

**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
3405-4:1999**

**POLICLORURO DE VINILO (PVC).
PARTE 4: ELABORACIÓN**



ASOQUIM

asociación venezolana de la
industria química y petroquímica



FONDONORMA

PRÓLOGO

La presente norma fue elaborada de acuerdo a las directrices del Comité Técnico de Normalización **CT37 Polímeros, resinas termoplásticas**, a través del convenio para la elaboración de normas suscrito entre **ASOQUIM** y **FONDONORMA**, siendo aprobada por **FONDONORMA** en la reunión del Consejo Superior N° 1999-13 de fecha 14/12/1999.

En la elaboración de esta norma participó la Asociación Venezolana de la Industria Química y Petroquímica, ASOQUIM.

**NORMA VENEZOLANA
COMPUESTOS DE
POLICLORURO DE VINILO (PVC).
PARTE 4: ELABORACIÓN**

**COVENIN
3405-4:1999**

1 OBJETO

Esta Norma Venezolana describe los principios básicos y las recomendaciones prácticas para la elaboración de compuestos de Policloruro de Vinilo (PVC).

2 REFERENCIAS NORMATIVAS

La siguiente norma contiene disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos para la consulta de esta Norma Venezolana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia para el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que la utilicen, que analicen la conveniencia de usar las ediciones más recientes de las normas citadas seguidamente:

COVENIN 3405-1:1998 Compuestos de Policloruro de Vinilo (PVC). Parte 1: Designación

COVENIN 3405-2:1998 Compuestos de Policloruro de Vinilo (PVC). Parte 2: Propiedades.

COVENIN 3405-3:1998 Compuestos de Policloruro de Vinilo (PVC). Parte 3: Formulación.

3 DEFINICIONES

Para los propósitos de esta Norma Venezolana se aplican las definiciones contenidas en la norma COVENIN 3405-1. Por su utilidad en la presente norma se incluye la siguiente definición:

3.1 Elaboración de Compuestos de PVC

Es el procedimiento mediante el cual se combina la resina de PVC con los diferentes aditivos requeridos para su procesamiento y para las propiedades de servicio del artículo final de acuerdo con la formulación diseñada para cada tipo de aplicación.

4 ELABORACIÓN DE COMPUESTOS

4.1 Consideraciones generales

4.1.1 El proceso de elaboración de compuestos representa el paso previo a la manufactura del producto terminado; su función es la de combinar la resina de PVC con los diferentes aditivos requeridos para su procesamiento y para las propiedades de servicio del artículo final, de acuerdo con la formulación diseñada para tal efecto. Un ejemplo típico de un proceso de elaboración de compuestos es el mostrado en la figura 1.

4.1.2 Existen tres tipos generales de elaboración de compuestos:

- Preparación de pre-mezclas y mezclas secas
- Preparación de compuestos fundidos y granulados
- Producción de pastas (plastisoles)

4.1.3 Los equipos requeridos para la producción de compuestos pueden dividirse en:

- Los equipos que manejan la materia prima; los cuales están conformados por los silos de almacenamiento y los equipos de transporte y pesada
- La sección de elaboración del compuesto, donde se encuentran los mezcladores, enfriadores de la mezcla seca, la línea de granulado y su sistema de enfriamiento
- Los equipos de almacenamiento y empaque del compuesto.

4.2 Mezclado

4.2.1 El procesamiento de compuestos de PVC involucra en las primeras etapas un proceso de mezclado, en el cual el PVC en polvo es combinado con los aditivos indicados en una determinada formulación. Para luego ser granulado o transformado directamente en el producto final. Algunos ejemplos de formulaciones básicas se presentan en la norma COVENIN 3405-3.

4.2.2 El trabajo de los mezcladores es lograr una dispersión y distribución de los componentes de la mezcla de manera que en tamaños de muestras extremadamente pequeños se mantenga la proporción establecida de los componentes de la formulación.

4.2.3 El compuesto obtenido es una mezcla en polvo, que puede ser húmeda o seca según el contenido de plastificante, la misma puede ser granulada o utilizada directamente en la elaboración de productos terminados o semi-elaborados; según el diseño de los equipos de procesamiento.

4.2.4 Mezcla fría

Es el resultado de la distribución de los componentes de la formulación. La mezcla se realiza en mezcladores de baja velocidad sin calentamiento; la temperatura rara vez alcanza los 50°C y se requieren largos tiempos de mezcla. Las mezclas no son secas, particularmente cuando el contenido de plastificante es relativamente alto; por esta razón, su uso se recomienda solo cuando se va a realizar un proceso posterior de extrusión granulado.

4.2.5 Mezcla caliente

Durante el mezclado en caliente la temperatura alcanza los 100 °C o más. Esto permite que los lubricantes, estabilizantes y plastificantes sean absorbidos por las partículas de PVC, el producto obtenido es una mezcla en polvo seca y fluida.

4.2.6 Tipos de Mezcladores

Los equipos de mezclado más utilizados son mezcladores de alta intensidad o turbomezcladores (véase figura 2). Los mezcladores de baja velocidad tipo "Ribbon" pueden ser utilizados para enfriar la mezcla o para preparar la misma con tiempos de mezclado mucho más largos. Mezcladores de contenedores rotatorios pueden utilizarse para mezclar el granulado con colorantes o cualquier otro aditivo que se desee agregar, posterior al proceso de obtención del compuesto.

4.2.6.1 Mezcladores con herramientas de mezclado rotatorias

Los diferentes diseños de estos equipos podrían clasificarse basados en la velocidad periférica o tangencial de la herramienta de mezclado (V_u):

- Mezcladores de empuje (baja velocidad), con $V_u < 2$ m/s
- Mezcladores centrífugos (baja velocidad), con V_u entre 2 m/s y 12 m/s
- Mezcladores intensivos de alta velocidad, con V_u entre 12 m/s y 50 m/s

En los mezcladores de empuje, la herramienta de mezclado (aspas, cintas, paletas) desplazan el material hacia el frente y a un lado de tal manera que éste fluya hacia atrás al espacio vacío que queda entre la herramienta y el material que está siendo mezclado; el material es tratado con delicadeza y es muy raro que ocurra reducción en el tamaño del grano.

Si la velocidad periférica se aumenta, hasta que la fuerza centrífuga sea mayor que la de la gravedad, se tiene entonces un mezclador centrífugo, en el que las partículas de material son lanzadas hacia arriba por la herramienta de mezclado, siguiendo trayectorias que se interceptan, con lo que se logra el mezclado de las mismas. Los tiempos de mezclado son mucho menores que los de los mezcladores de empuje, sin embargo sólo pueden ser llenados un 60 a 70 % de la capacidad a fin de disponer de suficiente volumen libre para poder obtener un mezclado adecuado, al contrario de los mezcladores de empuje que casi pueden ser llenados a su totalidad.

Velocidades aún mayores no traen como resultado una reducción en el tiempo de ciclo, pero sí ocurre una mayor absorción de energía con el subsiguiente incremento de la temperatura del material. Este efecto es deseable en muchos casos. En los mezcladores intensivos, la herramienta de mezclado produce un intensivo efecto de impacto; lo cual tiende a romper las partículas además de distribuir los componentes. La elevada

velocidad periférica, con velocidades de rotación entre 800 y 3000 rpm, proporciona impacto y fricción a las partículas en la dirección tangencial y fuerzas centrífugas en la dirección radial; esta última empuja el material sobre las paredes del tanque de tal manera que solo pueden escapar hacia arriba; al llegar al tope, caen de nuevo en el vacío que deja el giro de la propela en la parte central del tanque: esto trae como resultado la recirculación del producto. En la figura 3 se muestran los rangos de velocidad de los diferentes mezcladores con herramienta de mezclado rotatoria.

Los mezcladores intensivos con ejes largos y herramientas altas proporcionan un mayor volumen útil (hasta 90 % del volumen total) en lugar de los mezcladores que tengan una herramienta colocada más hacia el fondo (véase figura 4). Un aspecto que caracteriza a este tipo de mezcladores es que la relación diámetro/profundidad del tanque es normalmente 1:1.

Para evitar degradación térmica y mejorar las propiedades de flujo de la mezcla seca, se debe enfriar ésta hasta aproximadamente 40 °C a 50 °C en el menor tiempo posible, mediante la utilización de mezcladores separados colocados en serie, en lo que se conoce como combinación de turbomezclador-enfriador (véase figura 5).

La optimización de la combinación de estos mezcladores en el proceso de producción hace que ambos mezcladores deban operar con los mismos tiempos de ciclo, y por lo tanto, debido a la pobre conductividad térmica del PVC, el mezclador-enfriador debe tener un volumen mucho mayor. Lo usual es un diseño en el que el mezclador frío tenga la capacidad para soportar de 2 a 4 cargas de material suministrado por el turbomezclador.

4.2.6.2 Mezcladores con contenedores rotatorios

En los contenedores rotatorios, la masa fluida de material es arrastrada por la pared del tanque debido a la fricción y levantada hasta que fluye hacia atrás rodando por el cono de material que se forma en el lado de giro del contenedor. El movimiento de cascada que se logra a bajas velocidades de rotación, se transforma en cataratas a altas velocidades, de esta manera se logra una buena distribución de las partículas en la mezcla.

4.2.7 Variables en la preparación de las mezclas

Además de producir la combinación del PVC con los aditivos, la operación de mezclado debe mejorar aquellas propiedades que faciliten el almacenamiento, transporte y procesamiento sin inconvenientes. Las más importantes de estas propiedades incluyen:

- Dispersión y distribución
- Absorción homogénea de los componentes
- Obtención de una mezcla seca
- Buenas propiedades de flujo
- Baja absorción de humedad
- Ninguna tendencia a la segregación
- Aumento de la densidad aparente

Al contrario de otros materiales más blandos, el PVC no es triturado en gran proporción cuando se somete a impacto, fricción y altos esfuerzos mecánicos; el principal efecto ocurre sobre la superficie de la partícula, las aristas se redondean y aplastan dando como resultado una partícula más esférica y lisa. Esto reduce la resistencia al flujo y de algún modo el tamaño de la partícula.

El proceso de mezclado es casi adiabático, ya que el material se calienta primordialmente por la energía mecánica suministrada por las superficies efectivas de la herramienta de mezclado y por la fricción interpartículas.

El proceso de mezclado de PVC rígido, procede normalmente de la siguiente manera: los componentes particulares se homogeneizan por el mezclado turbulento que ocurre inmediatamente después que se enciende el motor del equipo; a medida que esto ocurre, la energía mecánica de la herramienta de mezclado

se convierte en calor por la fricción del material. La fricción y los impactos a los cuales es sometida la partícula, traen como consecuencia los cambios mencionados anteriormente y el material puede, entonces, fluir más libremente, originando una disminución en la potencia consumida por el equipo hasta que la temperatura alcanza los 85 °C (véase figura 6). Cerca de esta temperatura, el lubricante funde, con lo que el material se hace más pegajoso y fluye menos libremente, por lo que de nuevo aumenta el consumo de potencia; este aumento tiene un pico cuando los lubricantes fundidos son absorbidos por las partículas de PVC, de allí en adelante el material fluye fácilmente y la potencia disminuye.

Cuando se utilizan estearatos metálicos ocurre otro pico de energía (aunque esta vez con menor intensidad), cuando se alcanzan temperaturas de alrededor de 125 °C, punto donde funden éstos. Cuando el amperaje del motor disminuye es entonces el momento de descargar el material hacia el enfriador. Si se continúa mezclando, pero por debajo de la temperatura de fusión del compuesto, podría mejorar levemente las características de flujo debido al cambio de forma de las partículas, acompañado con efectos debidos a la degradación térmica.

La figura 7 muestra el consumo de energía y la variación de temperatura durante el mezclado de una formulación de PVC plastificado; en ella puede observarse el momento de incorporación del plastificante reflejado en un pico de amperaje y una caída en la temperatura de la masa. Para obtener una dispersión y distribución eficiente del plastificante, es necesario alcanzar una temperatura de mezclado de 70 a 80 °C y agregar el plastificante de manera continua y precalentado a la misma temperatura, ya que con esto las partículas se encuentran hinchadas y se facilita la absorción del plastificante.

La figura 8 describe, de una manera generalizada y altamente simplificada, los cambios de temperatura de composiciones de PVC rígido y plastificado como función de tiempo en una combinación de turbomezclador-enfriador.

Entre los factores que contribuyen sustancialmente para la obtención de las propiedades óptimas de los compuestos de PVC se encuentran el tiempo de mezcla, secuencia y método de incorporación de los aditivos, así como el programa de velocidad utilizado y temperatura de descarga.

4.2 Extrusión-Granulado

Tanto los compuestos de PVC rígidos como los plastificados, son elaborados y granulados esencialmente por el mismo proceso (véase figura 9), la mezcla seca obtenida del proceso de mezclado de componentes, pasa a través de una tolva de espera antes de ser cargada a la tolva de alimentación forzada; en algunos casos la tolva está diseñada para proporcionar una desgasificación y secado extra del polvo, aunque esto no elimina la necesidad de realizar la desgasificación del fundido. El propósito fundamental de que exista una tolva de dosificación forzada es el de impedir la formación de puentes de material en la tolva que impidan la correcta alimentación al extrusor y favorecer la alimentación al compactar el polvo, a fin de que entre mayor volumen de compuesto en cada vuelta del tornillo.

En la zona de alimentación del tornillo, el material es transportado hacia la zona de plastificación del equipo; en esta etapa ocurre una ligera densificación del polvo por compactación. En la zona de plastificación, una parte de la energía mecánica suministrada al sistema se convierte en calor y favorece la plastificación del PVC (conversión del polvo de PVC en un material fundido), otra porción de la energía suministrada es utilizada para disgregar los aditivos dentro de la matriz del polímero.

La dispersión y la distribución son dos de los cuatro objetivos del proceso de elaboración de compuestos, los otros dos son la desgasificación y la conversión del compuesto a una forma apropiada para el posterior manejo y transformación hacia la manufactura del producto final.

En la práctica se ha conseguido que gránulos cilíndricos de 2,5 a 4,0 mm de diámetro y longitudes de 1,0 a 4,0 mm proporcionan el mejor desempeño del compuesto en las etapas posteriores de procesamiento. Para producir los gránulos, es necesario forzar el material plástico a través de un cabezal con múltiples agujeros, de tal manera de formar los filamentos de compuesto fundido que serán cortados para formar los gránulos. Por lo general, los equipos de granulación son extrusores doble-tornillo o de múltiples tornillos (planetarios).

En las líneas de extrusión tipo cascada (véase figura 10), el tornillo utilizado para granular el compuesto se coloca debajo del tornillo utilizado para plastificar el material.

Los extrusores tipo cascada están contruidos, generalmente, de dos extrusores mono-tornillo; la pre-mezcla de PVC se alimenta directamente al extrusor plastificador sin utilizar ningún aditamento para la dosificación

del material; este mezcla el compuesto y lo convierte en partículas de tamaño uniforme. La velocidad de producción depende principalmente de la densidad aparente de la mezcla y de la velocidad de extrusión (rpm del tornillo). Cuando el material fundido surge del primer extrusor, cae a través de un tubo en el que se realiza la desgasificación del producto. El tiempo de residencia del aglomerado de PVC en el tubo de desgasificación y comunicación está controlado por el nivel de aglomerados.

La labor del extrusor de descarga es lograr completar la fusión del producto, dispersarlo, distribuirlo y forzarlo a través de la boquilla de extrusión. La energía de aglomeración y plastificación es suministrada por el calentamiento del barril y la disipación viscosa del compuesto debida al esfuerzo mecánico suministrado.

Para mejorar la alimentación del compuesto al extrusor plastificador, se recomienda el empleo de una zona de alimentación enfriada y ranurada, a fin de permitir un mejor transporte del material hacia las zonas de plastificación del compuesto.

El control de la presión durante la extrusión del compuesto es necesario, debido a que ésta es determinante en la obtención de un grado que garantice unas excelentes propiedades, manteniendo el nivel de gelificación apropiado para cada caso.

Uno de los métodos utilizados para controlar la dosificación al tornillo para granulado es utilizar un extrusor para lograr un suministro eficiente del producto y una buena desgasificación (véase figura 11). La velocidad de este tornillo es variable, lo que permite un adecuado control de la presión suministrada al sistema.

La relación L/D del tornillo para regular la presión de entrada a la zona de granulación está normalmente entre 2,5 y 3,0.

Otro arreglo para los extrusores de plastificación, además de los extrusores mono y doble tornillo, son los extrusores planetarios, en los que se logra un excelente mezclado e incorporación de los aditivos en la matriz fundida del polímero (véase figura 12).

La plastificación, dispersión y distribución toman lugar en la sección correspondiente a los tornillos planetarios, la cual consiste de cuatro elementos interactuantes: el tornillo principal, los tornillos planetarios, el barril o cilindro del extrusor y el anillo de retención (véase figura 13).

Cuando se hace rotar al tornillo principal, los tornillos planetarios rotan junto con él y alrededor del interior del barril del extrusor. Como resultado, la masa de PVC es sometida a esfuerzos mecánicos entre los filetes de los tornillos y el alma del tornillo principal y las paredes del barril; ésta energía mecánica suministrada se convierte en calor y la masa se plastifica. Se utiliza calentamiento externo para ayudar en el trabajo de plastificación.

El anillo de retención tiene como propósito prevenir que los tornillos planetarios se desplacen axialmente, es decir, sean destornillados del cilindro, y controlar la presión de retroceso, y con ella la energía de conversión del sistema en la sección de tornillos planetarios. Este control se ejerce con la preselección del diámetro interno del agujero del anillo y, por lo tanto, la sección transversal de la salida del material.

En la práctica se utilizan entre 6 y 18 tornillos dependiendo del tamaño de la máquina y el nivel deseado de energía suministrada al sistema.

El tornillo de granulación produce el incremento de presión necesario para extruir el compuesto a través del cabezal de múltiples orificios, en donde posteriormente se cortan los filamentos para la obtención de los gránulos del compuesto. Existen dos arreglos básicos para el granulado, el central y el lateral; el sistema lateral ha desplazado al central debido a las condiciones favorables de corte que proporciona.

Debido a la alta viscosidad del fundido del PVC y su relativamente baja pegajosidad, la mayoría de las formulaciones de PVC rígido y plastificado, pueden ser granuladas en seco, utilizando sistemas de corte a la salida del cabezal.

En casos especiales, como en formulaciones altamente plastificadas, para la industria del calzado o compuestos para botellas realizados con polímero de bajo valor K, puede ser necesaria la utilización de un enfriamiento externo para evitar la aglomeración de los gránulos; este enfriamiento se logra utilizando un rocío de agua muy finamente esparcido sobre los gránulos a medida que salen de la cortadora, la evaporación espontánea del agua proporciona un enfriamiento adicional y previene el contacto directo entre los gránulos.

Particularmente en la industria de cables, las impurezas, tales como fibras de madera, trozos de papel, etc., pueden perjudicar desastrosamente el desempeño del producto por lo que se recomienda el empleo de paquetes de mallas para retener las posibles impurezas (véase figura 14). Frecuentemente, este paquete consiste de una malla de 60 mesh entre dos mallas de 20 mesh, la frecuencia de cambio debe ser una vez por turno de trabajo.

4.3 Enfriamiento y almacenaje de gránulos

Una vez que el material es granulado es necesario enfriar los gránulos calientes rápidamente a fin de evitar que se adhieran unos a otros. Del cabezal de extrusión (con temperaturas entre 130 °C y 190 °C), los gránulos se transportan neumáticamente a través de una tubería hacia los sistemas de enfriamiento; donde los gránulos se enfriarán entre 40 °C y 50 °C, a fin de lograr un adecuado almacenamiento.

En las figuras 15, 16, 17 y 18 se muestran cuatro sistemas de enfriamiento de gránulos. Los dos primeros sistemas utilizan lechos fluidizados para enfriar los gránulos; la diferencia principal entre estos es el transporte a la unidad de enfriamiento, el primero es por succión mientras que en el segundo es por presión.

En el sistema mostrado en la figura 17, los gránulos se enfrían en una cámara en cuyo fondo se encuentra una placa de metal finamente horadada; ésta permite el paso de aire a presión que enfría los gránulos y los transporta hacia la descarga. En la figura 18 se utiliza un vibrador y corrientes de aire para conseguir los efectos de movimiento y refrigeración.

Una vez que salen del enfriador los gránulos pasan los sistemas de homogeneización; de allí pasan a las estaciones de empaclado, en donde se embalan para posteriormente ser almacenados y distribuidos, o bien son enviados a silos de almacenamiento. Una muestra del compuesto se debe tomar, bien en la etapa de empaclado o en los silos de almacenamiento, para la determinación de las propiedades especificadas para los compuestos en la norma COVENIN 3405-2.

Si la línea de preparación de compuestos es parte de una planta de procesamiento, los gránulos se transportan a las máquinas de inyección o a los extrusores a través de tuberías de distribución, en cajas o sacos.

Para el transporte de gránulos a cualquiera de los sistemas, se utilizan sistemas de transporte por suspensión; aunque el transporte fluidizado a baja velocidad es más efectivo para evitar el deterioro de los gránulos por abrasión. Las tuberías utilizadas comúnmente, tienen diámetros nominales entre 80 y 125 mm, utilizándose aleaciones de aluminio para las secciones rectas de la tubería y acero inoxidable para las juntas y codos.

BIBLIOGRAFÍA

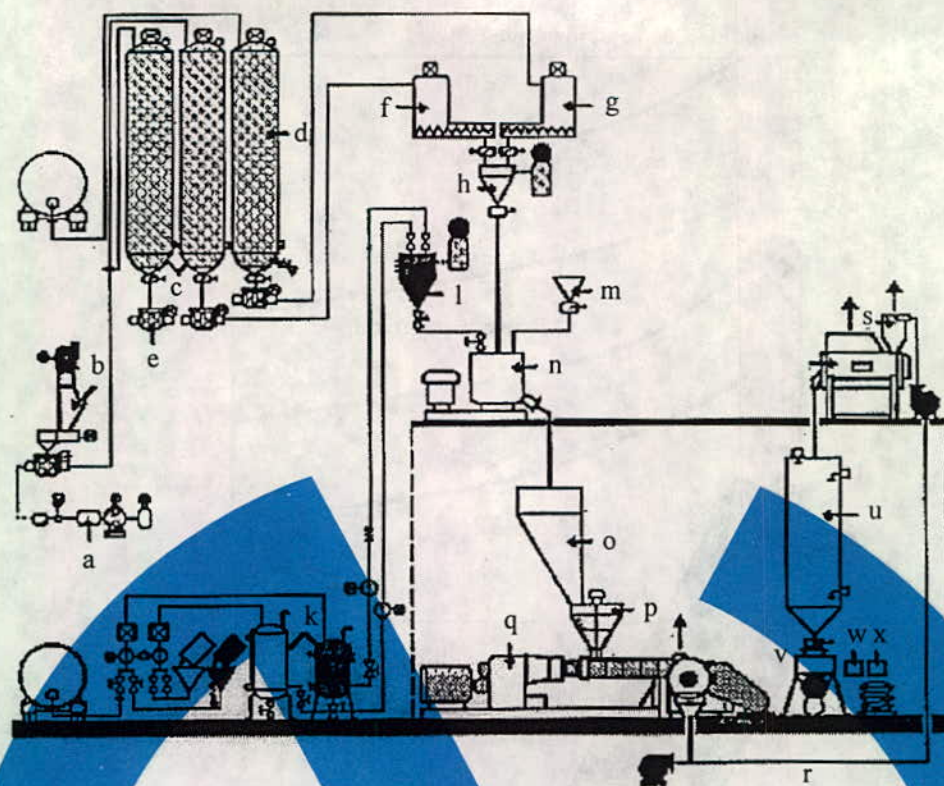
Moreno, Hector, "Tecnología de Preparación de Compuestos de PVC", INDESCA, 1991

Plastic Compounding 1994/1995 Redbook

Tittow, W.V.; "PVC Plastics. Properties, Processing and Applications". Elseiver Applied Science. 1990.

Encyclopedia of PVC. Vol. 2 Second Edition. Marcel Dekker, Inc. 1986.

Plastics Engineering Handbook. SPI, Inc. 4th. Edition. Joel Frados. 19



- | | |
|--|---|
| a. Estación de soplado | b. Descarga de sacos |
| c. Silos de PVC | d. Silos de cargas |
| e. Estación de soplado | f. Tanque diario y tornillo de descarga de PVC |
| g. Tanque diario y tornillo de descarga de cargas i. | h. Estación de pesada de PVC y cargas |
| i. Estación de pesada plastificantes. | k. Tanques de plastificantes |
| n. Turbo-mezclador | m. Punto de alimentación de aditivos |
| p. Tolva de dosificador forzada | o. Tolva intermedia |
| r. Transporte de pellet | q. Extrusor plastificador y sistema de peletizado |
| t. Enfriador de pellets | s. Ciclón |
| v. Pesaje y ensacado | u. Silo intermedio de pellets |
| x. Unidad de cosido de los sacos | w. Unidad de sellado de los sacos |

Figura 1. Diagrama de flujo de una planta de preparación de compuestos

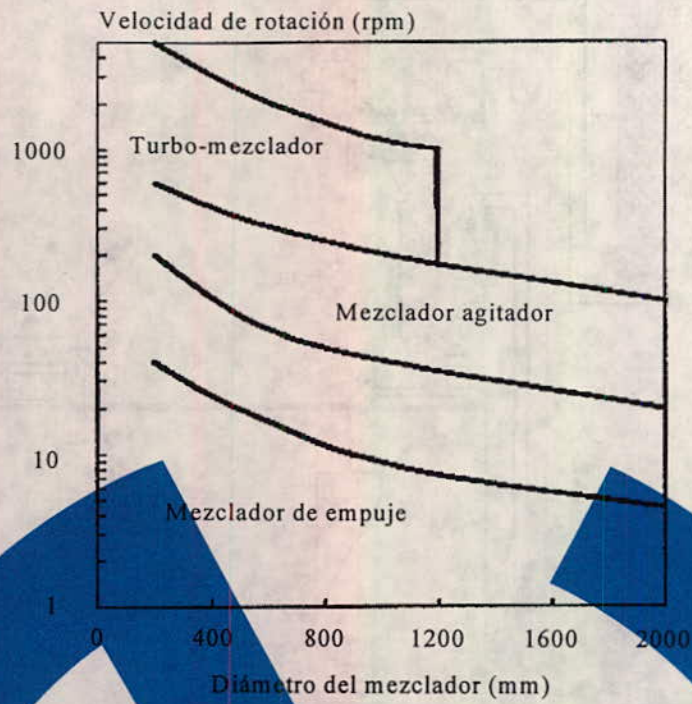


Figura 2. Rangos de velocidad para algunos mezcladores con herramienta rotatoria

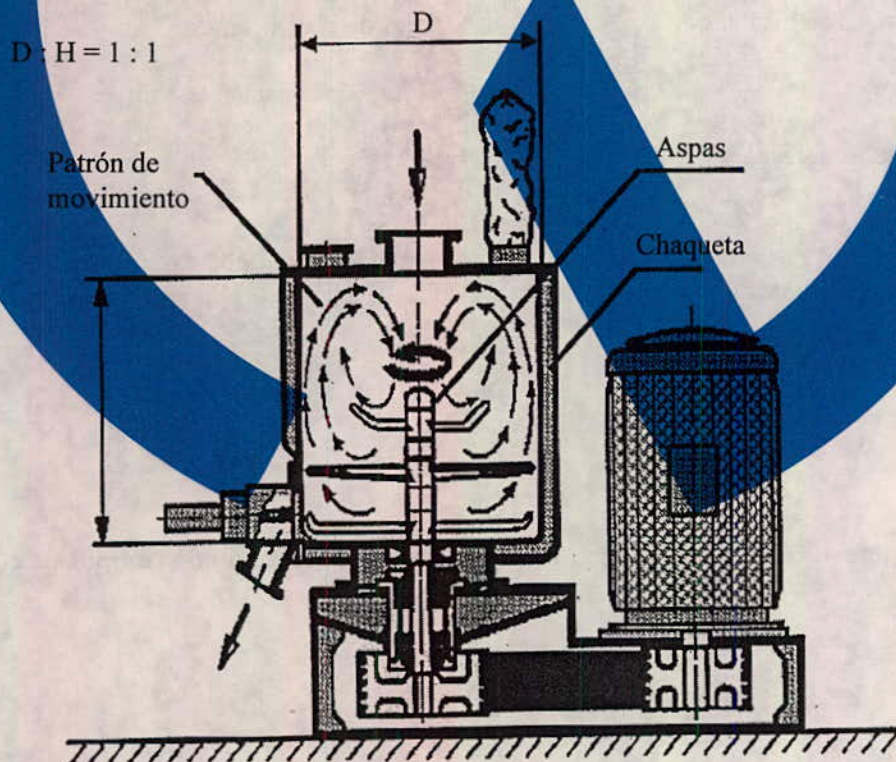


Figura 3. Turbo-mezclador o mezclador intensivo de alta velocidad

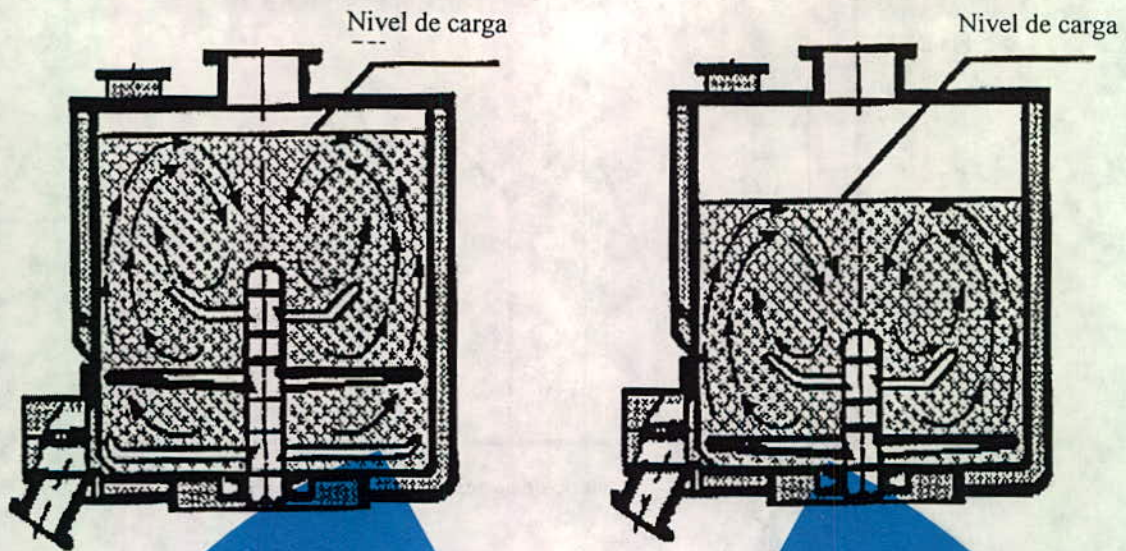


Figura 4. Patrón de circulación resultante de la altura de la herramienta de mezclado

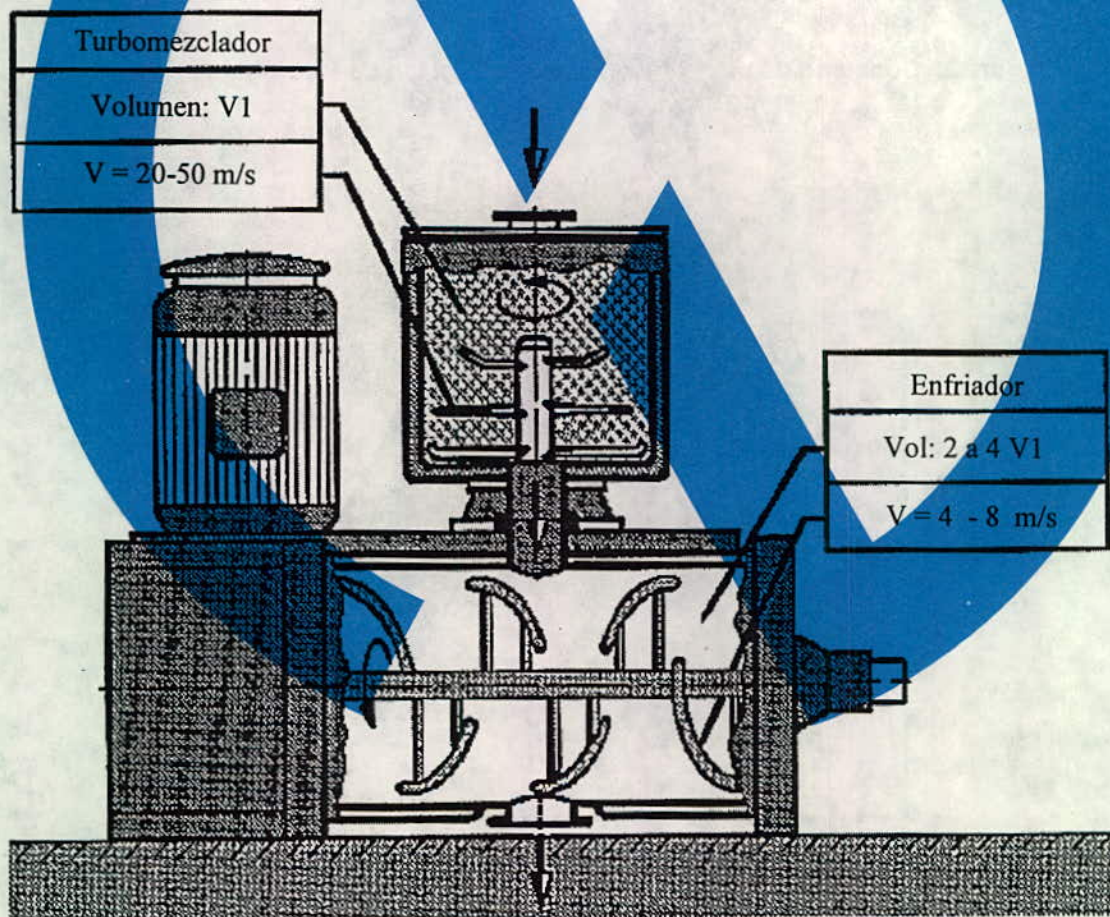
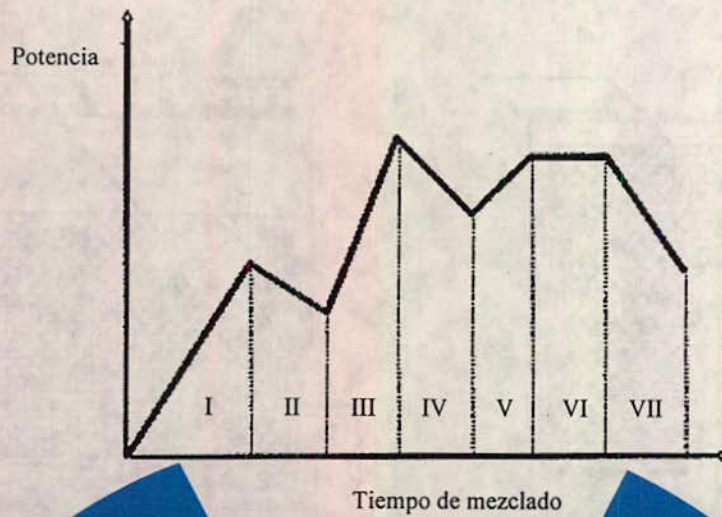


Figura 5. Mezcladores caliente/enfriador con el turbo-mezclador vertical y un enfriador horizontal



- I. Mezclado y desmoronamiento
- II. Incremento en las propiedades de flujo
- III. Fundido de lubricantes
- IV. Mezcla seca
- V. Fundido de los estratos metálicos
- VI. Mezclado en caliente
- VII. Descarga y enfriamiento

Figura 6. Consumo de potencia durante el mezclado de PVC rígido en un mezclador de alta intensidad

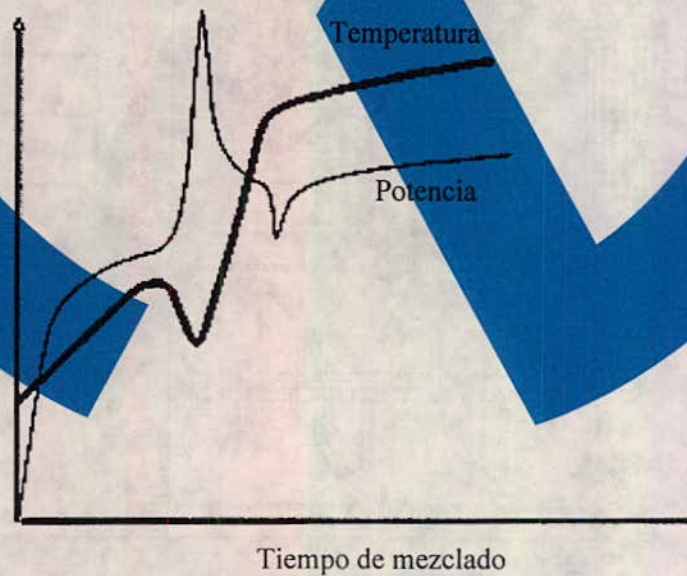


Figura 7. Variaciones en el consumo de potencias y temperatura para una mezcla de PVC plastificado

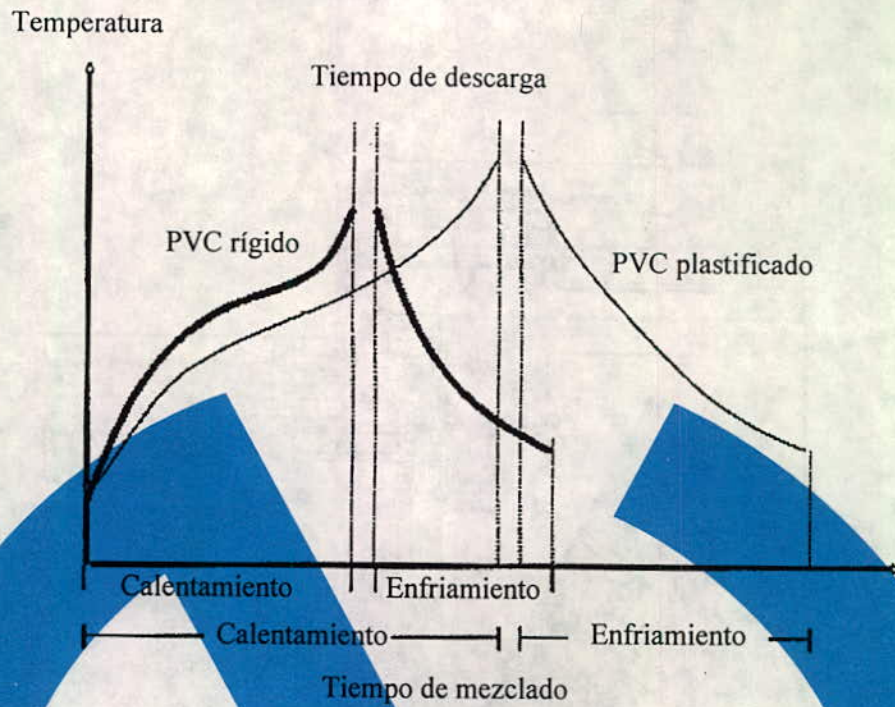


Figura 8. Variación de la temperatura como función del tiempo para una combinación de mezcladores caliente/enfriador

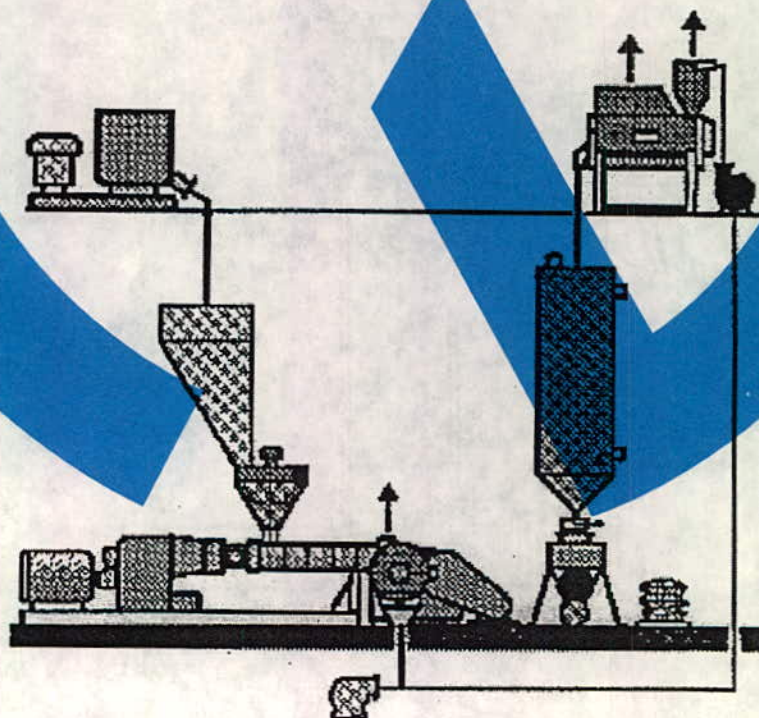


Figura 9. Diagrama de flujo del proceso de mezclado en fundido y peletizado durante la preparación de compuestos de PVC

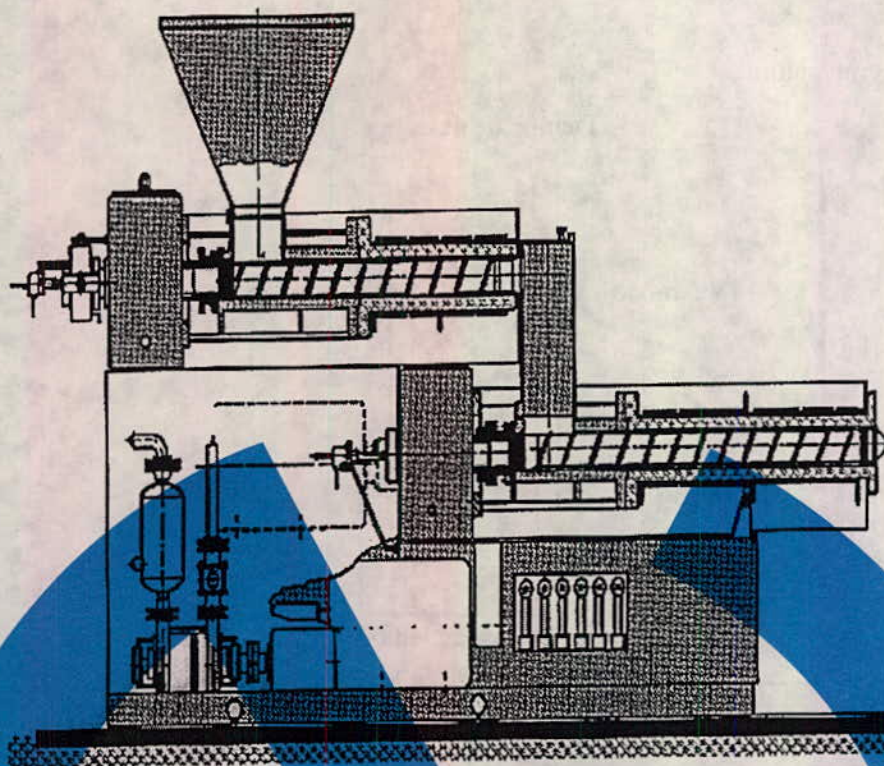


Figura 10. Línea de preparación de compuestos con arreglo tipo cascada

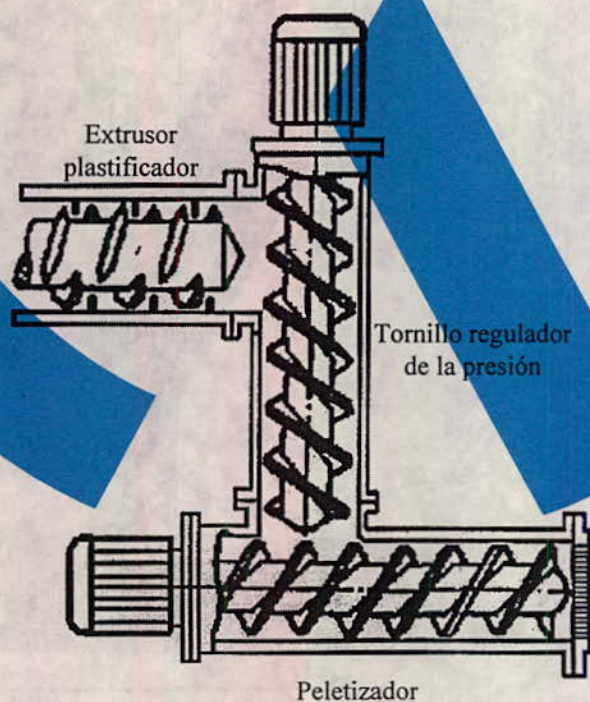


Figura 11. Control de la presión de retroceso utilizando un tornillo regulador

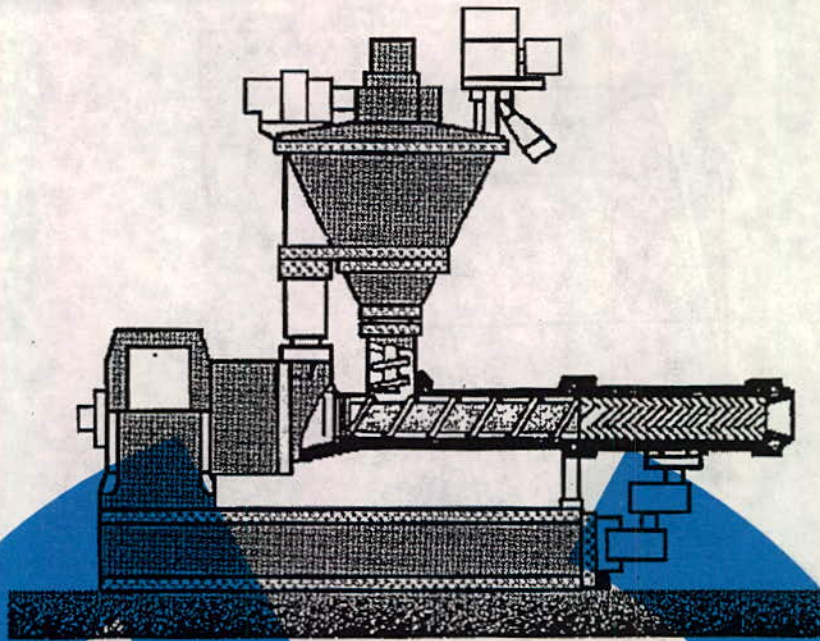


Figura 12. Extrusor planetario para la plastificación de compuestos de PVC

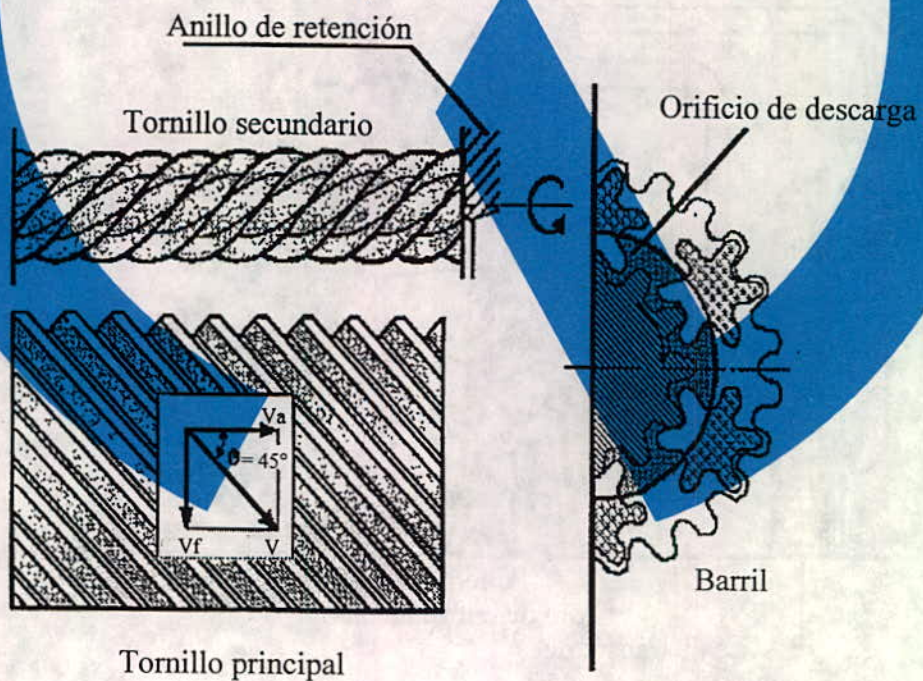


Figura 13. Principio de operación de los extrusores planetarios

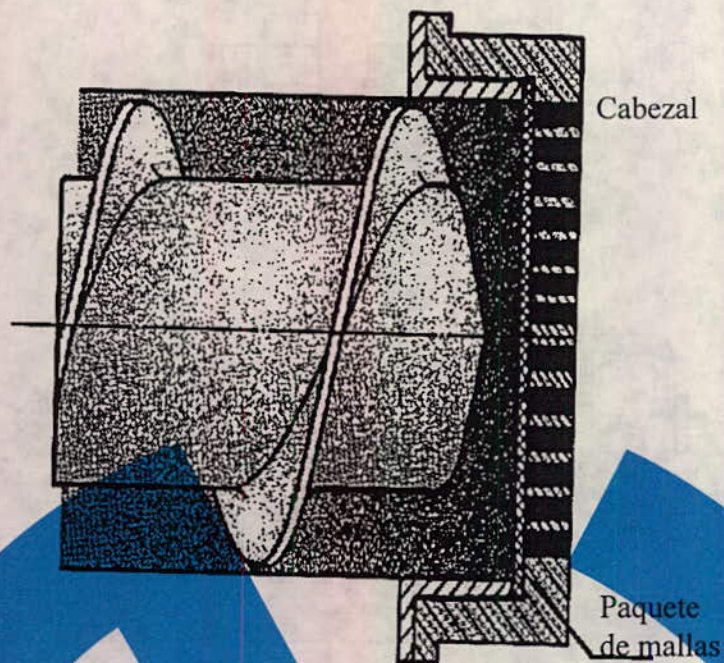


Figura 14. Esquema representativo del arreglo del cabezal y paquete de mallas

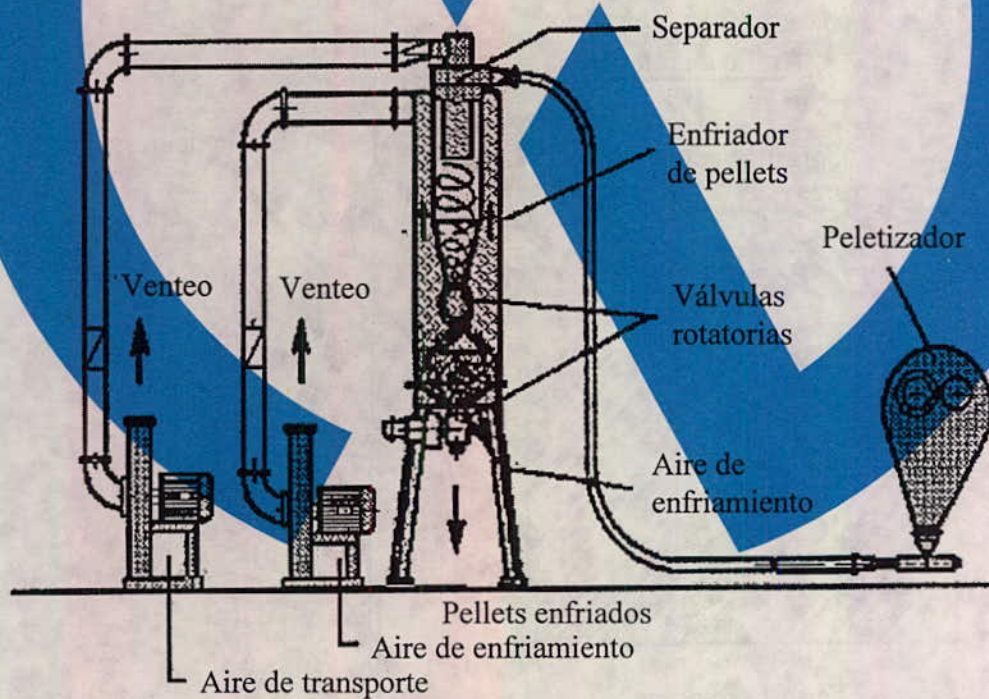


Figura 15. Sistema de enfriamiento por succión

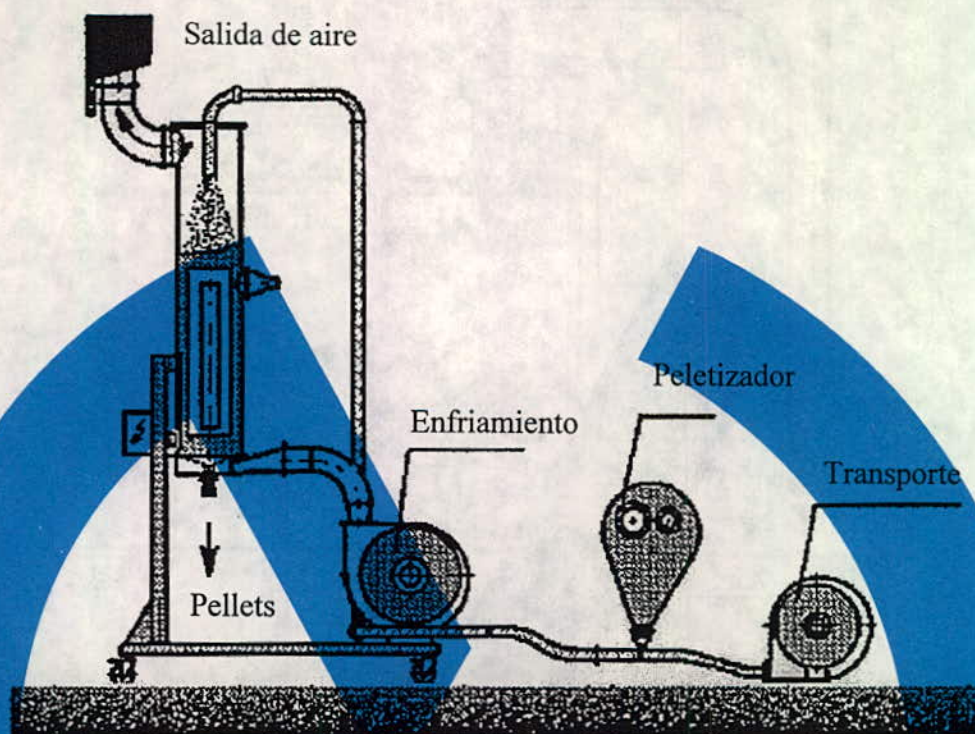


Figura 16. Sistema de enfriamiento por presión

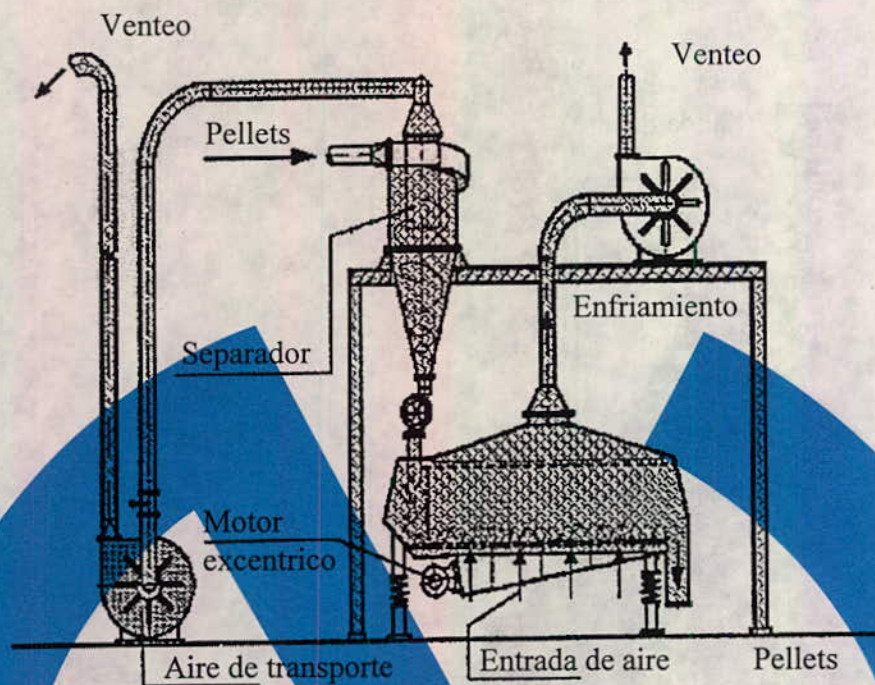


Figura 17. Sistema de enfriamiento horizontal con cámara refrigerada

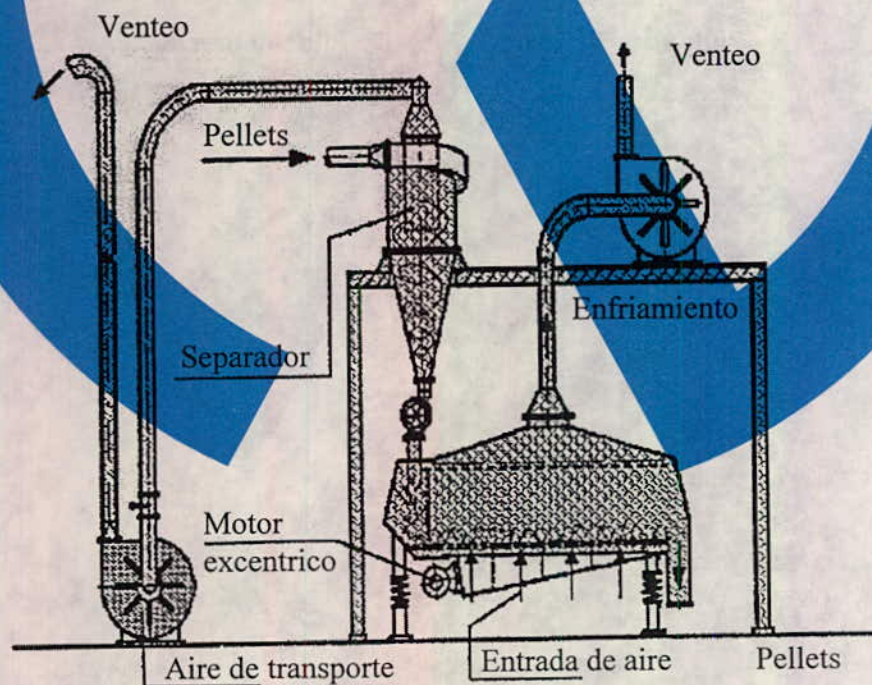


Figura 18. Sistema de enfriamiento horizontal con cámara vibratoria

COVENIN
3405-4:1999

CATEGORÍA
C

FONDONORMA

Av. Andrés Bello Edif. Torre Fondo Común Pisos 11 y 12

Telf. 575.41.11 Fax: 574.13.12

CARACAS



publicación de: **FONDONORMA**

I.C.S: 83.040

ISBN: 980-06-2489-9

RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS

Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio.

Descriptores: Policloruro de vinilo (PVC), mezcla, compuesto vinilo.