

ANEXO E.6.

Memoria de cálculos de la torre de refrigeración

ÍNDICE

1. POTENCIAS A DISIPAR.....	3
2. POTENCIA DE DISEÑO.....	3
3. CAUDALES CIRCULANTES	4
4. AGUA DE REPOSICIÓN.....	4





En el proyecto de Cogeneración Nuevo León los aerocondensadores se encargan de la condensación del vapor saliente de la turbina de vapor de condensación, así que los elementos a refrigerar son:

- Alternador
- Aceite de lubricación
- Aceite de control

Por este motivo la potencia de la torre de refrigeración es muy pequeña en relación a la potencia que pueden llegar a tener estos dispositivos.

1. POTENCIAS A DISIPAR

Para establecer la potencia que disipa una turbina de vapor como la descrita en nuestro proceso se ha consultado con varios fabricantes y suministradores a partir de las cuales se ha elaborado una media. Para el caso de CNL resulta una potencia disipada media:

Alternador: $356,5 \text{ kWt}$

Aceite de lubricación: $263,5 \text{ kWt}$

Aceite de control: $15,5 \text{ kWt}$

Potencia total a disipar: $635,5 \text{ kWt}$

2. POTENCIA DE DISEÑO

Se coge como criterio de seguridad que la potencia de diseño sea un 10% mayor sobre la potencia de dimensionamiento calculada. Así pues se considerará una potencia de diseño para la petición de ofertas de:

Potencia de diseño: $635,5 \text{ kWt} \cdot 1,1 \cong 700 \text{ kWt}$

Potencia de diseño de la Torre de Refrigeración: 700 kWt



3. CAUDALES CIRCULANTES

Se supone un salto térmico de 10°C en todos los casos. Así pues, el circuito cerrado general que transfiere y disipa calor entre los intercambiadores de calor de los focos calientes y el circuito abierto de la torre de refrigeración será el siguiente:

$$M = \frac{\text{Pot. Termica}}{ce \cdot \Delta T} = \frac{700kW}{4,1868 \frac{kJ}{kg \cdot ^\circ C} \cdot 10^\circ C} = 16,7 \frac{kg}{s} \cong 60 \frac{m^3}{h}$$

Este caudal será dividido en tres corrientes distintas hacia los tres intercambiadores de calor correspondientes a las tres cargas térmicas a refrigerar. En estos intercambiadores se transferirá el calor proveniente entre los tres circuitos calientes (alternador, aceites de lubricación y aceites de control) y sus correspondientes corrientes. Así pues, el caudal de la corriente dependerá de la potencia térmica que haga falta refrigerar. Como se puede apreciar, el caudal es directamente proporcional a la potencia térmica a disipar, y de ello se deduce que los caudales de agua circulantes por estas tres corrientes seguirán la misma proporción que las potencias calculadas anteriormente.

Calculando análogamente al caudal circulante general se obtiene que estos caudales:

- Intercambiador del alternador: $33 \frac{m^3}{h} = 9,2 \frac{kg}{s}$
- Intercambiador de los aceites de lubricación: $25 \frac{m^3}{h} = 6,9 \frac{kg}{s}$
- Intercambiador de los aceites de control: $2 \frac{m^3}{h} = 0,6 \frac{kg}{s}$

4. AGUA DE REPOSICIÓN

En el circuito abierto de la torre de refrigeración hay pérdidas de agua tanto por la evaporación del propio funcionamiento de la torre como de ciertas purgas en el sistema. Esta agua tiene que ser repuesta por tal de garantizar que se disipe completamente toda la potencia térmica que requiere el sistema.

A falta de ofertas definitivas y de la selección de un equipo concreto se ha seleccionado el siguiente criterio para calcular el agua de reposición. El agua de reposición entonces será la suma del agua evaporada y de del agua perdida por purgas.



El agua evaporada, según [http://www.gorhamschaffler.com/tower_makeup.htm], se calcula con un ratio entre caudal evaporado en relación a la potencia térmica de la torre de refrigeración.

$$2 \frac{GPM}{\frac{MBtu}{h}} = \frac{0,454 \frac{m^3}{h}}{0,292875 MWt} = 1,55 \frac{m^3}{MWt}$$

$$M_{evap} = 0,700 MWt \cdot 1,55 \frac{m^3}{MWt} = 1,0835 \frac{m^3}{h}$$

El caudal de reposición se puede relacionar directamente con un factor de corrección aplicado al caudal evaporado.

$$M_{rep} = M_{purga} + M_{evap} = M_{evap} \cdot (1 + K) = M_{evap} \cdot K'$$

Las constantes K y K' son dependientes y son un factor de corrección que tiene relación con la periodicidad con la que se debe cambiar el agua del circuito por cuestiones químicas y de impurezas que depende del agua que se usa para refrigerar. Así pues contra más se contamine el agua, con más frecuencia se deberá cambiar. Para el tipo de agua de Cogeneración Nuevo León, se ha comunicado que es acertado tener 5 ciclos de concentración. El concepto de ciclos de concentración es el del número de ciclos que tiene que recorrer una partícula de agua limpia por el circuito de refrigeración para contaminar-se y tener que ser reemplazada.

Para un circuito con un agua de 5 ciclos de concentración, le corresponde un factor de concentración K' = 1,25.

$$M_{rep} = 1,0835 \frac{m^3}{h} \cdot 1,25 = 1,3544 \frac{m^3}{h}$$

$$M_{purgas} = 0,2709 \frac{m^3}{h}$$

