MEMORIA DE FUNCIONAMIENTO

Instalación de Vapor

[1. OBJETO 2](#_Toc384122220)

[2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN 2](#_Toc384122221)

[3. PRODUCCIÓN DE AIRE 3](#_Toc384122222)

[3.1 Regulación de la presión del aire 3](#_Toc384122223)

[3.2 Arranque del segundo compresor 4](#_Toc384122224)

[3.3 Parada del segundo compresor: 4](#_Toc384122225)

[4. SECADORES 5](#_Toc384122226)

[5. REFRIGERACIÓN 5](#_Toc384122227)

# OBJETO

Este documento tiene por objeto describir el funcionamiento de la instalación de generación de vapor para la nueva fábrica de derivados lácteos.

# DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación de vapor está formada por dos calderas de producción de vapor de 3 tn/h de vapor cada una, dispuestas en paralelo, que producen vapor a 8 bares pudiendo llegar a una presión máxima de 10 bares de presión.

Hay que distinguir, en cada caldera, tres controles:

* El controlador propio del quemador: Este control se encarga exclusivamente de la combustión. Actúa sobre las válvulas de entrada de gas, la compuerta de entrada de aire, el variador que mueve el ventilador de entrada de aire y la chispa que inicia la combustión. Para ello dispone de varios sensores. Los más importantes son: el que indica la presencia de llama en el hogar, el que mide presión del vapor dentro de la caldera, el que mide el exceso de oxígeno en los humos y la sonda de la temperatura de humos. Este controlador se encuentra en un costado del quemador, donde tiene un pequeño display que informa y permite ciertas actuaciones del operador.
* El autómata de la caldera. En el interior del cuadro eléctrico de la caldera existe un autómata que, combustión aparte, gestiona el resto de necesidades de la caldera: la purga de sales en función de la conductividad del agua; el llenado de agua para mantener un nivel dentro de la caldera, lo que implica el arranque de bomba y manejo de la válvula de tres vías para la regulación del caudal de llenado; purga periódica de lodos, etc.
* El autómata de la planta. Este autómata, ubicado en la sala de cuadros de baja tensión, se comunica con los otros controladores antes descritos, y maneja el resto de equipos (válvulas, bombas, etc.) para gobernar la planta de vapor como un conjunto. Esta memoria describe, fundamentalmente, el funcionamiento del programa de control de este autómata.

Cada caldera dispone de dos bombas de llenado, una reserva de la otra, que toman el agua de un depósito de alimentación. El caudal de llenado de cada caldera es regulado por el autómata de la propia caldera que, de acuerdo al nivel de agua en la misma, actúa sobre una válvula de tres vías diversora que desvía el caudal sobrante, devolviéndolo al depósito de alimentación.

Una pequeña parte del vapor producido es enviada al depósito de alimentación para precalentar el agua de alimentación, en caso necesario y para hacer funcionar el desgasificador. El desgasificador está montado sobre el propio depósito de alimentación, en la entrada de agua, tanto la que proviene de los condensados como el agua que proviene de la red. El venteo del desgasificador está levemente restringido para que la salida de gases provoque una pequeña sobrepresión dentro del depósito. De esta forma la temperatura del agua del depósito se mantiene a 105ºC. La entrada de vapor al depósito de alimentación y al desgasificador están reguladas por sendas válvulas para mantener esa temperatura en depósito.

El agua de red llega al depósito desde un tanque de 500 litros utilizado para permitir recuperar el calor de las purgas de sales. A tal efecto existe una pareja de bombas (una reserva de otra) que recirculan el agua del tanque por un intercambiador que transfiere el calor del condensado de las purgas de sales. Dicho tanque dispone de unas resistencias de precalentamiento previstas para el arranque en frío de la instalación.

Por último, existe un depósito de revaporizado, donde se conducen las purgas de sales de las calderas. Este depósito se encuentra conectado al depósito de alimentación para conducir allí el vapor formado en el depósito de revaporizado. Los condensados de las sales, por gravedad y también ayudados por la leve sobrepresión que existe en el depósito de revaporizado, pasan desde el depósito al intercambiador del agua fría proveniente del tanque de alimentación. Estos condensados vuelven, ya fríos, del intercambiador al depósito de vertidos. El depósito de vertidos (debajo del depósito de revaporizado), recibe estos condensados y otros, como las purgas de lodos de las calderas. Este depósito tiene una electroválvula, accionada por termostato, que permite inyectar agua fría directamente para enfriar estos lodos y verterlos al sumidero convenientemente fríos.

# CONSIDERACIONES GENERALES AL FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS

Salvo que se especifique otra cosa, todos los equipos mandados desde el autómata, dispondrán, en el ordenador, de un mando que permita conmutar su funcionamiento de manual a automático y viceversa. En caso de conmutar a manual, se mostrará en el ordenador el mando para poder actuar sobre el equipo y arrancarlo o pararlo, abrirlo o cerrarlo, etc. En el caso de equipos que, además del arranque admitan un funcionamiento a mayor o menor carga (variadores de velocidad, compresores, etc.) se preverán dos mandos: uno para poner en manual el arranque/paro y otro para poner en manual el nivel de carga (la frecuencia, la posición de la corredera, etc.) La conmutación de automático a manual, en caso de ser posible, se hará suavemente, para que el operador no tenga que temer consecuencias inesperadas, de forma que quede en manual en el mismo estado en el que estaba cuando funcionaba en automático, es decir:

* Si conmutamos a manual un equipo que se encuentra arrancado, cuando quede en manual debe seguir arrancado y solo parar cuando actuamos sobre el mando de paro.
* Si conmutamos a manual una válvula analógica, la válvula debe quedar en manual en la misma posición que estaba justo antes de pasarla a manual.

Análogamente en sentido contrario, cuando pasamos de manual a automático, en la medida que sea posible:

* Si, por ejemplo, de una pareja de bombas, tenemos una bomba arrancada en manual y la pasamos a automático, esta debe seguir arrancada en automático, aunque sea la que más horas en servicio tenga.
* Si tenemos un variador a una frecuencia dada en manual y le pasamos a automático, los integradores del PID (en el caso de que existieran) deben cargarse a un valor tal que, el variador no pegue saltos bruscos de posición en la transición de manual a automático, sino que, justo al ponerla en automático, continúe con el mismo valor que tenía al estar en manual y suavemente lo vaya abandonando a demanda de la regulación (lo “suavemente” que exija la regulación).

Para cada motor o equipo que tengan un desgaste por el uso se preverá un contador de horas en servicio o contador de maniobras en el caso de válvulas de mariposa, etc.

Para cada motor se preverá una alarma a la desobediencia, de forma, que si se pide el arranque y no se efectúa, en un tiempo, se provoque la alarma En caso de darse dicha alarma, se memorizará y no se arrancará dicho equipo hasta que alguien, manualmente pulse sobre el botón de borrado de alarmas, momento en el que se desactivará dicha alarma.

Salvo que se especifique otra cosa, el funcionamiento en automático de los equipos debe de estar programado de forma que colabore con las actuaciones en manual que se hagan en la planta si estas actuaciones son para dar servicio, y actúen en contra si estas actuaciones en manual son para quitar servicio. Por ejemplo:

* Si estando paradas las bombas secundarias que envían agua fría a la nave, alguien arranca en manual alguna de ellas, el autómata entenderá que la nave está demandando agua fría, por lo que automáticamente arrancará las bombas primarias de preparación de agua fría, si es que fuera necesario y esto desencadenará el arranque en automático de los compresores si es que fuera necesario.
* Si la bomba arrancada manualmente, tiene en paralelo más bombas, con las cuales se regula la presión diferencial en consumidores, entonces, el arranque de una de ellas (sea en manual o no), activará la regulación de la presión de forma que se arrancarán en automático cuantas bombas sean necesarias para ayudar a la que está en manual a mantener la presión diferencial.
* En sentido contrario: si habiendo varias bombas funcionando en paralelo, todas en automático, para mantener una presión diferencial, y paramos en manual una de ellas, el programa no solo no parará las que estén funcionando, sino que si hay alguna parada en automático, la arrancará si fuera necesario para mantener la presión.
* Etc. etc.

# PRODUCCIÓN DE VAPOR

El arranque de una caldera despresurizada se hará manualmente, con presencia del operador. Diremos que una caldera se encuentra arrancada cuando esté presurizada, con la cadena de seguridades armada, que puede estar encendida o no, pero si no está encendida sí que está lista para encender. En funcionamiento normal estarán siempre las dos calderas arrancadas. Se programarán las siguientes consignas de presión:

* CONSIGNA DE PRESIÓN DE ENCENDIDO NORMAL
* CONSIGNA DE PRESIÓN DE ENCENDER LA SEGUNDA
* CONSIGNA DE CAUDAL DE ENCENDER LA SEGUNDA
* CONSIGNA DE TIEMPO DE ESPERA PARA ENCENDER LA SEGUNDA
* CONSIGNA DE CAUDAL DE APAGAR LA SEGUNDA
* CONSIGNA DE TIEMPO DE ESPERA PARA APAGAR LA SEGUNDA
* CONSIGNA DE PRESIÓN DE TRABAJO
* CONSIGNA DE PRESIÓN DE ENCENDIDO EN RESERVA
* CONSIGNA DE PRESIÓN DE APAGADO NORMAL
* CONSIGNA DE PRESIÓN DE APAGADO RESERVA
* CONSIGNA DE ALARMA DE ALTA PRESIÓN EN COLECTOR
* CONSIGNA DE ALARMA DE BAJA PRESIÓN EN COLECTOR
* CONSIGNA DE ALARMA DE ALTA PRESIÓN CALDERA
* CONSIGNA DE ALARMA DE BAJA PRESIÓN CALDERA

La caldera cuyo quemador tenga menos horas de servicio tendrá prioridad al encendido. Cuando la presión del colector sea inferior a la CONSIGNA DE ENCENDIDO NORMAL, se encenderá la caldera prioritaria, que se mantendrá al mínimo. A partir de que la caldera lleve 3 minutos encendida, se regulará la llama de dicha caldera para mantener la presión del colector en la CONSIGNA DE PRESIÓN DE TRABAJO. Si la presión de colector baja hasta al CONSIGNA DE PRESIÓN DE SEGUNDO ENCENDIDO, entonces se encenderá la segunda caldera. Una vez que lleve 3 minutos encendida y además se iguale en presión con la caldera ya encendida, se actuará sobre la llama para mantener la presión del colector en la CONSIGNA DE PRESIÓN DE TRABAJO. Se tratará de actuar sobre la consigna de los quemadores para que ambas calderas quemen al mismo régimen.

En el caso en que se observe un caudal de vapor de rendimiento óptimo de la caldera, muy inferior al nominal se puede programar una CONSIGNA DE CAUDAL DE ENCENDER LA SEGUNDA caldera, de forma que, no haya que esperar a que la primera caldera no dé abasto para que encienda la segunda caldera. Para evitar encendidos eventuales, se ha previsto una CONSIGNA DE TIEMPO DE ESPERA PARA ENCENDER LA SEGUNDA.

Para apagar la segunda caldera se ha previsto que lo haga por caudal según la CONSIGNA DE CAUDAL DE APAGADO DE LA SEGUNDA, también se ha previsto una CONSIGNA DE TIEMPO DE ESPERA PARA APAGAR LA SEGUNDA.

El apagado de la última caldera se hará cuando la presión en el colector alcance la CONSIGNA DE PRESIÓN DE APAGADO NORMAL.

Mientras haya sólo una caldera encendida la otra, debido a la válvula antiretorno, va a ir perdiendo presión de forma paulatina. Para no permitir que la caldera se despresurice del todo, se debe fijar una CONSIGNA DE PRESIÓN DE ENCENDIDO EN RESERVA, de forma que al llegar, la presión propia de la caldera (no la del colector) a dicha consigna se encienda la caldera. La caldera se mantendrá encendida al mínimo y se apagará cuando su presión alcance la CONSIGNA DE PRESIÓN DE APAGADO EN RESERVA.

Las consignas de alarma por alta y baja presión en caldera y en colector no tendrá otro efecto que avisar cuando la presión de la caldera o el colector superen esos límites.

# ELEMENTOS ACCESORIOS

## Depósito de alimentación y desgasificador

Los de Senoble nos envían una señal de Bomba\_ok que significa que están en condiciones de bombear condensados. Lo habitual es que esta señal se active o no dependiendo del nivostato de su depósito: por debajo del nivel mínimo esta señal no se activa; en cuanto se alcanza el nivel mínimo esta señal se activa.

Los de Senoble van a bombear condensados para mantener un nivel en nuestro depósito del 70%, ya que nosotros les enviamos la señal de nivel en nuestro depósito. En función del nivel de nuestro depósito ellos van a parar su bomba o arrancarla y le van a dar más o menos revoluciones a la misma, pues disponen de variador.

La realidad es que esta regulación no funciona, ya que los condensados que retornan de Senoble son necesariamente menos que el vapor que consume la caldera, lo que obliga a reponer agua en el depósito de condensados con parte de agua fría, es decir, el nivel en el depósito va a acabar siendo regulado por la reposición de agua fría. La primera consecuencia es que la bomba de Senoble tiene un funcionamiento intermitente: arranca en cuanto se repone el nivel mínimo y vuelve a parar en cuanto se pierde dicho nivel y así sucesivamente.

Para evitar esto y conseguir que Senoble nos envíe un caudal más o menos constante hemos decidido manipular la señal de nivel que les enviamos. Esta señal no la hacemos corresponder con el nivel del depósito desgasificador, sino que vamos a enviar el valor de la señal que estimemos necesario para que Senoble nos bombee el caudal de condensados que, en cada momento, deseemos recibir. Como norma esta señal va a ser próxima al 70%; será un poco superior cuando queramos que Senoble disminuya el caudal y un poco inferior cuando queramos que lo aumente. Estamos interesados que el caudal sea relativamente constante ya que eso ayuda a mantener estable la regulación de la presión en el desgasigicador.

Se actuará mediante control PI sobre la válvula de llenado de agua al desgasificador en función del nivel en el depósito de alimentación para mantener la CONSIGNA DE NIVEL DESGASIFICADOR CON BOMBEO o CONSIGNA DE NIVEL DESGASIFICADOR SIN BOMBEO dependiendo de la señal Bomba\_ok de Senoble . La válvula de venteo del desgasificador (una válvula manual) conviene que esté bastante cerrada, para ahorro de energía y también para evitar que un exceso de caudal de vapor hacia el venteo arrastre agua del llenado o condensados de retorno y lo vierta al exterior por el tubo de venteo. El hecho de mantener la válvula de venteo bastante cerrada tiene como consecuencia que, cuando a alguna caldera le da por purgar sales, sobre todo si coinciden las dos, el vapor que llega al depósito de condensados puede ser tanto que presurice en exceso el desgasificador llegando, incluso, a abrir la válvula de seguridad. Para evitar este efecto, la válvula de agua fría se utilizará también para bajar la presión en el desgasificador: se ha previsto una ZONA MUERTA DE PRESIÓN DESGASIFICADOR de forma que si la presión sube por encima de la la CONSIGNA DE PRESIÓN DESGASIFICADOR + ZONA MUERTA DE PRESIÓN DESGASIFICADOR, la válvula abra inyectando agua fría que baje la presión. Para ello se ha programado un regulador PID que tiene como entrada la presión en el desgasificador y como consigna la suma de la consigna de presión más la zona muerta. La salida de este PID se envía a la válvula de agua fría. Podría darse en caso de llegar a desbordar el depósito, para evitarlo se ha previsto la CONSIGNA DE PARO LLENADO DESGASIFICADOR que cierra la válvula de agua fría.

Se actuará mediante un control PI sobre la válvula de entrada de vapor al desgasificador para mantener la presión del desgasificador en la CONSIGNA DE PRESIÓN EN EL DESGASIFICADOR. Esta presión será de 0,23 bares manométricos, que corresponde a una temperatura de vapor saturado de 105ºC. Pero está enclavada, de forma que no abrirá si el enclavamiento no lo permite. El enclavamiento se activa si la válvula de llenado de agua está cerrada y además se cumple que no está operativa o bien está inhibida (no solicitada) la llegada de condensados desde Senoble.El enclavamiento se desactiva cuando la válvula de llenado de agua fría empieza a abrir (>2%) o cuando el bombeo de condensados está operativo y además solicitado (seguro que vienen condensados). Es decir se procura que sólo se inyecte vapor si hay agua que desoxigenar.

La lanza de vapor se cierra si la temperatura es superior a la CONSIGNA DE TEMPERATURA DESGASIFICADOR o si la presión del desgasificador supera la consigna de presión más 0,1 bar. Si no ocurre nada de esto, entonces la válvula de la lanza abre si la temperatura baja 3ºC de la consigna de temperatura del desgasificador o también abre cuando se cumple que:

* la válvula de vapor está abierta más del 1%.
* Y, en ese momento, la presión en el desgasificador es inferior 0,1 bares a la consigna.

Se actuará sobre la válvula de rebose siempre que se alcance el nivostato de alarma por nivel alto. O cuando la presión en el desgasificador alcance los 0,5 bares (cuando empieza a abrir la válvula de seguridad).

## Tanque de alimentación

Se programarán las siguientes consignas:

* CONSIGNA DE TEMPERATURA DE ARRANQUE DE LAS RESISTENCIAS
* CONSIGNA DE TEMPERATURA DE PARO DE LAS RESISTENCIA
* CONSIGNA DE DIFERENCIAL DE TEMPERATURA PARA ARRANQUE DE BOMBAS
* CONSIGNA DE DIFERENCIAL DE TEMPERATURA PARA PARADA DE BOMBAS

Se arrancará una de las bombas del intercambiador del depósito de revaporizado cuando la temperatura de la salida del condensado hacia el intercambiador supere a la temperatura del depósito en la CONSIGNA DE DIFERENCIAL DE TEMPERATURA PARA ARRANQUE DE BOMBAS. Se arrancará la bomba de menos horas en servicio que esté en disposición de arrancar.

Se pararán las bombas cuando la temperatura de salida del condensado hacia el intercambiador no supere a la temperatura del depósito en la CONSIGNA DE DIFERENCIAL DE TEMPERATURA PARA PARADA DE BOMBAS

Se pondrán en marcha las resistencias en función de la temperatura del depósito y de las consignas de marcha y paro.

Cuando la presión del grupo de presión de agua descalcificada sea inferior a la presión del depósito de revaporizado, más de cinco minutos, se emitirá una ALARMA DE TANQUE DE AGUA vaciándose. Y se inhibirá el funcionamiento de las bombas y de las resistencias hasta que se borre dicha alarma.

## Tanque de purga

La válvula de refrigeración del tanque de purga está gobernada directamente por un termostato insertado en el propio tanque.