigo

Pericarpio: 12.5– 14%

- Cubierta externa llamada afrecho ó salvado

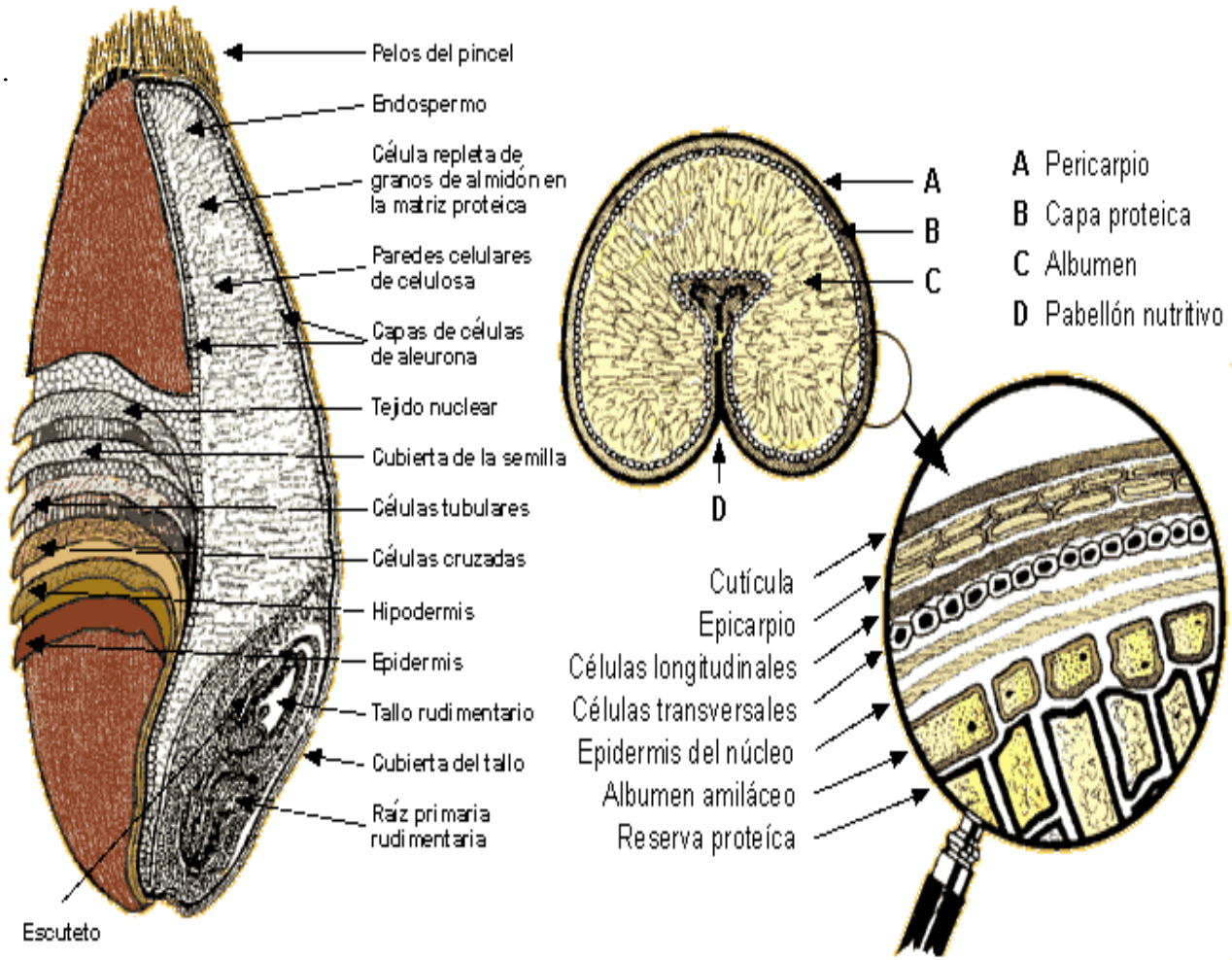
Endospermo :

81 – 83%

- Celdas de almidón en una matriz Proteíca

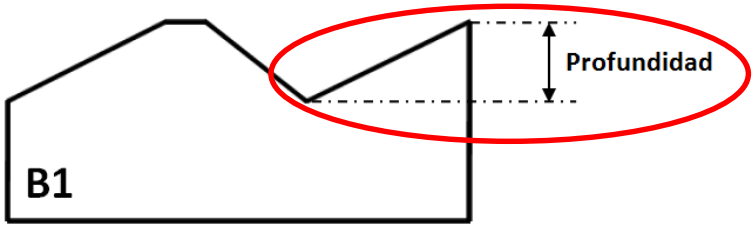
Germen: 2,5 – 3,5 %

- Contiene información genética

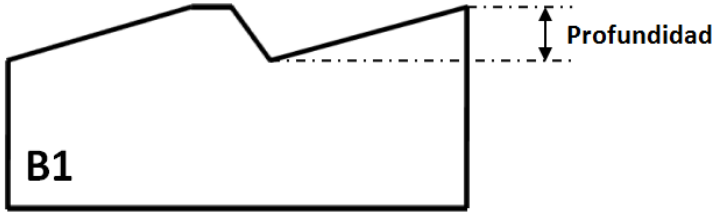


Los cilindros estriados deben tener las estrías con las características adecuadas

A MAYOR ÁNGULO MENOS PROFUNDIDAD

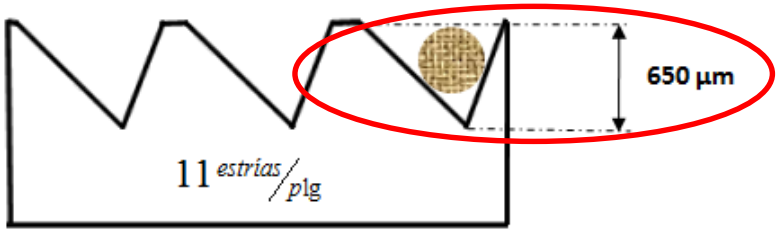


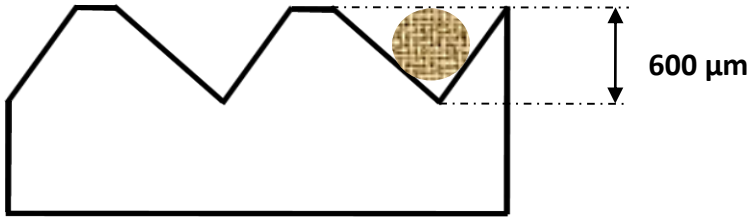
3,5 estrías/cm 40°/60°



3,5 estrías/cm 30°/70°

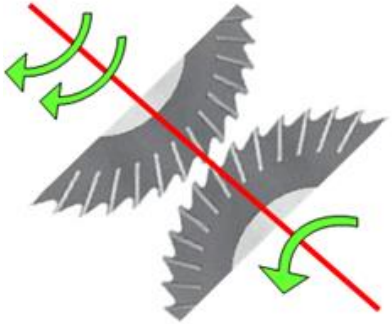
A MAYOR NÚMERO DE ESTRÍAS MENOS PROFUNDIDAD



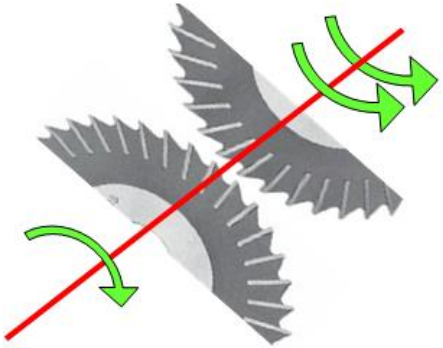


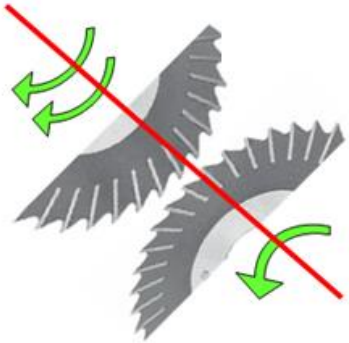
Los cilindros estriados deben tener la disposición adecuada para el correcto efecto de molienda

CORTE CONTRA CORTE

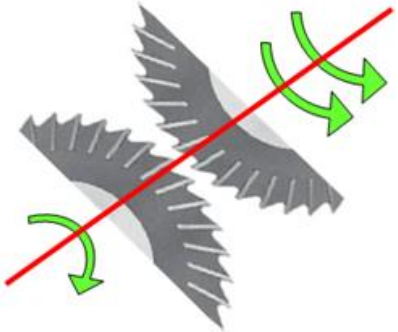


DORSO CONTRA CORTE





CORTE CONTRA DORSO

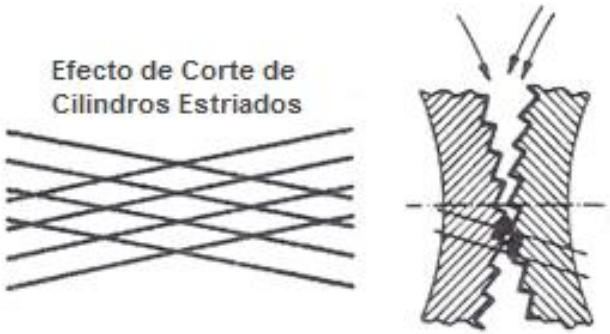


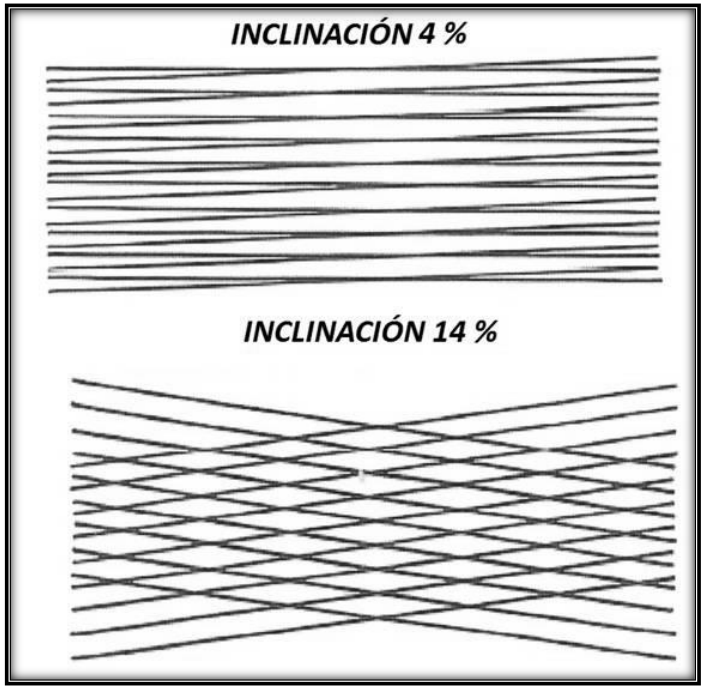
DORSO CONTRA DORSO

El espiral en los cilindros estriados es una de las características con mas impacto en el efecto de molienda

✓ Es la diferencia porcentual de la estría con respecto al eje longitudinal del cilindro.

✓ A mayor inclinación mayor corte de estrías (mayor puntos de corte)





✓ **Inclinaciones Típicas:**

+ Expresadas en longitud: 20 - 87 mm/m
+ Expresadas en porcentaje: 2 – 8 %

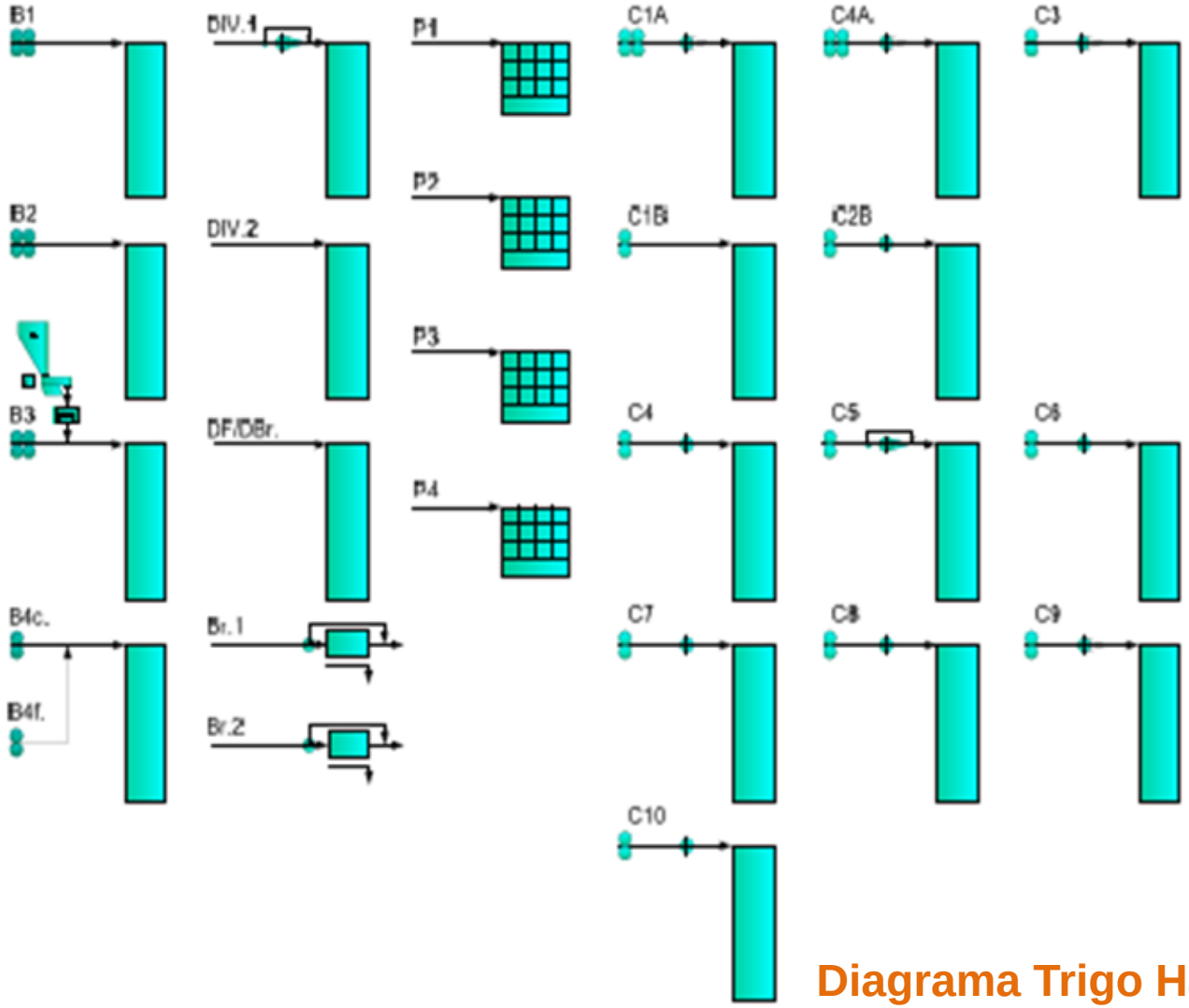


Diagrama Trigo Hard
Cuatro (4) Trituraciones

Cortesía Buhler

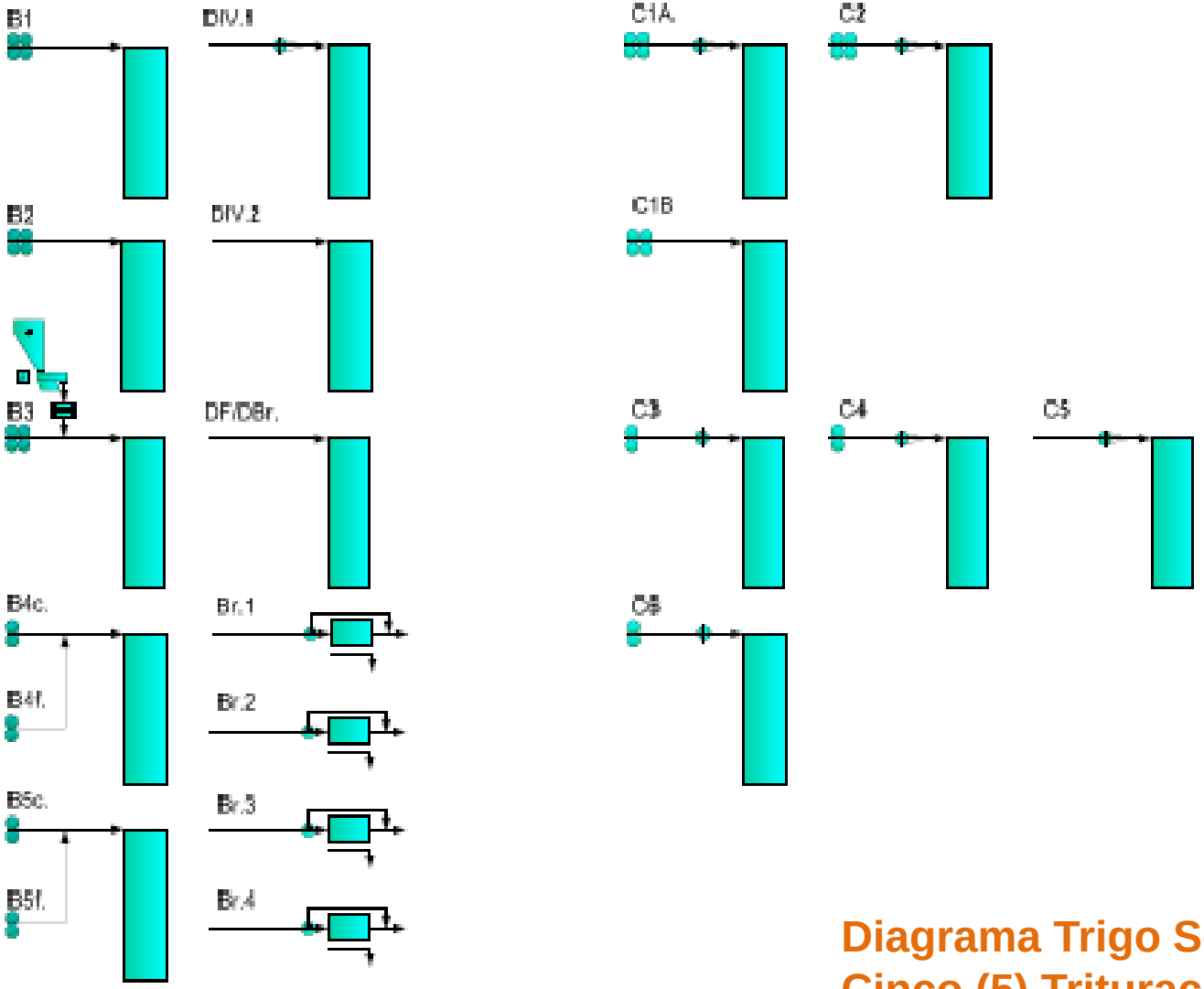


Diagrama Trigo Soft
Cinco (5) Trituraciones

Cortesía Buhler

Valores referenciales para usar en la construcción de un diagrama de molienda de trigo panadero

SECCION	mm/100kg/24hr	mt2/100kg/24hr
B1/T1	1,0	0,007
B2/T2	1,0	0,007
B3/T3	0,7	0,0055
B4/T4	0,7	0,005
B5/T5	0,7	0,0045
C1 Fn	1,2	0,006
C1 Gr	0,8	0,0045
C2	1,0	0,0045
C3	0,7	0,004
C4	0,8	0,003
C5	0,6	0,0025
C6	0,5	0,002
C7	0,6	0,0025
C8	0,4	0,0015
C9	0,4	0,0015
TOTAL	**11,0**	**0,061**

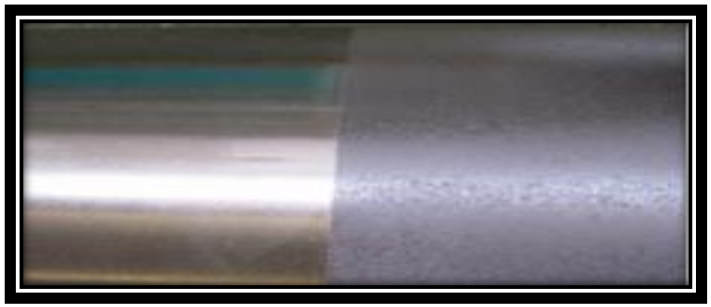
Correcta graduación o ajuste de las compresiones

- ✓ Alimentación uniforme a lo largo del cilindro
- ✓ Disposición o configuración paralela de los cilindros
- ✓ Verifique la temperatura del producto
- ✓ Verifique la granulación del producto
- ✓ Compruebe el efecto de la molienda en el centro y en los extremos del banco de los cilindros
- ✓ Evalúe el correcto ahusamiento de los cilindros

El buen criterio para el ajuste de las rendijas de molienda es muy importante por el impacto en la calidad de los productos

ANALISIS SECCION	Humedad (%)	Cenizas (%)	Gluten (%)	Almidón dañado
M1 (60%)	14	0,45	25	12,2
M1 (75%)	13,8	0,43	23,5	16,1
M1 (90%)	13,5	0,46	21,5	20,5
M1 (Max)	12,5	0,56	18,5	26,4

Los cilindros lisos deben tener la correcta rugosidad y ahusamiento la poder realizar el trabajo adecuado



Cilindro Liso/ Rugosidad

- ✓ Para los cilindros lisos mateados la rugosidad es: 2.5/3.5 Ra
- ✓ Para los cilindros rectificados listos para estriar es: 0.5/0.8 Ra

c a l i d a d e s

dureza	aplicaciones
480-530 HB	estandar para molinería y piensos
420-470 HB	molinería - liso / mateado
380-430 HB	molinería - liso / mateado
510-550 HB	quebrador de malta - cerveza - café
540-580 HB	laminadores de aceite - alto rendimiento
520-560 HB	chocolate - pintura - jabón
220-250 HB	fundición gris centrifugada
450-500 HB	laminadores de aceite
550-600 HB	quebrador molinería, aceite, piensos y café - alto rendimiento
510-550 HB	quebrador molinería, aceite, piensos y café
otros	otros

Cortesía Balaguer

Cilindros de Molienda

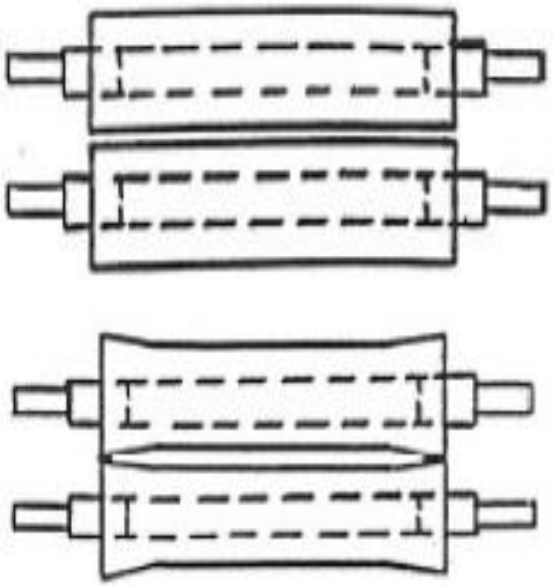
El efecto de molienda se logra en pares de cilindros (rollos) horizontales y paralelos, fabricados en acero, los cuales rotan en direcciones opuestas.

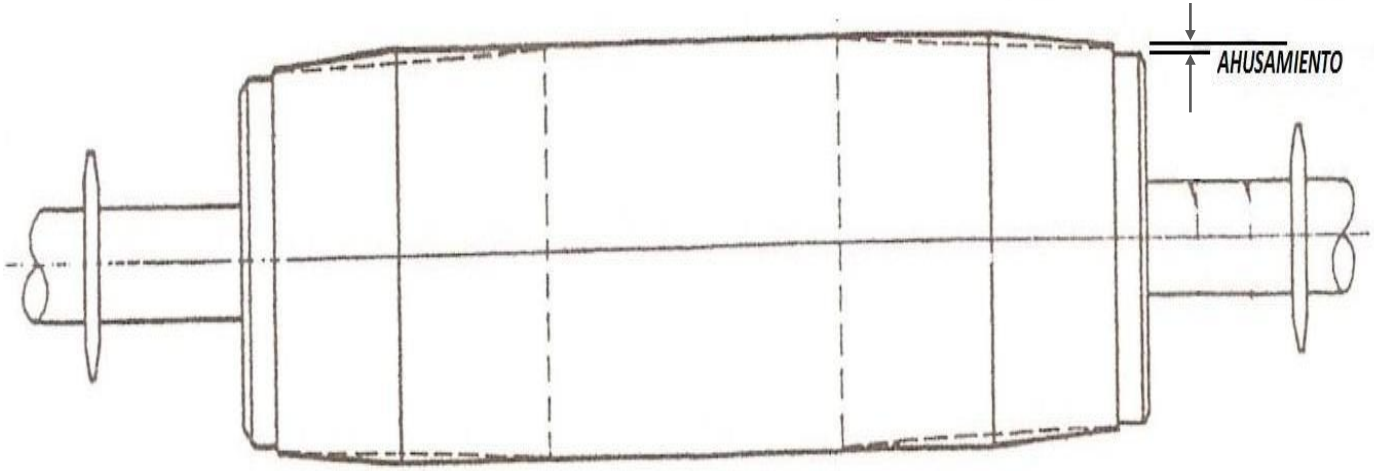
El ahusamiento es muy importante para el correcto trabajo de los cilindros lisos

Ahusamiento

✓ Ligera reducción en el diámetro al en los extremos del cilindros, que compensa la expansión de material debido al incremento de temperatura durante su funcionamiento.

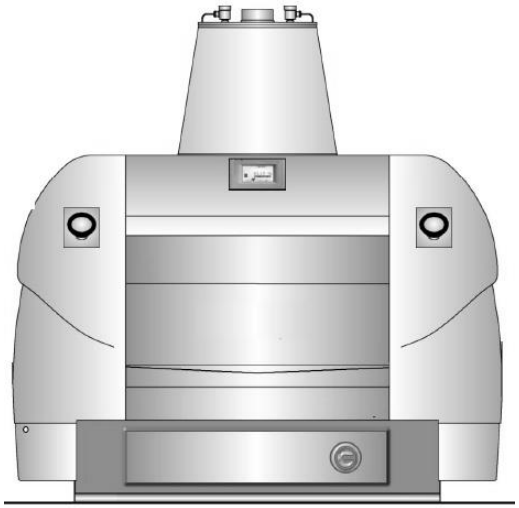
Dilatación por calentamiento

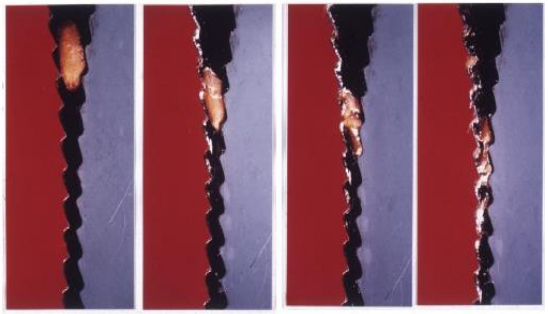




TOP 5: los aspectos o premisas a considerar en el proceso de Molienda son:

Molienda



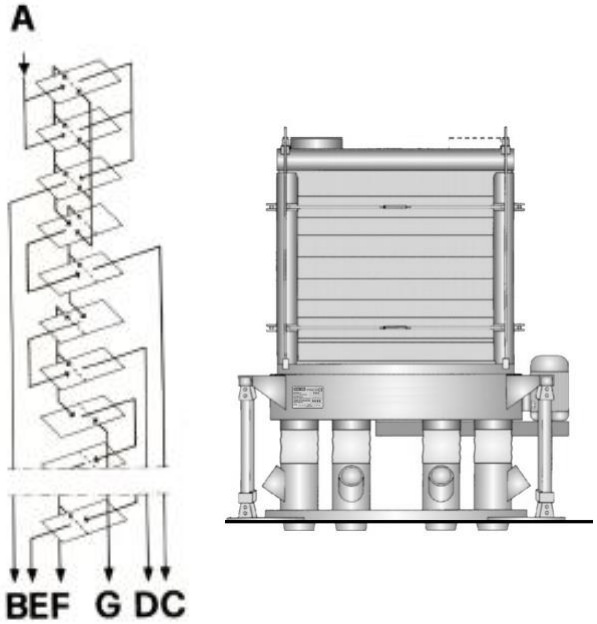


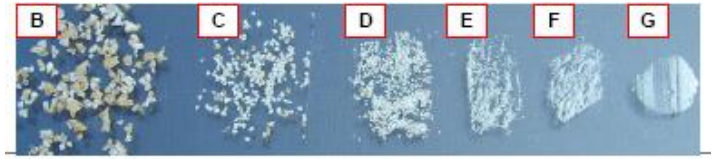
1. Diseño y diagramación adecuado; longitud de molienda, número de pasadas, etc.
2. Estado de los cilindros estriados
3. Estado de los cilindros lisos
4. Monitoreo y control de los ajustes de las rendijas de molienda
5. Características de los cilindros estriados y lisos

ESLAMO
ESCUELA LATINOAMERICANA DE MOLINERÍA

Los aspectos o premisas a considerar en el proceso de Cernido son:

Cernido





1. Diseño y diagramación adecuada; área de cernido, secciones bien diagramadas, etc.
2. Tipo y abertura de las mallas adecuadas
3. Monitoreo de los pasajes
4. Monitoreo de la presencia de harina en el rechazo
5. Programa de revisión de las secciones de los plansifters y mantenimiento general

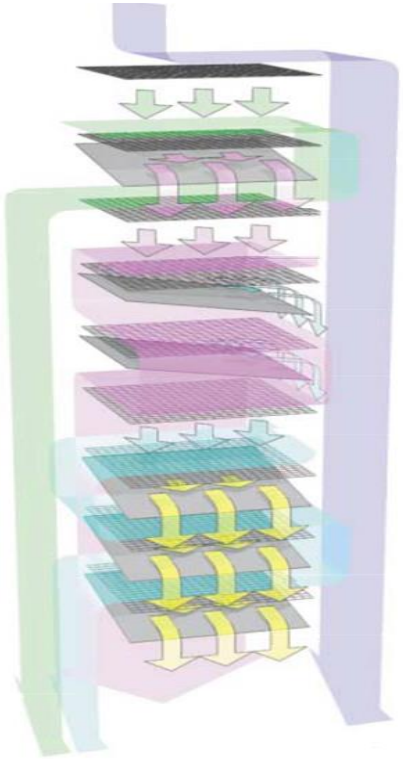
El área de cernido debe ser la acorde a la dureza del trigo, granulometría de la harina, humedad, etc...

0.05 m2/100kg/24 hr

CONTEXTURA DEL GRANO

HARD **SOFT**

0.065 m2/100kg/24 hr



DIAGRAMAS DE HARD Y SOFT

45-50% TRITURACION

CLASIFICACION

50-55% HARINAS

La selección de la abertura de la malla adecuada, así como, del tipo de tejido es muy importante…

Tela de Cernido de Acero Inoxidable - Stainless Steel Bolting Cloth (SS)

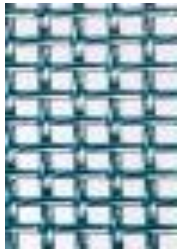
- ✓ Tela de alambres livianos de alta durabilidad tejidos en un patrón de malla cuadrado muy liso y resistente.
- ✓ Debido a su superficie lisa permite acelerar la acción de cernido en la tela lo que a su vez incrementa la capacidad de la maquinas o equipos en la cual se encuentran instaladas.
- ✓ La mejorada fuerza y dureza de la tela la convierten en la más duradera de todas la telas metálicas, ideal para usos donde una combinación alta superficie abierta y resistencia es requerida.

Telas Metálicas

Telas en usadas en molinos de harina

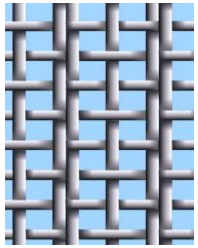
2.1 Plansifter

Nytal Wire Mesh

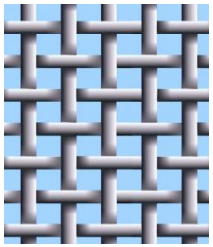


Eficiencia

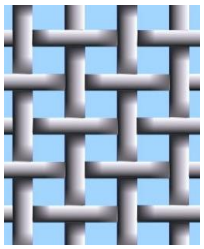
PA-XX - N
Normal Quality



PA-MF
Milling Forte



PA-XXX
Heavy Duty

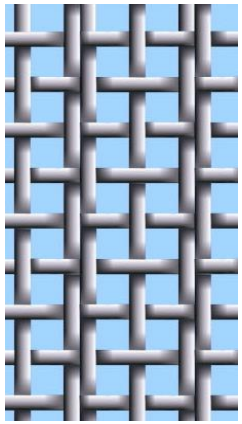


Duración

Las telas en los plansifters en molinos de harina

PA-XX - N

Milling / N-Quality

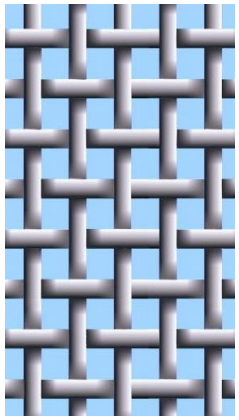


PA-XX se usa para trigo suave, bizcocho y pan de centeno.

XX-calidad tiene una superficie gruesa, grande porcentaje de superficie libre y muestra **el mejor efecto de tamización.**

PA-MF

Milling Forte

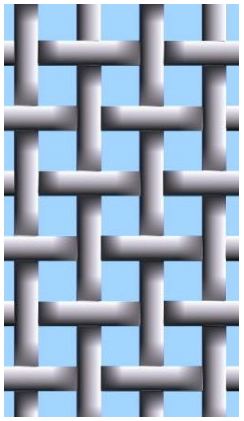


PA-MF se usa para trigo medio duro. Es la nueva generación para los marcos metálicos.

MF-tejidos están ajustados para mejor duración en **combinación con alto efecto de taminación.**

PA-XXX

Heavy Duty



PA-XXX se usa para trigo duro y "Durum"

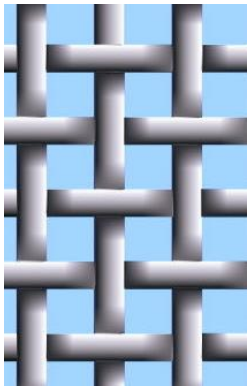
Están ajustadas para larga duración y **buena resistencia de abrasión.**

Telas en usadas en los purificadores en molinos de harina

2.2 Purificadores

PET-GG

Grit Gauze

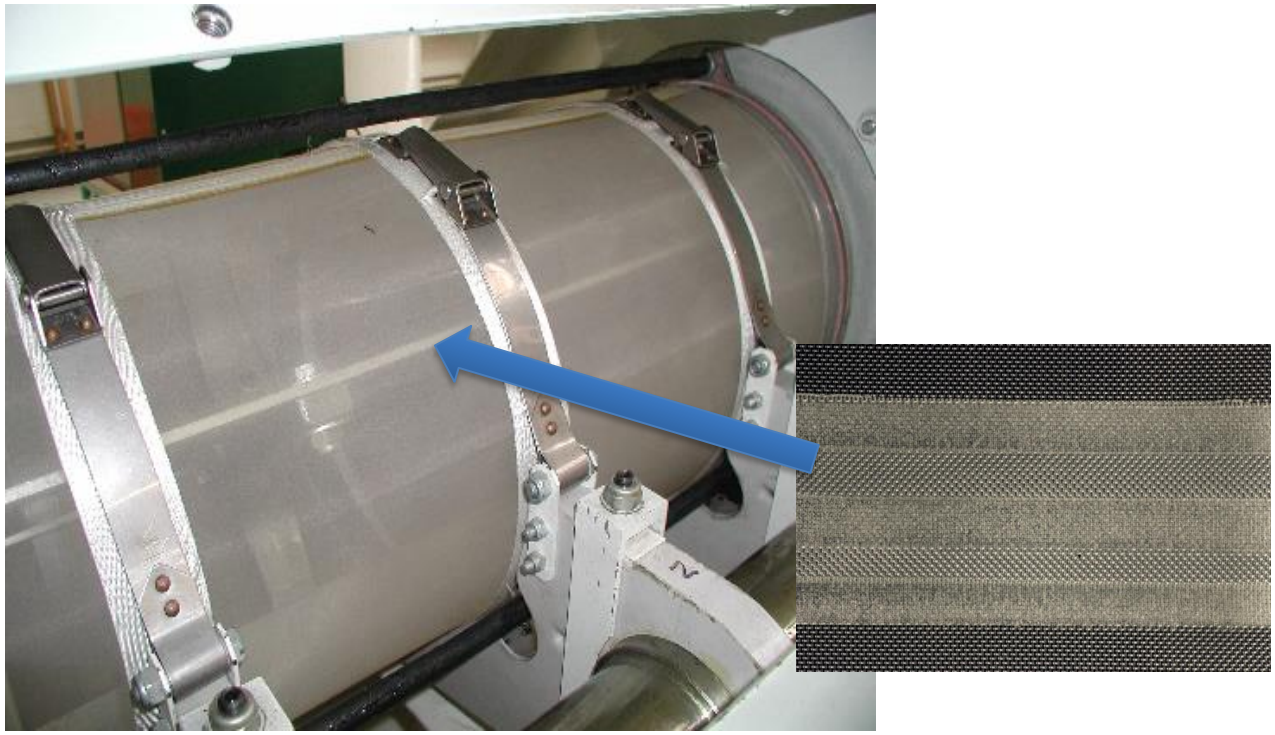


PET-GG no le afecta casi ningún cambio de humedad y temperatura. Tamizadores de polyester mantienen la tensión constante.
La superficie gruesa de la tela mantiene más tiempo el producto en el tamizador. Esto ayuda mejorar la separación.

Purificadores separan los productos por su peso y tamaño específico

Las telas en usadas en los Vibro/Turbo-cernedores en molinos de harina

2.3 Vibro-/Turbo-Cernedores



1a costura

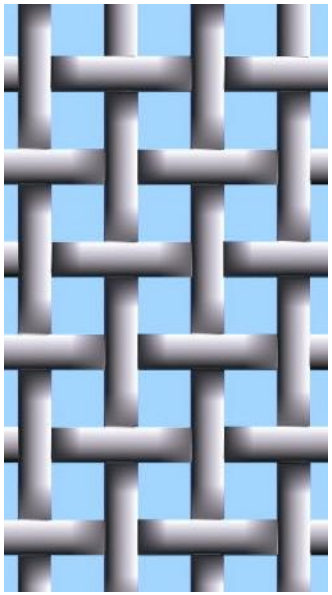
2a costura

3a costura

Las telas en usadas en los Vibro/Turbo-cernedores en molinos de harina

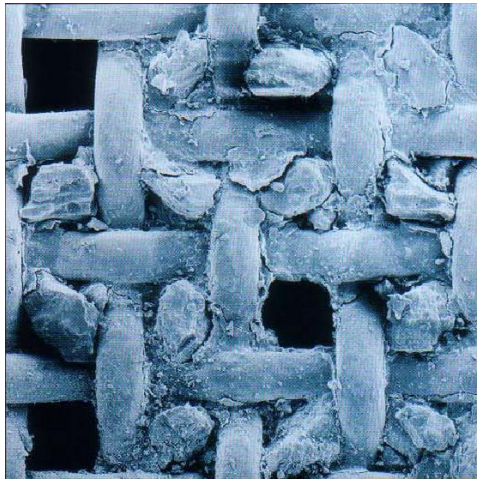
2.3 Vibro-/Turbo-Cernedores

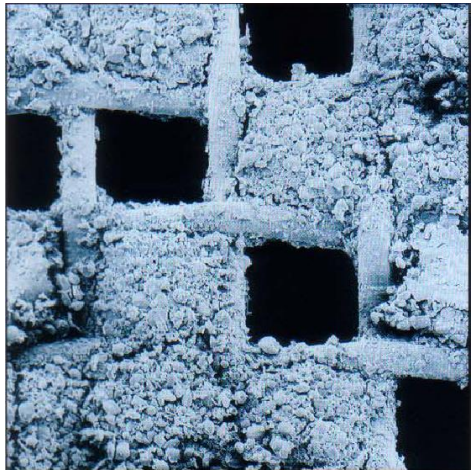
PA-HD (ASTM)
Heavy Duty



Tejidos PA-HD (ASTM)
aseguran un buena y eficiente
tamización y útil es la larga vida

El área de cernido debe mantenerse a plenitud, por lo tanto, se debe evitar la obstrucción de las mallas



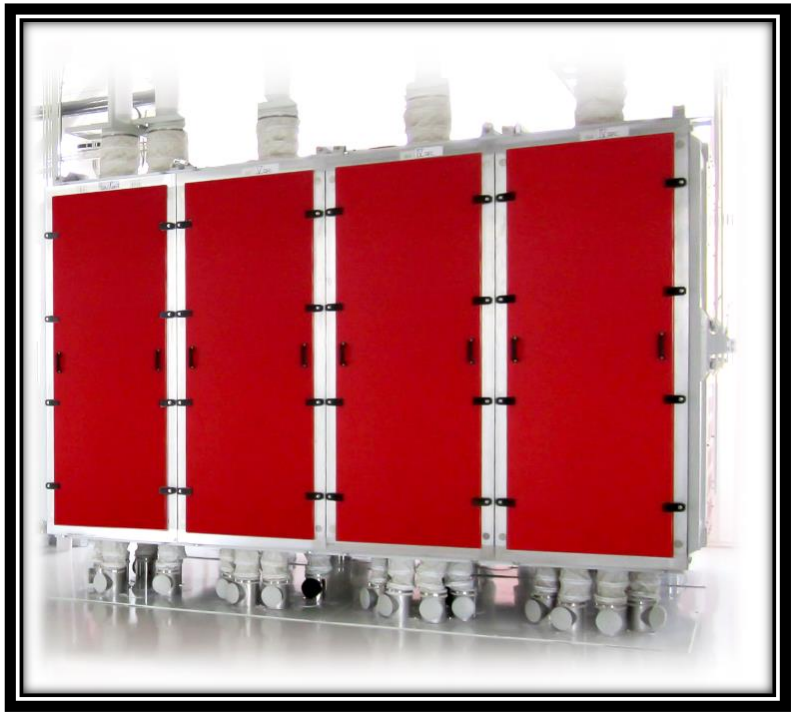


Es el proceso en que partículas muy finas, debido a su humedad, se adhieren a la superficie filtrante reduciendo el paso de las mismas entre ellas, hasta que finalmente las terminan cerrando y cubriendo.

Este proceso puede reducirse mediante:

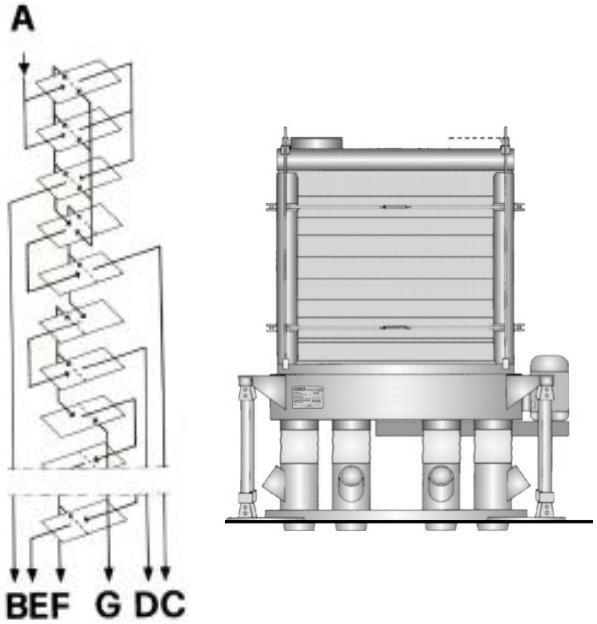
- La elección de una tela con mayor superficie de cernido.
- Utilización de accesorios (limpiadores) acoplados a los tamices. (bolas de gomas, cepillos de limpieza, etc.)
- Limpieza periódica y cuidadosa de cada uno de los tamices de cernido

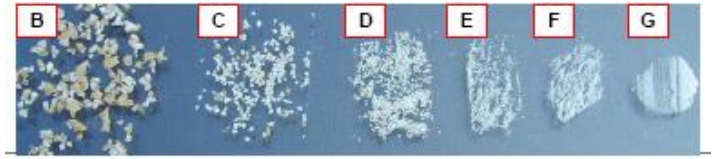
El escaso cernido, así como, el sobre cernido tienen impacto en la ceniza y granulometría, por lo tanto, en la calidad de la harina.



TOP 5: los aspectos o premisas a considerar en el proceso de Cernido son:

Cernido

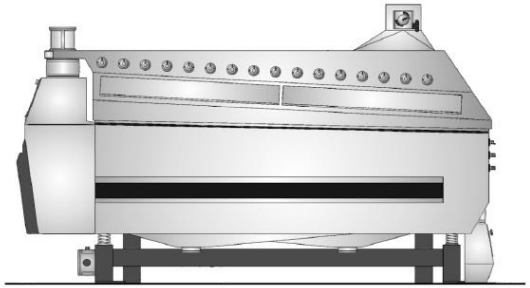


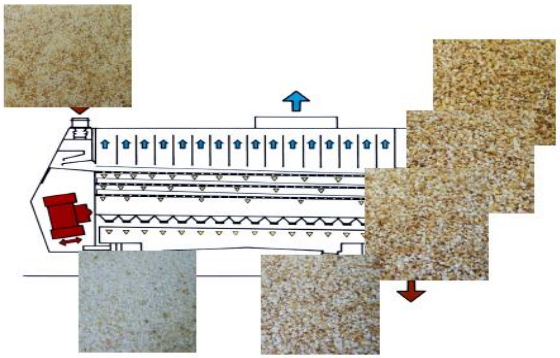


1. Diseño y diagramación adecuada; área de cernido, secciones bien diagramadas, etc.
2. Tipo y abertura de las mallas adecuadas
3. Monitoreo de los pasajes
4. Monitoreo de la presencia de harina en el rechazo
5. Programa de revisión de las secciones de los plansifters y mantenimiento general

Los aspectos o premisas a considerar en el proceso de Purificación son:

Purificación





1. Diseño y diagramación adecuada; área de purificación, secciones bien diagramadas, etc.
2. Tipo y abertura de las mallas adecuadas
3. Monitoreo de funcionamiento del purificador
4. Ajuste adecuado del purificador
5. Programa de revisión del purificador y mantenimiento general

Correcta graduación o ajuste de los purificadores

El purificador tiene una importancia muy grande en la obtención de harinas con bajo contenido de cenizas, esto siempre y cuando se trate de trigos semiduros, duros o extremadamente duros (durum o candeal).

Cortesía Ocrim

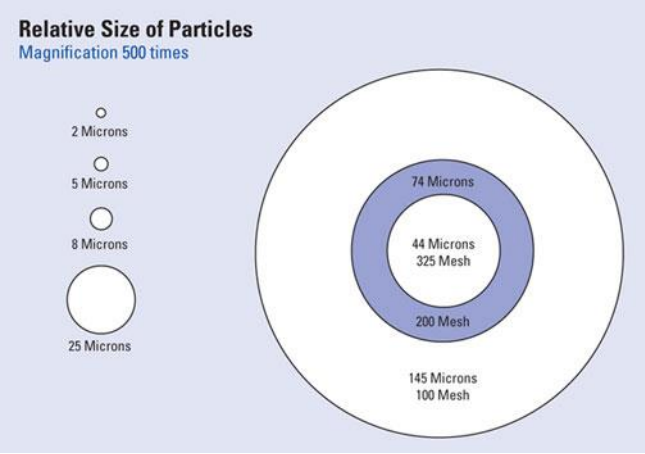
Los principios claves de funcionamiento del purificador son dos (2):

- ✓ **Resistencia a la corriente del aire o resistencia aerodinámica**

PESO ESPECÍFICO DE MATERIALES DE MOLIENDA

Material	Peso Específico
Endospermo	1,46
Almidon (87,5 % del endospermo)	1,48
Proteina (12,5 % del endospermo)	1,32
Salvado	1,27
Germen	1,34

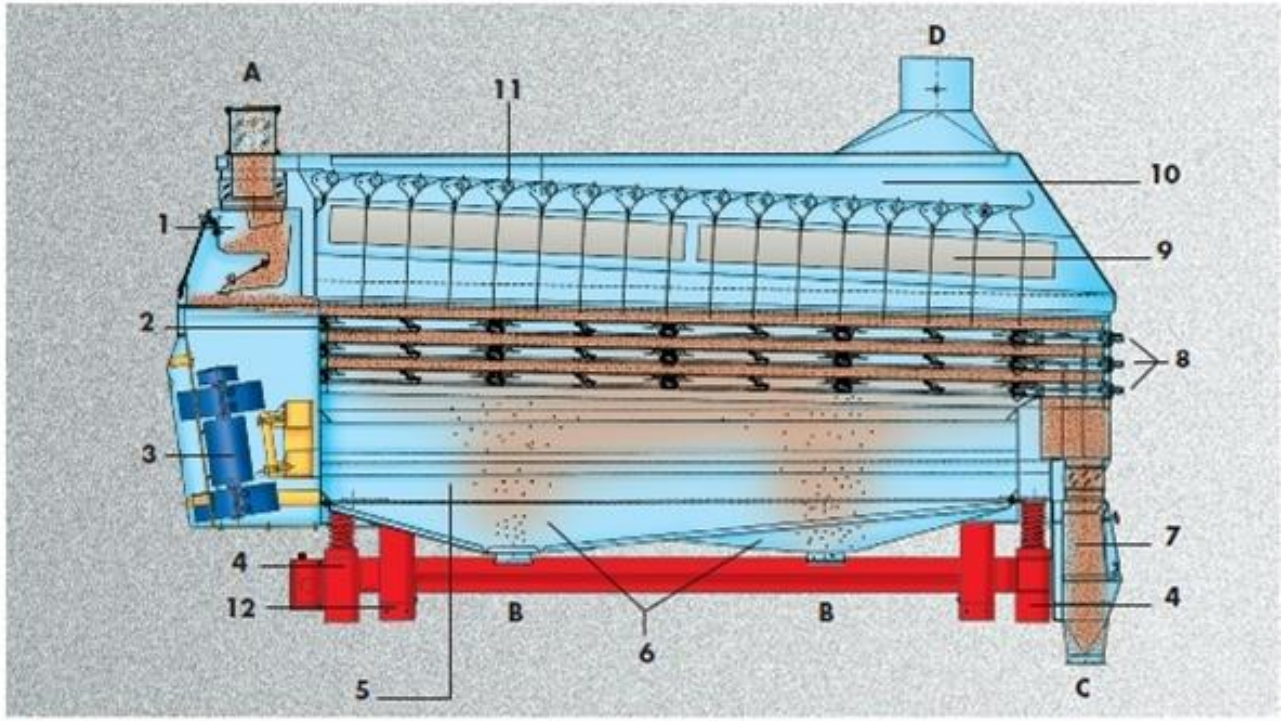
- ✓ **Tamaño de las partículas**



Elementos y partes del Purificador o Sasor

A Entrada
B Salida de Producto
C Salida Colas
D Aspiración

1 Grupo de Alimentación
2 Tamices
3 Motovibradores
4 Base bandejas oscilantes
5 Bandejas oscilantes
6 Canales colectores
7 Grupo de salida de colas
8 Seguros de tamices
9 Visores laterales de inspección
10 Canal de Aspiración
11 Valvulas de Aspíración
12 Soporte del Canal de Aspiración



Cortesía Buhler

Los Sistemas de Clasificación en el Molino pueden ir de tres (3) a cinco (5) granulaciones:

1.- Tres Granulaciones.

Sémola Gruesa	1110 – 525 μm
Sémola Fina	525 – 290 μm
Semolina	290 – 150 μm

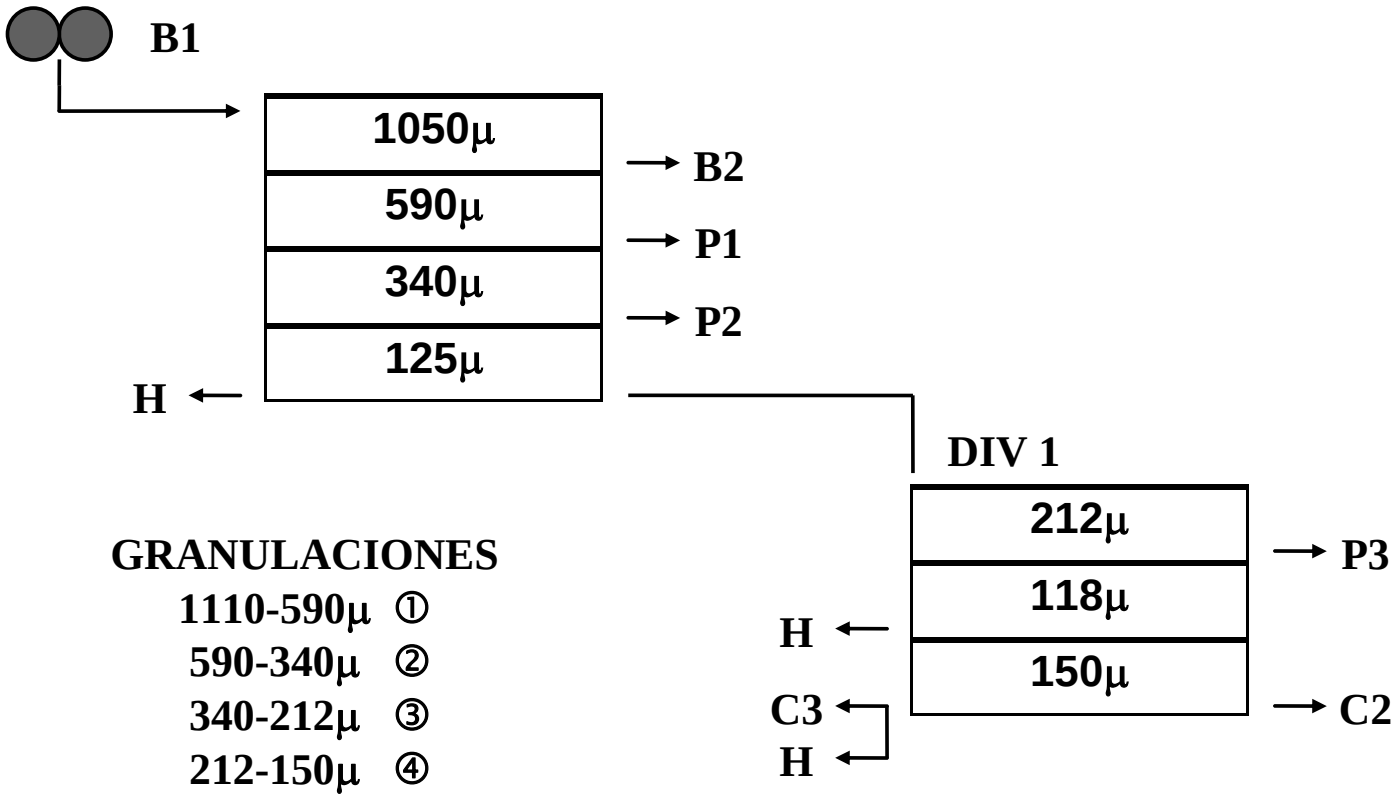
2.- Cuatro Granulaciones.

Sémola Gruesa	1110 – 590 μm
Sémola Fina	590 – 340 μm
Semolina Gruesa	340 – 212 μm
Semolina Fina	212 – 150 μm

3.- Cinco Granulaciones.

Sémola Gruesa	1110 – 670 μm
Sémola Media	670 – 460 μm
Sémola Fina	460 – 340 μm
Semolina Gruesa	340 – 212 μm
Semolina Fina	212 – 150 μm

El Sistema de Clasificación Cuatro Granulaciones es el mas empleado



El Sistema de Clasificación en el Molino

La forma en la cual debemos escoger las telas de la clasificación es la siguiente:

REGLA DE ORO

"***La diferencia en micrones entre una clasificación y la siguiente debe ser menor que la abertura de la clasificación más fina***".

Para entelar se utilizan las siguientes constantes, las cuales van acorde a la granulación:

Sémolas Gruesas (700 – 1100 μm) + 100 μm

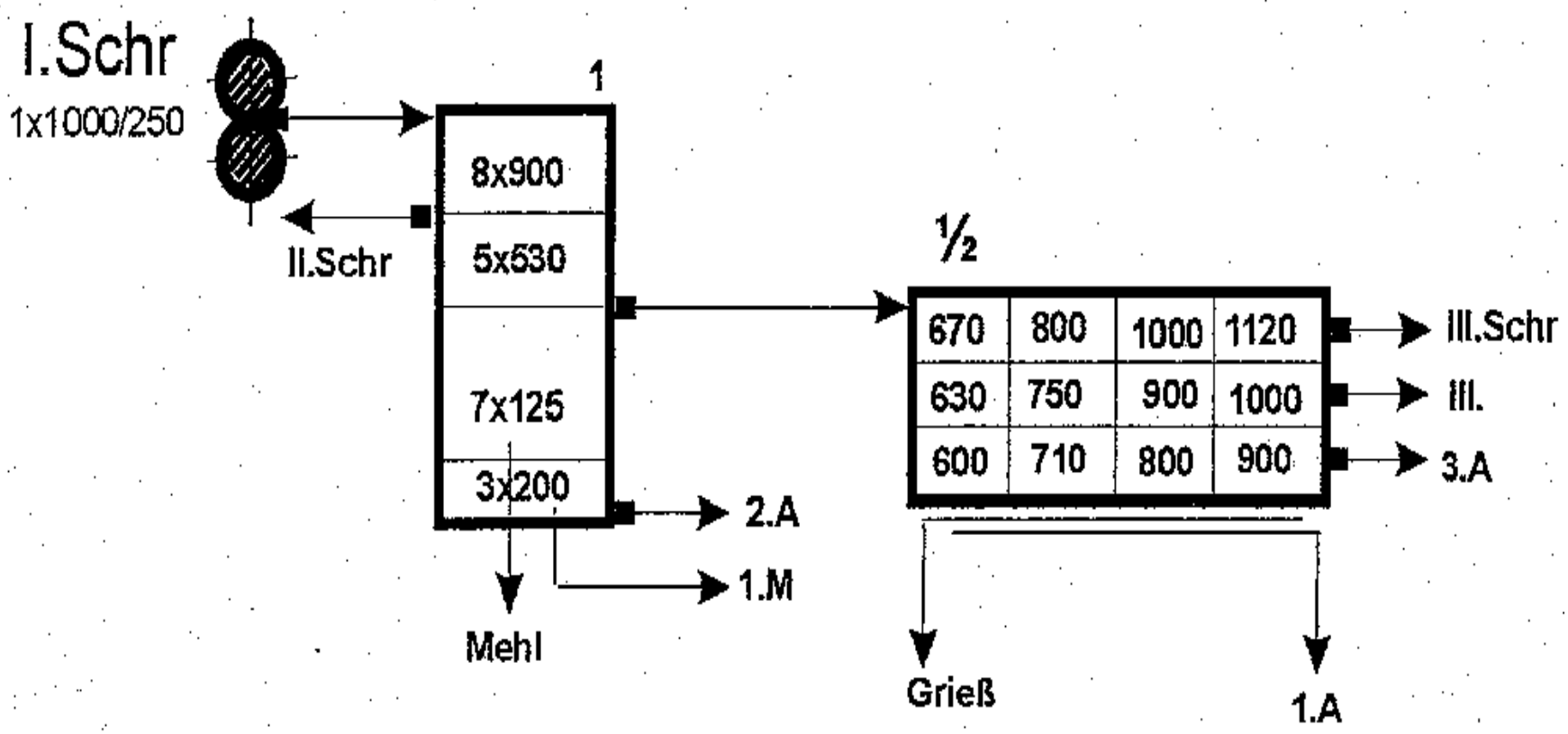
Sémolas Medias (500 – 700 μm) + 120 μm

Sémolas Finas (300 – 500 μm) + 150 μm

PET-12GG – 1800
PET-14GG – 1600
PET-15GG – 1400
PET-16GG – 1320
PET-18GG – 1180
PET-20GG – 1000
PET-22GG – 950
PET-23GG – 900
PET-24GG – 850
PET-26GG – 800
PET-27GG – 750
PET-28GG – 710
PET-30GG – 670
PET-31GG – 630
PET-32GG – 600
PET-34GG – 560
PET-36GG – 530
PET-38GG – 500
PET-40GG – 475
PET-42GG – 450
PET-44GG – 425
PET-45GG – 400
PET-47GG – 375
PET-50GG – 355
PET-52GG – 335
PET-54GG – 315
PET-58GG – 300
PET-60GG – 280
PET-64GG – 265
PET-66GG – 250
PET-70GG – 236
PET-72GG – 224
PET-74GG – 212

ESLAMO
ESCUELA LATINOAMERICANA DE MOLINERÍA

Flujo de la Primera tritura



Ajustes de los Purificadores o Sasores

Primeramente, antes de ajustar se debe verificar lo siguiente:

- ✓ Que la alimentación de entrada de entrada es pareja a través del tamiz y que la apertura de alimentación esta trabajando bien.
- ✓ Que todos los cepillos estén funcionando correctamente.
- ✓ Que no haya acumulación de material fibroso en las uniones entre los tamices.
- ✓ Que los conductos de aire estén libres.

Ajustes de los Purificadores o Sasores

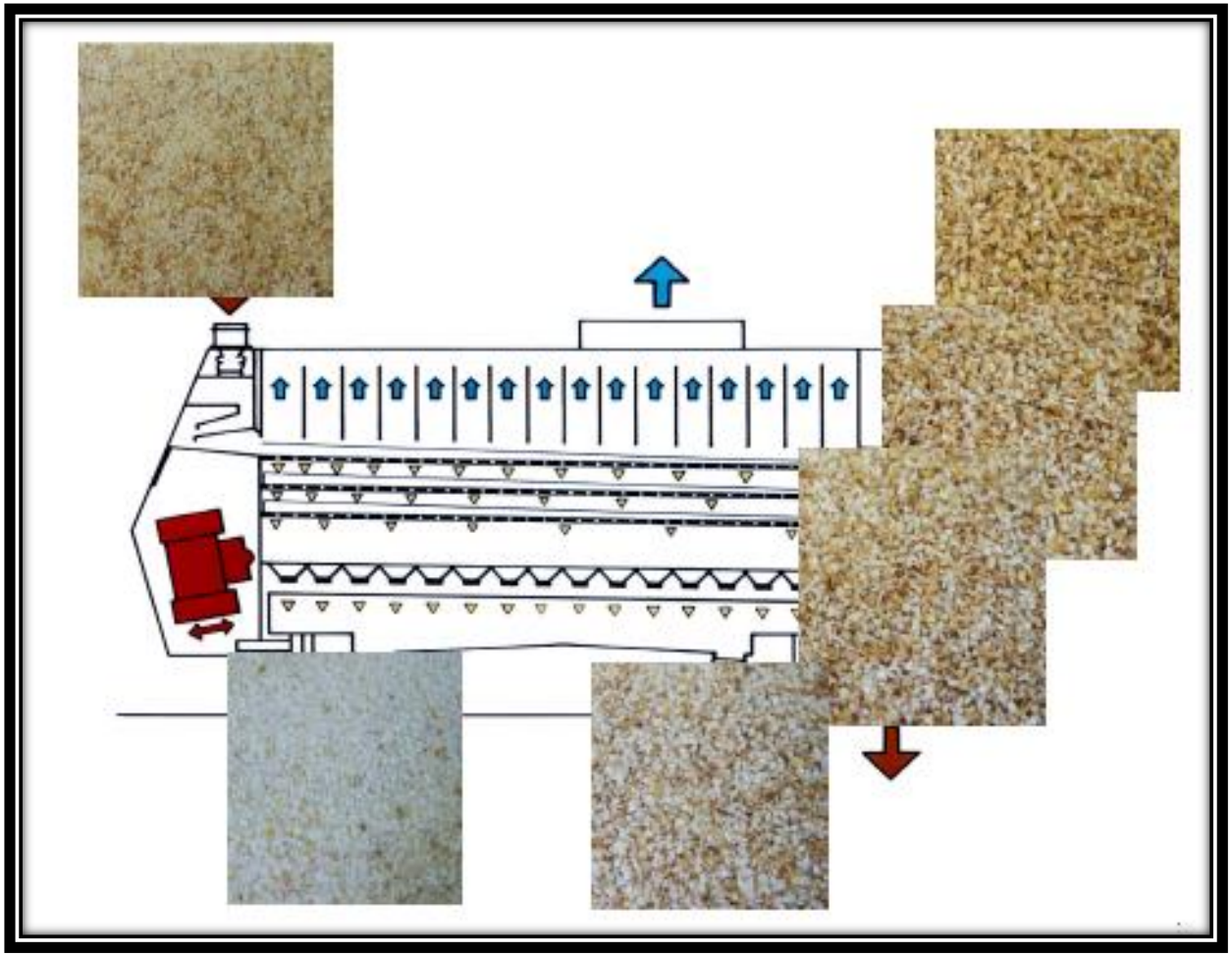
Luego:

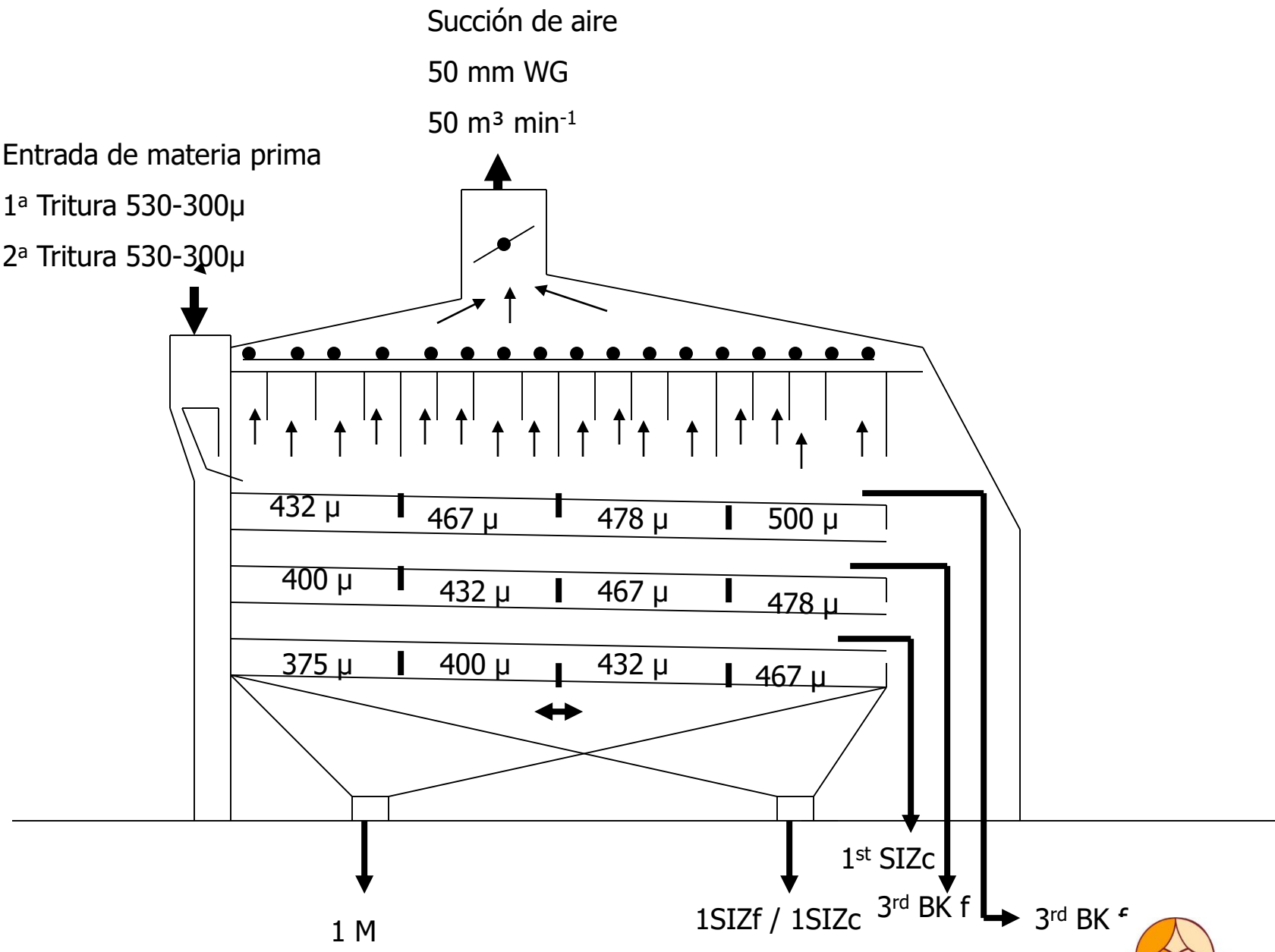
- ✓ Ajustar la válvula maestra de aire con la finalidad de distribuir el producto equitativamente a lo largo del purificador.

- ✓ Afinar el purificador ajustando las válvulas individuales de aire que controla la distribución del mismo dentro del purificador.

- ✓ Ajustar la división de los materiales que atraviesa.

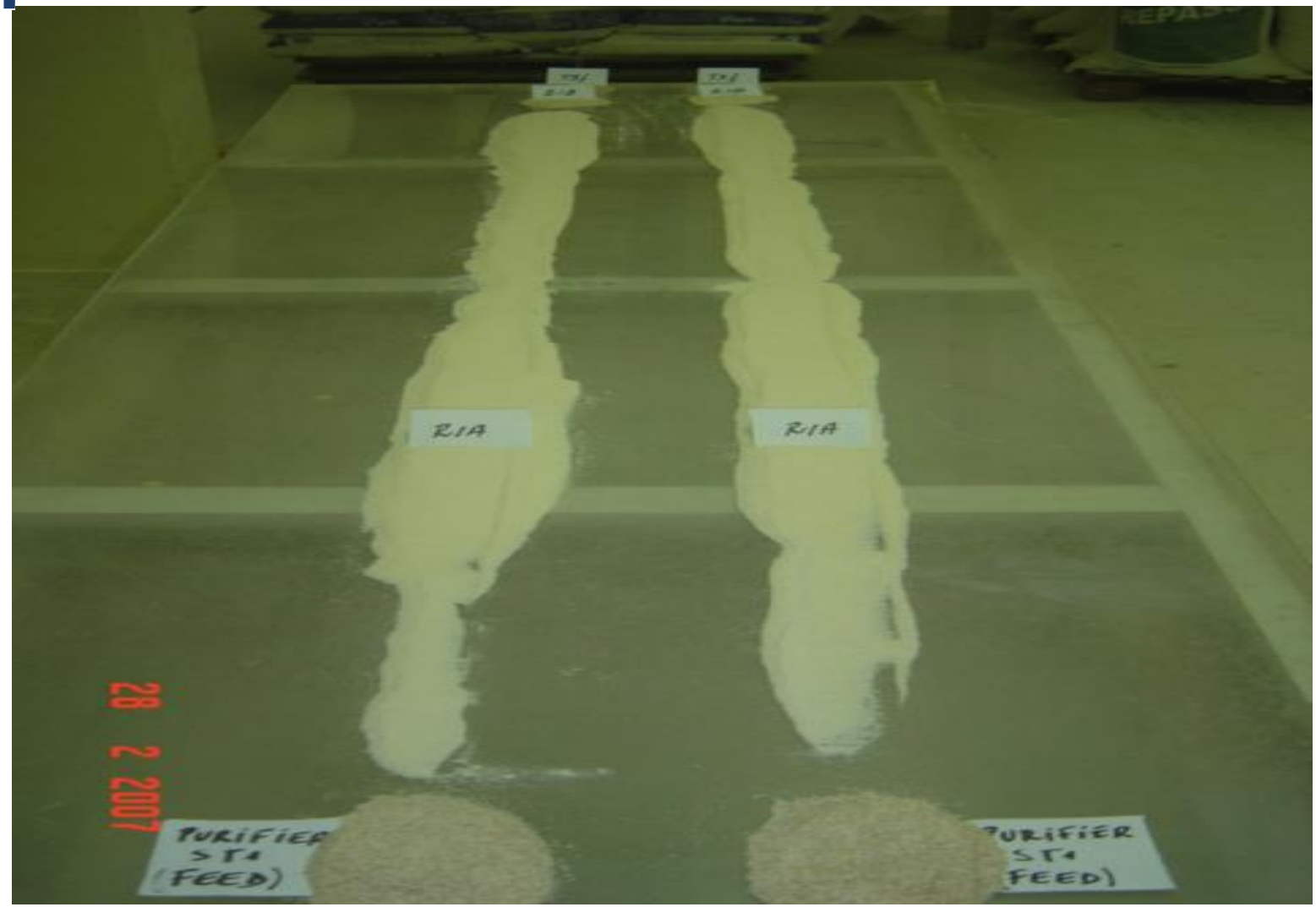
Confirmación del correcto ajuste de los purificadores




Succión de aire
50 mm WG
50 m³ min-1
Entrada de materia prima
1ª Tritura 530-300µ
2ª Tritura 530-300µ
432 µ
467 µ
478 µ
500 µ
400 µ
432 µ
467 µ
478 µ
375 µ
400 µ
432 µ
467 µ
1st SIZc
3rd BK f
3rd BK f
1 M
1SIZf / 1SIZc

Ceniza de los Materiales Antes y Después del Ajuste

Material	Antes (%)	Después (%)
Entrada	1.09	1.0
M1	0.65	0.47
1a Sémola (fina)	0.64	0.60
1ª Sémola (gruesa)	1.39	0.83
3a Trituración (fina)	1.92	2.12


RIA
RIA
28 2 2007
PURIFIER
ST4
(FEED)
PURIFIER
ST4
(FEED)

Velocidades de Aire Críticas para los Materiales del Molino

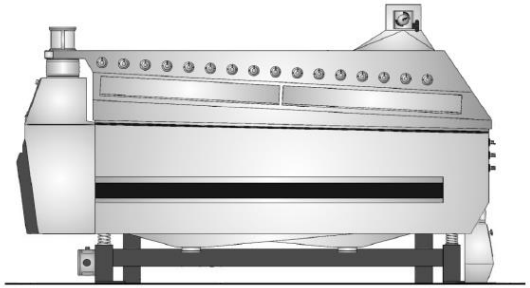
Producto	Vel. m/sec	Peso esp. kg/m³
Salvado grueso	3.5	250
Salvado fino	3.	300
Sémola gruesa	6.5	550
Sémola media	6	50
Sémola fina	5.5	600
Harina granular	3.5	550
Harina fina	3	550-600

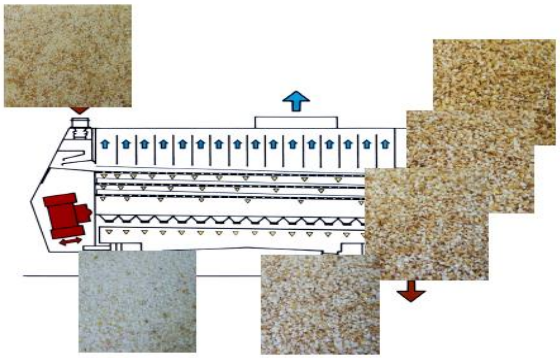
Velocidades Flotantes de los Materiales del Molino

Materiales	Velocidades (m/sec)
Sémola gruesa incluyendo salvado	2.5 – 5
Sémola fina incluyendo salvado	1.5 - 3
Partículas de salvado	Hasta 0.7

TOP 5: los aspectos o premisas a considerar en el proceso de Purificación son:

Purificación





1. Diseño y diagramación adecuada; área de purificación, secciones bien diagramadas, etc.
2. Tipo y abertura de las mallas adecuadas
3. Monitoreo de funcionamiento del purificador
4. Ajuste adecuado del purificador
5. Programa de revisión del purificador y mantenimiento general

Los cilindros estriados deben tener las estrías en buen estado para lograr otorgar el efecto de molienda deseado

Algunos métodos para medir el desgaste de los cilindros estriados son:

- ✓ "Memorizando" el aumento del calentamiento de la superficie del cilindro.
- ✓ Observando el aumento del amperaje de los motores eléctricos.
- ✓ Control del comportamiento reológicos de las harinas de cada pasaje estriado.
- ✓ Observando el grado de corte o aplastamiento que tenían los granos o partículas en cada pasaje estriado.

TECNOLOGIA DEL ESTRIADO
Desgaste de los cilindros

¿Cuándo debo desmontar o bajar los cilindros estriados y estriarlos nuevamente?

- **El comportamiento del ancho del vértice**

  - Ver el aumento el desgaste del estriado debido a la acción de la molienda.

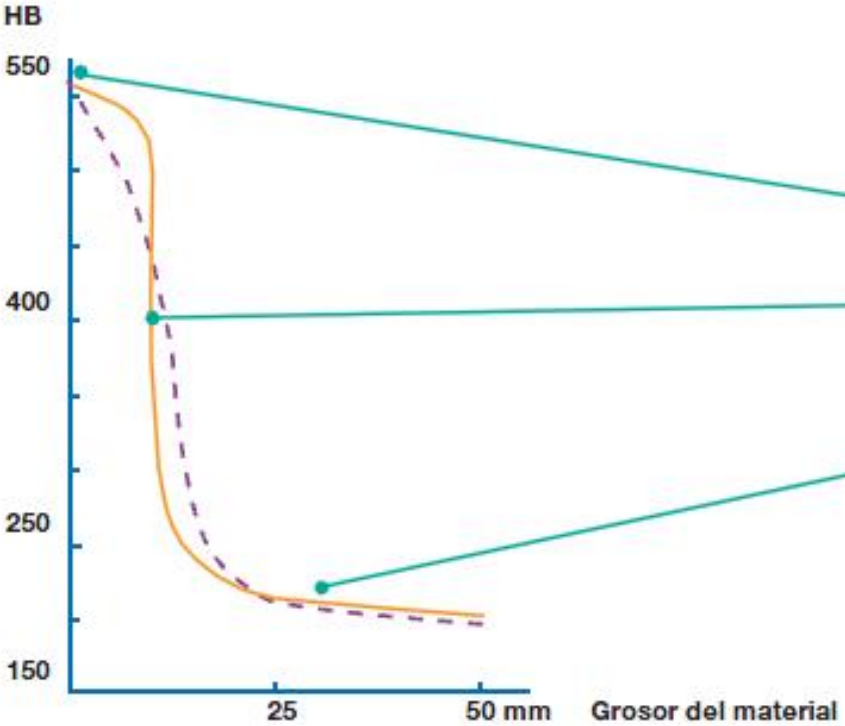
  - Cada pasaje de trituración es un caso distinto de análisis

  - Para el cálculo necesitamos conocer:

    - ✓ Diámetro del cilindro
    - ✓ Estrías por centímetro
    - ✓ Ancho del vértice de las estrías

La dureza de los cilindros es fundamental en la vida útil de las estrías y esta es variable en concordancia al diámetro

Curva de caída de dureza en cilindros.



Cilindro de fundición compuesta centrifugada

Cilindro de fundición estática

Corte transversal de un cilindro de fundición centrifugada.
Clara diferenciación entre la capa externa, de fundición dura, y la capa exterior, de fundición gris.

TECNOLOGIA DEL ESTRIADO
Desgaste de los cilindros

Ejemplo N°1:
Caso de un Cilindro nuevo (Figura A)
Pasaje: T1 ó B1
Estrías por centímetros: 3.2
Ancho del vértice: 0.20mm
Diámetro del cilindro: 250mm

a) Perímetro del cilindro	= π x D = 3.1416 x D
	= 3.1416 x 250mm
	= 785.40mm
	= 78.54cm
b) Total de estrías	= 78.54cm x 3.2 estrías
	= 251.33 estrías

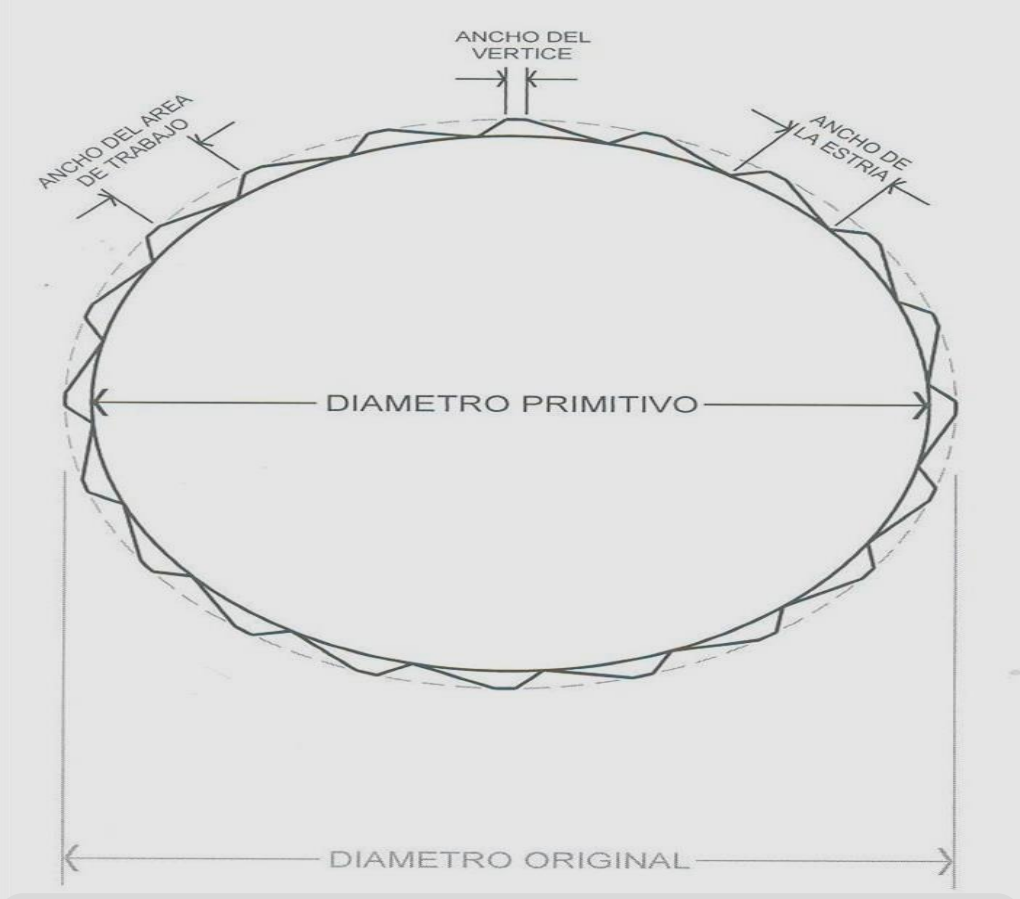
TECNOLOGIA DEL ESTRIADO
Desgaste de los cilindros

c) Total de superficie lisa	= 251.33 x 0.20mm (Ancho del vértice) = 50.27mm = 5.03cm
% Superficie lisa	= (5.03cm/78.54cm)*100 = 6.40% (de la superficie lisa total)

El porcentaje de superficie lisa (6.40%) se mantiene independiente del diámetro del cilindro, para el caso que estamos analizando.

Nota: Tomando como base el procedimiento, podemos en períodos de tiempo calcular el porcentaje de superficie lisa, con las nuevas variables, ancho del vértice y el diámetro del cilindro.

TECNOLOGIA DEL ESTRIADO
Desgaste de los cilindros



Caso A "Normal"

TECNOLOGIA DEL ESTRIADO
Desgaste de los cilindros

Ejemplo Nº2:
Analizando el mismo cilindro, en operación con nuevas variables. (A excepción de la cantidad de estrías por centímetro)
Estrías por centímetros: 3.2
Ancho del vértice: 0.80mm
Diámetro del cilindro: 249.10mm

a) Perímetro del cilindro
= 3.1416 x D = 3.1416 x 249.10mm= 782.57mm= 78.26cm

b) Total de estrías
= 251.33 estrías

TECNOLOGIA DEL ESTRIADO
Desgaste de los cilindros

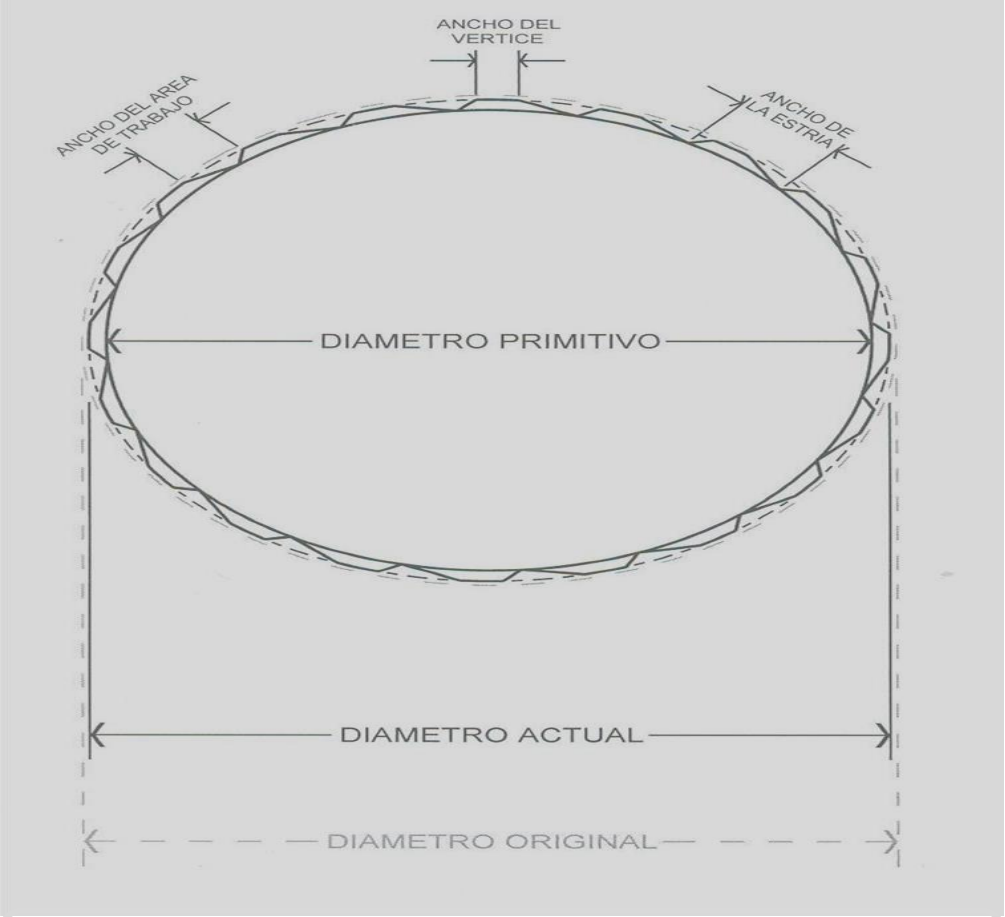
C) Total de superficie lisa
= 251.33 x 0.80mm (Ancho del vértice)= 201.06mm= 20.11cm

% Superficie lisa
= (20.11cm/78.26cm)*100
= 25.69% (de la superficie lisa total)

Con este porcentaje de superficie lisa (25.69%); observaremos los siguientes cambios en la operación de los cilindros:

- ✓ Aumenta levemente el consumo de energía eléctrica
- ✓ Aumenta levemente el calor en los cilindros

TECNOLOGIA DEL ESTRIADO
Desgaste de los cilindros



Caso B "Desgaste Leve"

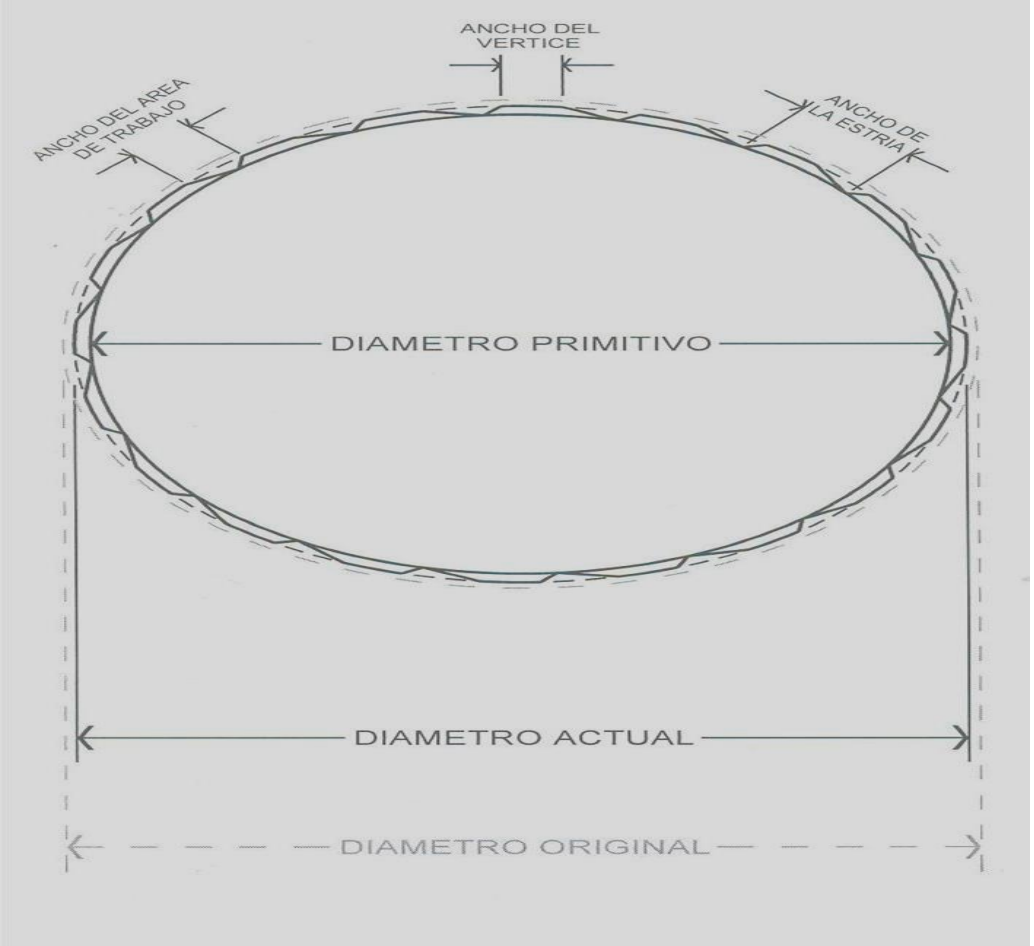
TECNOLOGIA DEL ESTRIADO
Desgaste de los cilindros

Ejemplo Nº3:
Analizando el mismo cilindro, con nuevas variables.
Estrías por centímetros: 3.2
Ancho del vértice: 1.56mm
Diámetro del cilindro: 248.80mm

a) Perímetro del cilindro
= 3.1416 x D = 3.1416 x 248.80mm= 781.63mm= 78.16cm
b) Total de estrías
= 251.33 estrías

c) Total de superficie lisa	= 251.33 x 1.56mm (Ancho del vértice) = 392.07mm=39.21cm
% Superficie lisa	= (39.21cm/78.16cm)*100 = 50.16% (de la superficie lisa total)

TECNOLOGIA DEL ESTRIADO
Desgaste de los cilindros



Caso C "Desgaste Pronunciado"

TECNOLOGIA DEL ESTRIADO
Desgaste de los cilindros

Con este porcentaje de superficie lisa (50.16%); técnicamente este es un cilindro mixto aquí respondemos la pregunta; quién da los parámetros para desmontar o bajar los cilindros es el porcentaje de superficie lisa del cilindro

En estas condiciones, el cilindro causa las siguientes desventajas:

- ✓ Considerables aumento en el consumo de energía eléctrica
- ✓ Aumenta el calentamiento en los cilindros
- ✓ El grano de trigo es comprimido levemente
- ✓ La producción de sémola (grano) es variable
- ✓ Se hace un poco difícil raspar el endospermo de afrecho
- ✓ Aumenta la intensidad del ruido, debido al martilleo de los engranajes

TECNOLOGIA DEL ESTRIADO
Desgaste de los cilindros

Ejemplo Nº4:

Analizando el mismo cilindro, con nuevas variables.

Estrías por centímetros: 3.2

Ancho del vértice: 1.90mm

Diámetro del cilindro: 248.40mm

a) Perímetro del cilindro	= 3.1416 x D = 3.1416 x 248.40mm = 780.37mm= 78.04cm
b) Total de estrías	= 251.33 estrías

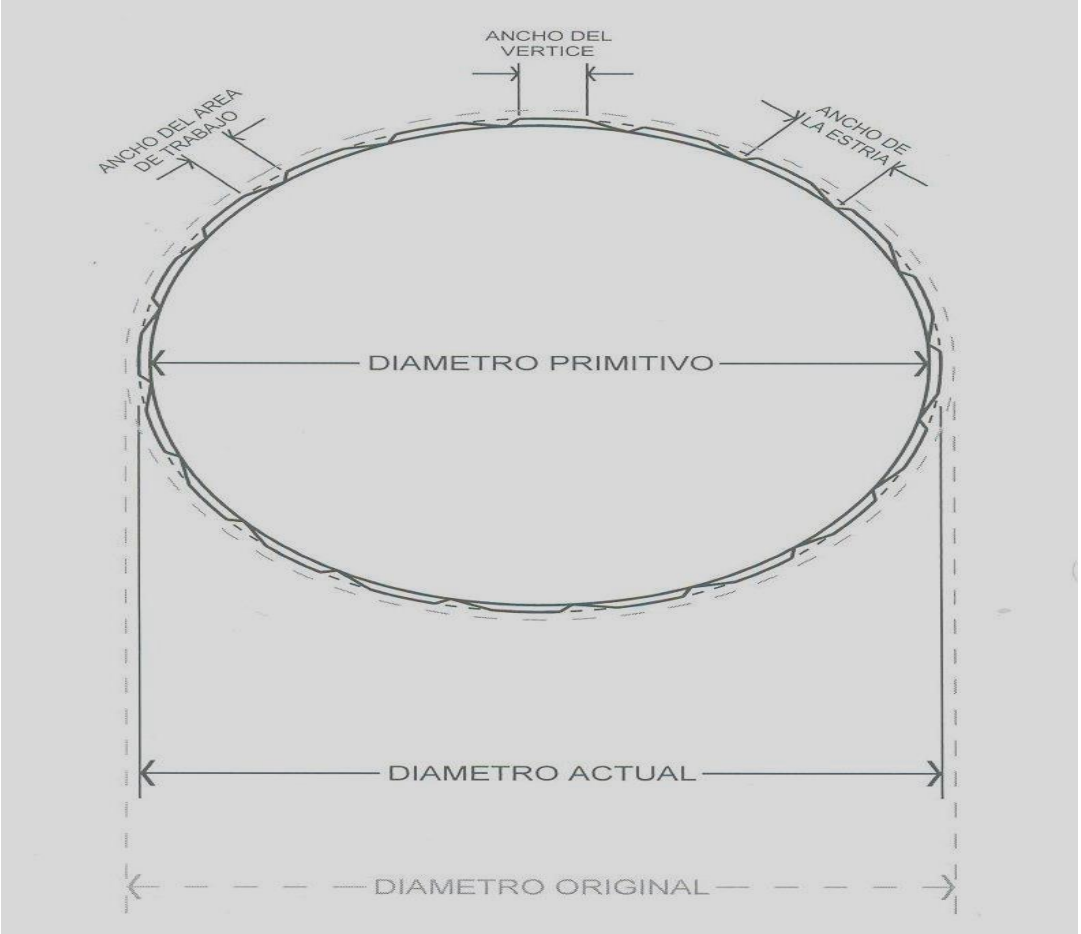
TECNOLOGIA DEL ESTRIADO
Desgaste de los cilindros

C) Total de superficie lisa	= 251.33 x 1.90mm (Ancho del vértice) = 477.53mm= 47.75cm
% Superficie lisa	100 = (47.75cm/78.04cm)*100 = 61.19% (de la superficie lisa total)

Con este porcentaje de superficie lisa (61.19%); observaremos lo siguiente:

- ✓ Mayor consumo de energía eléctrica
- ✓ Los cilindros se calientan fuera de lo normal
- ✓ Tienden a bajar el rendimiento
- ✓ Se hace más difícil raspar el endospermo del afrecho
- ✓ Aumenta el porcentaje de almidones dañados

TECNOLOGIA DEL ESTRIADO
Desgaste de los cilindros



Caso D "Desgaste Excesivo"

TECNOLOGIA DEL ESTRIADO
Desgaste de los cilindros

► Análisis de la eficiencia del estriado (Pasaje T_1 ó B_1)

Caso	(Av) Ancho del Vértice	(E) Estrías por Centímetros	(Dc) Diámetro del Cilindro	(P) Perímetros del cilindro	(Te) Total de Estrías	(TSL) Total de superficie lisa	(%TSL) % Total de superficie lisa
A	0.20mm	3.20	250.0mm	785.40mm	251.33	50.27mm	6.40%
B	0.80mm	3.20	249.10mm	782.57mm	251.33	201.06mm	25.69%
C	1.56 mm	3.20	248.80mm	781.63mm	251.33	392.07mm	50.16%
D	1.90 mm	3.20	248.4mm	780.37mm	251.33	477.53mm	61.19%

$$P = Dc \times 3.1416; Te = \frac{E \times P}{100}; TLS = Te \times Av; \%TLS = \frac{TLS}{P} \times 100$$

TECNOLOGIA DEL ESTRIADO
Desgaste de los cilindros

Efectos producidos por el ancho del vértice de la estría:

Caso	Ancho del Vértice	% Total de Superficie Lisa	Efectos
A	0.20mm	6.40%	a) Bajo consumo de energía eléctrica b) Cilindros trabajan (trituran) fríos c) Producto triturado es uniforme d) Intensidad del ruido es baja e) Buenas condiciones de molienda
B	25.69%	25.69%	a) Aumenta levemente el consumo de energía eléctrica b) Aumenta levemente el calor en los cilindros c) Producto triturado se mantiene uniforme d) Intensidad del ruido es “normal” e) Condiciones de molienda normales

TECNOLOGIA DEL ESTRIADO
Desgaste de los cilindros

Efectos producidos por el ancho del vértice de la estría:

Caso	Ancho del Vértice	% Total de Superficie Lisa	Efectos
C	50.16%	50.16%	a) Teóricamente es un cilindro mixto (estriado-liso) b) Aumento considerable en el consumo de energía y el calor de los cilindros c) El grano de trigo es "comprimido" levemente d) Producto triturado es variable e) Se hace poco difícil "raspar" el endospermo del afrecho f) Aumenta levemente el porcentaje de almidones dañados

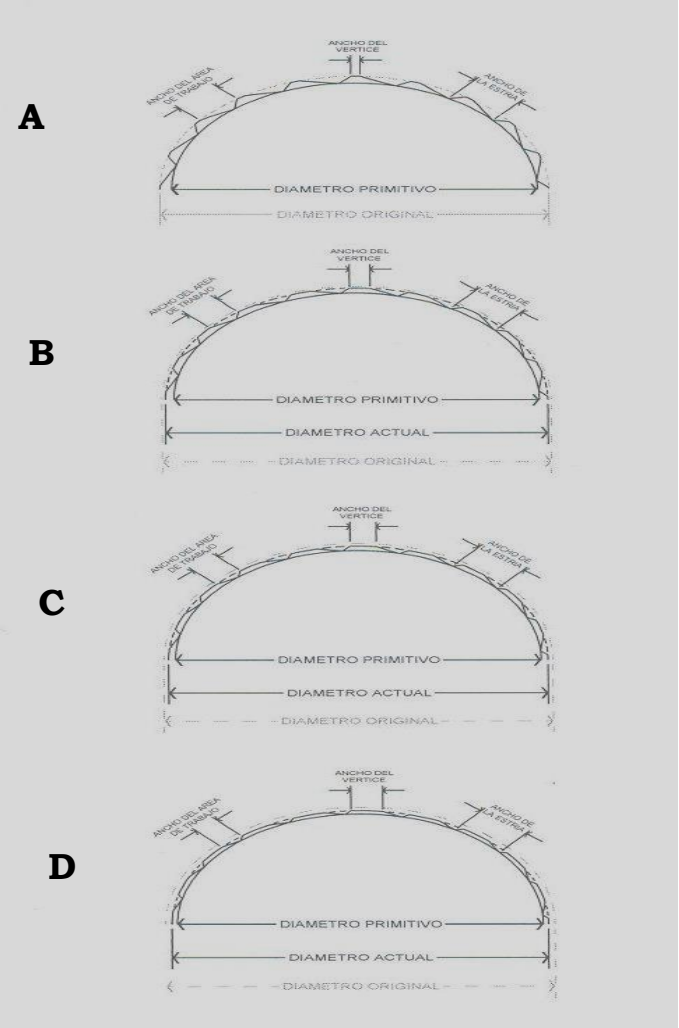
TECNOLOGIA DEL ESTRIADO
Desgaste de los cilindros

Efectos producidos por el ancho del vértice de la estría:

Caso	Ancho del Vértice	% Total de Superficie Lisa	Efectos
D	61.19%	61.19	a) Mayor consumo de energía eléctrica b) Los cilindros se calientan fuera de lo normal c) El grano de trigo es "comprimido" d) Se hace más difícil "raspar" el endospermo del afrecho e) Baja el rendimiento (extracción) f) Aumenta el porcentaje de almidones dañados entre otros

TECNOLOGIA DEL ESTRIADO
Desgaste de los cilindros

Análisis esquemático del comportamiento del ancho del vértice y del ancho del área de trabajo



ESLAMO
ESCUELA LATINOAMERICANA DE MOLINERÍA

MILL AUDIT.xls

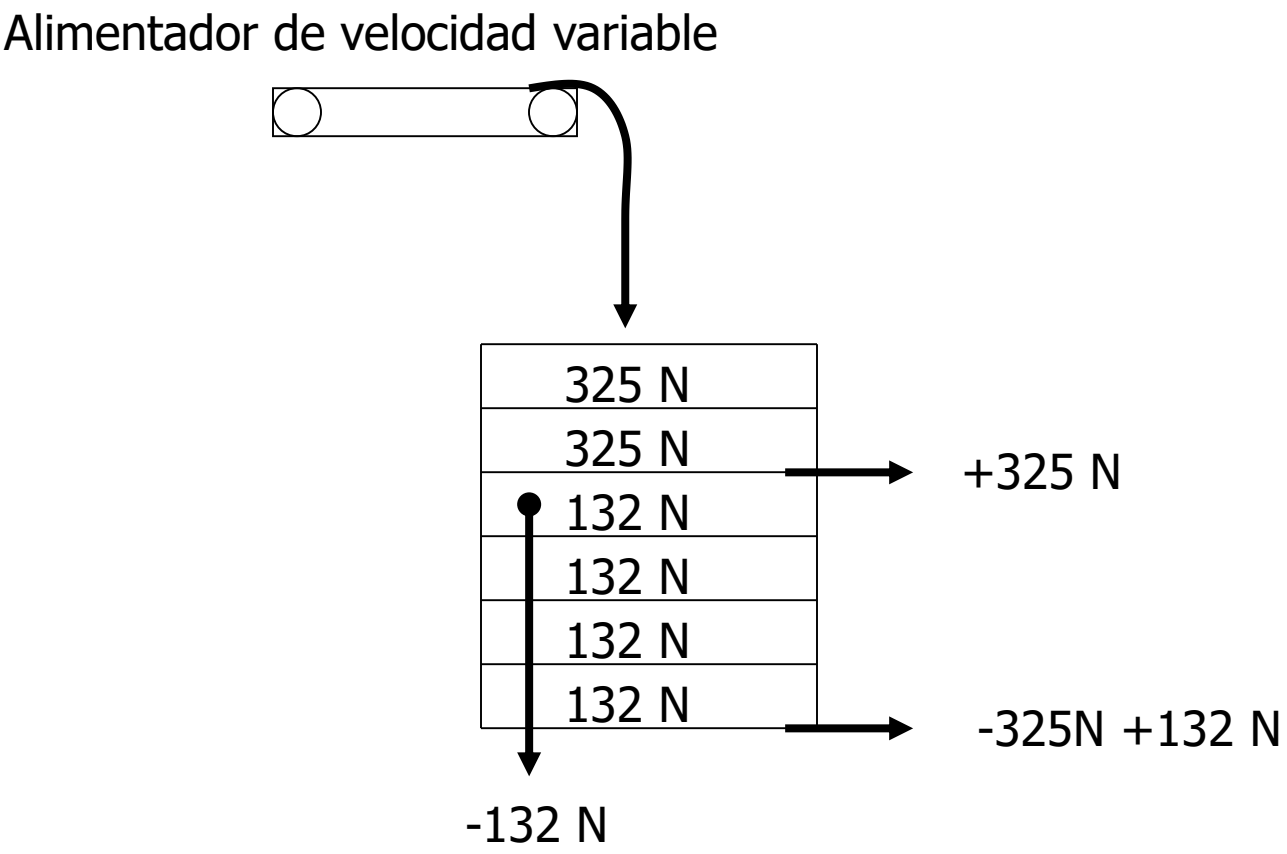
ANEXOS
SOPORTES

El Efecto de la Tensión de la Tela en el Rendimiento del Tamizado

Métodos y Materiales

- Tamiz GW, 180 RPM, tela de 4”.
- Cuatro tamices132 tela Nitex con limpiadores de banda de algodón se utilizaron en cada prueba.
- Se midió la tensión; Newtons por centimetro (N/cm)
- Usado para la 3rd prueba de semolina gruesa a aproximadamente 75% a través de un tamiz de 9XX (153 micras).

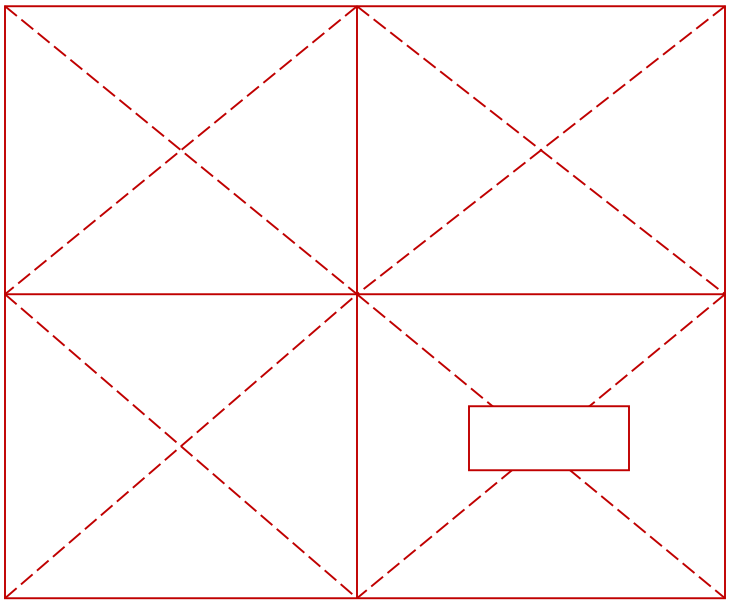
Arreglos de la Prueba de Flujo



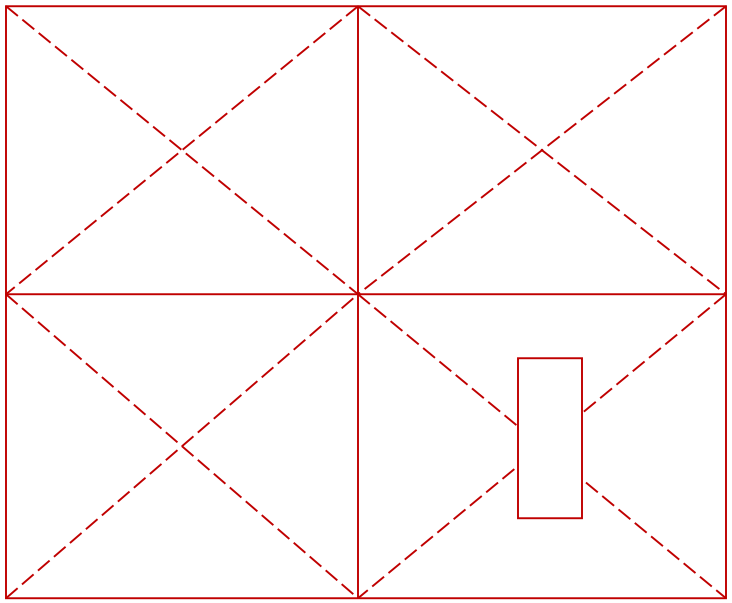
Se Comparó el Grado de Estiramiento de Cuatro Diferentes Tamices

- Tamiz estirado a mano
- Tensión ligera: 5 N/cm.
- Tensión media: 12 N/cm
- Tensión alta: 20 N/cm
- Para cada uno de los niveles de estiramiento 4 tamices fueron usados como grupo

Posición de Medición



Posición derecha



Posición frontal

Medición de tensión del Tamiz tensado a mano

	Front al[b]	Derecho [b]	Promedio
Tamiz #1	2.00	4.55	3.28
Tamiz #2	1.13	3.38	2.26
Tamiz #3	0.63	3.75	2.19
Tamiz #4	1.25	3.68	2.47

Medición de Tensión en Tamices de Tensión Baja (5 Newtons/Centimetro)

	Frontal [b]	Derecho[b]	Promedio
Tamiz #1	5.40	5.53	5.47
Tamiz #2	5.65	6.10	5.88
Tamiz #3	5.40	5.05	5.23
Tamiz #4	5.40	5.48	5.44

Medición de Tensión en Tamices de Tensión Media (12 Newtons/Centimetro)

	Front al[b]	Derecho [b]	Promedio
Tamiz #1	10.95	11.43	11.19
Tamiz #2	10.46	11.18	10.82
Tamiz #3	11.20	11.85	11.53
Tamiz #4	11.03	11.45	11.24

Medición de Tensión en Tamices de Tensión Alta (20 Newtons/Centimetro)

	Frontal [b]	Derecho [b]	Promedio
Tamiz #1	11.70	12.83	12.27
Tamiz #2	11.48	12.83	12.16
Tamiz #3	12.38	13.73	13.06
Tamiz #4	16.05	16.13	16.09

Resumen de la Tensión Promedio de las Telas y Coeficientes de Variación Para Cada Grupo de Tamices

	Promedio de grupo	Coeficiente de variación (%)
Estirado a mano	2.55	63.5
Tensión baja	5.50	7.6
Tensión media	11.19	5.8
Tensión alta	13.29	13.1

Media Porcentual del Material A Través para Varias Tensiones de las Mallas a Distintas Tasas de Alimentación

	8 lbs/min	12 lbs/min	16 lbs/min
Estirado a mano	85.4	91.3	89.8
Tensión baja	86.6	91.7	92.4
Tensión media	***88.4***	***93.9***	***91.8***
Tensión alta	87.7	94.0	90.7

Comparación de la Tensión de la Tela Contra el Porcentaje a Través del tamiz

	Tensión (N/cm)	N	Rendimiento Promedio %
Tensión baja	***11.19***	***12***	***91.4***
Tensión media	13.39	12	90.8
Tensión alta	5.50	12	90.2
Estirado a mano	2.55	12	88.8

Comparación de la Tasa de Material Contra el Porcentaje a Través del Tamiz

Tasa de Material (lbs/min)	N	Rendimiento Promedio %
12	**16**	**92.7**
16	16	91.2
8	16	87.0

Conclusiones

- Estadísticamente no hubo interacción entre la tasa de alimentación y la tensión de la tela.
- Al incrementar la tensión de la tela, la eficiencia del tamizado mejoró. Sin embargo, un aumento de la tensión por encima del punto crítico resultó en una menor eficiencia (% de harina a través de la malla).
- Al incrementar la tasa de alimentación se mejoró la eficiencia, hasta llegar a un nivel crítico de carga

Fijando la Tela del Tamiz

- Se aplica un adhesivo a base de cianoacrilato , se aplica seguido de un activador apropiado.
- Se utilizan productos comercialmente disponibles para remover el adhesivo viejo
- Se debe tener cuidado al manipular dichos materiales en el molino.

Costos Estimados Relacionados con los Tamices

- Para fijar un tamiz de 30W (610 µm), el costo estimado de pegamento por marco es de $1.56.
- Para fijar un tamiz de 10XX (132 µm) el costo estimado de pegamento por marco es de $0.34.
- Grapas estimadas por tamiz (28- cuadrado de 3/4”) es de $0.281.

Tensión Recomendada por SST Thal, Suiza para Tamices

Tela del Cernedor µm	Valor de Tensión N/cm	Valor de Tensión después de 3 horas N/cm
950 – 375	16 - 14	13 - 8
350 - 280	14 - 12	11 - 7
250 - 150	12 - 10	9 - 6
140 - 90	10 - 8	7 - 5

Valores por encima de 18^0 – 21^0 C y R.H. 50 – 60%.

ESLAMO

ESCUELA LATINOAMERICANA DE MOLINERÍA

eslamo@eslamo.com
direccioneslamo@eslamo.com.ve
enzogalluzzof@gmail.com
www.eslamo.com.ve