

# Torre de refrigeración

[http://es.wikipedia.org/wiki/Torre\\_de\\_refrigeraci%C3%B3n](http://es.wikipedia.org/wiki/Torre_de_refrigeraci%C3%B3n)

Las **Torres de refrigeración** son estructuras para refrigerar agua y otros medios a temperaturas muy altas. El uso principal de grandes torres de refrigeración industriales es el de rebajar la temperatura del agua de refrigeración utilizada en plantas de energía, refinerías de petróleo, plantas petroquímicas, plantas de procesamiento de gas natural y otras instalaciones industriales.



Planta de energía de Didcot, Reino Unido

[Torres hiperbólicas](#) de refrigeración húmedas de tiro natural.

Con relación al mecanismo utilizado para la [transferencia de calor](#) los principales tipos son:

- *torres de refrigeración húmedas* funcionan por el principio de [evaporación](#), (ver [refrigerador inundado](#))
- *torres de refrigeración secas* funcionan por transmisión del calor a través de una superficie que separa el fluido a refrigerar del aire ambiente.

En una torre de refrigeración húmeda el agua caliente puede ser enfriada a una temperatura inferior a la del ambiente, si el aire es relativamente seco. (ver: [Dew point](#)).

Con respecto al tiro del aire en la torre existen tres tipos de torres de refrigeración:

- Tiro natural, que utiliza una chimenea alta.
- Tiro inducido, en el que el ventilador se coloca en la parte superior de la torre (impulsan el aire creando un pequeño vacío en el interior de la torre).
- Tiro mecánico (o tiro forzado), que utiliza la potencia de motores de ventilación para impulsar el aire a la torre (colocándose en la base).

Bajo ciertas condiciones ambientales, nubes de vapor de agua (niebla) se pueden ver que salen de una torre de refrigeración seca (ver imagen).

Las torres de enfriamiento usan la evaporación del agua para rechazar el calor de un proceso tal como la generación de energía eléctrica. Las torres de enfriamiento varían en tamaño desde pequeñas a estructuras muy grandes que pueden sobrepasar los 220 metros de altura y 100 metros de longitud. Torres más pequeñas son normalmente construidas en fabricas, mientras que las más grandes son construidas en el sitio donde se requieren.



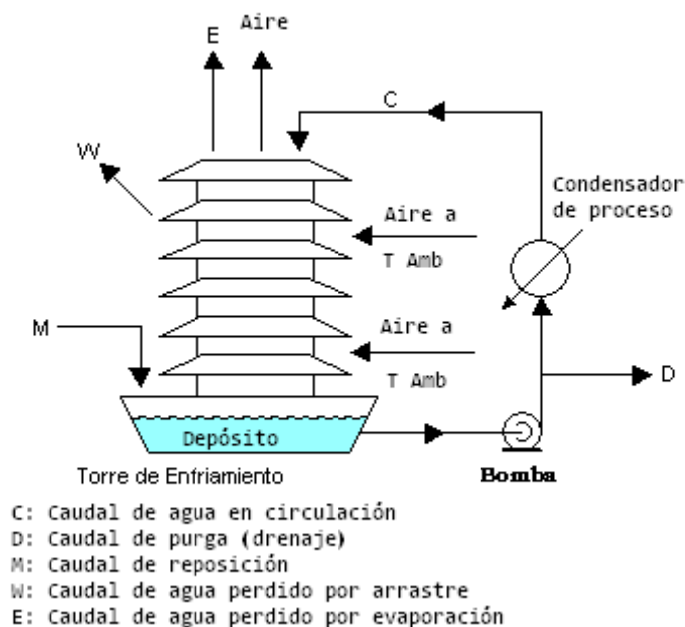
## La torre de refrigeración utilizada como chimenea

En algunas plantas de energía modernas, equipadas con conductos de purificación de gas como la [Planta de Energía de Staudinger Grosskrotzenburg](#) y la [Planta de Energía de Rostock](#) la torre de refrigeración también se utiliza como chimenea. En plantas que no tengan conductos de purificación de gas esto causa problemas con la corrosión.

## Equilibrio de material de una torre de refrigeración húmeda

Artículo principal: [Sistema de torre de refrigeración](#)

Cuantitativamente, el equilibrio de material alrededor de un sistema de torre de refrigeración húmeda está controlado por las variables de funcionamiento estructurales tasa de flujo, evaporación y pérdidas por viento, tasa de trasegado, y ciclos de concentración:



**M** = Agua de la estructura en m<sup>3</sup>/h

**C** = Agua circulante en m<sup>3</sup>/h

**D** = Trasegado de agua en m<sup>3</sup>/h

**E** = Agua evaporada en m<sup>3</sup>/h

**W** = Pérdida por viento de agua en m<sup>3</sup>/h

**X** = Concentración en ppmw (de sales completamente solubles, normalmente cloruros)

**X<sub>M</sub>** = Concentración de cloruros en el agua de la estructura (M), en ppmw

**X<sub>C</sub>** = Concentración de cloruros en el agua circulante (C), en ppmw

**Ciclos** = Ciclos de concentración =  $X_C / X_M$  (sin dimensión)

**ppmw** = partes por millón en peso

En el boceto anterior, el agua bombeada desde el depósito de la torre es el agua refrigerante encaminada a través de enfriadores del proceso y los condensadores en una instalación industrial. El agua fría absorbe calor de las corrientes calientes del proceso que necesitan ser enfriadas o condensadas, y el calor absorbido calienta el agua circulante (C). El agua calentada vuelve a la cima de la torre de refrigeración y cae en chorros finos – presentando gran superficie para su enfriamiento con el aire – sobre el material de relleno dentro de la torre. A medida que gotea, el contacto con el aire que sube por la torre, por tiro natural o forzado por grandes ventiladores. Este contacto provoca que una pequeña cantidad de agua sea pérdida por arrastre del viento (W) y otra parte del agua (E) por evaporación. El calor necesario para evaporar el agua se deriva de la propia agua, que enfría el agua a su regreso al depósito original y en donde queda a disposición para volver a circular. El agua evaporada deja las sales que lleva disueltas entre el grueso del agua que no ha sufrido la evaporación, lo que hace que la concentración de sales se incremente en el agua de refrigeración circulante. Para evitar que la concentración de sales en el agua llegue a ser demasiado alta, una parte del agua es retirada (D) para su vertido. Se suministra al depósito de la torre nuevo contingente de agua fresca (M) para compensar las pérdidas por el agua evaporada, el viento, y el agua retirada.

El equilibrio del agua en todo el sistema es:

$$M = E + D + W$$

Dado que el agua evaporada (E) no tiene sales, el equilibrio de cloruros del sistema es:

$$M (X_M) = D (X_C) + W (X_C) = X_C (D + W)$$

y, en consecuencia:

$$X_C / X_M = \text{Ciclos de concentración} = M \div (D + W) = M \div (M - E) = 1 + [E \div (D + W)]$$

De un equilibrio de calor simplificado de la torre:

$$E = C \cdot \Delta T \cdot c_p \div H_v$$

Donde:

$H_v$  = calor latente de vaporización del agua = alrededor de 2260 kJ / kg

$\Delta T$  = diferencia de temperaturas del agua de la cima de la torre a su base, en °C

$c_p$  = calor específico del agua = alrededor de 4.184 kJ / kg / °C

Las pérdidas por viento ( $W$ ), en ausencia de datos del fabricante, pueden estimarse que son:

$W = 0,3$  a  $1,0$  % de  $C$  para torres de refrigeración de tiro natural.

$W = 0,1$  a  $0,3$  % de  $C$  para torres de refrigeración de tiro inducido.

$W$  = alrededor de  $0,01\%$  de  $C$  si la torre de refrigeración tiene eliminadores del efecto del viento.

Los ciclos de concentración en las torres de refrigeración en una refinería de petróleo normalmente se encuentran entre el 3 al 7. En algunas grandes plantas de energía. Los ciclos de concentración de las torres de refrigeración pueden ser mucho más altos.