



GUÍA DE 10 PUNTOS PARA REDUCIR CON HUMIDIFICACIÓN LAS PÉRDIDAS DE PESO POR REFRIGERACIÓN PRIMARIA

Humidificación, enfriamiento evaporativo y deshumidificación

 **condair**

GESTIONE LA HUMEDAD, AUMENTE LA RENTABILIDAD



Cuando se reduce la temperatura de un animal recién sacrificado, las pérdidas evaporativas de peso pueden suponer entre el 1,5 y 3 % del peso total del producto.

Esto tiene un efecto significativo en el rendimiento de producto y la rentabilidad general de las operaciones de un matadero.

La idea de que la humedad de un almacén frío tiene gran impacto en las pérdidas evaporativas de peso durante este proceso tiene amplia aceptación. Sin embargo, poder gestionar los niveles de humedad en una zona de refrigeración primaria es algo complejo, debido a las normativas de refrigeración por aspersión y el contenido de humedad muy bajo que tiene el aire de suministro procedente del sistema de refrigeración.

Como líder mundial en tecnología y experiencia en humidificación, Condair ha desarrollado una estrategia de humidificación que gestiona satisfactoriamente la humedad del aire dentro de una zona de refrigeración primaria. Al mantener una elevada humedad del aire con este sistema de humidificación, las pérdidas evaporativas de peso se pueden reducir a aprox. 1 %.

Este documento presenta una guía introductoria de 10 puntos para los directores de mataderos sobre cómo humidificar correctamente una zona de refrigeración primaria.

“

las pérdidas evaporativas se pueden reducir a aprox. 1 %

”

¿QUÉ ES HUMEDAD? UNA BREVE LECCIÓN DE FÍSICA

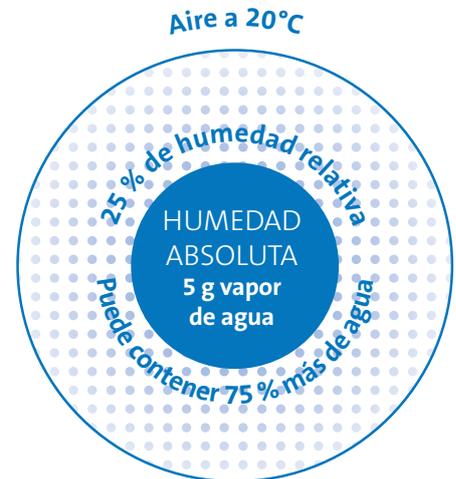
¿Qué es “humedad absoluta”?

La cantidad de agua que contiene el aire, p. ej. 5 g



¿Qué es “humedad relativa”?

La cantidad de agua que contiene el aire, expresada como porcentaje de la cantidad máxima que podría contener a la misma temperatura, p. ej. 50 % HR @ 20 °C



La cantidad de agua que puede contener el aire depende de la temperatura de este. Físicamente, el aire frío puede contener menos agua que el aire caliente. Por eso, al calentar el aire frío se reduce su humedad relativa. El calor no elimina el agua del aire. Lo “seca” al aumentar el volumen de agua que podría contener potencialmente.

Es muy importante comprender la humedad relativa a la hora de plantearse las pérdidas evaporativas de una canal en un almacén frío. Si el aire con un bajo contenido de humedad se acerca mucho a una canal que tiene un elevado contenido de agua, el aire

absorberá la humedad. La cantidad de agua que se absorbe dependerá de la diferencia que haya entre el contenido de humedad del aire y el de la canal.

Esa es la razón por la que la mayoría de las pérdidas evaporativas durante la refrigeración primaria se producen en las etapas más tempranas, cuando la canal está más caliente. El aire que entra en contacto con la canal se calentará a su temperatura más elevada y su humedad más baja. Es en esta etapa cuando la diferencia es más acusada entre el contenido de humedad de la carne y la humedad relativa del aire.

“
físicamente, el
aire frío puede
contener
menos agua
que el aire
caliente
”

¿CÓMO GESTIONA EL NIVEL DE HUMEDAD DE UN ALMACÉN FRÍO?



En una zona de refrigeración primaria, el aire procedente de los refrigeradores estará normalmente a unos 0-2 °C y estará saturado al 100 % de humedad relativa (%HR). En estas condiciones, un metro cúbico de aire podrá contener como máximo 4,5 g de humedad. Es imposible aumentar el volumen de vapor de agua en el aire más allá de esta cantidad cuando está a una temperatura tan baja.

Cuando se calienta en torno a 37 °C, en el microclima que se produce junto a la superficie de una canal recién sacrificada, el mismo aire podría llegar a contener alrededor de 40 g de vapor de agua. Si no hay humedad adicional en el aire, su humedad relativa caería del 100 % HR al 10 % HR. Sin embargo, esto no ocurrirá, ya que hay humedad, que se absorbe de la superficie de la carne.

Para inhibir este proceso evaporativo, es necesario que el aire disponga de una fuente alternativa de humedad cuando se vaya calentando por influencia de la canal. En algunos mercados de exportación, como el de la UE, no está permitido pulverizar agua que entre en contacto directo con las canales durante el proceso de refrigeración primaria.

Por tanto, para humidificar el aire sin pulverizar cerca de las canales o mojar estas, un sistema de humidificación de almacén frío deberá introducir una neblina muy fina en el flujo de aire mientras este se mantiene saturado al 100 % HR.

Si el tamaño de la gotita que emite el humidificador es suficientemente pequeña, esta se mantendrá suspendida en la atmósfera sin que precipite o moje las canales. Entonces se transportará en el flujo de aire hasta el punto en el que la temperatura del aire suba; ahí será absorbida por el aire y se reducirá la cantidad de agua que se absorbe de las canales.

“
introduzca
una neblina
muy fina en el
flujo de aire
”

¿QUÉ TIPO DE HUMIDIFICADOR ES EL MEJOR PARA UN ENTORNO DE REFRIGERACIÓN PRIMARIA?



Con el fin de conseguir la neblina fina necesaria en una zona de refrigeración primaria, se deberá emplear un humidificador de aire comprimido y nebulización de agua, como Condair JetSpray.

Al combinar aire comprimido y agua, el aerosol liberado de las boquillas de nebulización tiene un tamaño de gotita de unos 5-7 micrones. Esta neblina ultrafina es transportada fácilmente por el aire frío sin mojar las superficies y es absorbida instantáneamente por el aire en cuanto lo permita su humedad relativa.

Este tipo de sistema de humidificación es capaz de regular al 100 % la producción de neblina en todo el ámbito de capacidad del humidificador. Por lo tanto, es muy distinto a los humidificadores de pulverización de alta presión, que se basan únicamente en la presión del agua para crear un aerosol y controlan la producción de neblina encendiéndose y apagándose a toda presión.

Un humidificador totalmente regulable proporciona la cantidad exacta de humedad en cualquier momento dado y proporciona el nivel preciso de control necesario para evitar el exceso de humidificación y que se mojen las superficies de la estancia.

Otras ventajas de la humidificación por aire comprimido y nebulización de agua son un funcionamiento garantizado sin que caigan gotas y un perfil de nebulización muy direccional, que es importante a la hora de plantearse la ubicación de las boquillas de pulverización (véase punto 6).

Los humidificadores ultrasónicos también están disponibles para entornos más pequeños. Pregunte a su representante de ventas sobre las posibilidades que hay para su proyecto.

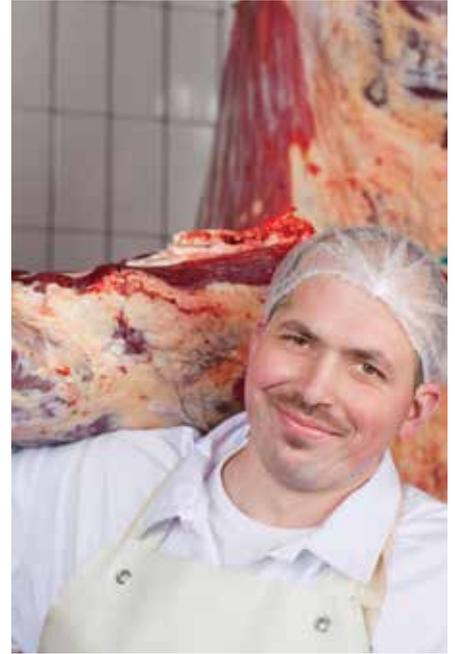


“

el aire
comprimido
atomiza el
agua en un
aerosol

”

¿QUÉ NIVEL DE HUMEDAD SE DEBERÁ MANTENER EN EL ALMACÉN FRÍO?



El objetivo de humidificar un almacén frío primario es minimizar la diferencia de contenido de humedad entre el aire y la canal. Cuando el contenido de humedad de la atmósfera está equilibrado con el contenido de humedad de un producto, este nunca perderá o absorberá agua del aire.

Definir un nivel de humedad “ideal” en una zona de refrigeración primaria consiste esencialmente en confirmar el mejor punto de ajuste de la humedad para controlar el funcionamiento de un humidificador y lograr un estado de humedad equilibrado.

Sin embargo, como el perfil de humedad a lo largo de la zona de refrigeración primaria puede variar debido al proceso de refrigeración que se usa, el flujo de aire, la velocidad

del aire y la presentación de la canal, definir un punto de ajuste de humedad dependerá de numerosas variables, incluido dónde están ubicados los sensores.

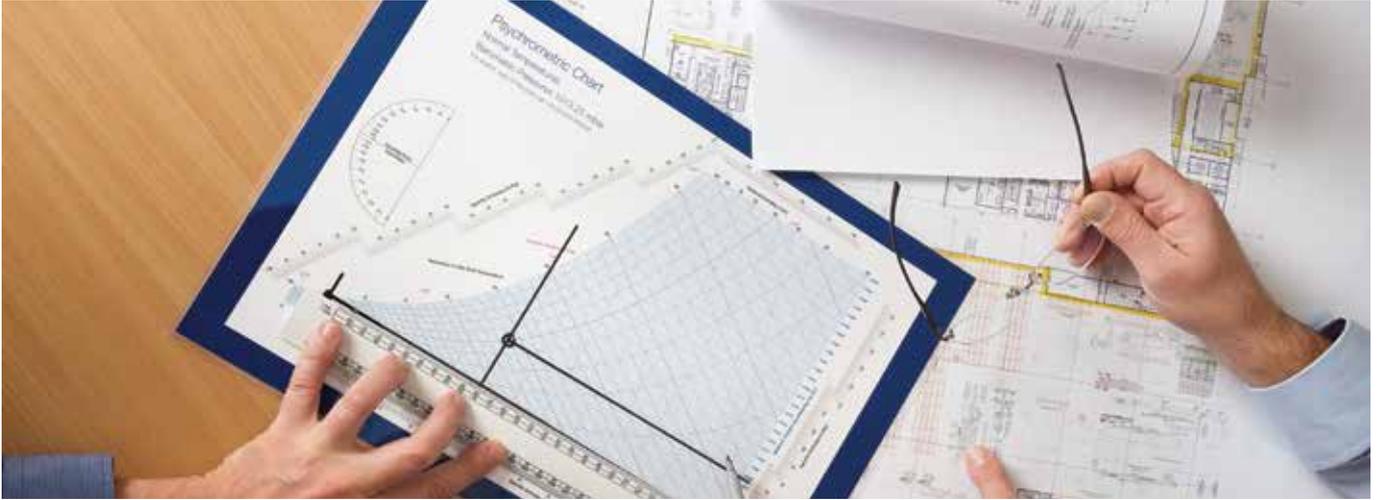
Normalmente un punto de ajuste de humedad óptimo se encuentra entre el 85-95 % HR, medido en el aire de retorno al refrigerador (véase punto 7).

Para descubrir el punto de ajuste de humedad idóneo para cualquier almacén frío, lo mejor es empezar a una humedad baja e ir aumentándola gradualmente, observando el impacto en las pérdidas evaporativas y garantizando que no se moja nada en el almacén o el producto.

“ el punto de ajuste de humedad óptimo está entre 85-95 % HR

”

¿CUÁNTA HUMEDAD HACE FALTA INTRODUCIR?



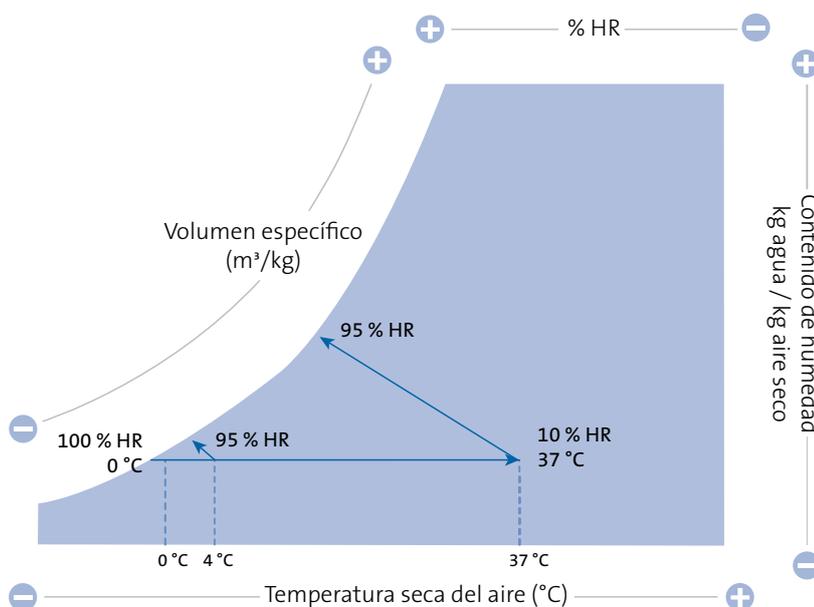
El volumen de humedad necesario para mantener un nivel de humedad dentro de una estancia dependerá de las características de esta y el flujo de aire que hay en ella. Este volumen se expresa normalmente en kilogramos por hora y se le llama "carga de humedad".

Con el fin de calcular la carga de humedad de un almacén frío y dimensionar correctamente un sistema de humidificación para la zona, se deberán anotar los siguientes parámetros:

- El nivel de humedad requerido
- El volumen de aire de la estancia (altura x anchura x longitud de esta)
- El volumen de aire máximo de los refrigeradores
- La temperatura del aire de los refrigeradores
- La temperatura de almacenamiento requerida
- El número medio de canales
- El peso medio por canal

Al trazar las condiciones de aire en un diagrama psicrométrico, se podrá determinar el volumen de humedad necesario por kilogramo de aire seco junto con el volumen específico en m³/kg.

$$\frac{\text{Humedad x vol aire x n.º de cambios aire}}{\text{Volumen específico}} = \text{Carga de humedad}$$



Ejemplo de cálculo psicrométrico

“
calcule la
carga de
humedad
requerida
”

¿DÓNDE SE DEBERÁ COLOCAR EL HUMIDIFICADOR?



Con el objetivo de usar satisfactoriamente el flujo de aire de los refrigeradores como mecanismo de transporte de los aerosoles en la estancia, es importante colocar las boquillas de nebulización correctamente.

Las nubes de aerosol no deberán entrar en contacto con la carne, por lo que una posición correcta dependerá de la distribución de la zona de refrigeración primaria, la ubicación de los refrigeradores y la dirección del flujo de aire y cualquier obstáculo en la estancia, como carriles aéreos.

Normalmente, las boquillas de nebulización están colocadas justo delante de los refrigeradores, pulverizando con el flujo de aire, siempre que haya suficiente espacio libre en la estancia a un nivel elevado. Alternativamente, pueden pulverizar al flujo de aire, en caso de que la velocidad sea suficiente, ya que esto acorta la longitud general de la nube de nebulización.

El sistema de humidificación deberá tener numerosos puntos de inyección para garantizar que la humedad se distribuya uniformemente por el

área. Los humidificadores por puntos que introducen una gran cantidad de humedad de uno o pocos puntos no son apropiados para la aplicación. Debido a la elevada velocidad del aire que fluye a través de una zona de refrigeración primaria, la humedad inyectada de un humidificador por puntos no tendrá tiempo de dispersarse uniformemente por la estancia, lo que provocará zonas de alta y baja humedad.



“ las boquillas están colocadas justo delante de los refrigeradores ”

¿QUÉ TIPO DE SENSORES SE DEBERÁN USAR Y DÓNDE?



“ los sensores se colocan normalmente en el aire de retorno ”

Un sensor mide el nivel de humedad de una estancia y envía una señal de control a un sistema de humidificación para controlar su producción de neblina. De esta manera, el humidificador se controla basándose en la información del sensor, dependiendo de si se requiere más o menos humedad para mantener el punto de ajuste de humedad.

Los sensores se ubican normalmente en el aire de retorno a los refrigeradores, ya que esto proporciona una lectura precisa y consistente tras la absorción completa de la humedad del aire del humidificador.

El sensor empleado deberá tener una gran precisión y deberá poder soportar las condiciones ambientales de una zona de refrigeración primaria. Estas incluirán extremos de temperatura y contacto directo con agua durante los procesos de limpieza.

Dependiendo del tamaño de la operación de refrigeración primaria, puede que sea una ventaja utilizar múltiples sensores que envíen un nivel de humedad medio de regreso al sistema de humidificación. Esto ayudará a lograr un funcionamiento óptimo del sistema y a evitar un exceso o defecto de humidificación.

¿QUÉ MEDIDAS DE RETORNO SE REQUIEREN?

El funcionamiento higiénico de cualquier entorno de producción es primordial. Un sistema de humidificación utilizado en una operación de refrigeración primaria deberá ser capaz de mantener unas normas de higiene excepcionalmente estrictas.

Para garantizar que no se introduzcan minerales en el almacén frío, el agua de suministro se tendrá que purificar usando una planta de tratamiento de agua de ósmosis inversa. Esto eliminará partículas sólidas y bacterias del agua de suministro del humidificador.

Como medidas secundaria, se deberá usar la esterilización ultravioleta para tratar el agua antes de utilizarla para humidificación. Esto matará o inactivará cualquier microorganismo que quede.

Además de la purificación del agua de suministro, el propio humidificador tendrá que tener un mecanismo de enjuague y vaciado automático para garantizar que el agua no pueda quedarse estancada en el sistema.

Esto reducirá el riesgo de crecimiento microbiano durante periodos de inactividad. El paso de aire comprimido aumentará esta protección y dejará las tuberías secas al final de un periodo de vaciado.

Cualquier sistema de tuberías dentro del entorno del almacén frío deberá ser de acero inoxidable y el diseño del sistema de tuberías lo deberá llevar a cabo personal competente. Las longitudes se deberán mantener lo más cortas posible (máx. 5 m) y se deberán evitar tramos muertos donde el agua se pueda estancar.

“
normas de
higiene excep-
cionalmente
estrictas
”



¿QUÉ MANTENIMIENTO REGULAR ES NECESARIO?



Junto a un diseño, instalación y puesta en servicio profesionales, un sistema de humidificación comercial requerirá una asistencia y mantenimiento regulares para que siga siendo eficiente e higiénico. Se deberá incluir un esquema de mantenimiento no solo para el humidificador, sino también para cualquier planta asociada, como los filtros de agua de ósmosis inversa.

Además del mantenimiento, Condair recomienda que se realice una desinfección regular de los humidificadores de nebulización de agua fría en la puesta en servicio inicial y cada seis meses. La limpieza y desinfección es una operación especializada y no la deberá llevar a cabo personal que no cuente con una evaluación de riesgos idónea, una declaración de método y la debida competencia.

Como parte del sistema de agua del edificio, también se deberá llevar a cabo una prueba de agua programada en el humidificador cada seis meses para registrar las temperaturas de agua y la actividad bacteriana.

¿HAY OTROS BENEFICIOS DE LA HUMIDIFICACIÓN?

El objetivo de la refrigeración primaria es eliminar el calor de la canal y transferir la energía térmica al aire que fluye por el almacén frío. La capacidad de calor específica del aire húmedo es mayor que la del aire seco. Por consiguiente, una ventaja adicional de aumentar el contenido de humedad del aire es que este absorberá más energía de la carne cuando entre en contacto con ella.

Esta transferencia térmica mejorada reducirá de forma efectiva el tiempo que requiere la canal para alcanzar su temperatura objetivo y la duración general del ciclo de refrigeración. Esto, a su vez, reducirá el consumo de energía del sistema de refrigeración e influirá en el crecimiento microbiano, ya que la temperatura de la carne bajará más deprisa.

“
transferencia
térmica
mejorada
”



¿SERÍA BUENA LA DESHUMIDIFICACIÓN EN ALMACENES FRÍOS?

La formación de hielo en celdas de congelación es un problema conocido. Cuando se abre la puerta, se pueden formar condensación y niebla. Y mantener la puerta cerrada no suele ser factible por razones logísticas. A menudo la puerta se queda abierta durante bastante tiempo.

Se forma condensación y niebla cuando el aire caliente del exterior se mezcla con el aire frío de la cámara de productos congelados. Debido a ello, se forma condensación por el conocido vapor de agua del aire. La niebla limita la visión y la humedad entrante se depositará como hielo en la cámara. En ese caso, una descongelación regular será la única solución.

Pero con el deshumidificador correcto, esta formación de hielo se podrá reducir de forma significativa. La formación de hielo se podrá evitar a menudo secando el aire. Los secadores de adsorción de Condair son una solución para este problema. Estos permiten controlar la humedad relativa de la cámara y la condensación en cuestión.

Deshumidificadores de adsorción Condair DA

Los deshumidificadores de adsorción son ideales para deshumidificar a temperaturas muy bajas o cuando se requiere una humedad muy baja. La serie Condair DA puede operar perfectamente a temperaturas inferiores a -30 °C y pueden proporcionar una humedad del 10 % de HR.

Hay módulos adicionales que se ajustan a ambos modelos tanto técnica como visualmente, garantizando así que se suministre la humedad correcta para la aplicación en cuestión. Esto incluye pre y posrefrigeradores, unidades de recuperación de calor y condensadores refrigerados por aire.

Los intercambiadores de aire adicionales pueden usar gas, agua caliente o vapor para reducir los costes del sistema y pueden funcionar con el calentador normal.

El deshumidificador se controla de serie a través de su pantalla digital interna, un controlador remoto opcional, a través de BMS (Modbus) o una aplicación

para smartphone. Hay numerosas opciones posibles, lo que significa que el deshumidificador puede actuar e informar conforme a las necesidades de la aplicación.

Los deshumidificadores Condair DA tienen de serie una carcasa de acero inoxidable para un rendimiento sólido e higiénico y ventiladores EC de gran calidad con un bajo consumo de energía. Las unidades se han diseñado de tal modo que tengan un fácil acceso, para que el mantenimiento sea sencillo.

Para más información sobre deshumidificación, póngase en contacto con su representante de ventas.

