



SECADO

**Operación Unitaria de transferencia
simultánea de masa y energía**

Secado

Constituye uno de los métodos que permite separar un líquido de un sólido.

Entendiéndose por secado la separación de la humedad de los sólidos (o de los líquidos) por evaporación en una corriente gaseosa.



Tipos de Secado

El secado puede ser:

- ✓ **Directo (Aire)**
 - Continuo
 - Discontinuo

- ✓ **Indirecto (fuente térmica)**

Conceptos Básicos

Humedad

El contenido de humedad de un sólido puede expresarse en base seca o en base húmeda.

Contenido de humedad, base seca: x

$$X = \left[\frac{\text{Kg humedad}}{\text{Kg sólido seco}} \right]$$

Contenido de humedad, base húmeda:

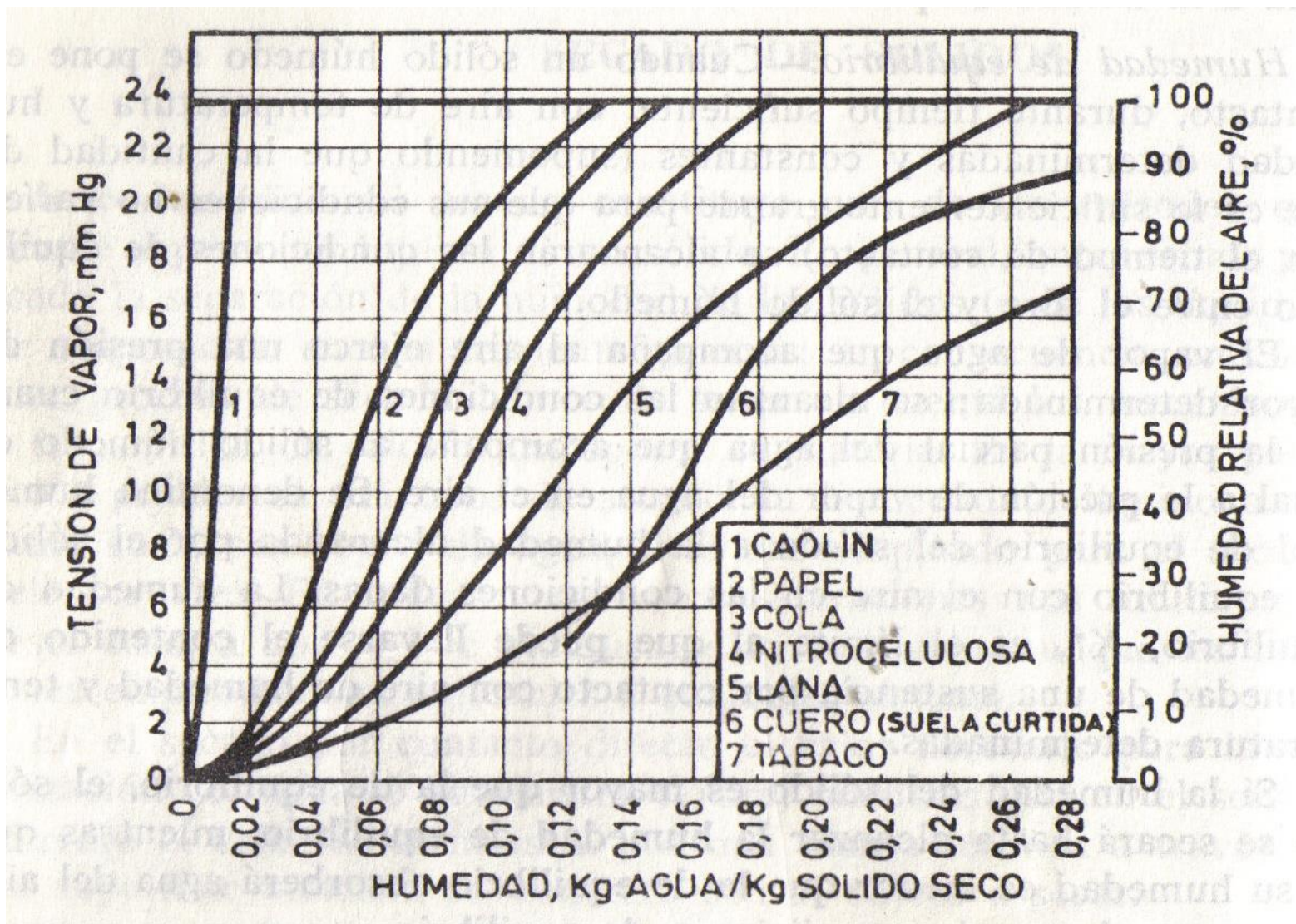
$$\left[\frac{\text{Kg humedad}}{\text{Kg sólido húmedo}} \right] = \left[\frac{\text{Kg humedad}}{\text{Kg humedad} + \text{Kg sólido seco}} \right]$$

Humedad de equilibrio (X^*)

Humedad del sólido cuando su presión de vapor se iguala a la presión de vapor del gas. Es decir, humedad del sólido cuando está en equilibrio con el gas.

Si la humedad del sólido es mayor que la de equilibrio, el sólido se seca, pero si es menor absorberá agua del aire hasta que alcance el equilibrio.

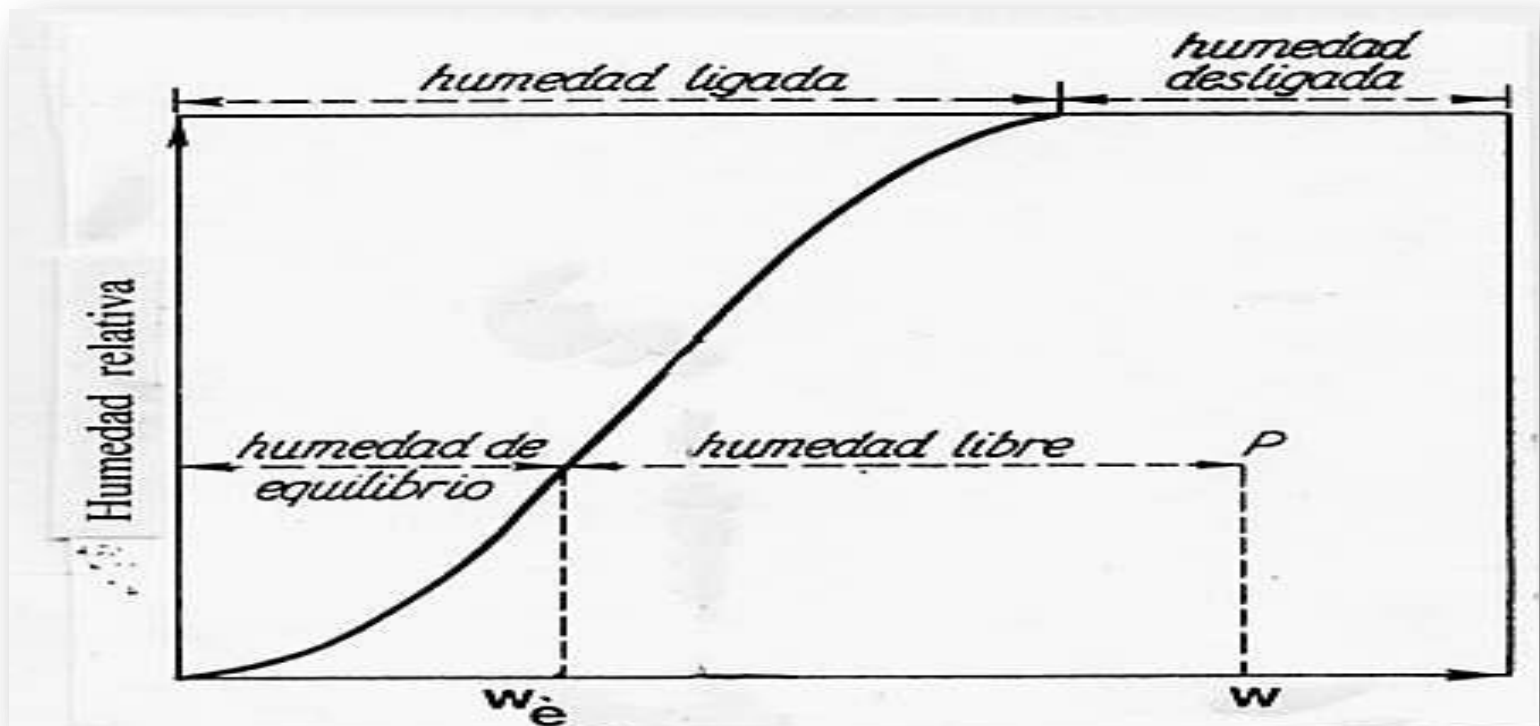
Curvas de equilibrio a 25° C para diferentes sustancias



Cuerpos húmedos y cuerpos higroscópicos

Cuando la presión de vapor de agua que acompaña al sólido es menor que la tensión de vapor de agua a la misma temperatura, se dice que el sólido es higroscópico, recibiendo el nombre de sólido húmedo cuando la presión de vapor del agua que acompaña al sólido es igual a la tensión de vapor de agua a esa temperatura.

HUMEDADES



$P_v \text{ sólido} > P_v \text{ atm} \rightarrow$ Evaporación y secado

$P_v \text{ sólido} < P_v \text{ atm} \rightarrow$ El sólido adquiere humedad

$P_v \text{ sólido} = P_v \text{ atm} \rightarrow$ Condiciones de equilibrio

Humedad libre ($X - X^*$)

La diferencia entre la humedad del sólido y la humedad de equilibrio con el aire a condiciones dadas se denomina humedad libre.

Es la humedad del sólido que está en exceso con relación a la humedad de equilibrio. Es ésta la humedad que se puede evaporar y depende de la concentración de vapor en la corriente gaseosa.

- ***Humedad ligada o agua ligada***

Es el valor de la humedad de equilibrio del sólido en contacto con aire saturado; o bien la humedad mínima del sólido necesaria para que éste deje de comportarse como higroscópico.

- ***Humedad desligada o agua desligada***

Es la diferencia entre la humedad del sólido y la humedad ligada; o bien la humedad libre del sólido en contacto con aire saturado. Si el sólido tiene humedad desligada se comportará como húmedo.

Cinética de Secado

Se define la velocidad de secado por pérdida de humedad del sólido húmedo en la unidad de tiempo $(-dX/dt)$ a condiciones constantes.

$$W = \frac{S}{A} \left(\frac{dX}{dt} \right)$$

W = velocidad de secado

A = área de la superficie expuesta

S = peso del sólido seco

Tipos de secaderos.

Secaderos de calentamiento directo

- Secaderos de bandejas
- Secaderos de lecho fluidizado
- Secaderos de túnel.
- Secaderos de cama vibratoria.
- Secaderos sprays.
- Secaderos rotatorios.

Secaderos de calentamiento indirecto

- Secaderos de bandejas al vacío.
- Secaderos de bandejas a presión atmosférica.
- Secaderos por congelación.
- Secaderos de tambor.
- Secaderos con circulación a través del lecho.



***Secaderos de
Calentamiento
Directo***

Secadero en bandejas

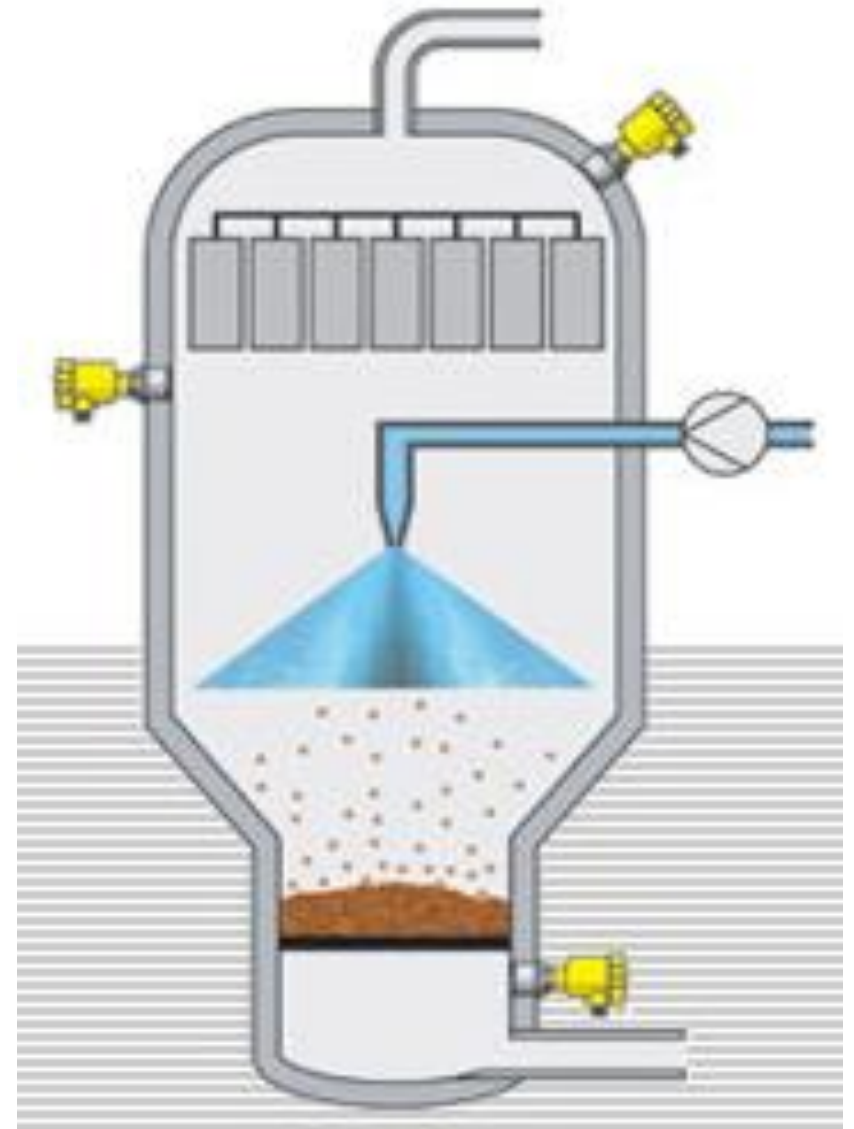


- El secado se produce por la circulación de aire caliente sobre bandejas que contienen material húmedo.



Secadero de lecho fluidizado

La suspensión, introducida por medio de la tobera de pulverización en la cámara de producto, da lugar a la formación de las partículas fluidizadas hasta que se vuelven a caer en el lecho fluidificado debido a su peso.

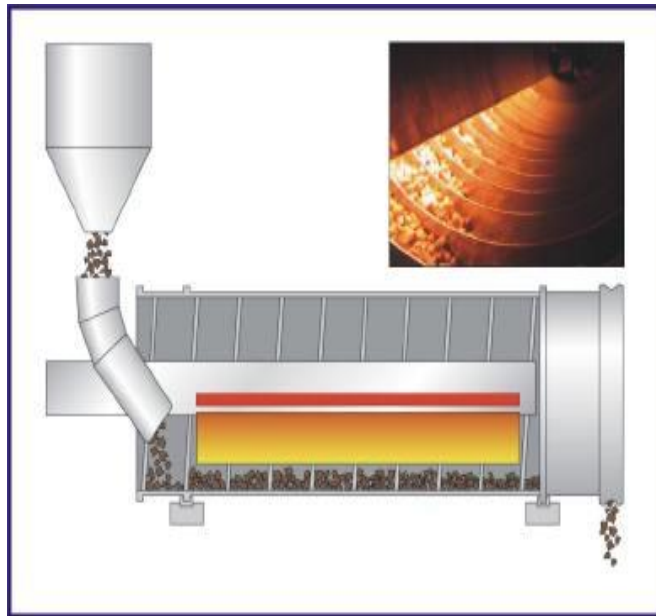
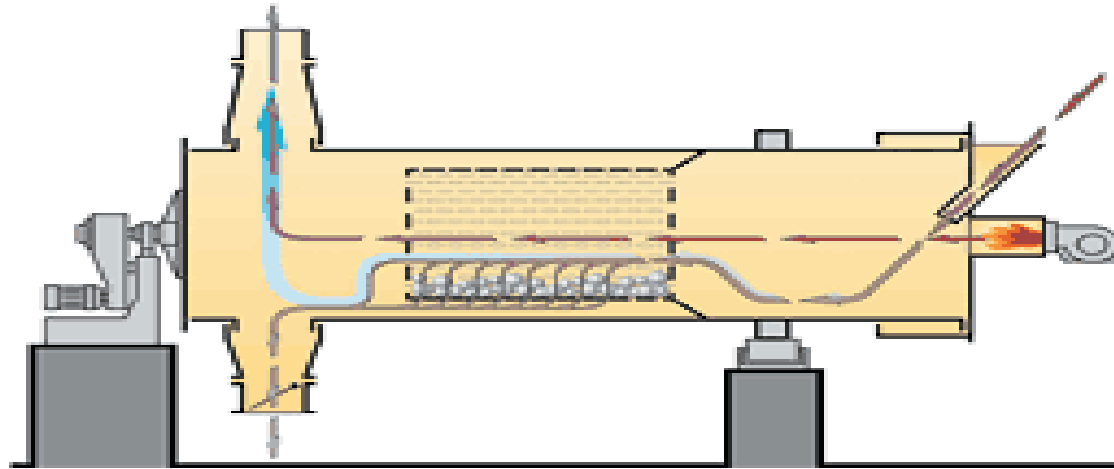


Secaderos de túnel



Consiste en un túnel que puede tener hasta un poco mas de 20 m de longitud con una sección transversal rectangular de, mas o menos, hasta 2 por 2 m.

- **Secadores Rotatorios**



Consiste en una coraza cilíndrica sostenida sobre engranes, de manera que pueda girar sobre su propio eje. Tiene una tubería que impulsa a los sólidos alimentados para que fluyan hasta la salida del secador al mismo tiempo que los remueve para lograr un mejor secado de los mismos.

Secaderos Sprays o por Atomización

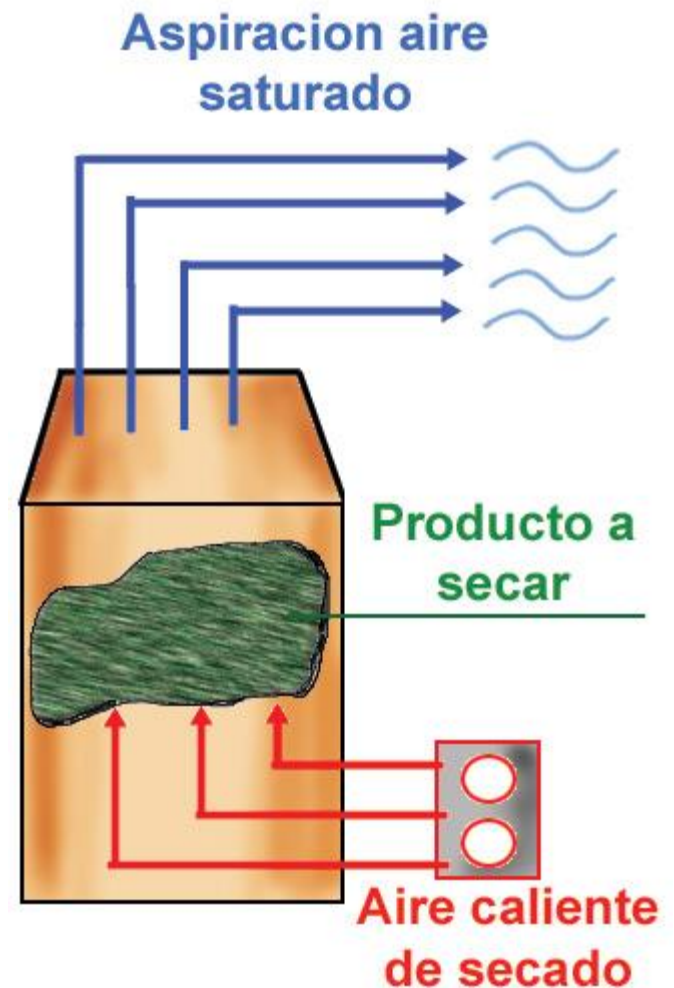
El secado por atomización es una operación básica especialmente indicada para el secado de disoluciones y suspensiones.



Secaderos horizontales

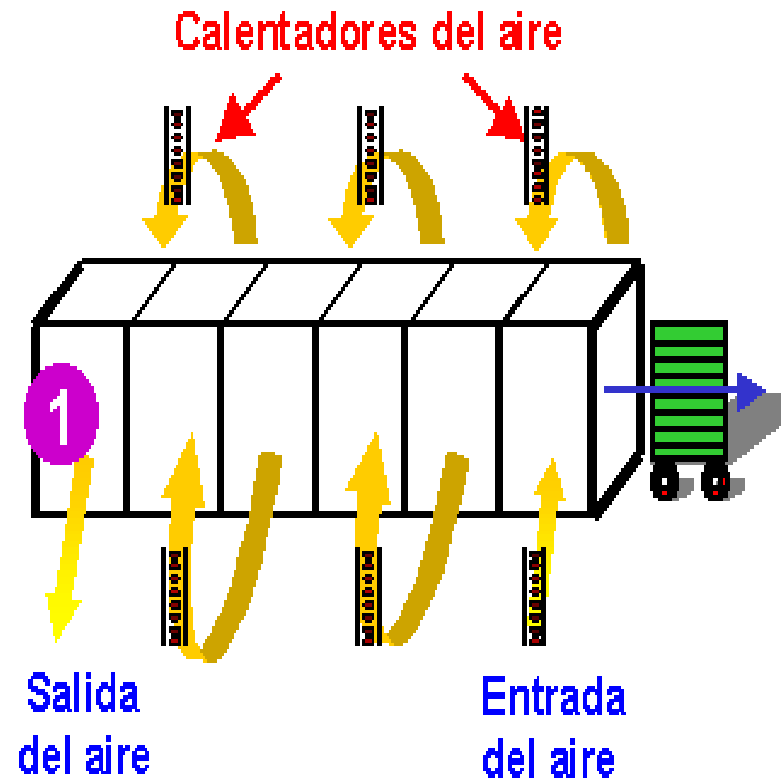
Se utiliza para productos que no pueden verse sometidos a fuertes incrementos de temperatura y que no pueden desmenuzarse ni trocearse, ni recibir una manipulación violenta.

Consisten en un arrastrador metálico encerrado en un túnel por el que se introduce el fluido térmico de secado



Secadero de flujo transversal

La corriente de aire caliente fluye desde los costados del túnel. Los hay que proveen calor desde un solo lateral, no son los mas convenientes, y los que suministran calor desde ambos lados del túnel y a lo largo del recorrido.



1 - Entrada de vagonetas

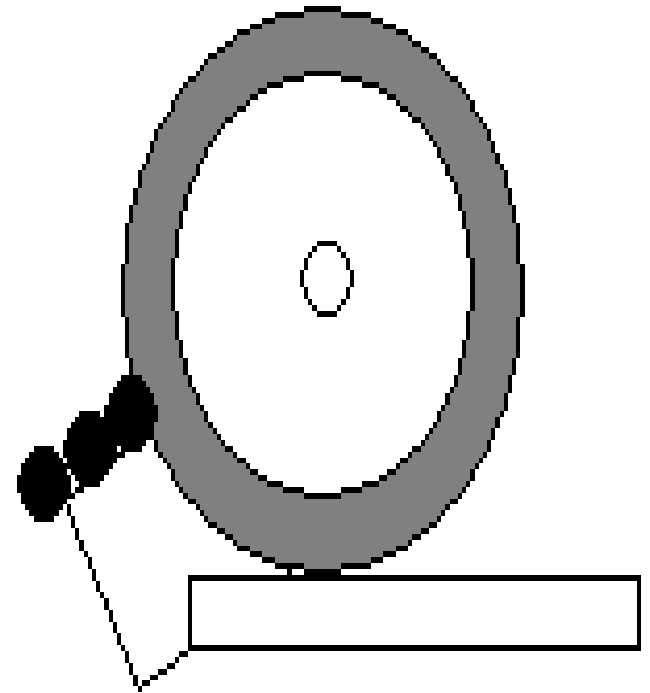


Secaderos de Calentamiento Indirecto

Secador de tambor rotatorio

Consta de un tambor de metal calentado, en las paredes se evapora el líquido, mientras una cuchilla metálica, raspa lentamente el sólido, para que descienda por el tambor, hasta la salida.

Este tipo de secadores son típicos del trabajo con pastas, suspensiones, y soluciones. El tambor resulta como un híbrido entre un secador y un evaporador.



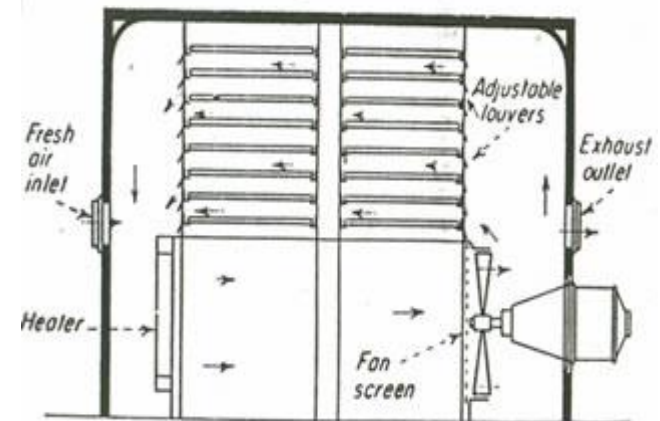
Secador al vacío

Secado por lotes, funciona de manera similar al secador de bandejas.

Formado por un gabinete de hierro con puertas herméticas, para trabajar al vacío y de anaqueles dónde se colocan las bandejas con los materiales húmedos.

Estos secadores pueden ser utilizados para secar materias termolábiles, como lo son algunos materiales biológicos y en ocasiones los farmacéuticos.

La conducción de calor en este tipo de secadores es por radiación desde las paredes metálicas del secador. La humedad extraída del material es recogida por un condensador dispuesto en el interior.



APLICACIONES DEL SECADO

- Procesos de granulaci3n h3meda (elaboraci3n de c3psulas, polvos o tabletas).
- Producci3n de algunos materiales (hidr3xido de aluminio, lactosa seca y extractos en polvo).
- Reducci3n del volumen y peso de los materiales (disminuci3n del costo por transporte y almacenamiento).
- Conservaci3n y estabilidad de productos animales y vegetales para disminuir el crecimiento de hongos y bacterias.
- Volver a un producto mas estable (polvos higrosc3picos, sales efervescentes, aspirina, penicilinas y 3cido asc3rbico). Una vez eliminada el agua, el producto se mantiene a bajos niveles de humedad con ayuda de agentes desecantes o por impermeabilidad del empaque.