

Evaluación del Sistema de vapor y Condensado Austral Planta Coishco

- a. Las calderas se alimentan con agua a 90°C
- b. A una presión de 105 psi el punto de ebullición del agua es 174°C
- c. Tenemos que la energía admitida por las calderas está principalmente limitada por el área de transferencia y el coeficiente de transferencia de calor
- d. El factor de corrección de generación estaría dado por:
 - El agua ingresa a 90°C y tienen que llevarse hasta 174°C
 - Para generar el cambio de fase se requieren 488 Kcal/Kg adicionales
- e. De la tabla de vapor:

$$\text{Calor total} = \text{calor sensible (agua)} + \text{Calor de cambio de fase}$$

Definimos Factor de corrección de generación:

$$F_c = \frac{\text{Calor de cambio de fase}}{(\text{calor total} - \text{Calor Sensible})}$$

Si los valores los tomamos de la tabla de vapor (Alimentamos el agua a la caldera en su punto de ebullición) el resultado daría 1, lo real es que alimentamos a 90° y el resultado da FC: 0.8536

Esto quiere decir que a las condiciones actuales existe una merma en la generación de cerca de 15%.

Por lo mismo, mientras mayor sea la temperatura de ingreso a la caldera el factor de corrección aumenta y por ende aumenta la capacidad de generación de las calderas.

2. Consideraciones para el dimensionamiento de tuberías y manifolds

Es necesario tener en cuenta que el vapor tiene diferentes velocidades dependiendo donde se encuentre o cómo se generó, por lo mismo las velocidades recomendadas para el vapor son las siguientes:

- a. Salida de caldera: Los fabricantes usualmente emplean velocidades de 15 m/s en la salida de la caldera si no tienen deflector y pueden llegar a 25 m/s si tienen, esto en la toma de salida de las calderas.
- b. Tubería de salida: Se sugiere no exceder los 20 m/s
- c. Manifold: Los manifolds se pueden dimensionar considerando diferentes velocidades, esto principalmente, por que puede existir una sola caldera o varias calderas. Las velocidades pueden ser:
 - Una sola caldera: Hasta 15 m/s
 - Hasta 2 calderas: Hasta 10 m/s
 - Mas de 2 Calderas: de 5 a 8 m/s

Estas velocidades están directamente relacionadas con las funciones que tiene el manifold y principalmente su capacidad de separación del arrastre asociado a la generación

- d. Distribución de Vapor: Se sugiere que el vapor debe distribuirse a velocidades entre 20 m/s y 30 m/s, sugerimos trabajar a máximo 25 m/s tal que nos deja la posibilidad de incrementar consumos.

Evaluación del Sistema de vapor y Condensado Austral Planta Coishco

- e. Para el caso que la tubería existiese y se están reemplazando equipos se sugiere trabajar con máximo 30 m/s, si la velocidad es mayor que 30 m/s para el nuevo consumo, se sugiere reemplazar la tubería.
- f. Los ingresos y salidas del manifold están supeditadas a las velocidades expuestas.

3. Consideraciones para el dimensionamiento de tanques flash, líneas de alimentación, líneas de purga y venteo.

Para emplear vapor flash en procesos hay que tener ciertas consideraciones lo cual nos permitirá aprovechar el exceso de energía en los condensados, reaprovechándolos para generar vapor de baja presión que servirán como fuente de calentamiento en equipos consumidores de vapor.

Para su uso debemos de tener en cuenta lo siguiente:

- Debemos de tener la suficiente masa de condensado a una presión relativamente alta que nos permita generar una cantidad, para el caso, a mayor presión el condensado generado tiene más energía, por lo tanto, mas vapor flash es posible generar.
- En lo posible, se debe elegir un consumidor que pueda trabajar a baja presión y que el consumo sea constante, esto para que pueda aprovecharse al máximo el exceso de energía disponible.
- De lo anterior tenemos que la cantidad de vapor flash a generar se determina por:

$$\text{Vapor Flash} = \frac{(\text{Calor Sensible a P1} - \text{Calor Sensible a Po}) \times \text{condensado a P1}}{\text{Calor de cambio de fase a Po}}$$

Donde:

P1: Presión de operación con vapor Vivo

Po: Presión de vapor flash a generar

Se parte de que el condensado de una presión P1 no puede coexistir con la misma energía a una presión Po, esa diferencia entre la entalpia o calor de cambio de fase es la cantidad de vapor flash a generar.

Table 12: Percent Flash											
Steam Pressure psig	Atmosphere	Flash Tank Pressure									
	0	2	5	10	15	20	30	40	60	80	100
5	1.7	1.0	0								
10	2.9	2.2	1.4	0							
15	4.0	3.2	2.4	1.1	0						
20	4.9	4.2	3.4	2.1	1.1	0					
30	6.5	5.8	5.0	3.8	2.6	1.7	0				
40	7.8	7.1	6.4	5.1	4.0	3.1	1.3	0			
60	10.0	9.3	8.6	7.3	6.3	5.4	3.6	2.2	0		
80	11.7	11.1	10.3	9.0	8.1	7.1	5.5	4.0	1.9	0	
100	13.3	12.6	11.8	10.6	9.7	8.8	7.0	5.7	3.5	1.7	0
125	14.8	14.2	13.4	12.2	11.3	10.3	8.6	7.4	5.2	3.4	1.8
160	16.8	16.2	15.4	14.1	13.2	12.4	10.6	9.5	7.4	5.6	4.0
200	18.6	18.0	17.3	16.1	15.2	14.3	12.8	11.5	9.3	7.5	5.9
250	20.6	20.0	19.3	18.1	17.2	16.3	14.7	13.6	11.2	9.8	8.2
300	22.7	21.8	21.1	19.9	19.0	18.2	16.7	15.4	13.4	11.8	10.1
350	24.0	23.3	22.6	21.6	20.5	19.8	18.3	17.2	15.1	13.5	11.9
400	25.3	24.7	24.0	22.9	22.0	21.1	19.7	18.5	16.5	15.0	13.4
Percent flash for various initial steam pressures and flash tank pressures.											

Por Ejemplo:

Para las chaquetas requerimos generar vapor flash a 1.5 Bar y en el tanque flash principal tendríamos las siguientes fuentes:

01 Secador Rotatubos Fima: 11475 kg/hr @ 90 psi

02 Secadores Rotatubos Enercom: 20250 Kg/hr @ 90 psi

03 Secadores Rotadisk: 24375 kg/hr @ 5.5 Bar

Entonces se tiene lo siguiente:

Del Condensado a 90 psi tenemos:

$$VF1 : (11475 + 20250) \times (167.8 - 128) / 520.9 \text{ Kg/hr}$$

$$VF1: 2423.98 \text{ Kg/hr}$$

Del condensado a 5.5 Bar tenemos:

$$VF2; 1661.19 \text{ Kg/hr}$$

Para el caso del tanque principal el vapor flash a generar seria:

$$VF \text{ total} : VF1 + VF2$$

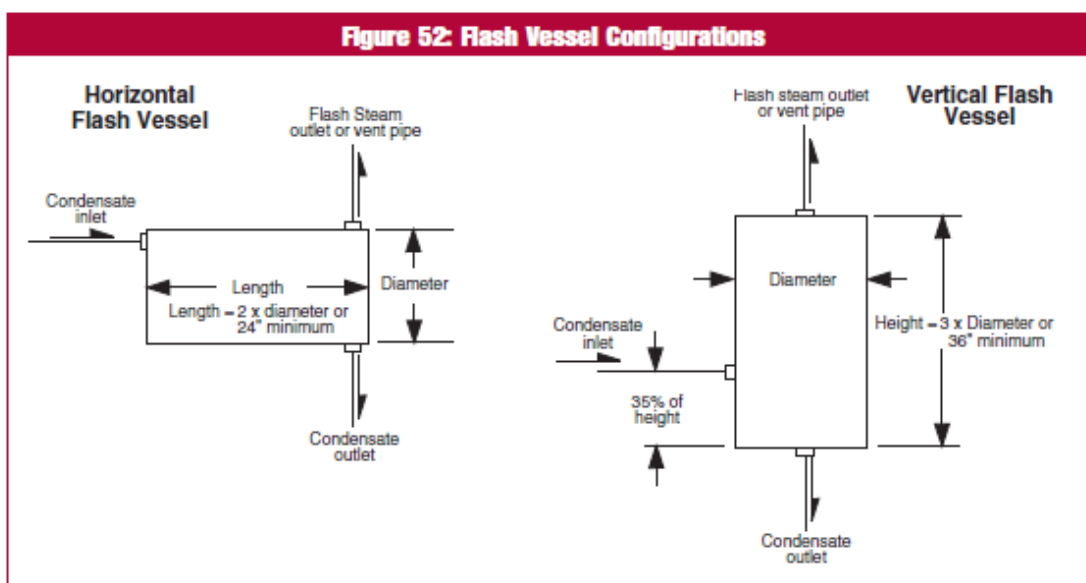
$$VF \text{ Total: } 4085.17 \text{ Kg/hr}$$



- **Consideraciones para el dimensionamiento del tanque flash, tuberías de distribución de condensado y tuberías de vapor flash:**

Para el caso de los sistemas de vapor flash tenemos las siguientes consideraciones:

- Velocidad de tuberías de condensado: de 10 m/s a 15 m/s
- Para ingreso al tanque flash de preferencia 10 m/s
- Velocidad de Venteo del tanque y tuberías de flash: Máximo 15 m/s
- Velocidad en la purga de condensado: 0.5 m/s
- Velocidad de separación de vapor y condensado: entre 0.5 y 3 m/s
- Si existe más de una línea que alimenta de condensado el tanque, estas deberán ingresar a extremos opuestos y de manera tangencial y no en el mismo nivel
- De preferencia las líneas deben de ir directo al tanque (no debería fabricarse manifolds y tener un solo ingreso a no ser sean de una misma presión), sobre todo si los condensados son de diferente presión.
- Respecto a las dimensiones del tanque se requiere que la altura sea como mínimo 2.3 a 3 veces el diámetro del tanque.
- El ingreso de condensado debe ser a 1/3 de la altura del tanque



De lo anterior, no existen mayores consideraciones para la fabricación de los tanques flash, es decir, sólo son tanques de expansión y para el caso sólo se tienen que respetar las velocidades sugeridas en los fluidos para una correcta separación del condensado, con ello logramos así generar vapor flash con la mayor entalpía posible (Sin arrastre de humedad).

Respecto a las tuberías de vapor, vapor flash y condensado, todas sin excepción se dimensionan del mismo modo, esto debido a que el condensado luego que se genera en el equipo a la presión de trabajo tiene que ser evacuado. Para evacuar el condensado se emplean las trampas de vapor (Bloquea el paso de vapor pero deja pasar condensado), y el condensado se desplaza de una zona de mayor presión a una de menor presión, como consecuencia ese cambio de

Evaluación del Sistema de vapor y Condensado Austral Planta Coishco

presión hace que el condensado tenga exceso de energía respecto a la zona de baja presión (después de la trampa), generando una vaporización de parte del condensado (Vapor Flash), por lo tanto después de la trampa se genera un sistema bifásico, donde el vapor flash normalmente ocupa más del 99% del volumen de la tubería. De lo anterior, una tubería de condensado se dimensiona a partir de: la carga de condensado generado, la presión de operación y la contrapresión después de la trampa (Se elige la presión del flash después de la trampa, definiendo de este modo la contrapresión).

De lo anterior, si tenemos un flujo másico de vapor (ya sea directo o flash), debemos de servirnos del siguiente cálculo para dimensionar tuberías:

Flujo de vapor flash: 120 Kg/hr

Presión: 0.5 Bar

Tenemos que el flujo de vapor se convierte en volumétrico multiplicando el flujo másico por el volumen que ocupa una unidad de masa (Volumen específico a la presión de la línea:

Flujo Volumétrico vapor =	Flujo de vapor x el volumen específico
----------------------------------	---

El volumen específico se encuentra en la tabla de vapor a la presión de la línea

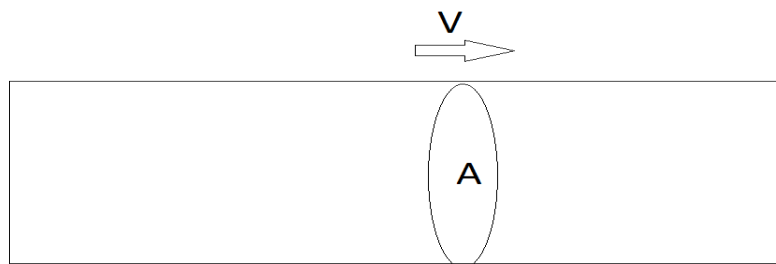
De lo anterior:

Flujo volumétrico: 120 Kg/hr x 1.149 M3/Kg

Flujo volumétrico: 137.88 M3/hr = 0.0383 M3/s

El flujo volumétrico en una tubería se determina entre el área transversal multiplicado por la velocidad del vapor, es decir:

$\text{Flujo volumétrico} : \text{velocidad del vapor flash} \times (3.1416) \times (\text{diámetro al cuadrado}) / 4$
--



$$0.0383 \text{ M3/s} = 15 \text{ M/s} \times (D \times D) \times 3.1416 / 4$$

Despejando diámetro:

$$D: 5.7 \text{ cm} : 2.24''$$

Evaluación del Sistema de vapor y Condensado Austral Planta Coishco

Es decir, se requiere una tubería de 2.5" para transportar 120 Kg/hr de vapor a 0.5 Bar.

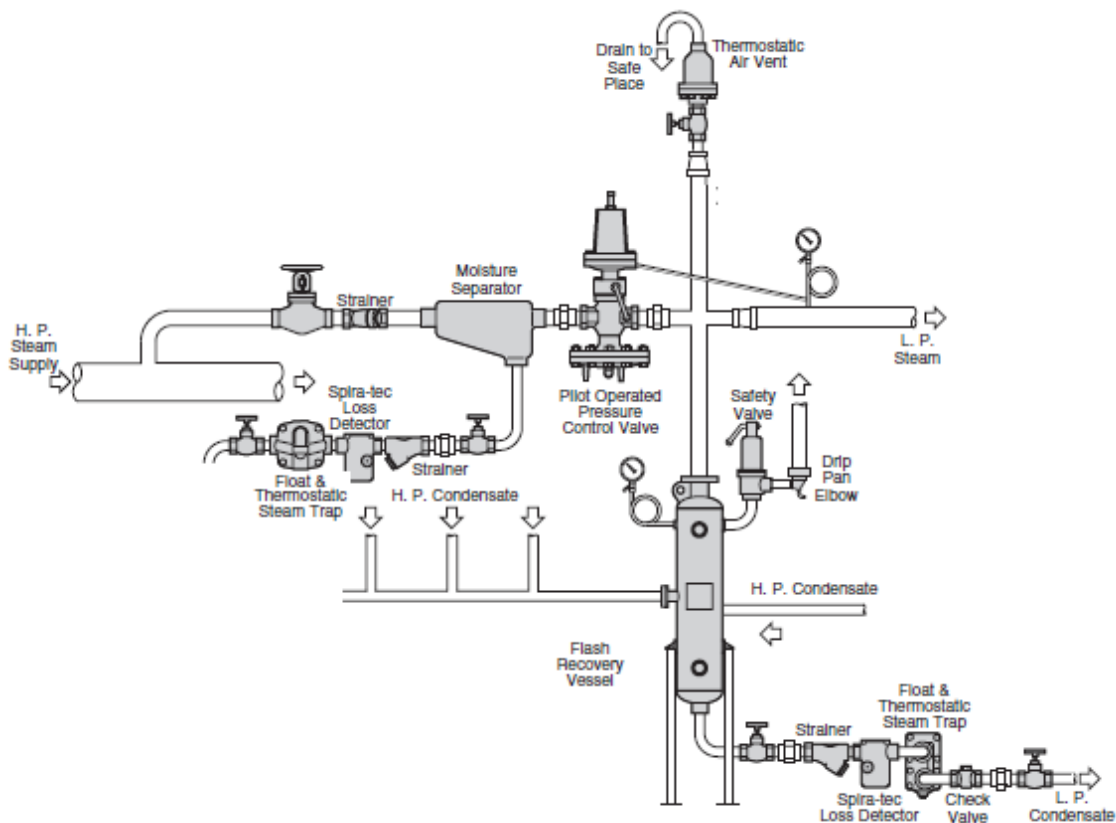


Diagrama del sistema de vapor Flash con sistema de Ecuilización de presión para cargas de condensado variables.

Esperando la Información plasmada en el presente informe les sea de utilidad, quedamos de Ustedes para cualquier consulta u observación.

Atentamente,

Harold Meléndez Fiestas

Gerente Técnico-Comercial

Teléfono: 01- 758-8890 / 01- 7519426 Celular: +51 920-044088

hmelendez@sistemasycontroldefluidos.com.pe

HMF Sistemas y Control de Fluidos EIRL