

Índice

- ANTECEDENTES
- DISTRIBUCION ACTUAL EN CASA DE FUERZA
- OPORTUNIDADES DE MEJORA EN GENERACION Y DISTRIBUCION DE VAPOR
 - o Mejora en la distribución en casa de fuerza.
 - o Mejora en la distribución del manifold principal
 - o Mejora en la operación de las calderas
 - o Reemplazo de 2 Calderas de 900 BHP x 1 Caldera de 2000 BHP
 - o Evaluación del sistema de distribución de vapor actual
- SISTEMA DE VAPOR FLASH ACTUAL
 - o Consumo de condensado en Calentadores de espuma y sanguaza
- CAMBIOS GENERADOS DEBIDO AL REEMPLAZO DE LAS 4 COCINAS EXISTENTES
- LISTADO DE COMPONENTES REQUERIDOS PARA IMPLEMENTACION
- ANALISIS DE PERFORMANCE DEL SISTEMA DE EVACUACION DE CONDENSADO DE NUEVAS COCINAS AL INCORPORARSE AL SISTEMA DE GENERACION DE VAPOR FLASH
- APENDICE DE CALCULOS
 - o Capacidad de Generación en Calderas.
 - o Consideraciones para el dimensionamiento de tuberías y manifolds
 - o Consideraciones para el dimensionamiento de tanques flash, líneas de alimentación, líneas de purga y venteo.
- COMPENDIO DE PLANOS GENERADOS
 - o Reemplazo de calderas
 - o Manifolds para calderas líneas A y B
 - o Distribución de Tuberías en calderas
 - o Modificación del diagrama de flujo principal
 - o Modificación en Cocinas
 - o Sistema de Generación de vapor flash existente (modificado) y nuevo (Coaguladores)



ESTUDIO DE INGENIERIA VP-1801-01-AC

Para: **AUSTRAL GROUP S.A.A. – Departamento de Proyectos**
Ing. Iván Tasayco – Superintendente de Proyectos

De: **HMF SISTEMAS Y CONTROL DE FLUIDOS**
Ing. Harold Meléndez Fiestas – Gerente Técnico – Comercial

Asunto: **EVALUACION SISTEMA DE VAPOR Y CONDENSADO PLANTA COISHCO PARA REEMPLAZO DE COCINAS Y CALDERAS**

Referencia: **Orden de Servicios 0070030942**

Fecha: **Enero de 2018**

ANTECEDENTES

El presente estudio tiene por finalidad realizar una evaluación de las instalaciones de vapor y condensado de **AUSTRAL GROUP S.A.A. planta Coishco**, el estudio involucra la capacidad de generación de vapor, equipos consumidores de vapor (actuales y futuros) y las oportunidades existentes con respecto a la recuperación de condensado además de reaprovechar el exceso de energía que acompaña al condensado en los diferentes procesos existentes para poder generar vapor Flash que podrá ser empleado en los procesos.

Partiendo de lo anterior podemos encontrar lo siguiente:

Caldera	Marca	Potencia (BHP)	Presión de Operación (PSI)	Capacidad Teórica (Kg/hr) @ 0 psi	Capacidad Real a Presión de Operación (Kg/hr)
1	Distral	900	105	14040	11986
2	Distral	900	105	14040	11986
3	Distral	900	105	14040	11986
4	Distral	900	105	14040	11986
5	Distral	900	105	14040	11986
6	Distral	900	105	14040	11986
7	Distral	900	105	14040	11986

Para los cálculos de la capacidad real de generación se tomó como dato operacional la temperatura del agua de alimentación en el deareador como 90°C, en este caso se nos informó que no están trabajando con el sistema de calentamiento con vapor, a pesar que en pruebas realizadas se lograban temperaturas de 105°C o mayores. El alimentar las calderas con agua a menor temperatura implica una merma en la capacidad de generación.

Evaluación del Sistema de vapor y Condensado Austral Planta Coishco

De lo anterior, en el mejor de los casos Austral cuenta con 83902 Kg/hr disponibles para sus procesos de calentamiento siempre y cuando las calderas operen eficientemente (Esto no incluye el vapor Flash generado a partir de los condensados de rotadisk, rotatubos 3 y condensado de rotores de cocinas 3 y 4, esto debido a que el consumo de vapor es mayor en los arranques pues no contamos con vapor flash).

DISTRIBUCION ACTUAL EN CASA DE FUERZA

Del cuadro de calderas podemos afirmar que actualmente se dispone de 6200 BHP como potencia instalada, las cuales están distribuidos de la siguiente manera:

Calderas 1, 2, 3 y 4: con una potencia total de 3600 BHP, instalación en Serie y alimentan a una troncal de 16”.

Calderas 5, 6 y 7: con una potencia total de 2700 BHP, instalación en Serie y alimentan a una troncal de 16”.



De lo anterior podemos afirmar que la distribución actual en sala de calderas no es la más eficiente, la distribución en serie implica que las calderas se vean limitadas en su capacidad de suministrar vapor al sistema, esto porque el suministro de vapor se dará escalonadamente desde la caldera más cercana al manifold principal (caldera 1 y caldera 5), es decir, cuando la demanda exceda la capacidad de la primera caldera, se empezará a caer la presión en la primera caldera y entra en acción la segunda caldera, y así sucesivamente. Lo que no se tomó en cuenta con esta distribución en serie es que las primeras calderas quedan expuestas a expansión del volumen agua remanente (se cae la presión y por ende las burbujas de vapor ganan volumen) y con ello se genera arrastre de agua hacia el sistema de distribución de vapor (Esto se percibe actualmente y es parte de la problemática que actualmente se percibe en la planta).



Evaluación del Sistema de vapor y Condensado Austral Planta Coishco

Las líneas de distribución se prolongan hasta el manifold principal de 36" de diámetro, durante la visita pudimos observar que ambas líneas son alimentadas hacia un extremo y al extremo opuestos se encuentran los consumidores más importantes.

De acuerdo con lo observado la línea de los calderos 5,6 y 7 (2700 BHP) se encuentran más cerca a los consumidores, siendo el caldero 5 la que está más expuesto a alterar su régimen operacional, esto trae como consecuencia que durante la operación de la planta en el caldero 5 se generen jalones de agua (arrastre) y por ende puede afirmarse que su capacidad de respuesta a las necesidades de vapor de la planta es mínima o nula.

La línea de distribución de la caldera 1, 2, 3 y 4 alimenta al manifold al extremo, como consecuencia el flujo de vapor queda "arrinconado" por la línea de distribución de las calderas 5, 6 y 7 y sin capacidad de respuesta para "auxiliar" a la línea de alimentación de las calderas 5, 6 y 7, esto principalmente porque al igual que la distribución de las líneas que salen de las calderas, al estar en serie, implica que primero debe actuar la línea de la caldera 5, 6 y 7 (Menos potencia instalada), y cuando en esta línea se empiece a caer la presión, la línea 1,2,3 y 4 recién quedaría expedita para poder entregar el vapor que transporta desde la sala de calderas al distribuidor principal y por ende a los equipos consumidores.

Respecto al equipamiento de calderas tenemos lo siguiente:

Todas las calderas cuentan con control superficial de purgas, este control tiene un comportamiento bastante bueno puesto que el sistema instalado cuenta con sensor de conductividad inmerso en la caldera. Es necesario verificar si el sensor instalado puede medir temperatura también, esto debido a que si se consideró un valor fijo se debe tomar en cuenta que un error en la medición de 1°C genera 2% de error en la medición de la conductividad.

Las calderas 1, 2 y 3, tenían habilitada el control de purga de fondo automatizado, para el caso se recomienda verificar la especificación de las mismas puesto que la opción instalada es bastante costosa a pesar de que satisface el requerimiento.

Respecto al control de nivel existen varias observaciones:

Las válvulas de control instaladas están sub-dimensionadas (Kvs 19), éstas pueden operar si y sólo si las bombas generan una presión no menor a 6 bar por encima de la presión de operación de las calderas (Se genera un gran consumo de energía innecesariamente, debido al sub-dimensionamiento de las válvulas de control)

Los actuadores de las válvulas de alimentación de agua son eléctricos y de respuesta muy lenta (Velocidad de 0.52 mm/s), considerando que la carrera de la válvula de control seleccionada es de 30 mm, se requiere de casi 1 minuto para abrir de 0 a 100%, esta respuesta lenta trae consigo problemas de arrastre y posibilidad de que las calderas o se apaguen por bajo nivel o se generen jalones de agua remanente en las calderas, quedando la bomba prendida todo el tiempo y generándose un arrastre continuo desde la caldera.



Evaluación del Sistema de vapor y Condensado Austral Planta Coishco



En la parte superior derecha se observa la válvula de control motorizada que es parte del sistema de control de nivel actualmente instalado

En el control modulante se requiere controlar la presión del sistema de alimentación de agua, esto debido a que, si el sistema no tiene un alivio bien dimensionado, las bombas (verticales) quedaran expuestas a estar en zona de transición y por ende se pueden destruir los internos.

OPORTUNIDADES DE MEJORA EN GENERACION Y DISTRIBUCION DE VAPOR

❖ Mejora en la distribución en casa de fuerza.

- Se sugiere reemplazar el sistema de distribución de las calderas de en serie por uno en paralelo (Sistema multi-caldera).
- El sistema de alimentación de vapor en paralelo requiere la instalación de 2 manifold dimensionados para una velocidad de 8 m/s o menor, esto debido a los beneficios que involucra la instalación de los manifold. Los manifolds distribuidores de presión de vapor en zona de calderas tienen 4 funciones principales:
 - Redistribución de líneas de ingreso y salida
 - Sirve para poder separar el arrastre asociado en la generación de vapor (Dehumedecer el vapor generado en calderas)
 - Equaliza la presión del vapor cuando se tienen varias calderas
 - Funciona como un acumulador de vapor restándole sensibilidad de respuesta a las calderas durante la operación de la planta (Todas alimentan

Evaluación del Sistema de vapor y Condensado Austral Planta Coishco

- a la vez al manifold lo cual genera mejor respuesta a variaciones de demanda, a diferencia del sistema en serie donde alimentan escalonadamente a la tubería de distribución)
- El manifold a instalar se sugiere tenga 26" de diámetro en cada caso con sus respectivos paquetes de purga, sistema de eliminación de aire y monitoreo de presión. Se propone diagrama de ambos manifold
 - Cada manifold deberá incluir una salida de 16" que se conectaran a las líneas de distribución existentes.
 - La instalación de los manifolds genera beneficios importantes puesto que de existir problemas de arrastre le quitaríamos carga al manifold principal, mejorando la calidad de vapor con que se alimentará a la planta.

❖ Mejora en la distribución del manifold principal

- Se requiere reubicar la línea de alimentación de las calderas 1, 2, 3 y 4 (actualmente al extremo derecho) al extremo izquierdo, considerando que el lado izquierdo es donde se ubican los equipos de mayor consumo, debería percibirse una mejora en la operación del parque de calderas, sobre todo en las calderas 5, 6 y 7. Esta mejora se hará más evidente con la implementación de los manifolds sugeridos.



En la figura adjunta se visualiza la modificación sugerida al manifold ya realizada donde desde inicio de esta temporada la línea A alimentará a los Secadores

Evaluación del Sistema de vapor y Condensado Austral Planta Coishco

❖ Mejora en la operación de las calderas

- El sistema de control de nivel de las calderas no es el idóneo ya que adicional a que se requiere trabajar con presiones elevadas en las bombas para que las válvulas de control eléctricas puedan adecuarse a las fluctuaciones de carga de las calderas, este sistema cuenta con un control de nivel con una tecnología bastante antigua (Mc Donell & Miller): Tiene partes móviles, respuesta lenta y señal de salida poco usual (Ohmiaje), requiere adecuarse y linealizarse; para el caso sugerimos el reemplazo del sistema por un control del tipo capacitivo para aplicaciones en calderas (Monitoreo continuo, no parte móviles, no requiere mantenimiento, soporta condiciones de operación más severas), con válvulas de control proporcionales con actuador neumático, estas últimas tienen una velocidad de respuesta de 0 a 100% de 3 a 4 segundos lográndose con ello respuestas más adecuadas a las necesidades operacionales de las calderas.
- Actualmente cada caldera cuenta con su bomba y su sistema de control de nivel, a fin de lograr más confiabilidad y reducir el consumo energético podemos evaluar la posibilidad de implementar un sistema de alimentación de agua centralizado a partir del parque de bombas actual, el cual pueda adecuarse a las variaciones de carga de la planta (producción parcial o total) y dependiendo del parque existente tener bombas en back up que trabajen alternadamente con este sistema. Con ello esperamos reducir el número de bombas a la mitad operando a la vez y mantener un menor número de bombas en Back up.

❖ Reemplazo de 2 Calderas de 900 BHP x 1 Caldera de 2000 BHP

Actualmente AUSTRAL GROUP cuenta con un plan de reemplazo de equipamiento por equipos más eficientes y confiables. Dentro de este plan de reemplazo se encuentran las calderas las cuales todas sin excepción son de la marca DISTRAL (Estas calderas están listadas al principio del informe)

A pesar que los equipos se muestran en buen estado su performance combinada no ha sido de las mejores, esto se debe más a una distribución inadecuada que a la operatividad propia de los equipos. Ya hemos explicado como es el comportamiento de las calderas dentro del sistema de generación y distribución de vapor, y del análisis es evidente que la caldera 5 es la más expuesta a problemas generados durante la operación de la planta.

Por lo mismo a fin de mejorar la respuesta de las calderas se sugirió instalar la línea A (Calderas 1,2,3 y 4) al extremo opuesto donde se encuentran las tomas de los mayores consumidores, esta acción debería de generar un alivio importante a la línea B (calderas 5,6 y 7) y sobre todo a la caldera 5.

Dentro del plan de reemplazo de calderas actualmente ya se adquirió una caldera de 2000 BHP la cual reemplazará las calderas de la posición 1 y 2 (Sistema en serie). Evidentemente una caldera de 2000 BHP con la capacidad de generación y el equipamiento que trae respondería mucho mejor que las calderas actuales con una alimentación en serie, pero igual si la demanda actual se mantiene los problemas actuales también persistirían.

De lo anterior, la incorporación de la nueva caldera va de la mano con la implementación de los manifolds de distribución (Sistema en Paralelo), es necesario

Evaluación del Sistema de vapor y Condensado Austral Planta Coishco

tenerlo en cuenta puesto que una caldera de 2000 BHP tiene una respuesta mucho más lenta que una caldera de 900 BHP debido a cambios en la demanda; en este caso el sistema respondería mucho mejor con la implementación del sistema de distribución en paralelo y los manifolds, esto sin que las calderas se afecten por las necesidades de carga de la planta como actualmente sucede.

De lo anterior, estaremos proponiendo los diagramas de los manifolds sugeridos considerando la instalación actual y futura de la planta (cambio del parque integral de calderas). Para el caso nuestra propuesta involucra el cambio progresivo de las calderas según se tiene previsto (2017, 2018 y 2019).

De igual modo, se sugiere evaluar el estado actual de las calderas, esto a fin de que cuando se dé la incorporación de la caldera de 2000 BHP, se queden en operación las que estén en mejor estado, además al incorporar la nueva caldera de 2000 BHP se logra 200 BHP Adicionales, esto ayudaría a las necesidades actuales de la planta cuando la materia prima llega con temperaturas bastante bajas por efecto de la refrigeración cuando la pesca se encuentra muy alejada.

❖ Evaluación del sistema de distribución de vapor actual

El análisis partirá de los principales consumidores y las modificaciones que implica el reemplazo del parque actual de cocinas para poder obtener un sistema de vapor balanceado y optimizado que responda a las diferentes condiciones de demanda que podría tener la planta.

Actualmente la planta cuenta con:

Secadores Rotatubos:

Actualmente se cuenta con 03 secadores rotatubos:

02 Secadores Enercom con un consumo total:

20250 Kg/hr @ 90 psi. (10125 kg/hr c/u)

Los condensado generados en ambos equipos son alimentados independientemente a las chaquetas de las cocinas 1 y 2 (AF60 y AF50).

01 Secador Fima con un consumo total: 11475 Kg/hr @ 90 psi.

El condensado generado en el secador Fima, actualmente se emplea para generar vapor flash de 1.5 Bar que se alimenta a las chaquetas de las cocinas Esmital (Huarmey) de 40 Ton/hr.

Secadores Rotadisk:

Actualmente la planta cuenta con 03 secadores Rotadisk los cuales en conjunto tienen un consumo de: 24375 Kg/hr @ 80 psi.

El condensado generado en los 03 secadores rotadisk, actualmente se emplea para generar vapor flash de 1.5 Bar que se alimenta a las chaquetas de las cocinas Esmital (Huarmey) de 40 Ton/hr.



Evaluación del Sistema de vapor y Condensado Austral Planta Coishco

Cocinas:

Actualmente la planta cuenta con 4 cocinas:

Las cocinas 1 (AF60) y 2 (AF50) trabajan hasta 50 Ton/hr y 40 Ton/hr respectivamente, actualmente son alimentadas por los rotores con vapor de 2 a 4.5 Bar y por las chaquetas reciben condensados de los rotatubos 1 y 2 respectivamente (Enercom).

Las cocinas Esmital (de 40 ton/hr) son alimentadas por los rotores con vapor de 2 a 4.5 Bar y por las chaquetas reciben vapor flash generado a partir de los secadores rotadisk, el secador Fima y el condensado proveniente de los rotores de las cocinas Esmital. Este sistema de vapor flash tiene una estación reductora de presión como sistema de ecualización de presión de tanque flash y además que complementa el vapor faltante a las chaquetas, lográndose a partir de ello un importante ahorro puesto que es vapor que actualmente ya no es abastecido por las calderas.

SISTEMA DE VAPOR FLASH ACTUAL

El diseño actual del sistema de vapor flash (1.5 Bar) está alimentado con el condensado del secador rotatubos Fima y los 03 secadores rotadisk, adicionalmente cuando la presión en los rotores de las cocinas supere los 2.5 Bar, el condensado será reorientado al tanque flash para aprovechar el exceso de energía que posee.

De lo anterior tenemos:

Secador Fima FRT8000: 11475 kg/hr @ 90 psi

Secadores Rotadisk (03): 24375 Kg/hr @ 80 psi

Rotores Cocinas Esmital (3 y 4): 10200 Kg/hr @ 2.5 a 4 Bar

De lo anterior tenemos:

- Generación de vapor flash sin rotores de cocinas Esmital. Esta condición se da después de los arranques, cuando se dispone de masa para secar y la presión de vapor en los rotores de las cocinas no supera los 2.5 Bar:
 1. Vapor Flash Secador Fima (90 psi): 881.17 Kg/hr
 2. Vapor Flash de Secadores Rotadisk (5.5 Bar): 1661.19 Kg/hr
 3. Ingreso de condensado de rotores (2.5 bar): 229.10 Kg/hr
 4. Ingreso de condensado de Rotores (4.5 Bar): 563.94



Evaluación del Sistema de vapor y Condensado Austral Planta Coishco

Inicialmente se dispone de 2542.36 Kg/hr de vapor flash a 1.5 bar y cuando se reorienta el condensado de los rotores de 4.5 Bar al tanque flash, se dispone de 3106.3 Kg/hr. Este vapor es el que se genera a partir del exceso de energía en el condensado y que es dejado de abastecer por las calderas.



Sistema de Generación de vapor Flash actualmente instalado

Consumo actual chaquetas cocinas Esmital

Tenemos que las chaquetas de una Esmital consumen 2250 Kg/hr (75% del consumo total de cada cocina), y en total se requieren 4500 Kg/hr para ambas cocinas.

El sistema de vapor flash genera entre 2542.36 y 3106.30 Kg/hr, la diferencia es abastecida por la Estación Reductora de Ecuilibración.

Consumo de condensado en Calentadores de espuma y sanguaza

Con la finalidad de seguir generando ahorros actualmente el condensado del tanque flash y condensado de las chaquetas de las cocinas 3 y 4 se alimenta a los calentadores de Espuma, de lo anterior tenemos que en el mejor de los casos estamos enviando cerca de 47.5 Ton/hr de condensado de 1.5 Bar a los calentadores, luego de que este condensado cede energía en los calentadores, es enviado al tanque de condensado para ser bombeado al tanque desareador.

El ahorro estimado por el enfriamiento de este condensado equivale a 2.23 Ton/hr de vapor a 0.5 Bar.

CAMBIOS GENERADOS DEBIDO AL REEMPLAZO DE LAS 4 COCINAS EXISTENTES

Actualmente se encuentran en proceso de fabricación 4 cocinas de 60 Ton/hr que reemplazarán las cocinas existentes, todas estas cocinas consumen vapor tanto por chaqueta como por rotores, esta condición de por sí ya genera una condición operacional diferente a las cocinas 1 y 2 actuales, las cuales operan con condensado de los Secadores Rotatubos Enercom, por lo mismo, pasaremos a enumerar que cambios genera en el reemplazo de las cocinas en el sistema de vapor y condensado actual:

- Reemplazo de Cocinas 1 y 2: trae como consecuencia el dejar de usar condensado en las chaquetas proveniente de los Secadores Rotatubos 1 y 2, como consecuencia se dispone de más condensado para generar más vapor flash que será empleado en las chaquetas de las nuevas cocinas
- Se aprovechará el sistema de flash actual a fin de incorporarlo como fuente de alimentación de vapor para las nuevas cocinas.
- Incorporar un nuevo sistema reductor de presión de vapor que se empleará en arranques de la planta cuando no se disponga de vapor flash (adicionalmente este sistema también servirá para ecualizar el tanque generador de vapor flash principal)
- Redimensionar el sistema de distribución de vapor flash a las chaquetas de las nuevas cocinas
- Se dispone de más condensado tanto en el tanque flash (proveniente de los secadores rotatubos 1 y 2 como de las chaquetas de las cocinas 1 y 2) para ser usado en los calentadores de caldos
- Se dispone del condensado de los rotores 2 a 4.5 Bar que será empleado para generar vapor flash en calentadores de espuma (Nueva fuente de calentamiento)
- Se genera un nuevo sistema de distribución de vapor flash que alimentará a calentadores de espuma
- A fin de optimizar la instalación actual se propone realizar modificaciones que generen un mínimo impacto, operacional y económico. Esto implica: Redimensionamiento de tanques flash existentes, redimensionamiento de tuberías de distribución de vapor y condensado, implementación de nuevo sistema de vapor flash, implementación de nuevo sistema de recuperación de condensado, etc.



Evaluación del Sistema de vapor y Condensado Austral Planta Coishco

Consumo de Vapor en nuevas cocinas

De acuerdo a los datos brindados por Cometal tenemos:

RPM	PRESION DE VAPOR (Bar)	Kg/hora Vapor requerido	capacidad TM de MP/HORA
35	2.5 Bar	5774	37
	4.5 Bar	5904	37
	6.5 Bar	6017	37
55	2.5 Bar	9051	58
	4.5 Bar	9255	58
	6.5 Bar	9432	58
65	2.5 Bar	10611	68
	4.5Bar	10850	68
	6.5Bar	11058	68

Para el caso se plantea el escenario que las cocinas operaran en un rango de presión de 2.5 a 4.5 Bar, considerando que la planta actualmente tiene licencia para procesar 160 TM /hr se plantea el escenario que todas trabajen a 40 TM o que si por algún motivo una línea deja de procesar se tendría un escenario en que 3 cocinas procesen las 160 TM que se requieren, por lo tanto, considerando esto último es preferible dimensionar el sistema de transporte de vapor y condensado con la máxima capacidad requerida en cada cocina a 60 TM, ya en producción se regularán las rpm para que procesen los 40 TM que se quieran cuando se dispongan de todos los equipos.

El consumo de vapor estaría distribuido de manera similar a las cocinas 3 y 4 existentes, es decir, con vapor flash a 1.5 Bar (Se puede incrementar la presión) por las chaquetas y con vapor reducido por los rotores en el rango de 2.5 hasta 4.5 Bar. Considerando esto tenemos:

Consumo de la cocina procesando 60 TM: 9575 Kg/hr

Capacidad de línea de distribución hacia rotor: 7180 Kg/hr

Capacidad de línea de vapor de 1.5 bar a chaquetas: 2395 Kg/hr

Es decir, las tuberías se dimensionan para la capacidad indicada y si las 4 cocinas están operando a la vez al regular las revoluciones, se limita el consumo de vapor para la carga procesada (40 TPM), en este caso sólo debemos asegurarnos de que el vapor se alimente a la presión requerida.

A fin de asegurarnos que las cocinas sean abastecidas con vapor en cualquier condición de carga los rotores serán abastecidos con las líneas de vapor existentes (2 de 10" existente, con una línea sería suficiente) y las chaquetas serán abastecidas con vapor flash (cuando no se disponga de vapor flash las chaquetas se abastecerán de vapor con las 2 estaciones reductoras de equalización, actualmente existe una y la siguiente se tiene que implementar con



Evaluación del Sistema de vapor y Condensado Austral Planta Coishco

las modificaciones del sistema de generación de vapor flash a partir de la instalación de las 4 cocinas Cometal).

Modificaciones del sistema actual de vapor flash para adecuarlo a las nuevas necesidades de la planta (Reemplazo de cocinas).

Ya anteriormente pudimos ver que se dispone de entre 2542 Kg/hr y 3106 Kg/hr de vapor flash proveniente de 1 Secador Rotatubos Fima, 3 Secadores Rotadisk y los Rotores de las cocinas 3 y 4, con el reemplazo de las cocinas el nuevo escenario de generación de vapor flash sería:

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

La Incorporación del condensado de los rotatubos Enercom al sistema de generación de vapor flash nos permiten adicionar de manera constante (cuando la planta opere a máxima carga) 1555 kg/hr, es decir, el condensado de los rotores de las cocinas 3 y 4 ya no se alimentarán al tanque flash, como consecuencia se genera un sistema que nos brinda 4097 Kg/hr de vapor a 1.5 bar que se alimentará a las chaquetas de las cocinas Cometal (Las cocinas cometal para procesar 160 TM requieren 6384 Kg/hr de vapor por las chaquetas), esto significa que el sistema de flash podrá suministrar mas del 64% del vapor requerido por las chaquetas, la diferencia será abastecido por las líneas de ecualización del tanque flash (vapor reducido).

Es necesario hacer notar que las líneas de alimentación de vapor y condensado para las nuevas cocinas deberán tener el dimensionamiento para máxima capacidad de procesamiento, esto implica una línea de alimentación al rotor que nos brinde 7180 kg/hr y una línea de abastecimiento de vapor flash de 2395 Kg/hr.

De lo anterior tenemos que considerando que el tanque flash actual tiene un diámetro de 1 mt, para el nuevo flujo de 4097 kg/hr @ 1.5 Bar, la velocidad del vapor en el tanque flash es de 1.03 m/s la cual es excelente para una buena separación del vapor y condensado. Debido al incremento del ingreso de condensado se debe reemplazar la línea de ingreso de condensado de las cocinas 3 y 4 existentes (6") por una de 8" que transporte el condensado de los secadores Enercom, este cambio también involucra el ingreso al tanque de 6" a 8".

Respecto al sistema de trapeo tenemos que las 5 trampas existentes tienen una capacidad en conjunto de 100 ton/hr de evacuación de condensado con un diferencial de 5 psi, para el caso se requiere evacuar cerca de 52 ton/hr, con ello el factor de seguridad es de 1.92, bastante cercano a 2 que es el recomendado. De lo anterior no se requiere modificar el sistema de purga del tanque flash.

Respecto al condensado que enviamos a los calentadores se genera un incremento de 13 ton/hr (Se incluye el condensado de las chaquetas de las cocinas Cometal), generando un incremento de capacidad de calentamiento de 20% (hay que hacer notar que la planta tenía una configuración operacional 1 y

Evaluación del Sistema de vapor y Condensado Austral Planta Coishco

3, 1 y 4, 2 y 3, 2 y 4 o todas las cocinas a la vez, esto quiere decir que las cocinas 1 o 2 solo trabajaban juntas cuando la planta estaba a full carga, en baja carga trabajaba cocina 1 o 2 con cocinas 3 o 4, esto para aprovechar el vapor flash generado en los secadores.

El reemplazo de las cocinas nos genera una oportunidad de reaprovechar el exceso de energía que posee el condensado de todos los secadores tanto para generar vapor flash como para los calentadores de espuma.

Dentro de los consumos actuales tenemos los cuaguladores, según cálculos estos requieren aprox. 2 ton/hr de vapor, a fin de suplir esta necesidad, emplearemos el condensado de los rotores de las cocinas Cometal para poder generar vapor flash de 0.7 bar para abastecer este consumo.



Equipo Coagulador (Sistema de Calentamiento con Vapor Vivo)

Tenemos que el consumo de vapor en los rotores es de 19147 kg/hr con una presión de 2.5 a 4.5 bar, a partir de ello podemos generar entre 895 kg/hr y 1512 kg/hr, con ello podemos afirmar que el empleo del condensado de los rotores para generar vapor flash para los coaguladores son una gran oportunidad.

El tanque flash requerido tiene las siguientes dimensiones: 0.9 mt de diámetro, 2.2 mt de altura, ingreso de condensado 12", venteo de 10" y 6" de toma para la purga. A fin de complementar la evacuación de condensado, se requiere instalar un nuevo tanque de condensado de 1.2 mt de diámetro x 1.8 mt de altura



Evaluación del Sistema de vapor y Condensado Austral Planta Coishco

(Tanque de condensado no menor de 1.2 M3, venteo de 8", succión de la bomba de 6".

Debido a los cambios en las cargas y la nueva redistribución de condensados se debe de reemplazar las bombas del tanque de condensado existente, las nuevas bombas deberán tener una capacidad de no menos de 80 M3/hr, las bombas que se estarían retirando se emplearán en el nuevo sistema de retorno de condensado que retornará el condensado del nuevo tanque flash (condensado de rotores de cocinas Cometal). Adicionalmente es necesario incrementar el venteo del tanque de condensado actual de 14" a 18" ó 20", lo que comercialmente sea mejor en el manejo de materiales.



LISTADO DE COMPONENTES REQUERIDOS PARA IMPLEMENTACION

- **Modificación del sistema de vapor flash tanque principal:**

- Estación Reductora de presión para vapor que consta de los siguientes elementos:
 - Separador de humedad marca SPIRAX SARCO modelo S13 de 4" ANSI 250
 - Paquete de purga con trampa tipo flotador FT14-10 de 1" (Incluye filtro, visor, check y 2 válvulas de aislamiento)
 - Válvula esférica M40S2 de 4" (1 Unidad)
 - Filtro tipo Y marca SPIRAX SARCO de 4" bridado ANSI 250
 - Válvula Reductora de presión tipo pilotada para vapor marca SPIRAX SARCO modelo 25P de 2.5" ANSI 250
 - Manómetro 0-100 psi con tubo sifón y válvula de aislamiento
- Válvula Check tipo duocheck para vapor marca NEWAY de 12" para instalación entre bridas ANSI 150.

- **Implementación Manifold A sistema de Generación de vapor:**

- Válvula Mariposa en alta performance de 16" con caja reductora para instalar entre bridas ANSI 150
- Válvula Mariposa en alta performance de 14" con caja reductora para instalar entre bridas ANSI 150
- Válvula Mariposa en alta performance de 12" con caja reductora para instalar entre bridas ANSI 150
- Válvula tipo globo en acero al carbono marca NEWAY de 8" conexión bridada ANSI 150
- Válvula tipo globo en acero al carbono marca NEWAY de 3" conexión bridada ANSI 150
- Accesorios para bolsa de purga de condensado con trampa flotador de 2" marca SPIRAX SARCO que incluye (1 válvula de purga de 1-1/2" M10S2, 2 válvulas M10S2 de 2", 1 Filtro Y modelo IT de 2", 1 visor SGD de 2", 1 Válvula check disco DCV4 de 2")
- Manómetro de 4" 0 a 200 psi, válvula corte y tubo sifón.
- Venteador de aire de alta capacidad en sistemas de vapor marca SPIRAX SARCO con válvula de corte en 3/4"

- **Implementación Manifold B sistema de Generación de vapor:**

- Válvula Mariposa en alta performance de 16" con caja reductora para instalar entre bridas ANSI 150
- Válvula Mariposa en alta performance de 12" con caja reductora para instalar entre bridas ANSI 150 (2 Unidades)
- Válvula tipo globo en acero al carbono marca NEWAY de 8" conexión bridada ANSI 150
- Válvula tipo globo en acero al carbono marca NEWAY de 3" conexión bridada ANSI 150



Evaluación del Sistema de vapor y Condensado Austral Planta Coishco

- Accesorios para bolsa de purga de condensado con trampa flotador de 2" marca SPIRAX SARCO que incluye (1 válvula de purga de 1-1/2" M10S2, 2 válvulas M10S2 de 2", 1 Filtro Y modelo IT de 2", 1 visor SGD de 2", 1 Válvula check disco DCV4 de 2")
- Manómetro de 4" 0 a 200 psi, válvula corte y tubo sifón.
- Venteador de aire de alta capacidad en sistemas de vapor marca SPIRAX SARCO con válvula de corte en 3/4"

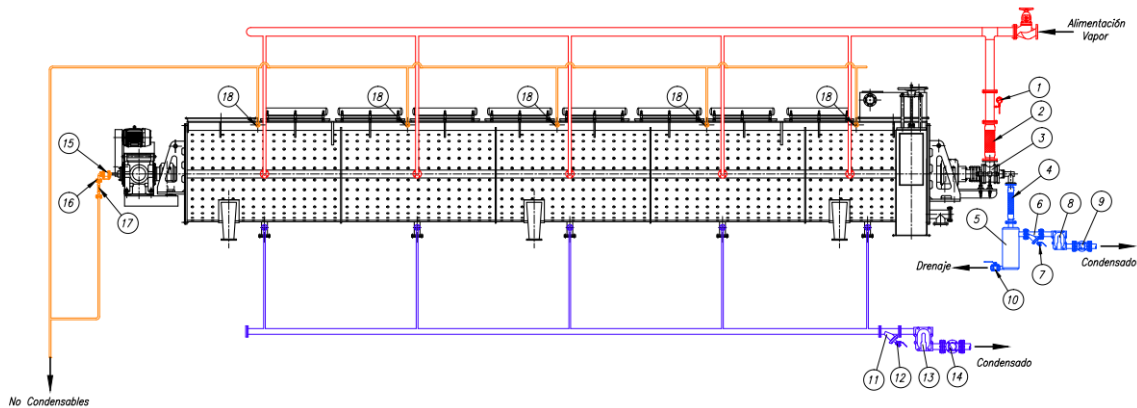
- **Implementación de sistema de vapor flash para Coaguladores:**

- Estación Reductora de presión para vapor que consta de los siguientes elementos:
 - Separador de humedad marca SPIRAX SARCO modelo S13 de 3" ANSI 250
 - Paquete de purga con trampa tipo flotador FT14-10 de 1" (Incluye filtro, visor, check y 2 válvulas de aislamiento)
 - Válvula esférica M40S2 de 3" (1 Unidad)
 - Filtro tipo Y marca SPIRAX SARCO de 3" bridado ANSI 250
 - Válvula Reductora de presión tipo pilotada para vapor marca SPIRAX SARCO modelo 25P de 2" ANSI 250
 - Manómetro 0-100 psi con tubo sifón y válvula de aislamiento
- Válvula Check tipo duocheck para vapor marca NEWAY de 8" para instalación entre bridas ANSI 150.
- Válvula de Seguridad marca SPIRAX SARCO de 2" (2 unidades)
- 02 Paquete de purga de 2-1/2" con trampa marca SPIRAX SARCO modelo FTD (Incluye 02 Válvula M10S2, filtro Y modelo IT, Visor para condensado SGD, Válvula check tipo Disco DCV)
- Manómetro de 4" 0 a 30 psi, válvula corte y tubo sifón.
- Venteador de aire de alta capacidad en sistemas de vapor marca SPIRAX SARCO con válvula de corte en 3/4"

En el caso de las cocinas es necesario verificar el listado de componentes con que se están suministrando, esto principalmente porque se tiene que evaluar las trampas y su dimensionamiento puesto que se está modificando la contrapresión de las mismas al incorporarlas como alimentadoras de condensado del nuevo sistema de vapor flash (rotores) y para el sistema de alimentación de condensado a calentadores de caldos (Chaquetas).

Evaluación del Sistema de vapor y Condensado Austral Planta Coishco

ANALISIS DE PERFORMANCE DEL SISTEMA DE EVACUACION DE CONDENSADO DE NUEVAS COCINAS AL INCORPORARSE AL SNUEVO SISTEMA DE VAPOR FLASH



De acuerdo al diagrama remitido por Cometal donde se visualiza tanto el ingreso de vapor al rotor y las chaquetas, y la evacuación de condensado de ambos consumos hacemos notar lo siguiente:

- El rotor tiene alimentación de 6", este diámetro nos sirve cuando las 4 cocinas trabajan a la vez (tener en cuenta que las cocinas trabajan entre 2.5 y 4.5 Bar) y el consumo de vapor es menor que a full carga, si por algún motivo sale una cocina de operación y se quedan operando con 3 se requeriría más vapor en el rotor por lo cual se sugiere que después de la válvula globo de 6", la tubería se agrande a 8" hasta el ingreso del rotor.
- Respecto a la evacuación de condensado, el rotor incorpora una trampa Armstrong de 3" M12, considerando que el condensado que evacuará esta trampa será enviado al nuevo tanque flash para coaguladores, podemos afirmar que no es necesario reemplazar la trampa, es decir, tiene suficiente capacidad para operar sin problemas con la nueva contrapresión.
- Con respecto a las chaquetas, estamos realizando modificaciones en la alimentación de vapor, en este caso, a diferencia del diagrama mostrado todas las chaquetas serán alimentadas con vapor flash y poseerá dos estaciones reductoras que abastecerán de vapor en los arranques hasta disponer de condensado en secadores. Esto quiere decir que tanto chaquetas como rotores poseerán ingresos de vapor independientes en cualquier condición de trabajo.
- Respecto a la distribución de la alimentación de vapor a las chaquetas tenemos el siguiente análisis:
 - El ingreso del pescado está en contracorriente con el vapor, esto quiere decir, que el pescado ingresa por el extremo opuesto de la alimentación de vapor al rotor.
 - El pescado actualmente puede venir refrigerado y puede ingresar a la cocina entre 9° y 10°C, para ser calentados hasta 90°C aproximadamente.
 - El consumo de vapor en chaquetas depende del diferencial de temperatura entre el vapor y el pescado, teniendo este último un incremento progresivo de temperatura desde su ingreso hasta su salida.
 - De lo anterior el consumo de vapor es mayor en la primera chaqueta y va decayendo en función al desplazamiento del pescado en la cocina, a

partir de ello podemos aplicar la siguiente figura para calcular el consumo de vapor en cada etapa:

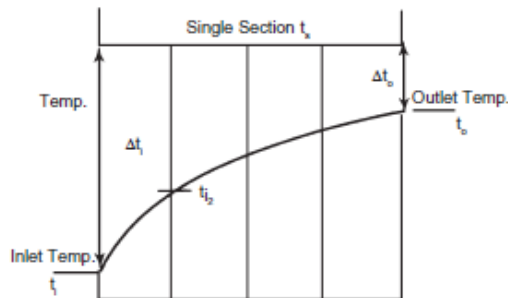


Figure 49
Temperature Distribution in Multi-Coil Heater

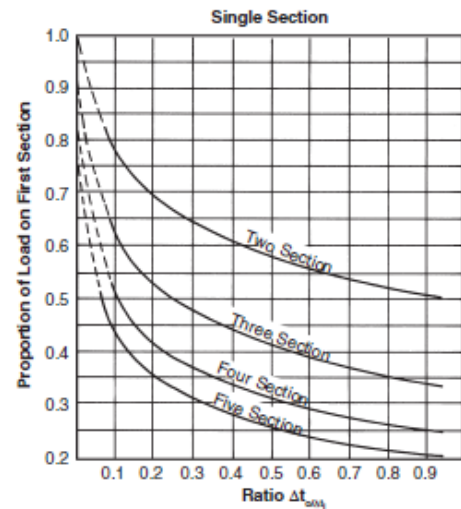


Figure 50
Load on First Section of Multi-Coil Heater

De acuerdo a lo mostrado tenemos que el consumo de vapor en las chaquetas a full carga sería el siguiente:

Chaqueta 1: 865 Kg/hr
 Chaqueta 2: 552.5 Kg/hr
 Chaqueta 3: 414.3 Kg/hr
 Chaqueta 4: 310.8 Kg/hr
 Chaqueta 5: 259.0 Kg/hr

Esto quiere decir que el consumo de vapor en la primera chaqueta (ingreso) es 3.34 veces mayor a la ultima chaqueta, por lo anterior, las trampas no pueden ser iguales, y una sola trampa para todo el sistema puede afectar la normal evacuación de condensado de las chaquetas que consumen más vapor.

De lo anterior se sugiere reemplazar el sistema de evacuación de condensado (1 sola trampa) por el sistema de evacuación con trapeo independiente en cada chaqueta.

Accesorios para sistema de evacuación de condensado en chaquetas:

- 08 Paquete de purga con trampa tipo flotador SPIRAX SARCO modelo FT14 de 1-1/2" con accesorios (2 válvulas M10S2, 1 Filtro IT, Visor de condensado SGD, Válvula check DCV4)
- 12 Paquete de purga con trampa tipo flotador SPIRAX SARCO modelo FT14 de 1" con accesorios (2 válvulas M10S2, 1 Filtro IT, Visor de condensado SGD, Válvula check DCV4)
- 20 Válvulas de interrupción para vapor de paso total 3" bridadas.

APENDICE DE CALCULOS

1. Capacidad de Generación en Calderas.

Respecto a las calderas y a nuestra sugerencia de instalar manifolds distribuidores de vapor tenemos las siguientes consideraciones:

Flujo de vapor real entregado por calderas:

De acuerdo a lo indicado por los fabricantes de calderas los flujos teóricamente los brindan a 212°F lo que es 0 psi, lo real es que las calderas operan a presiones mayores y antes de generar vapor tienen que llegar a su punto de ebullición que normalmente es mayor que 212°F y el vapor normalmente a mas presión tiene mas energía, esto se puede corroborar en la tabla de vapor que compartimos líneas abajo.

Considerando que en planta Coishco trabajan a 105 psi tenemos que:

TABLA DE VAPOR						
Presión de manómetro (relativa) (bar-g)	Temperatura °C	ENTALPIA ESPECÍFICA (kcal x 4,18 = kJ)			Volumen específico vapor saturado (m³/kg)	Peso específico vapor saturado (kg/m³)
		Calor sensible agua (kcal/kg)	Calor latente vaporización (kcal/kg)	Calor total vapor saturado (kcal/kg)		
-0,963	32,88	32,9	578,9	611,8	28,192	0,035
-0,913	45,81	45,8	571,5	617,3	14,674	0,068
-0,813	60,06	60,0	563,3	623,3	7,649	0,131
-0,713	69,1	69,1	558,0	627,0	5,229	0,191
-0,613	75,87	75,9	553,9	629,8	3,993	0,250
-0,513	81,33	81,3	550,6	632,0	3,240	0,309
-0,413	85,94	86,0	547,8	633,8	2,732	0,366
-0,313	89,95	90,0	545,4	635,3	2,365	0,423
-0,213	93,5	93,6	543,2	636,7	2,087	0,479
-0,113	96,71	96,8	541,2	637,9	1,869	0,535
-0,013	99,63	99,7	539,3	639,0	1,694	0,590
0	100	100,1	539,1	639,2	1,673	0,598
0,1	102,66	102,8	537,5	640,2	1,533	0,652
0,2	105,1	105,3	535,8	641,1	1,414	0,707
0,3	107,39	107,6	534,3	641,9	1,312	0,762
0,4	109,55	109,8	532,9	642,7	1,225	0,816
0,5	111,61	111,9	531,6	643,4	1,149	0,870
0,6	113,56	113,8	530,3	644,1	1,083	0,923
0,8	117,14	117,4	528,0	645,4	0,971	1,030
1	120,42	120,8	525,7	646,5	0,881	1,135
1,5	127,62	128,0	520,9	649,0	0,714	1,401
2	133,69	134,3	516,7	651,0	0,603	1,658
2,5	139,02	139,7	512,9	652,7	0,522	1,916
3	143,75	144,6	509,6	654,1	0,461	2,169
3,5	148,02	148,9	506,4	655,4	0,413	2,421
4	151,96	153,0	503,5	656,5	0,374	2,674
4,5	155,55	156,8	500,8	657,5	0,342	2,924
5	158,92	160,2	498,2	658,5	0,315	3,175
5,5	162,08	163,5	495,8	659,3	0,292	3,425
6	165,04	166,6	493,5	660,1	0,272	3,676
6,5	167,83	169,5	491,3	660,8	0,255	3,922
7	170,5	172,3	489,1	661,4	0,240	4,167
7,5	173,02	175,0	487,1	662,0	0,227	4,405
8	175,43	177,5	485,1	662,6	0,215	4,651
8,5	177,75	179,9	483,2	663,1	0,204	4,902
9	179,97	182,2	481,3	663,5	0,194	5,155
9,5	182,1	184,5	479,5	664,0	0,185	5,405
10	184,13	186,7	477,7	664,4	0,177	5,650
11	188,02	190,8	474,3	665,1	0,163	6,135
12	191,68	194,7	471,1	665,8	0,151	6,623

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:

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

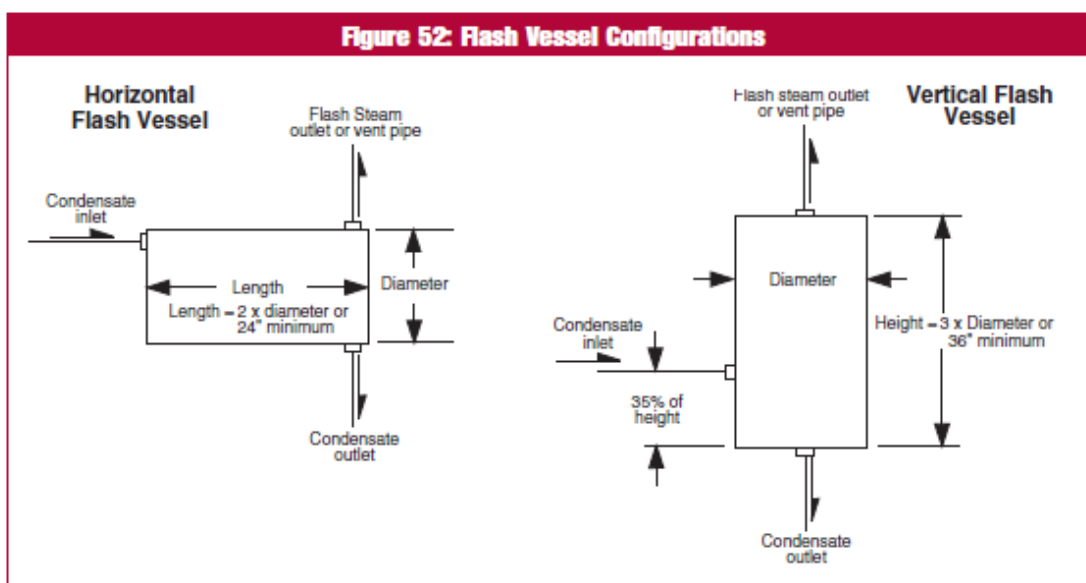
$$VF \text{ Total: } 4085.17 \text{ Kg/hr}$$



- **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

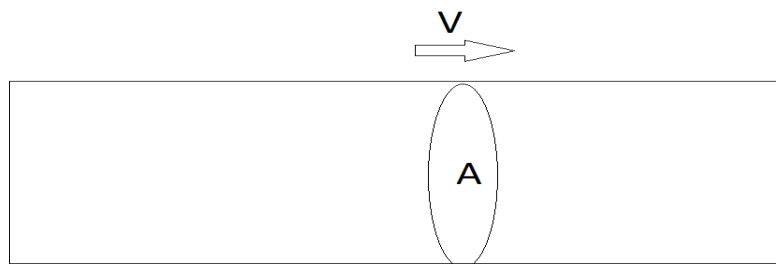
De lo anterior:

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:

Flujo volumétrico : velocidad del vapor flash x(3.1416) x (diámetro al cuadrado)/ 4



$$0.0383 \text{ M}^3/\text{s} = 15 \text{ M/s} \times (D \times D) \times 3.1416/4$$

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.

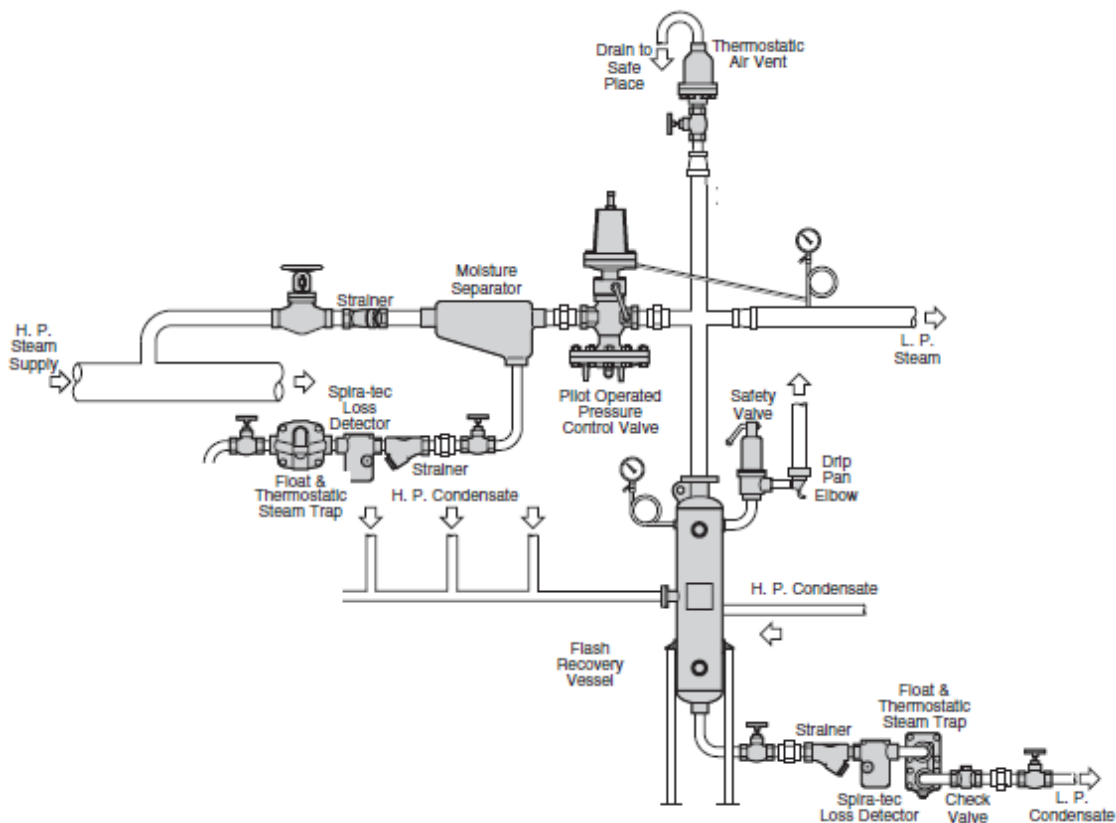


Diagrama del sistema de vapor Flash con sistema de Ecuación de presión para cargas de condensado variables.

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