



**mabrik,s.a.**

# PROCESO BASICO DE GRANULACIÓN

**XVI Curso para operarios, encargados de producción y responsables de mantenimiento de las fábricas de Galis**

**AGAFAC**

**Por: F.Soler  
MABRIK,S.A.U**



# PROCESO BASICO DE GRANULACIÓN

## GRANULACIÓN

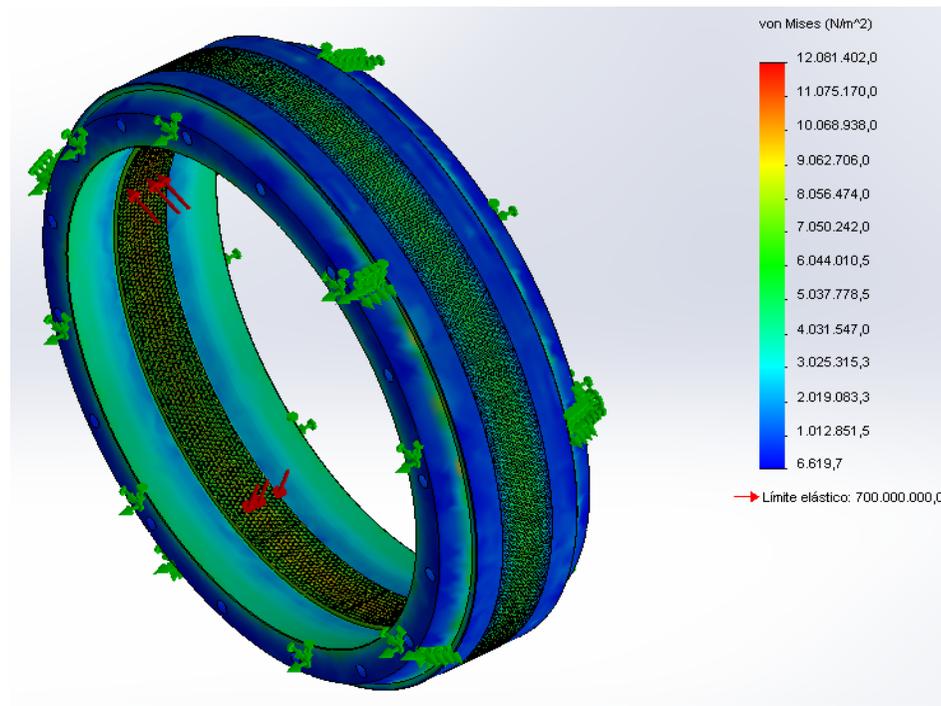
- Selección matriz
- Desgaste de los taladros
- Desgaste matrices
- Rotura matrices
- Velocidad tangencial
- Selección rodillo

## OTROS FACTORES

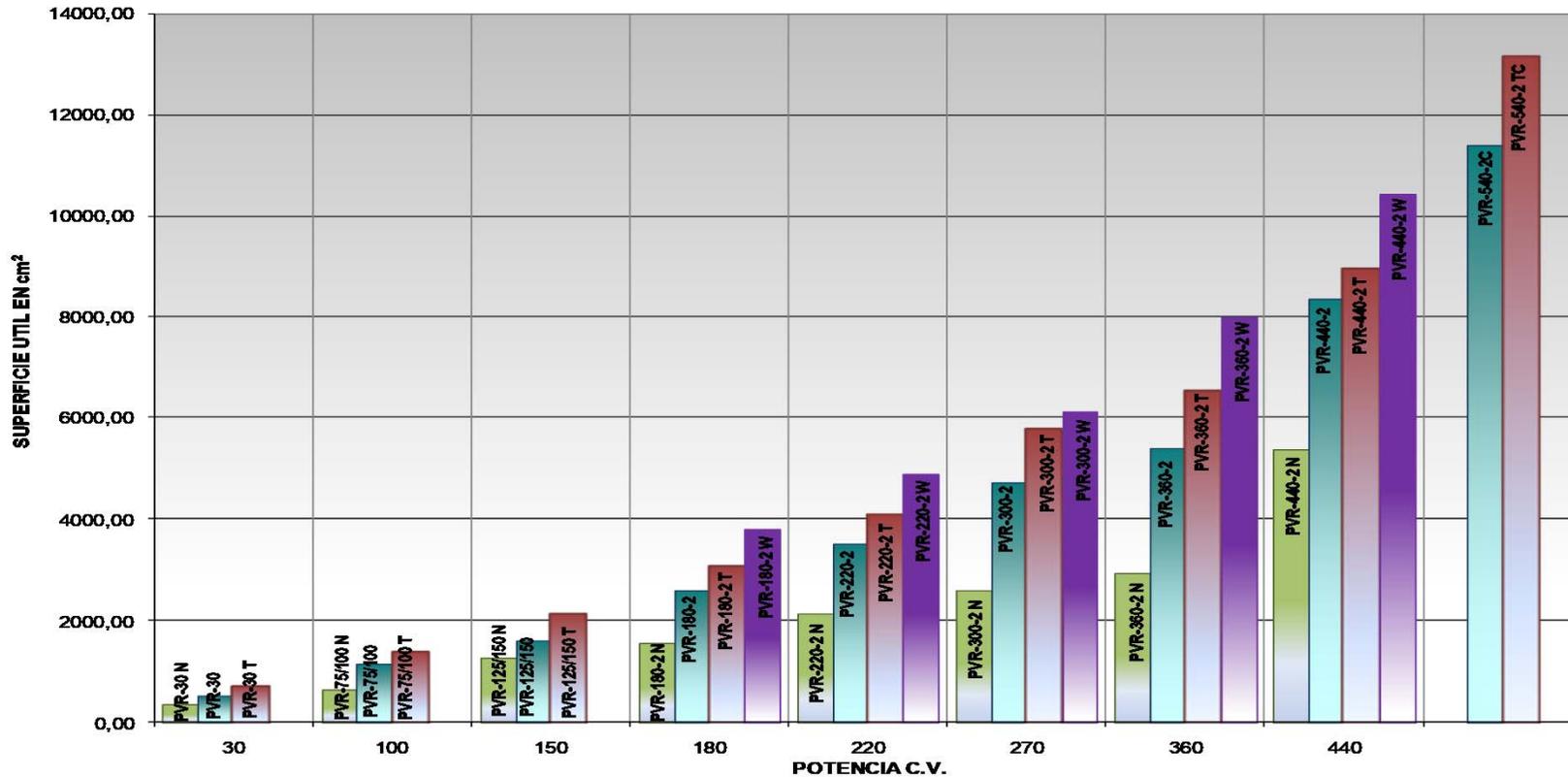
- Acondicionado
- Enfriado

# SELECCIÓN MATRIZ

- SUPERFICIE UTIL DE LA MATRIZ - DIAMETRO INTERIOR Y ANCHURA PISTA TRABAJO
- TIEMPO DE PERMANENCIA DEL PRODUCTO EN LA MATRIZ
- GEOMETRIA DEL TALADRO Y DISTRIBUCIÓN MATRIZ



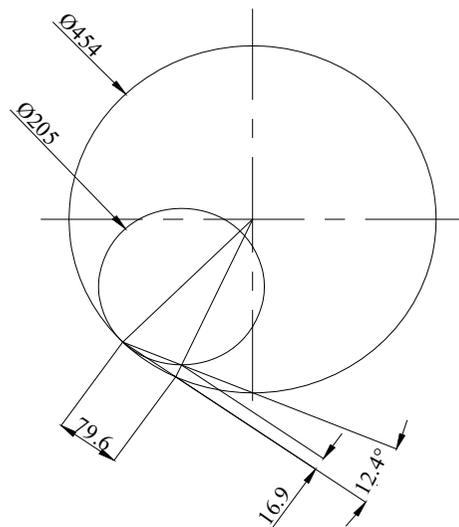
# SUPERFICIE UTIL DE LA MATRIZ



TIPO MATRIZ	SUPERFICIE x CV	PRODUCTO
PVR..... / N, 2N	7 cm2	BIOMASA
PVR..... / 2	15 cm2	FORRAJES
PVR..... / 2 T	18 cm2	PIENSOS
PVR..... / 2 W	21 cm2	PIENSO PISCIFACTORIA

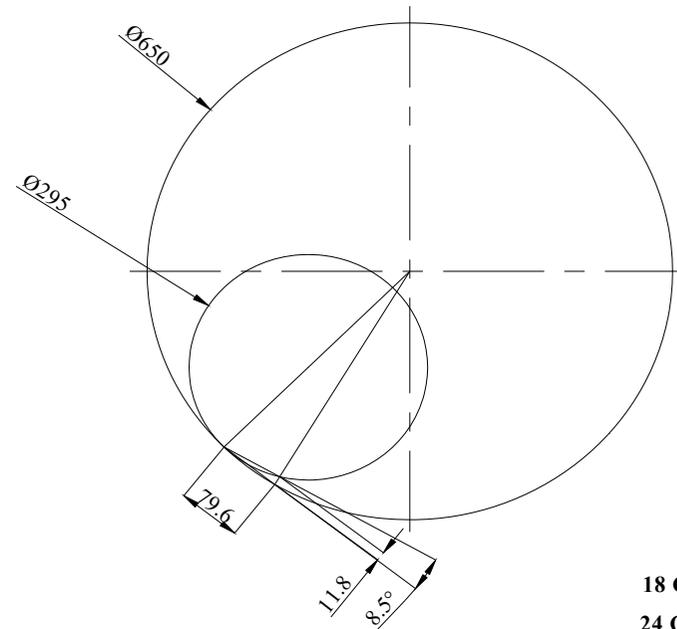
# TIEMPO DE PERMANENCIA DEL PRODUCTO EN LA MATRIZ ÁNGULO DE COMPRESIÓN

PV-220



10 Cm<sup>2</sup> / CV  
13.3 Cm<sup>2</sup> / KW

PV-220-G



18 Cm<sup>2</sup> / CV  
24 Cm<sup>2</sup> / KW



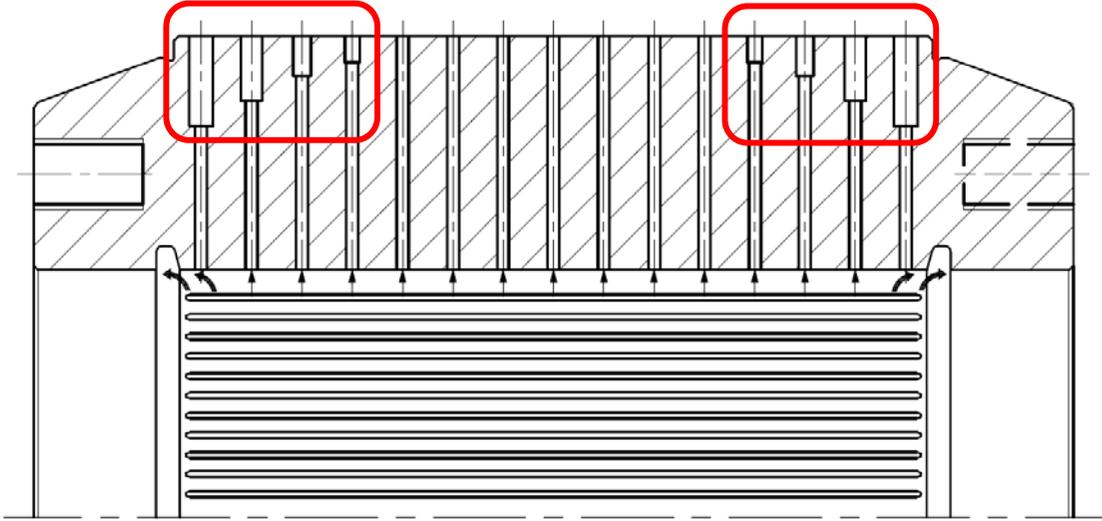
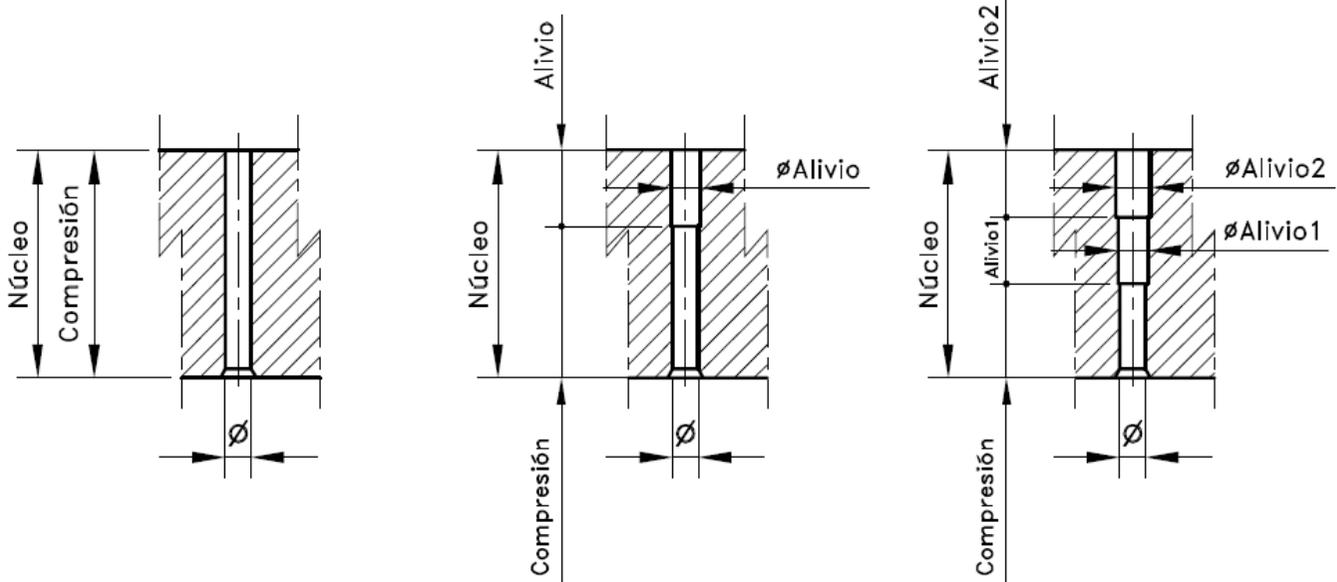
## TIEMPO DE PERMANENCIA DEL PRODUCTO EN LA MATRIZ

	PV-220	PV-220-G
GRANULADORAS	220 C.V.	220 C.V.
DIÁMETRO INTERIOR MATRIZ	454	650
ANCHO PISTA ÚTIL	150	200
DIÁMETRO Y COMPRESIÓN MATRIZ	4x60	4x60
Nº TOTAL TALADROS MATRIZ	5.824	11.340
VOLUMEN PRODUCTO EN ZONA DE COMPRESIÓN CON DENSIDAD 0.65	2,85 Kg.	5,55 Kg.
PRODUCCION	12.000 Kg./h.	14.400 Kg./h.
TIEMPO DE PERMANENCIA PRODUCTO MATRIZ	0,85 s.	1,40 s.

### CONCLUSIONES TEST REAL:

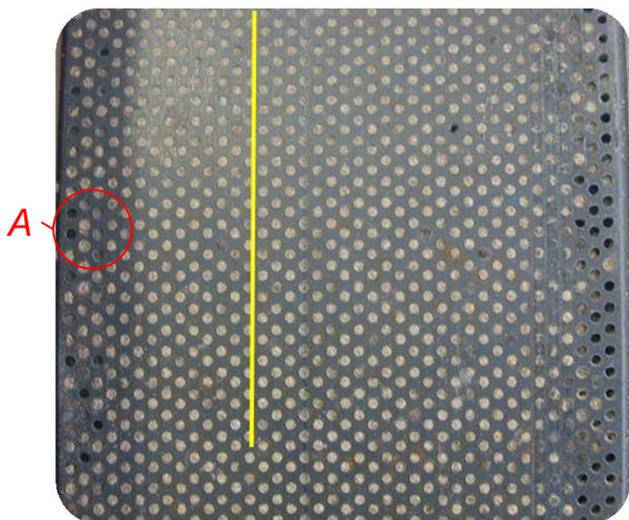
- Mejora del rendimiento en un 20% (54 Kg./C.V. a 65 Kg./C.V. ) reduciendo el coste energético por T/h producida.
- Mejora de la durabilidad del producto final, al incrementar el tiempo de permanencia del producto en el interior de la matriz en un 60%.
- Incremento de la vida útil de la matriz.

# GEOMETRÍA DEL TALADRO Y DISTRIBUCIÓN EN LA MATRIZ

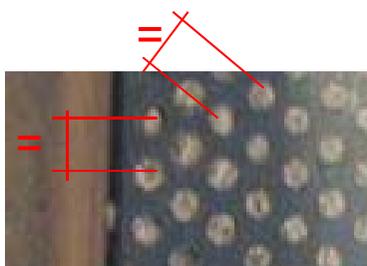


Detalle refundidos laterales

# GEOMETRÍA DEL TALADRO Y DISTRIBUCIÓN EN LA MATRIZ



Distribución Europea-Americana  
(Distribución estándar Mabrik)

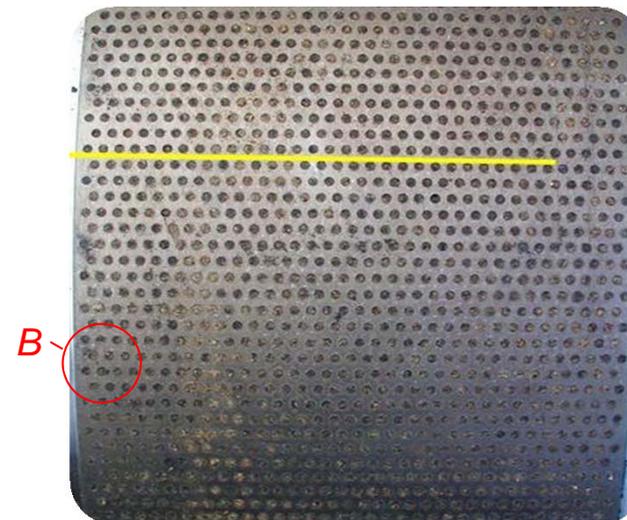


*Detalle A*

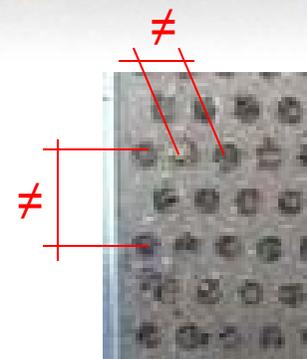
- Desgaste más uniforme.
- Matriz más resistente.
- Menor porcentaje taladrado “estándar”.

Ø	%
2	20
3	30
4	35
5	43
6	38

Porcentaje taladrado  
estándar Mabrik



Distribución Asiática

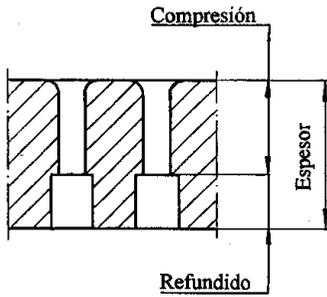


*Detalle B*

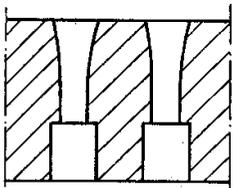
- Desgaste menos uniforme, esp. en los extremos.
- Matriz menos resistente.
- Mayor porcentaje taladrado “estándar”.

# DESGASTE DE LOS TALADROS

DESGASTE EN PRODUCTOS NOBLES



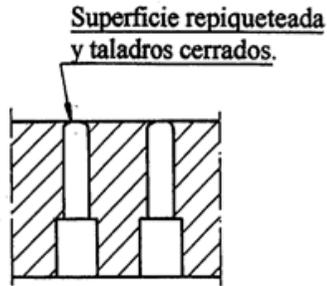
DESGASTE EN PRODUCTOS ALTAMENTE ABRASIVOS



# DESGASTE DE LOS TALADROS

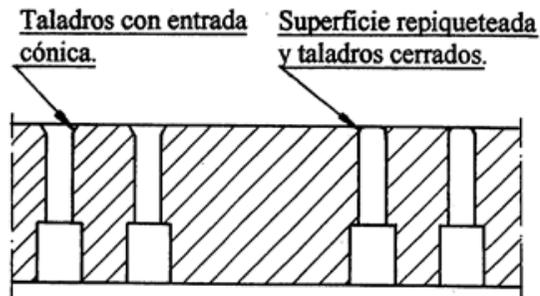
## ANOMALIAS EN EL TRABAJO DE UNA MATRIZ

Camisa rodillo = 60 HRC  
Matriz = 56 HRC

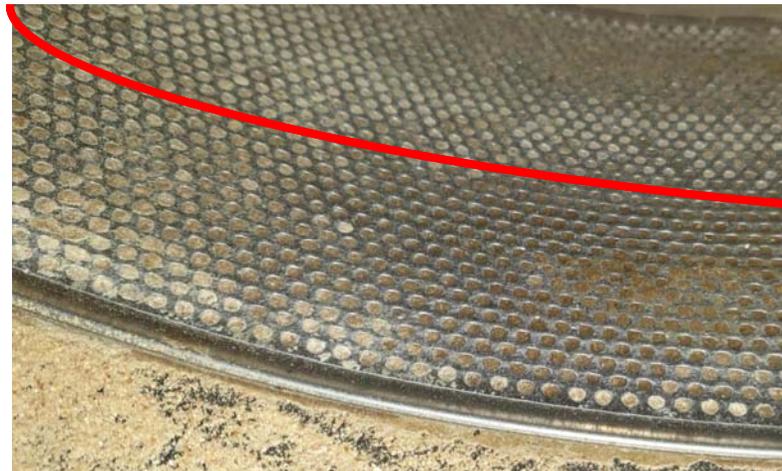


DEMASIADA PRESION ENTRE RODILLOS Y MATRIZ

GRUPO CENTRAL CON JUEGO



MALA ALIMENTACION O FALTA DE ALIMENTACION



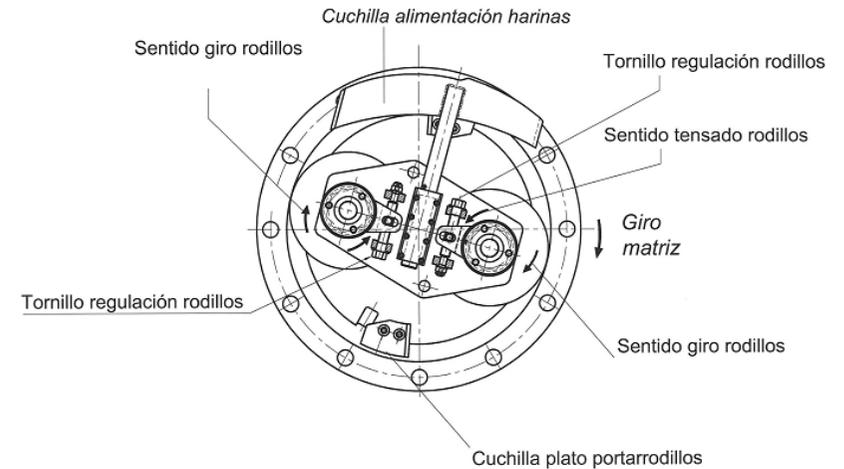
# DESGASTE DE LOS TALADROS APRIETE RODILLOS



Apriete con llave dinamométrica

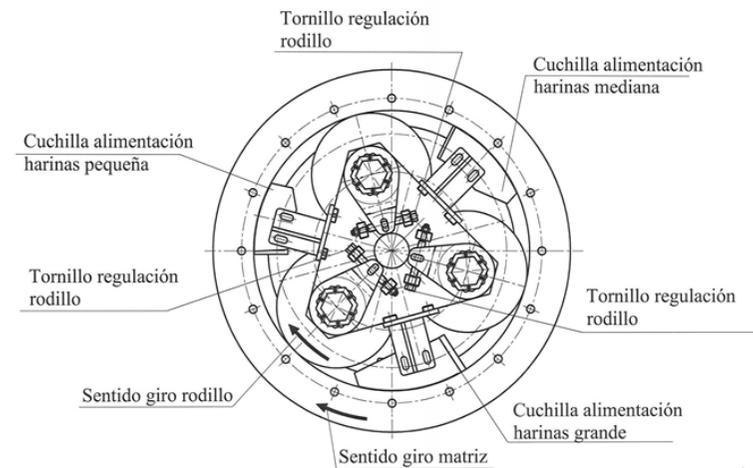
1. SUPERIOR:  
Ajuste: Ligera presión: **30-40 Nm.**
2. INFERIOR DERECHO:  
Ajuste: Justo tocar: **30-40 Nm.**

## Embudo sombrero cónico

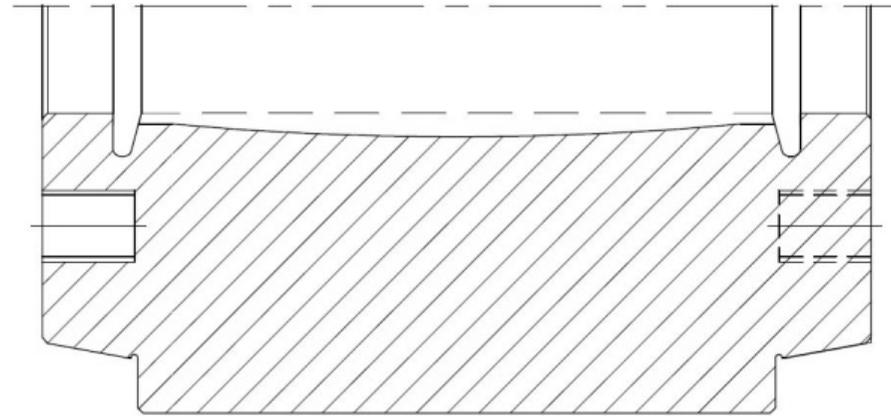


1. SUPERIOR Ajuste: Ligera presión: **40 Nm.**
2. INFERIOR DERECHO Ajuste: Justo tocar: **30 Nm.**
3. INFERIOR IZQUIERDO Ajuste: Justo tocar. **30 Nm.**

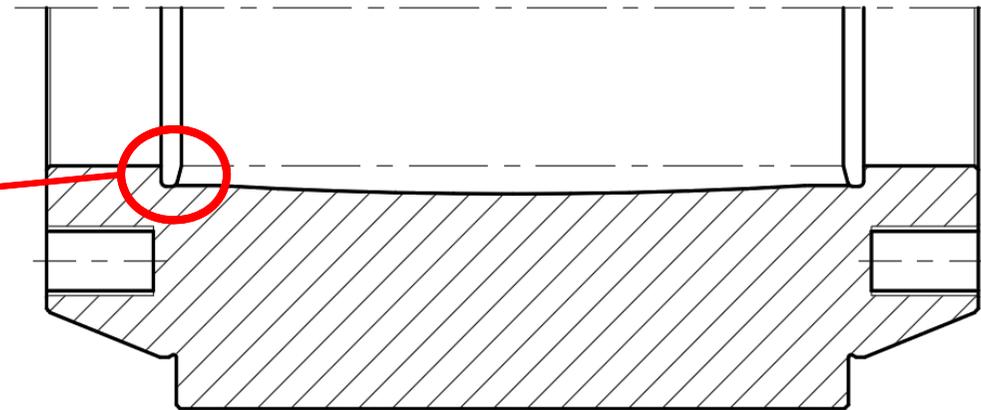
## Embudo sombrero cilíndrico



# DESGASTE MATRICES



*Detalle desgaste habitual matriz*



*Detalle matriz a final de vida*

**Desgaste pista al fondo de la ranura = final de vida matriz**

# DESGASTE MATRICES

## RECTIFICADO MATRICES

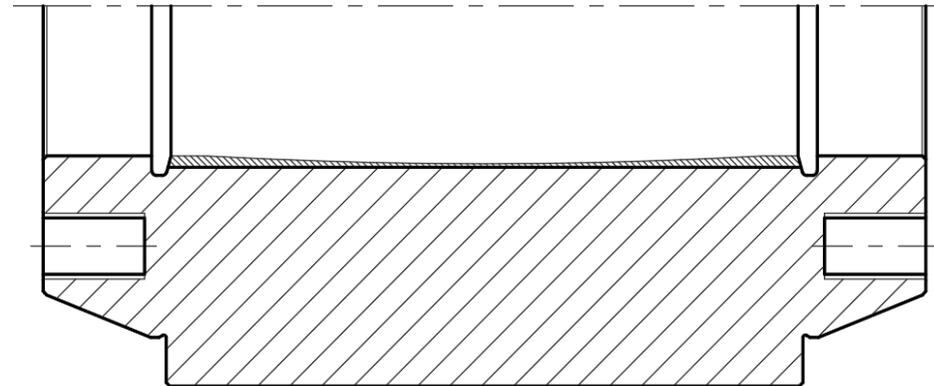
Torno de rectificar



Avellanadora



### RECTIFICADO A MOLA + RE-AVELLANADO TALADROS



*Detalle matriz rectificada*



Cuando se monta un matriz rectificada, se debe montar unos rodillos con las camisas nuevas. Sino tendremos una vida útil corta.

# PUESTA EN MARCHA MATRICES NUEVAS

Siempre se deberá realizar con camisas de rodillos nuevas.

- Montaje de la matriz, según indicaciones.
  - Regular rodillos contra la matriz con una ligera presión, asegurando un buen arranque.
  - Asegurar que no existen finos de la partida anterior y que el acondicionador esta limpio.
  - Elegir una formula fácil para poner en marcha.
  - Empezar a introducir harinas sin añadir vapor, hasta llegar al 50% de carga.
  - Mantener durante un intervalo de tiempo la introducción harinas, trabajando entre 50% y el 70% de carga.
  - Antes de incorporar vapor asegurar la no existencia de agua, purgando los circuitos si fuera preciso.
- 
- En caso de dificultad, proceder a efectuar una mezcla de pellet procesado anteriormente con aceite.
  - Introducir mezcla en la matriz, produciéndose puntas hasta llegar a la máxima y observándose la mejora en el funcionamiento para pasar a la puesta en marcha.



# CEBADO MATRICES

Al final de la jornada o ante un paro de larga duración ( superior a 2 hora ) se recomienda:

- Realizar una mezcla de pellet procesado anteriormente con aceite.
- Cebado la matriz con la mezcla para una buena conservación y puesta en marcha posterior.

## ***IMPORTANTE***

- No cebado la matriz con maíz o cebada, contienen mucho almidón y taparemos la matriz.

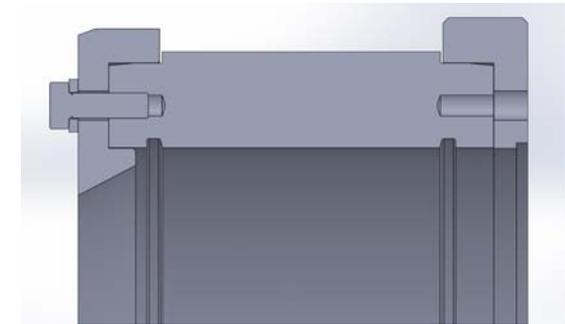


# ROTURAS MATRICES

## TIPOS DE ROTURA

### Rotura transversal:

- ❑ Motivos: Fijación o asentamiento matriz en mal estado (holgura).
  - Tornillos fijación matriz o roscas fijación matriz
  - Aro suplemento matriz (alojamiento lado granuladora) o brida sombrero (alojamiento lado sombrero)
  
- ❑ Puede aparecer en matrices: De fijación cilíndricas, cónicas o de pestaña.
  
- ❑ Evolución de la rotura:
  - Rotura tornillos fijación matriz.
    - Tornillos fijación matriz rotos a la altura de la matriz.
    - Tornillos fijación matriz rotos a la altura de la cabeza hexagonal (**re-apretados en caliente**).
  - Rotura de las roscas fijación matriz “a mordiscos”.
  - Rotura de la matriz transversal.



# ROTURAS MATRICES

## TIPOS DE ROTURA

### Rotura radial (a fatiga):

- ❑ Motivos: Matriz fijada torcida o producto quemado en pista matriz .
  - Si una matriz esta montada torcida, sufre sobrecargas puntuales y puede producirse una rotura radial.
  - Si se quema producto en la pista matriz (especialmente en las primeras hileras), esto por fatiga acaba creando una fisura inicial la cual al tiempo acaba corriendo por la pista (zona mas débil ) y acaba produciéndose una rotura radial.
- ❑ Puede aparecer en matrices: Especialmente en cónicas. Esporádicamente en fijación cilíndricas o de pestaña.
- ❑ Evolución de la rotura:
  - Fisura inicial, en la zona quemada. Seria importante localizarla y cambiar la matriz antes de la rotura radial completa.
  - Rotura radial.



# ROTURAS MATRICES

## TIPOS DE ROTURA

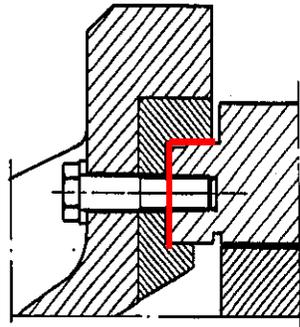
### Rotura por impacto:

- ❑ Motivo: Entrada de objeto metálico entre matriz y rodillos.
- ❑ Puede aparecer en matrices: De fijación cilíndricas, cónicas o de pestaña.
- ❑ Evolución de la rotura:
  - No hay evolución, es una rotura repentina.

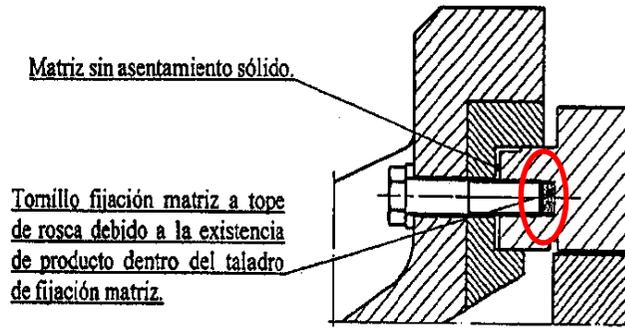


# ROTURAS MATRICES

## FIJACION CILINDRICA



MONTAJE CORRECTO

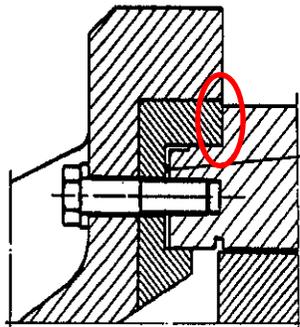


MONTAJE INCORRECTO

**RESULTADO:**  
Roturas de las matrices en sentido transversal y rotura en los taladros de fijación matriz, debido al esfuerzo de FATIGA que soporta la matriz.

MONTAJE INCORRECTO

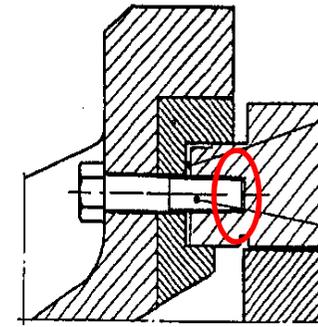
**RESULTADO:**  
Rotura de las matrices en los taladros de fijación de la matriz, debido al mal asentamiento de la matriz.



Falta de asentamiento, el tornillo fijación matriz trabaja como tornillo extractor.

MONTAJE INCORRECTO

**RESULTADO:**  
Roturas de las matrices en sentido transversal y rotura en los taladros de fijación matriz, debido al esfuerzo de FATIGA que soporta la matriz.



Matriz sin asentamiento sólido.

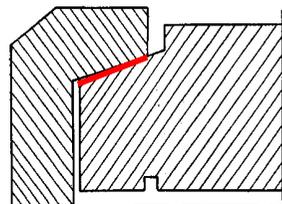
Tornillo fijación matriz a tope de rosca debido a la falta de arandela o tornillo excesivamente largo.



# ROTURAS MATRICES

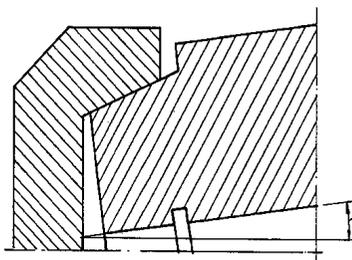
## FIJACION CONICA

MONTAJE CORRECTO



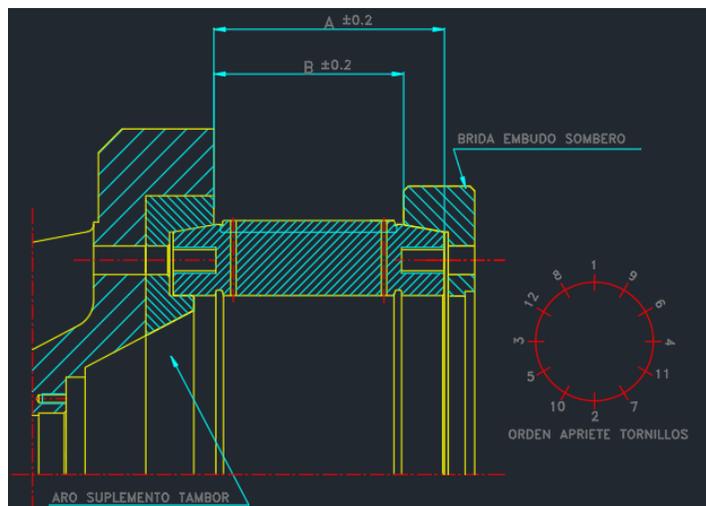
La zona en rojo, es la área de asentamiento/fijación de las matrices cónicas.

MONTAJE INCORRECTO



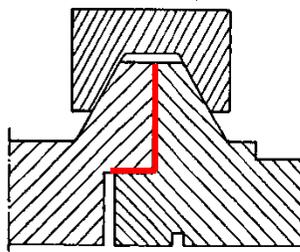
Verificar perpendicularidad.

En caso de no tener una correcta perpendicularidad (MABRIK recomienda estar dentro de un salto de 0,2mm), se producen sobrecargas puntuales, aplastamiento de la pista (bajada de producción) y finalmente una rotura radial por fatiga.



# ROTURAS MATRICES

## FIJACIÓN POR PESTAÑA

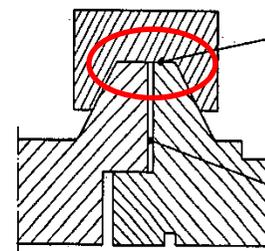


MONTAJE CORRECTO

MONTAJE INCORRECTO

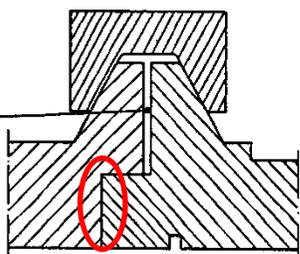
**RESULTADO:**

Rotura de la matriz por la pestaña de fijación, debido al esfuerzo de FATIGA producido por el mal asentamiento de la matriz.



La pestaña de la matriz toca en el fondo de la brida de fijación y no se produce la fijación apropiada.

Matriz sin asentamiento sólido.



Matriz sin asentamiento sólido.

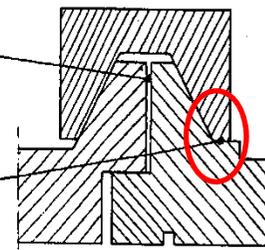
MONTAJE INCORRECTO

**RESULTADO:**

Rotura de la matriz por la pestaña de fijación, debido al esfuerzo de FATIGA producido por el mal asentamiento de la matriz.

Matriz sin asentamiento sólido.

La pestaña de la brida de fijación toca en la matriz y no se produce la fijación apropiada.



MONTAJE INCORRECTO

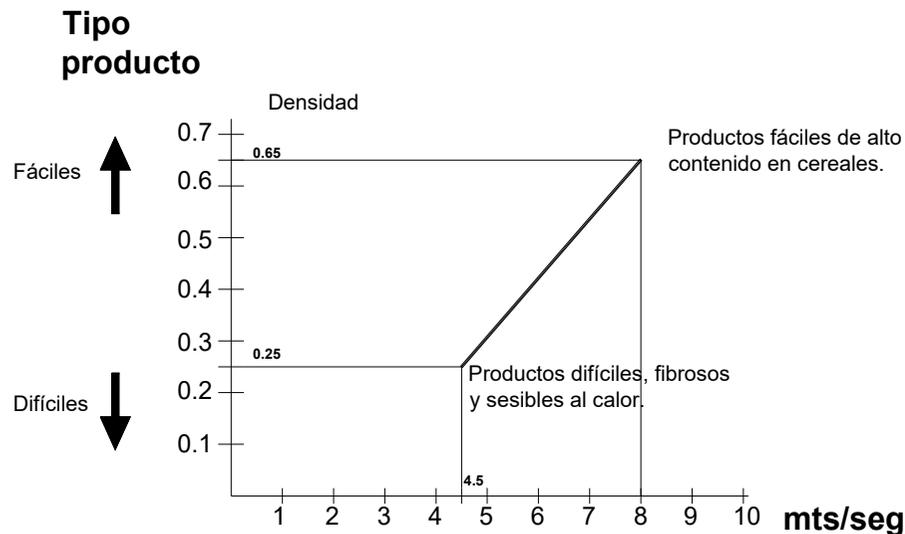
**RESULTADO:**

Rotura de la matriz por la pestaña de fijación, debido al esfuerzo de FATIGA producido por el mal asentamiento de la matriz.



# VELOCIDAD TANGENCIAL

- **AVICULTURA / PISCIFACTORIA:** Piensos con alto contenido en cereal, densos y que admiten granular sobre los 80°C, estos se trabajan muy bien con velocidades tangenciales entre **7 y 8 m/s**.
- **PORCINO, CONEJOS Y VACUNO:** Piensos con fibra e incorporación de melazas y otros líquidos, para estos piensos la velocidad tangencial idónea estaría entre **6 y 7 m/s**.
- **ALFALFA, PAJA Y PRODUCTOS ALTAMENTE FIBROSOS:** Para estos productos, dada su poca densidad recomendamos una velocidad entre **5,5 y 6 m/s**.
- **BIOMASAS:** La velocidad requerida para este tipo de productos deberá ser entre **5 y 5.5 m/s**.



## IMPORTANTE!

- **A granuladora con mayor diámetro de matriz, mayor velocidad tangencial recomendada dentro de su categoría.**
- **Granuladora con variador de frecuencia:**
  - Ajuste de velocidades ideal por formula o animal.
  - Menor velocidad, mejora de la durabilidad.
  - Mayor velocidad, aumento de producción.

# SELECCIÓN RODILLO

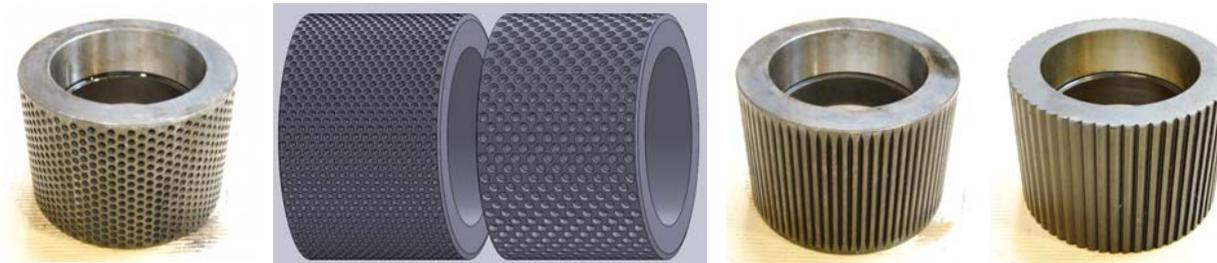
## ■ Granulación de biomasa y forrajes:

- 3 Rodillos.
- Acabado camisa en ranura (gran arrastre y vida útil media).



## ■ Granulación de pienso:

- 2 Rodillos.
- A excepción de iniciadores de cerdo (Pre-starter y Starter) que recomendamos 3 rodillos.
- Nido de Abeja (buen arrastre y vida útil larga) o ranura (gran arrastre y vida útil media).



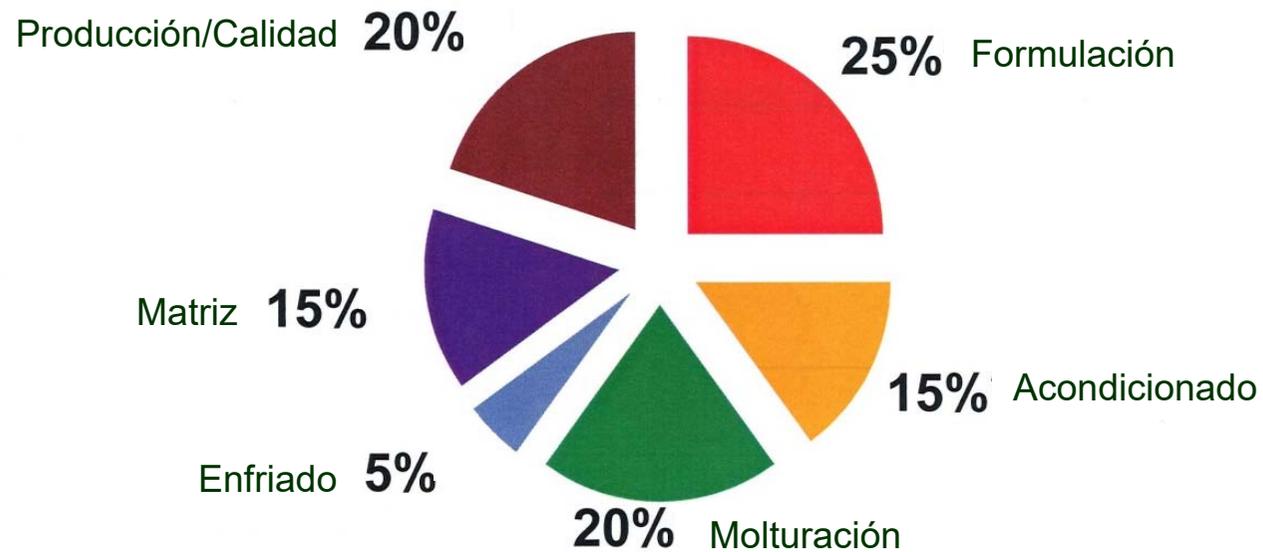
## ■ Camisas piscifactoría:

- 3 Rodillos.
- Acabado camisa en ranura (gran arrastre y vida útil media).



# OTROS FACTORES INFLUYENTES EN LA GRANULACIÓN

- **ACONDICIONADO**
- **ENFRIADO**



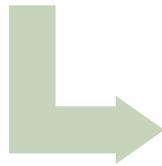
# ACONDICIONADO

- EVOLUCIÓN DE LOS MEZCLADORES
- PRINCIPIOS DEL MEZCLADOR
- COMPARATIVAS
- RECOMENDACIONES PARA MEZCLADORES



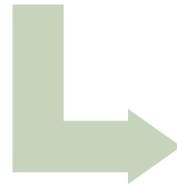
# EVOLUCIÓN MEZCLADORES

MDR



MDG

- Mayor capacidad
- Mayor potencia de mezclado
- Aumento tiempo de permanencia



MDG2-2D

- Mayor capacidad
- Mejor mezclado (2 ejes de palas)
- Aumento tiempo de permanencia
- Sistema inyección vapor mejorado



## Mezclador MDR

- Capacidad estándar (litros)
- Tiempo de retención bajos
- Entrada simple de vapor
- Entrada agua y aditivos



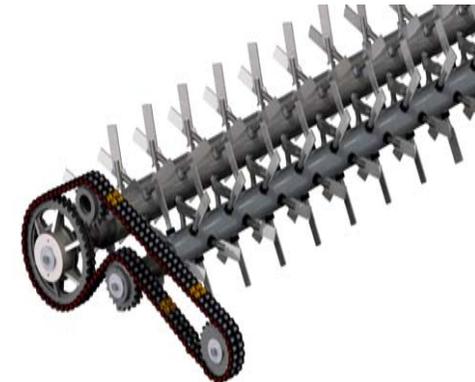
## Mezclador MDG

- Mayor capacidad (litros)
- Aumento del tiempo de permanencia
- Mayor potencia de mezclado
- Entradas de vapor
- Entrada agua y melaza



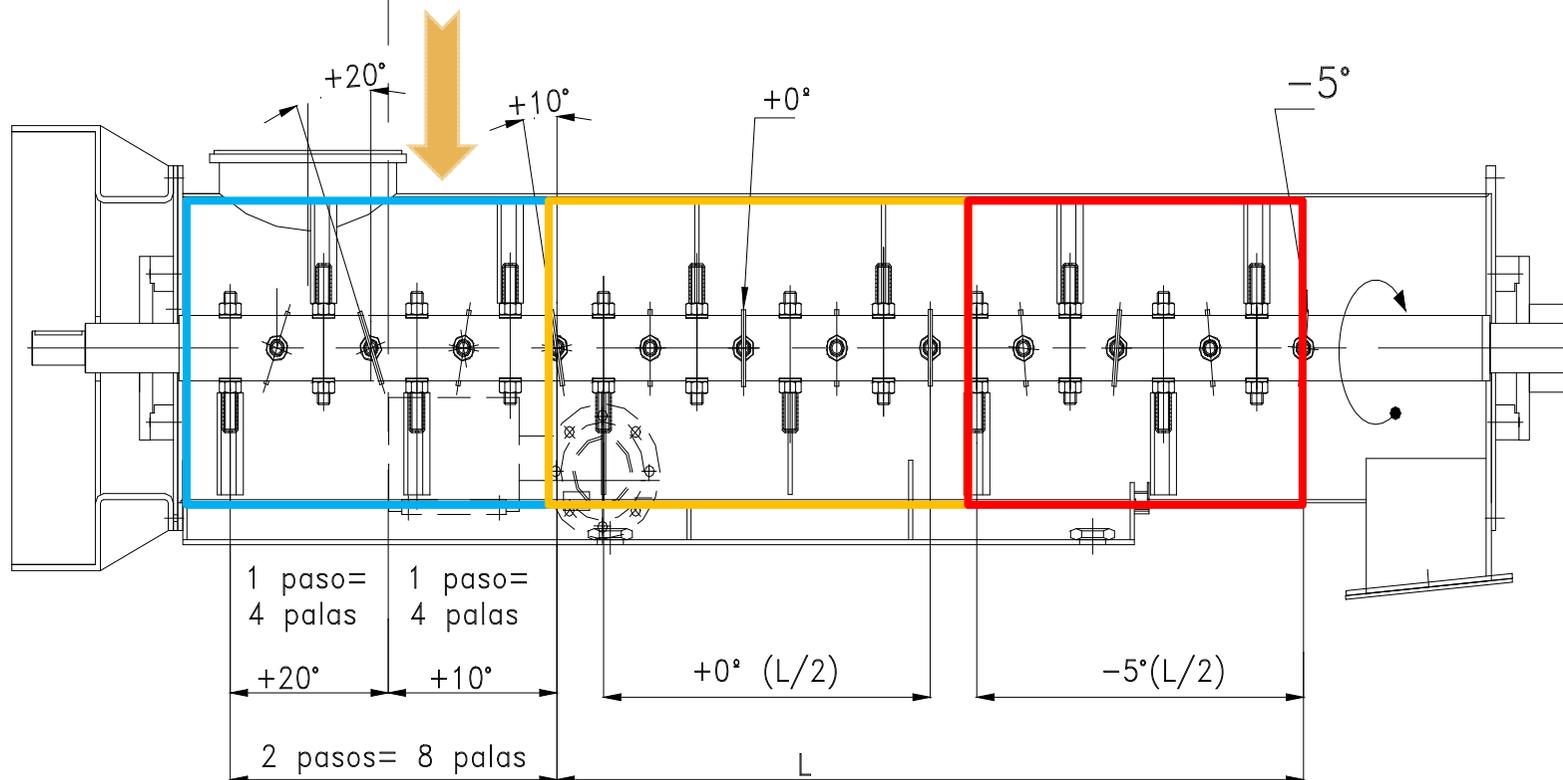
## Mezclador MDG2-2D

- Mayor capacidad (litros)
- Aumento del tiempo de permanencia
- Mejor mezclado ( 2 ejes de palas )
- Sistema multi-entrada de vapor
- Entrada agua y melaza



# PRINCIPIOS DEL MEZCLADOR

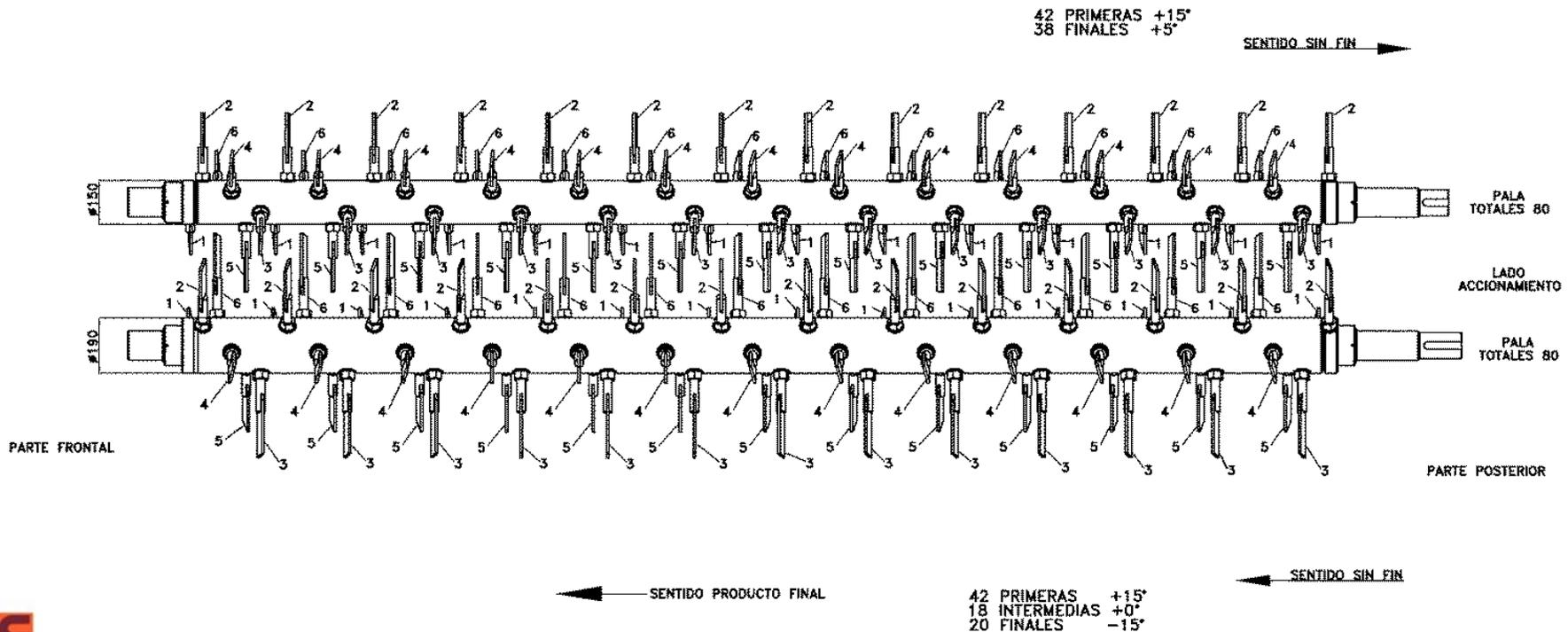
- Palas positivas = empujar harina hacia la granuladora
- Palas negativas = empujar harina hacia al principio del mezclador
- Entrada vapor lo antes posible pero pasada la entrada de producto
- **Zona 1:** Entrada de producto (siempre positivas)
- **Zona 2:** Zona de mezclado (0 o negativas)
- **Zona 3:** Zona de retención (siempre negativas)



# PRINCIPIOS DEL MEZCLADOR

## MEZCLADORES MDG2-2D (doble eje de palas)

- Palas positivas = empujar harina hacia la granuladora
- Palas negativas = empujar harina hacia al principio del mezclador
- Distintas configuraciones de palas según producto o aplicación.



# COMPARATIVA

- Comparativa teórica
- Comparativas practicas



# COMPARATIVA TEORICA

Prensa granuladora PVR-270-2

- Producción: 15 T/h

MEZCLADORES					
MODELO	DIMENSIONES	POTENCIA Cv.	CAPACIDAD litros	CAUDAL T/h	TIEMPO PERMANENCA seg.
MDR-270	Ø450x2500	20	400	15	22
MDG-270	Ø550x2500	40	600	15	36
MDG2-DP-270	2 Ø550x2500 ↑	80 ↑	1200	15	72 ↓
MDG2-2D 700 V	Ø550x3000 Ø700x3000	30	1700	15	100



# COMPARATIVA PRACTICA MDG / MDG2-2D

## Datos:

Granuladora PVR-270-2 T 2R  
Producción pienso avicultura de 18 T/h

### ■ Línea granulación con MDG-270:

Tiempo permanencia máx. = 25 s. aprox.  
Compresión matriz = 85 mm.  
Durabilidad pellet = 96%

### ■ Línea granulación con MDG2-2D 700V:

Tiempo permanencia máx. = 100 s. aprox.  
Compresión matriz = 60 mm.  
Durabilidad pellet = 96-97%

## Conclusiones:

- Menor coste matriz
- Prolongación vida útil matriz
- Menor consumo eléctrico
- Mayor higienización del producto



# COMPARATIVA PRACTICA MDG2-DP / MDG2-2D

## Datos:

Granuladora competencia con 340 Cv.  
Producción pienso porcino de 20 T/h

### ■ Línea granulación con MDG2-DP competencia:

Tiempo permanencia máx. = 54 s.

Compresión matriz = 65 mm.

Temperatura harina = 70 °C

Durabilidad pellet = 88%

Rendimiento = 58,82 Kg / Cv

## Conclusiones:

- Mayor rendimiento
- Menor coste matriz
- Prolongación vida útil matriz
- Menor consumo eléctrico
- Mayor durabilidad
- Mayor higienización del producto

## Datos:

Granuladora PVR-270-2 T RA  
Producción pienso porcino de 17 T/h

### ■ Línea granulación con MDG2-2D 700V:

Tiempo permanencia máx. = 83 s.

Compresión matriz = 55 mm.

Temperatura harina = 70°C / 80°C

Durabilidad pellet = 89% / 97%

Rendimiento = 62,96 Kg / Cv



# COMPARATIVA PRACTICA MDG2-DP / MDG

## Datos:

Granuladora competencia con 440 Cv.  
Producción pienso porcino de 18 T/h

### ■ Línea granulación con MDG competencia:

Tiempo permanencia máx. = 25 s. aprox.

Compresión matriz = 75 mm.

Temperatura harina = 70 °C

Durabilidad pellet = 98%

Rendimiento = 40,90 Kg / Cv

## Conclusiones:

- Mayor rendimiento
- Prolongación vida útil matriz
- Menor consumo eléctrico
- Mayor higienización del producto

! Actualmente tiene demasiada compresión de matriz, cuando se ajuste aún mejorará más la producción.

## Datos:

Granuladora PVR-360-2 W RA  
Producción pienso porcino de 17 T/h

### ■ Línea granulación con MDG2-2D 700V:

Tiempo permanencia máx. = 70 s. aprox.

Compresión matriz = 72 mm.

Temperatura harina = 74°C

Durabilidad pellet = 98%

Rendimiento = 44,73 Kg / Cv



# RECOMENDACIONES PARA MEZCLADORES

- Calorífugo
- Resistencias laminares flexibles



# RESISTENCIAS LAMINARES FLEXIBLES

- Características del sistema:
  - Resistencias eléctricas flexibles
  - Rango de Tª programable
  - Con sonda PT-100 de control
  - Según normativa ATEX



# RECOMENDACIONES PARA MEZCLADORES

- Instalación en distinto piso granuladora
- Instalación sobre granuladora y pasarela de acceso



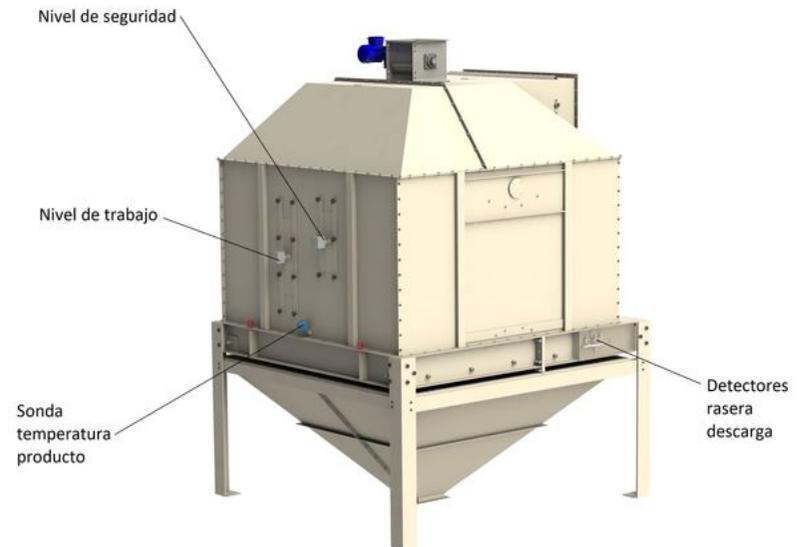
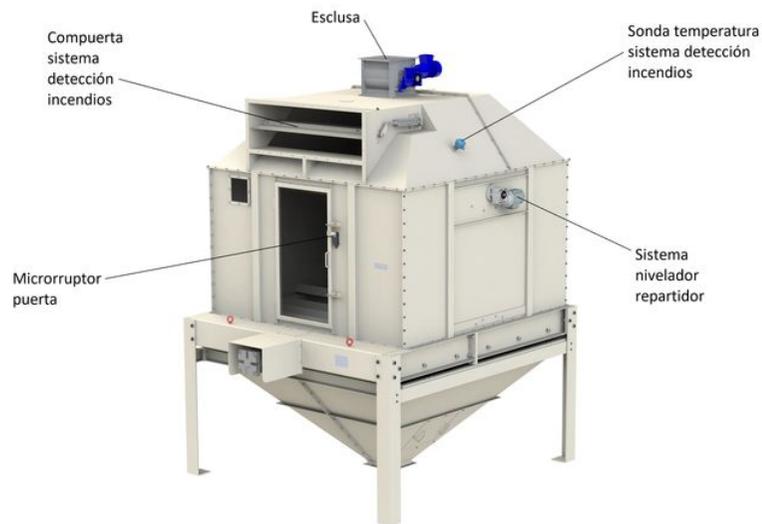
# ENFRIADO

- TIPOS DE REFRIGERADORES
- FUNDAMENTOS
- FUNCIONAMIENTO



# TIPOS DE REFRIGERADORES

- ❑ **Contracorriente**
- ❑ **Verticales de cascada (en desuso)**
- ❑ **Horizontales (en desuso)**



En la actualidad, los refrigeradores más utilizados son los **CONTRACORRIENTE**, por su efectividad y sencillez.

# REFRIGERADORES CONTRACORRIENTE

**RVF ... C**



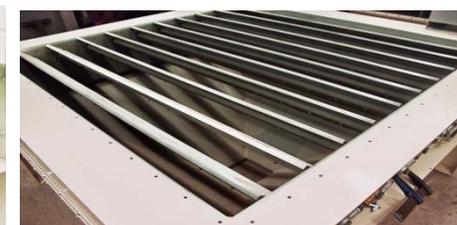
**DESCARGA POR RASERA  
SISTEMA NEUMATICO**



**RVF ... CB**

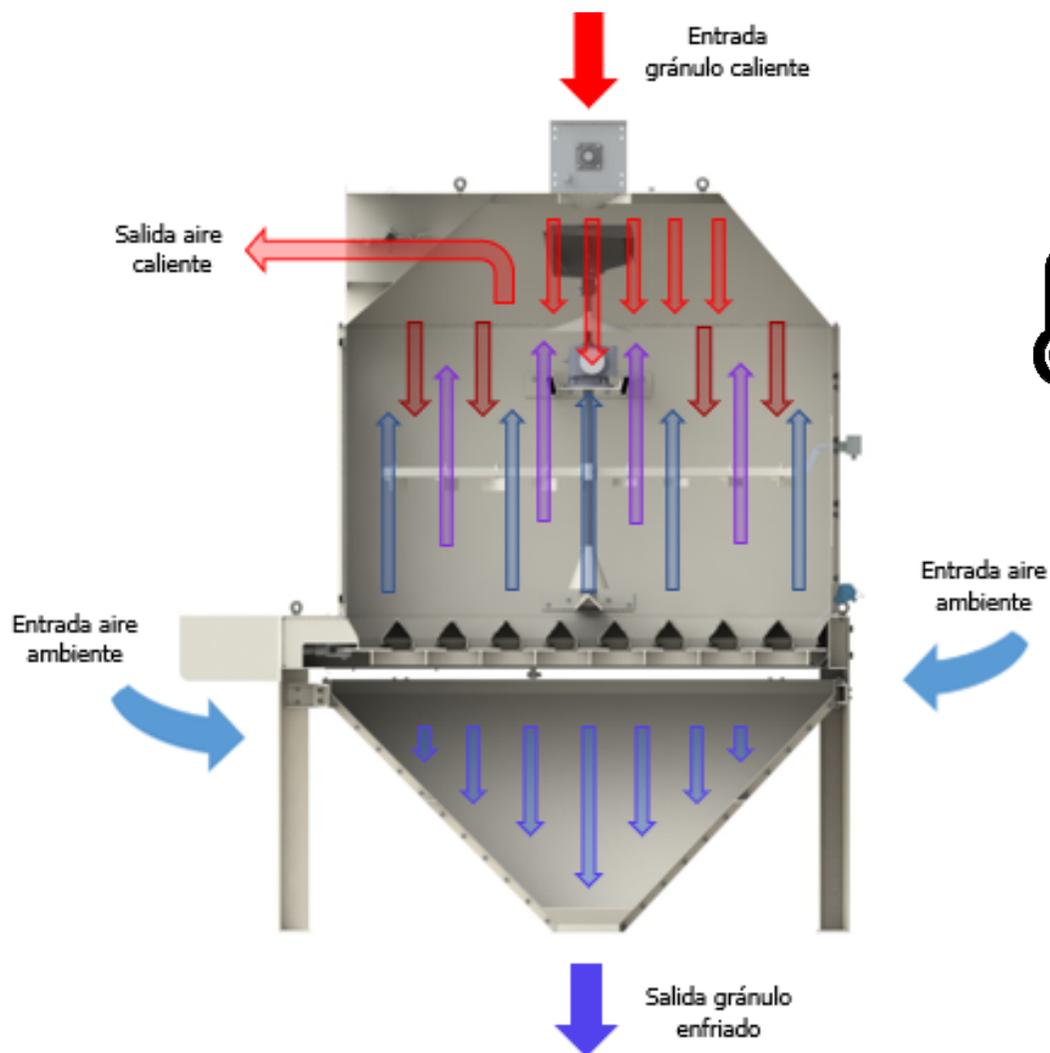


**DESCARGA POR LAMAS BASCULANTES  
SISTEMA HIDRAULICO**



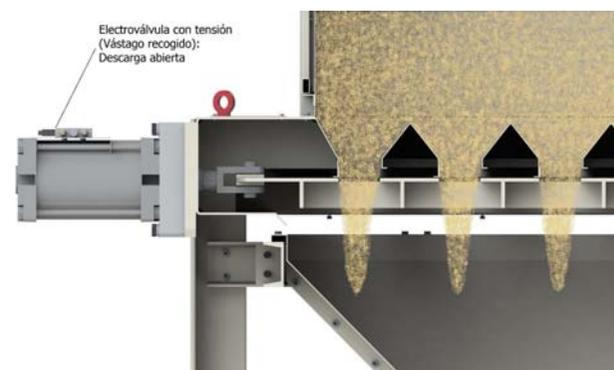
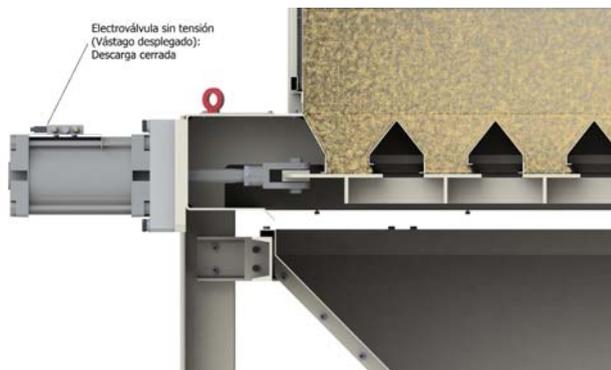
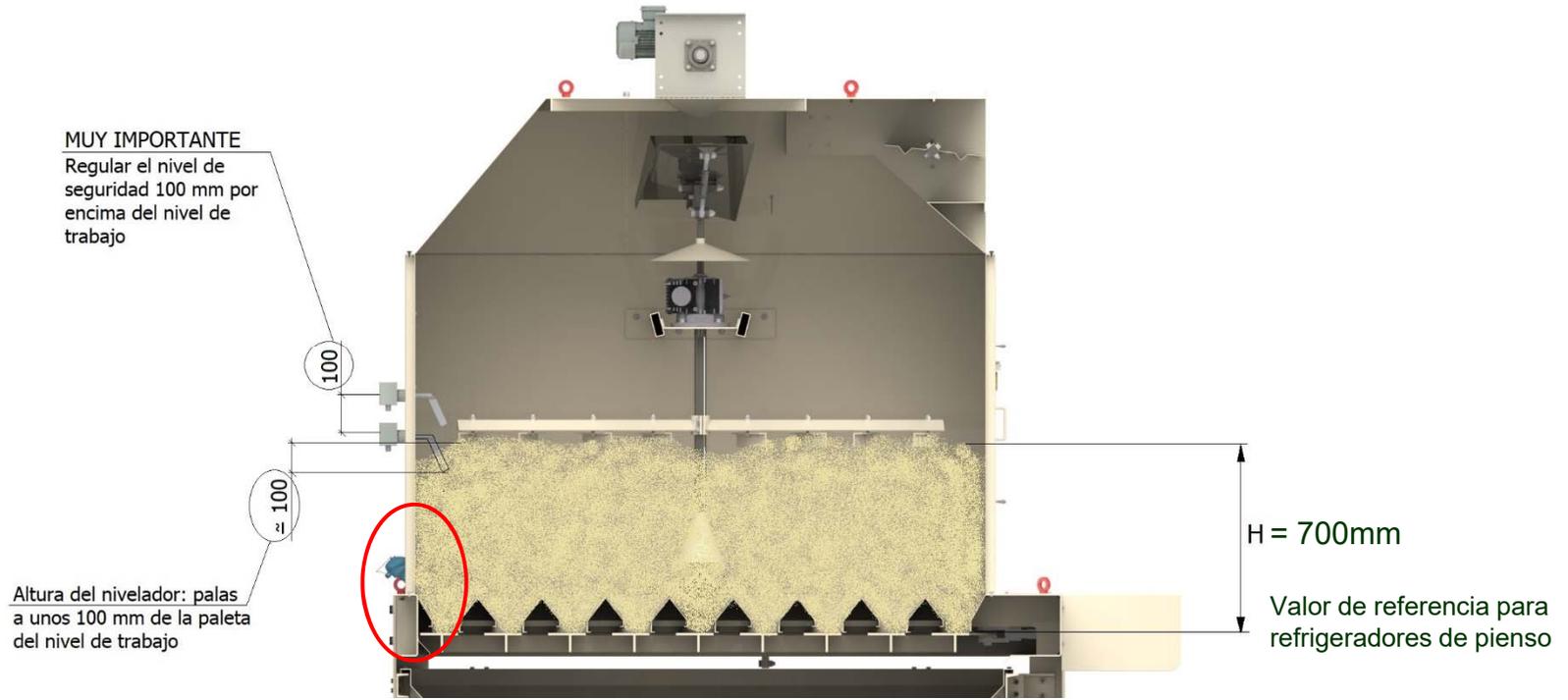
# FUNDAMENTOS

- Circulación forzada de aire a través de una capa de gránulo.
- Transmisión de calor del gránulo hacia el aire.
- Evaporación de la humedad procedente del gránulo.



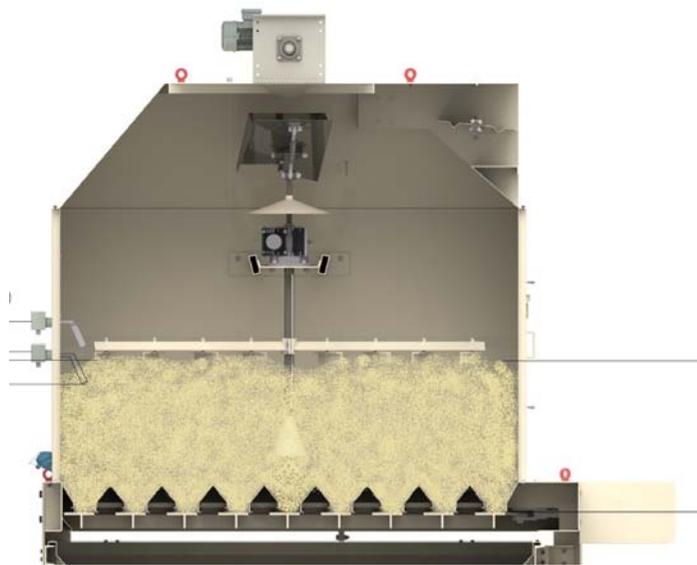
Por normativa se debe enfriar el gránulo mínimo hasta 10°C por encima de la temperatura ambiente.

# FUNCIONAMIENTO RVF...C

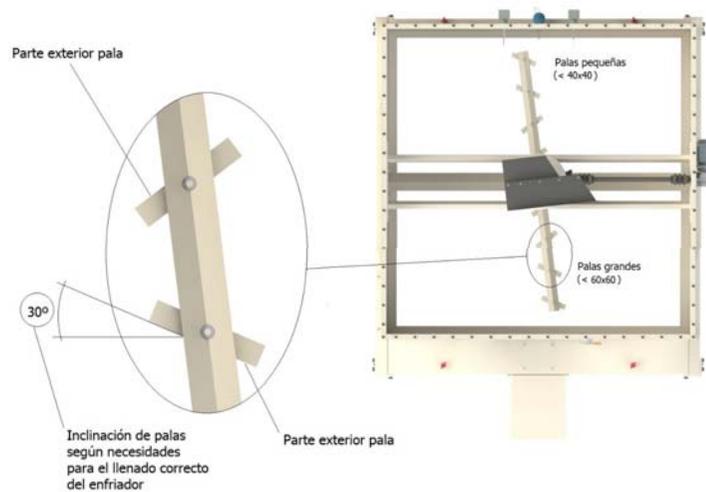
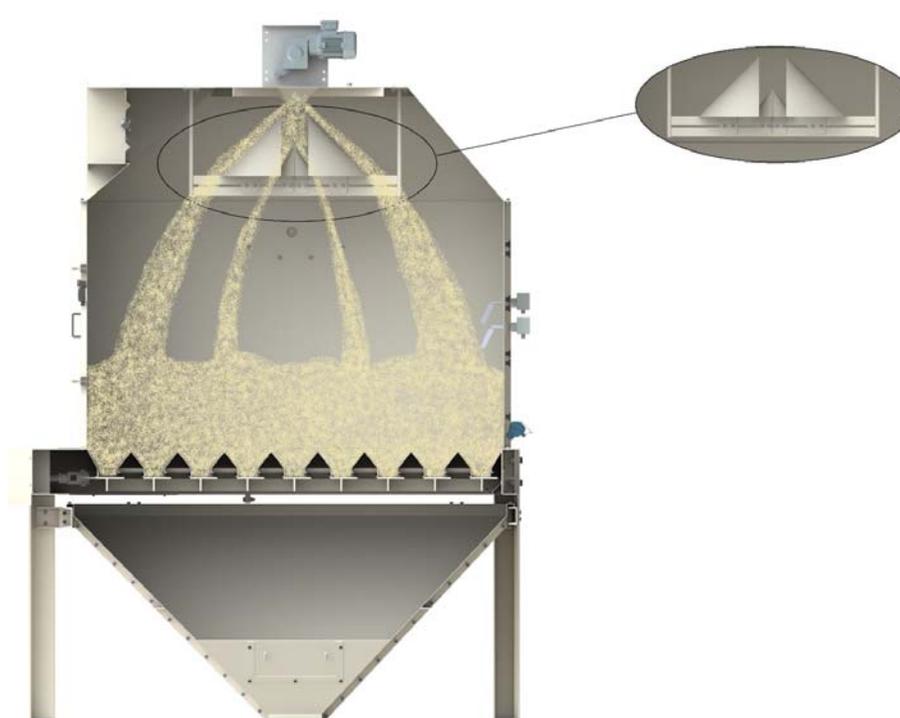


# FUNCIONAMIENTO RVF...C

SISTEMA NIVELADOR REPARTIDOR



SISTEMA CONOS





# REFERENCIAS

[1] Charles Stark, Factors that influence Corn Particle Size and its Impact on Pellet Quality, Department of Poultry Science, North Carolina State University.

[2] Markus Kenny y Dan Rollins, Calidad física del pienso, Ross Tech 07/45 ( 2007 )

**Para más información pueden acceder a nuestra pagina web: [www.mabrik.com](http://www.mabrik.com)**



**Vuestras opiniones son nuestra evolución**

**Mabrik, S.A.U**

*Empresa dedicada a fabricar equipos de peletizado, como Prensas,  
Refrigeradores, Acondicionadores, matrices y rodillos.*

**Marconi, 66 Barberá del Vallés (Barcelona)**

**Teléfono: +34 93 729 99 10**

Para más información visite nuestra web: ***<https://mabrik.com/>***