

Sistemas enfriados por agua

**Artículo proporcionado por Alfa laval Chile S.A.C.I., por Sr. Sergio Cerda,
Ingeniero en Climatización USACH**

La Figura 17, muestra un sistema donde el agua de mar (SW enfría el agua de enfriamiento del condensador en un PHE, un sistema SECOOL. El agua de red (FW) enfriada se envía luego a varias unidades A/C). En la Figura 18, el agua de mar enfría directamente el condensador del PHE en una planta A/C central, que transporta el agua enfriada directamente o vía reductores de presión a los fancoil interiores. Esta sección expone las ventajas y las desventajas de los sistemas indirectos SW frente a los directos. Se presenta también una breve descripción de los equipos y del uso de agua de mar, salobre o de río como medio de enfriamiento. El término SW se usa para denominar todos los tipos de agua, si nada específicamente indica el tipo.

¿Qué es un Sistema SECOOL?

El nombre proviene de Secondary Cooling (enfriamiento secundario), un término acuñado por AlfaLaval para describir el enfriamiento de un circuito primario de agua tratada con uno secundario, normalmente de agua de mar o de río. El agua primaria se utiliza luego para enfriamiento en industrias, tales como procesos químicos, centrales eléctricas, acerías, refinerías, barcos, etc.

De especial interés para el ingeniero de refrigeración, es enfriar el agua en sistemas con condensadores de refrigerantes enfriados por agua. En muchos lugares, especialmente en Hong Kong, Singapur, Shanghai, Japón y otras zonas del lejano Oriente, el verano es caluroso y húmedo y el agua tratada es escasa, y, por tanto, las condiciones no son adecuadas para las torres de enfriamiento. El agua de mar está disponible con frecuencia y puede ser un sumidero de calor apropiado. Las figuras 17 y 18 presentan instalaciones típicas en un rascacielos.

Los dos GPHEs con placas de titanio enfrían el agua tratada circulante que es luego usada para enfriar los condensadores de refrigerante en las unidades A/C. Son muchas las ventajas del sistema. No se consume agua tratada como en el caso de una torre de enfriamiento. El agua tratada, o más comúnmente desmineralizada, se mantiene en un circuito cerrado, libre de oxígeno y otros productos corrosivos. Los equipos de la planta sólo entran en contacto con el agua tratada, que no es ni corrosiva ni tiene tendencia al ensuciamiento. El agua de mar sucia y corrosiva está contenida en el GPHE SECOOL.

La única ventaja del sistema es la disponibilidad de agua de mar o río. Si está disponible, el sistema es viable; si hay un kilómetro de distancia de la fuente de agua, probablemente no lo será.

Sistema Directo e Indirecto.

En un rascacielos, la presión de columna de agua potable desde la base hasta el tejado puede ser grande, más que suficiente para operar los fancoil con seguridad. Una subestación en cada planta de servicio suministra agua enfriada circulante a los fancoil de un grupo de pisos. Las plantas de servicio se sitúan a intervalos regulares típicamente empezando con la del piso 13 (que no aparece en los ascensores de algún hotel). Existen muchos modos de disponer este tipo de sistemas.

- La utilización más simple y efectiva de la diferencia de temperaturas disponible entre el aire de la habitación y el agua de mar sería tener un condensador SW en plantas A/C situadas en la mitad del edificio. Un circuito FW alimentaría a la parte superior del edificio y la otra inferior. El problema es que el SW corrosiva y sucia entra en el espacio de la máquina y existe un límite en la altura del edificio.

- En el sistema mostrado en la Figura 17, el agua tratada FW circulante es enfriada por el SW. El FW enfría los condensadores en las pequeñas plantas locales A/C, situadas en los pisos de servicio.

El circuito de FW debe soportar toda la presión desde la cima del edificio hasta los cimientos. También hay una pérdida de diferencia de temperaturas dado que los condensadores se alimentan con un agua entre 3 y 7°C por encima del SW. Una unidad A/C para todo el edificio se instala en la planta baja. Un circuito de FW- desde el suelo hasta la azotea- envía agua enfriada a los fancoil vía PHE (rompedores de presión / Pressure Breaker). Este PHE es una instalación pequeña y podría montarse en un cuarto de servicio en cada piso o todas juntas para un grupo de pisos.

La ventaja de este sistema es obvia, todos los equipos se sitúan en un único sitio en la planta baja y sólo el agua enfriada suministra al edificio.

- La desventaja es que la unidad A/C tiene que enviar agua enfriada entre 3 a 7°C más fría que del primer caso con el fin de que los fancoil operen con las mismas temperaturas. Pero, por otro lado, el condensador tiene una temperatura del agua superior.

Componentes

Toma de agua: En la figura 17, el agua se dirige a través de un corto canal a la planta baja donde están situadas las bombas de agua de mar. La ventaja de dicho sistema es el bajo costo de la obra civil.

La desventaja es la frecuente excesiva cantidad de desechos cerca de la orilla. En tal caso, el agua se puede tomar de una torre a cierta distancia de la orilla y a algunos metros del fondo, para canalizarla hasta la estación de bombeo. El agua en ese punto suele estar más limpia que la de la superficie, el fondo o la orilla. Además, la estación de bombeo puede estar a cierta distancia de la orilla y así el sistema no ocupa una posible zona de playa.

Colador o rejilla: una rejilla o un colador autolavable evita que los desechos entren en la estación de bombeo.

Bombas de agua de mar: En la figura 17, las bombas se sitúan por debajo de la superficie del agua. Al haber una presión de entrada positiva, no es necesario un sistema de cebado. Es también posible montarlas algo por encima de la superficie, pero entonces, se requiere un sistema de cebado.

Las bombas SW usualmente se hacen con un impulsor de bronce, un eje de acero inoxidable y envolturas de bronce o acero al carbono. Las bombas grandes deberían tener una entrada de succión doble, o sea, el SW entra en el impulsor por ambos lados (la fig 18 muestra una simple).

Filtros autolimpiantes: (Ver figura 17). Existen varios tipos. Alfalaval desarrolló un filtro específico para usarse con PHEs, para agua de mar o de río. La envoltura es de acero dulce revestido de caucho y la malla de acero inoxidable.

El tamaño más pequeño tiene una conexión de 100 mm. Se trata de un filtro estacionario, donde la acción limpiadora viene en parte de flujo inverso, y en parte por las fuerzas viscosas cuando el agua se hace pasar a través de la superficie filtrante. El Limpieza tiene lugar automáticamente a intervalos predeterminados o controlados por la pérdida de carga. La ausencia de partes móviles (excepto en el flujo inverso) lo hace muy seguro.

En el flujo inverso, la suciedad se expulsa a través de un pequeño tubo de agua residual, que preferiblemente se conecta con la línea principal de SW después del PHE SECOOL. Existen también filtros rotativos que limpian en continuo, pero algunos tienen tendencia a obturarse por los desechos.

Flujo inverso. Los desechos pequeños, algas, peces, etc, que han pasado la toma de agua pueden, en ausencia de filtro, tender a quedarse atrapados en la entrada del PHE. Una forma simple de librarse de ellos es invertir el flujo en el PHE y sacarlos, ver figura 18. Esto se hace automáticamente de 4 a 6 veces al día, entre 15 y 30 minutos cada vez.

Nota 1: En el flujo inverso, el flujo cambia normalmente de contracorriente a corriente, lo que podría llevar a una disminución temporal de la capacidad.

Nota 2: Excepto en casos muy especiales, no es necesario instalar ambos, filtro y sistema de flujo inverso.

Nota 3: Un sistema de flujo inverso no dispone de ninguna tubería de agua residual, lo que simplifica la instalación, al menos desde un punto de vista legislativo.

Nota 4: Un Condensador de enfriamiento directo debería disponer de un mejor sistema antiensuciamiento que uno indirecto, ya que el abrirlo involucra también el lado del refrigerante, lo cual es costoso y consume mucho tiempo.

Cloración: El agua salobre y de mar contiene multitud de vida marina, algas, hongos, bacterias, etc., el agua tratada algo menos. Los organismos grandes son atrapados en el filtro pero los pequeños pasan. Las larvas pueden pasar por casi cualquier tipo de colador, asentarse en la paredes, crecer y finalmente obturar el condensador. Los HE, de acero al Carbono enfriado por agua tratada puede albergar bacterias comedoras de hierro. Especialmente en invierno, el condensador es un lugar cálido y confortable donde hibernar.

Una forma efectiva de controlar el indeseado crecimiento marino donde lo permita la legislación- es la cloración sobre todo la cloración shock a intervalos no regulares, dado que por ej. hay ciertas larvas que tienden a memorizar los intervalos regulares y entonces se cierran.

El grado de cloración es difícil de predecir (la actividad marina, varía de un sitio a otro, estación, hora del día, etc.) Un Valor adecuado de inicio son 15 minutos, de 4 a 6 veces al día y un contenido de cloro 1- 2 ppm DESPUÉS del PHE. El punto de inyección debería estar inmediatamente antes del PHE. Si está alejado, todos los microorganismos en la línea entre el punto de inyección y el PHE se desplegarán y bloquearán el PHE.

Existen 3 sistemas de cloración principales de uso.

Inyección directa de cloro líquido: Sistema preferido en las industrias químicas, donde se dispone del conocimiento de cómo manejar el cloro líquido (pero probablemente en ningún sitio más).

Inyección de solución acuosa de hipoclorito de calcio o de sodio: Es un método de cloración más fácil y seguro, pero un poco zafio, ya que la solución es muy corrosiva.

El método más elegante es la electrólisis de agua de mar: Un alectrólisis de NaCl produce cloro e hidrogeno, justo lo que se necesita en el agua. Es caro, pero la ventaja es que no hay almacenamiento de un líquido corrosivo y/o peligroso.

Limpieza química: El SW no sólo contiene microorganismos sino también contaminantes, como aceite, humo y materia orgánica muerta. Todos ellos pueden quedar bloqueados en la superficie y deben ser retirados. La limpieza también debe hacerse si la cloración por una razón u otra no puede usarse.

En un sistema que se limpia en sitio (CIP- Cleaning in Place), el flujo de SW se cierra y las soluciones limpiadoras se circulan a través del PHE. Se suministran dos tipos de soluciones limpiadoras, especialmente desarrolladas para PHE. (ver documentación especial). Una es un tipo de detergente industrial, que es efectivo contra varios tipos de ensuciamiento orgánico. La otra es una solución ácida que disuelve las incrustaciones de carbonato de calcio y de magnesio, el tipo más común en agua de enfriamiento.

Limpieza manual: Usualmente es recomendable abrir el GPHE una vez al año para inspección manual y limpieza. De cualquier modo, los intervalos se pueden modificar desde varias veces al año a una vez cada 10 años. Si es una limpieza

anual, se debería realizar justo antes de la estación más cálida, es decir, cuando la carga del condensador es la máxima.

PHEs: Solo los GPHE y WPHW se emplean con SW. El material del PHE de SW, ya sea un condensador (WPHE) o un PHE SECOOL (GPHE), debería ser Titanio ya que es totalmente resistente al agua de mar y a la mayoría de productos químicos. Las excepciones son los compuestos de flúor, en solución o como compuestos en las juntas, por ej. la goma fluorada- Vitón- que nunca debería usarse con PHEs de Titanio.

Hay algunos aceros inoxidable de alta calidad, por ej. Avesta 254 (y 654) SMO, que son resistentes al salobre PERO NO EN COMBINACIÓN CON LA CLORACIÓN.

Nota 1: Un SWPHE para R22 no pueden operar a temperaturas de vapor continuo superiores a unos 90°C . Para amoníaco la temperatura continua está por encima de los 120°C.

El CuNi no es resistente al agua de mar contaminada que se halla en los puertos y áreas industriales. Puede utilizarse en barcos que están la mayor parte del tiempo en mares abiertos.

Nomenclatura del Artículo

PHE = Plate Heat Exchanger- Intercambiador de Calor de Placas.

FW = Fresh Water-Agua de Red.

A/C = Air Conditioning- Aire Acondicionado.

SW = Sea Water-Agua de Mar.

GPHEs = Gasket Plate Heat exchanger- Intercambiador de calor de placas con Empaquetaduras.

SWPHE = Semi welded Plate Heat Exchanger- Intercambiador de Calor Placas Semi- soldado.

Gira del Frío

Gira y visita técnica de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería de Ejecución en Climatización de la Universidad de Santiago de Chile

Con gran éxito culminó la gira de estudios y visitas técnicas a empresas de la X región desarrollada entre los días 2 y 8 de Diciembre por estudiantes de la Carrera de Ingeniería de Ejecución en Climatización de la Universidad de Santiago de Chile.

Con financiamiento propio y la planificación en detalle del profesor Víctor Andrade, se concretó una aspiración de reconocer en terreno las variadas aplicaciones de la Especialidad en el ámbito productivo y la trascendencia técnico-económico de los procesos involucrados.

Luego de un agradable viaje nocturno en tren hasta Temuco y posterior traslado en bus, la hermosa ciudad de Valdivia nos recibió con su típico clima de cambiante naturaleza.

El fin de semana se aprovechó de conocer algunos lugares de la zona, concretándose el imperdible paseo en el barco Marqués de Mancera, fue un día completo con almuerzo y onces incluida. Se visitó el Fuerte de Corral y la isla Teja. Los atractivos de la zona parecían multiplicarse con el paso del tiempo.

A primera hora nos pasó a buscar un minibús, enviado por la empresa, donde fuimos recibidos por el Sr. Hugo Bravo, Superintendente Línea de Fibras - Planta Valdivia de "Celulosa Arauco y Constitución S.A." La Planta está ubicada en el Km. 788 Ruta 5 Sur, San José de la Mariquina.

Con gran éxito culminó la gira de estudios y visitas técnicas a empresas de la X región desarrollada entre los días 2 y 8 de Diciembre por estudiantes de la Carrera de Ingeniería de Ejecución en Climatización de la Universidad de Santiago de Chile.

Con financiamiento propio y la planificación en detalle del profesor Víctor Andrade, se concretó una aspiración de reconocer en terreno las variadas aplicaciones de la Especialidad en el ámbito productivo y la trascendencia técnico-económico de los procesos involucrados.

Luego de un agradable viaje nocturno en tren hasta Temuco y posterior traslado en bus, la hermosa ciudad de Valdivia nos recibió con su típico clima de cambiante naturaleza.

La Planta está ubicada en el Km. 788 Ruta 5 Sur, San José de la Máquina.

Historia de la Refrigeración Presente:

Frigorífico Bories

Artículo proporcionado por Klaus Peter Schmid Spilker, Presidente DITAR – Chile

A 5,5 kilómetros al norte de Puerto Natales se encuentra emplazada una verdadera joya en la historia de la refrigeración en Chile, el Frigorífico Bories, declarado hace algún tiempo Monumento Nacional.

En ese lugar de la Patagonia Chilena, en la Provincia de Última Esperanza, es donde esforzados pioneros llegados desde Europa a fines del siglo XIX dieron vida a una floreciente industria en el ámbito de la ganadería ovina, que en aquellos años se expandía rápidamente por todo el territorio patagónico, desde la introducción de las primeras 300 ovejas en 1877 proveniente de las Islas Falkland o Malvinas. El ciudadano alemán Sr. Rodolfo Stubenrauch, colono y empresario visionario, inició las primeras construcciones en ese sector, logrando establecer una grasería en 1905. En los años siguientes y como propietaria, la más grande empresa patagónica, creada en 1893 y denominada "Sociedad Explotadora de Tierra del Fuego" construye una gran factoría llamada Frigorífico Bories, logrando iniciar el faenamiento, proceso y refrigeración de miles de ovejas en 1915.

Los magníficos edificios fueron construidos en ladrillos, al estilo europeo que rememora la era Post-Victoriana en Inglaterra, destacando el garaje de las locomotoras, la herrería, la tornería, la antigua oficina de los empleados, el gran edificio de la curtiembre y la grasería. Además, se puede observar la sala de pesaje frente al muelle propio, donde arribaban los grandes Buques Caponeros, los que venían desde Europa en busca de los productos cárneos procesados y congelados en la planta, para ser exportados especialmente a Inglaterra.

Gran interés presenta para nuestro rubro la sala de calderas y la sala de máquinas de refrigeración, que representan el corazón energético de la industria frigorífica, pues son el fiel testimonio del progreso industrial logrado a principios del siglo XX en la Patagonia.

Grandes calderas producían vapor como energía básica de la planta para diversos usos, entre los cuales destacan las dos poderosas máquinas que hacían operar mediante un complejo sistema de ejes y poleas de gran inercia a dos compresores de amoníaco de doble circuito, los que abastecían un complejo circuito de líneas para los diferentes recintos de congelación y cámaras de refrigerados y congelados. Llama la atención que las máquinas, todas de procedencia británica, estén en tan excelente estado de conservación, a pesar que datan del año 1913.

El vapor también abastecía grandes generadores de energía eléctrica, con lo que se logró un cierto grado de automatización en la operación general de la planta.

Hoy, este lugar está siendo restaurado paulatinamente desde hace 5 años por sus actuales propietarios, la arraigada y conocida familia MacLean, liderados por don Juan MacLean, un visionario y exitoso empresario ganadero de Puerto Natales. Esta restauración la están realizando con un gran esfuerzo y recursos propios, transformando este lugar en el “Museo Histórico e Industrial Puerto Bories”, como una manera de preservar el lugar donde trabajaba su abuelo.

Este Museo es el reflejo silencioso del esfuerzo pionero de miles de personas que trabajaron y forjaron futuro en esas tierras australes, especialmente en Última Esperanza, que en forma solitaria logró formar la ciudad de Puerto Natales en 1911 y puede ser visitado entre Octubre y Abril, de Martes a Domingo.

Se cobra una módica suma de dinero por la visita guiada, dinero que es reinvertido con creces en la continuación de la titánica obra de restauración de la planta.

Como Cámara Chilena de Refrigeración y Climatización A.G. y DITAR-Chile sólo nos cabe aplaudir y felicitar esta maravillosa iniciativa privada, que nos permite visualizar hoy los esfuerzos tecnológicos del pasado y disfrutar de esta única oportunidad de ver equipos e instalaciones de nuestra especialidad que generaron progreso y prosperidad para Magallanes y Chile.

Áreas Limpias

Artículo proporcionado por André Araya Arqueros, Ingeniero Civil Industrial, Termosistema LTDA.

El diseño de áreas limpias o salas limpias abarca mucho más que el control tradicional de temperatura y humedad. Otras variables que pueden ser considerados son: el control de particulado, el control microbiano, la descarga electrostática, la contaminación gaseosa y molecular, el control del patrón de flujo, la presurización, el control de sonido y vibración, aspectos de ingeniería industrial y disposición de equipamiento en manufactureras. El objetivo de un buen diseño para un área limpia, es controlar esas variables y a la vez que este diseño permita un costo de instalación y operación razonable.

Terminología

- Criterio de aceptación: El mayor y menor límite de parámetros farmacéuticos críticos (al interior de la sala). Si esos límites son excedidos, el producto farmacéutico podría ser considerado adulterado.

- Bloqueo de aire: Una pequeña habitación entre dos habitaciones a diferentes presiones y diseñada con puertas herméticas entre ambos espacios permite prevenir una gran pérdida de presión.

- Sala limpia "as built": Es una sala limpia completamente terminada y lista para la operación, con todos los servicios conectados y operativos, pero sin equipamiento de producción y de personal en la sala.

- Sala aséptica: Espacio controlado en el cual el crecimiento bacteriano se mantiene entre límites aceptables. No corresponde a una sala estéril, en la cual no existe vida en absoluto.

- Sala limpia "at- rest": Es una sala limpia completamente terminada y lista para la operación, con todos los servicios conectados y operativos, con equipamiento de producción, pero sin personal en la sala.

- CFU (Coloni forming unit): Es una medida de bacterias presentes en una sala de procesos farmacéuticos. Se mide como parte de la calificación de eficiencia de la sala.

- Challenge: Es una dispersión de partículas aerotransportadas de tamaños y concentraciones conocidas para realizar pruebas de funcionamiento y eficiencia filtros.

- Sala limpia: Área confinada especialmente construida para el control ambiental respecto de partículas, temperatura, humedad, presiones de aire, control de flujo de aire, movimiento de aire, vibración, ruidos e iluminación.

- Área limpia: Área definida, en la cual la concentración de particulado y las condiciones ambientales son controlados, sobre o bajo límites específicos.

- Contaminación: Toda sustancia, material o energía no deseado.

- Flujo convencional en sala limpia: mezcla de patrones de flujo de aire o flujo no unidireccional.

- Parámetros críticos: Variables que al interior de la sala (temperatura, humedad, renovaciones de aire, presión de la sala, nivel de particulado) afectan la conformación, seguridad, pureza o calidad en el desarrollo de productos del área farmacéutica.

- Superficie crítica: Superficie de trabajo protegida de la contaminación por partículas.

- Condiciones de diseño: Condiciones ambientales para las cuales el área limpia es diseñada.

- DOP: Dioctyl Phthalate, sustancia pulverizada utilizada para el testeo de eficiencia e integridad de un filtro HEPA.

- Exfiltración: Fugas de aire desde el interior de la sala a través de celosías o rebajes en puertas.

- Aire Primario: Aire que ingresa directamente hacia el espacio de trabajo, luego de atravesar el banco de filtros HEPA.

- FS 209(Federal Standard 209): Especifica las clases existente para las salas y áreas limpias de acuerdo a la cantidad de particulado de un tamaño específico (generalmente medido en micras) presentes en un volumen específico de aire. ISO Standard 14644-1, es un estándar internacional comparable para la aplicación de salas o áreas limpias. La tabla 1 y figura 1 presentadas a continuación permiten visualizar los criterios de ambos estándares. (ver tabla 1)

- FS 209 clase 1: Las partículas presentes en un metro cúbico de aire no deben exceder 35 para tamaños superiores a 0,5 micras.

- FS 209 clase 10: Las partículas presentes en un metro cúbico de aire no deben exceder 353 para tamaños superiores a 0,5 micras y que no excedan las 5 micras.

- FS 209 clase 100: Las partículas presentes en un metro cúbico de aire no deben exceder 3530 para tamaños superiores a 0,5 micras.

- FS 209 clase 1000: Las partículas presentes en un metro cúbico de aire no deben exceder 35300 para tamaños superiores a 0,5 micras.

- FS 209 clase 10000: Las partículas presentes en un metro cúbico de aire no deben exceder 353000 para tamaños superiores a 0,5 micras o no deben superar las 2300 de tamaños superiores a 5 micras.

- FS 209 clase 100000: Las partículas presentes en un metro cúbico de aire no deben exceder 3530000 para tamaños superiores a 0,5 micras o no deben exceder las 24700 para tamaños superiores a 5 micras.

- Filtro HEPA (High Efficiency Particulate Air): Filtro que cuenta con una eficiencia de lo menos el 99,97 % para partículas de tamaño 0,3 micras.

- ISO: Organización internacional de estandarización.

- ISO 14644-1 Clase 3: Las partículas presentes en un metro cúbico de aire no deben exceder 35 para tamaños superiores a 0,5 micras.

- ISO 14644-1 Clase 4: Las partículas presentes en un metro cúbico de aire no deben exceder 352 para tamaños superiores a 0,5 micras y que no excedan las 5 micras.

- ISO 14644-1 Clase 5: Las partículas presentes en un metro cúbico de aire no deben exceder 3520 para tamaños superiores a 0,5 micras.

- ISO 14644-1 Clase 6: Las partículas presentes en un metro cúbico de aire no deben exceder 35200 para tamaños superiores a 0,5 micras.
- ISO 14644-1 Clase 7: Las partículas presentes en un metro cúbico de aire no deben exceder 352000 para tamaños superiores a 0,5 micras o no deben superar las 2930 de tamaños superiores a 5 micras.
- ISO 14644-1 Clase 8: Las partículas presentes en un metro cúbico de aire no deben exceder 3520000 para tamaños superiores a 0,5 micras o no deben exceder las 29300 para tamaños superiores a 5 micras.
- Make-up air: Aire inyectado al sistema ventilación, presurización y reemplazo de aire de extracción.
- PAO: Polyalphaolefin, sustancia sustituta al DOP en testeo de filtros HEPA.
- Concentración de partículas: Número de partículas presentes en un volumen de aire.
- Tamaño de partícula: La dimensión lineal máxima aparente de una partícula en un plano de observación.
- Clase de la sala: Clasificación de acuerdo a la calidad del aire (Ver ISO ó FS)
- Filtro ULPA (Ultra Low Penetration Air): Filtro con una eficiencia mínima de 99,999 % para partículas de tamaño 0,12 micras en adelante.
- Estación de trabajo: Superficie de trabajo abierta o cerrada con inyección directa de aire.

Aplicaciones para salas y áreas limpias.

El uso de ambientes de salas limpias en procesos de manufactura continúa creciendo de acuerdo al avance de la tecnología y la necesidad de incrementar los ambientes de trabajos más limpios. Las siguientes industria utilizan áreas limpias para la manufactura de sus productos:

- Industria Farmacéutica y Biotecnología: La preparación de productos farmacéuticos, biológicos o médicos requieren de áreas limpias para tener el control sobre el particulado que podría producir crecimiento bacteriano no deseado u otras tipos de contaminación dentro de sus procesos.

- Microelectrónica y semiconductores: Los avances en la microelectrónica derivan en el diseño de áreas limpias. De hecho las industrias relacionadas con la fabricación de estos semiconductores, forman parte de un porcentaje significativo de salas limpias en operación dentro de USA . La mayoría de estas salas han sido diseñadas con Clase 8 (ISO 14644-1) u otras más exigentes.

- Industria Aeroespacial: Las salas limpias fueron primitivamente desarrolladas para satisfacer las necesidades de la industria aeroespacial en la fabricación de satélites y misiles, entre otros.

- Otras Aplicaciones: Las salas limpias también son utilizadas en la industria de la comida, tanto en su preparación como en su embalaje. También se consideran aplicaciones para salas de pintura de automóviles e industrias ópticas entre otras. Las salas de operación de hospitales podrían ser clasificadas a la vez como salas limpias, pero su función primaria está relacionada con limitar particulares tipos de contaminación asociados a la cantidad de partículas presentes. Las salas limpias son utilizadas para la aislamiento de pacientes y para efectuar cirugías en las que existe riesgo de infecciones.

Partículas aerotransportadas y su control.

El transporte por vía aérea de las partículas es un suceso que ocurre espontáneamente en la naturaleza. Polen, bacterias, polvo o brisa conforman parte de este fenómeno. También la industria genera partículas que viajan por el aire tales como gases de la combustión, vapores industriales y químicos, entre otros. Por otra parte los seres humanos somos los principales causantes de las emisiones de particulados a través de nuestras ropas, pelo, respiración, etc). Los tamaños de esas partículas aerotransportadas varían desde 0,001 micra hasta 100 micras. Las partículas mayores a 5 micras tienden a decantar por gravedad. En muchos procesos de manufactura, esas partículas son vistas como fuentes de contaminación.

- Fuentes de particulado en áreas limpias: En general los focos de contaminación de un área limpias se clasifican en dos (2): las internas y las externas.

- Fuentes externas: Las fuentes de particulado externas ingresan al área limpia generalmente por infiltración a través de puertas, ventanas y pasadas para ductos, canalizaciones o cañerías. La fuente externa de mayor incidencia es generalmente el aire de recambio exterior que ingresa a través de los sistemas de aire acondicionado. En una sala limpia en operación, los focos de contaminación externos tienen efectos mínimos en la concentración de particulado debido a la utilización de filtros HEPA para la inyección de aire. Las fuentes externas de contaminación son controladas mediante la filtración, presurización y sellado de ranuras u orificios colindantes con el ambiente externo.

- Fuentes Internas: Las personas, el equipamiento y la ejecución de los trabajos genera particulado al interior de una sala limpia. La principal fuente de contaminación interna son las personas que trabajan al interior de las salas limpias, liberando desde

miles hasta millones de partículas en el interior de estas áreas. Los diseñadores de áreas limpias podrían no estar capacitados para controlar o prevenir completamente los focos de emisión interna de particulado, pero si podrían anticiparse en diseñar mecanismos de control y patrones de flujo de aire para limitar los efectos de dicha contaminación.

- Filtros de Fibra: La apropiada filtración de aire previene la mayoría de la contaminación externa que podría ingresar a las áreas limpias. Existen filtros de alta eficiencia en dos tipos: HEPA y ULPA. Ambos son fabricados con tecnología en papel de fibra de vidrio y con separadores de aluminio. La profundidad de estos filtros varía desde 25 a 300 mm. Sus eficiencias están indicadas en la terminología expuesta anteriormente. Existen pruebas de laboratorio para certificar la correcta instalación de estos filtros mediante mediciones de particulado para verificar que no existan infiltraciones o fallas de fábrica y además que cuente con el correcto sello perimetral entre el gabinete portafiltros y la envolvente del filtro.

Control del patrón de flujo

La turbulencia del aire en un área limpia está fuertemente influenciada por la configuración de la inyección y el retorno de aire, el tránsito peatonal interior y la distribución del equipamiento de procesos al interior. Seleccionar el patrón de flujo de aire es el primer paso para un buen diseño del área limpia. Existen numerosas configuraciones de patrones de flujo de aire, pero estas se dividen en dos grandes categorías: flujo unidireccional de aire (comúnmente conocido como laminar) y flujo no unidireccional de aire (también llamado turbulento).

- Flujo Unidireccional: Se caracteriza por que el flujo de aire avanza en una sola dirección a través de la sala, generalmente con líneas de flujo paralelas entre sí. Idealmente, se evita la interrupción de estas líneas de flujo por parte de objetos, maquinaria o personal. Sin embargo al encontrar algún obstáculo estas líneas de flujo lo rodean y generalmente debido a su único sentido se reordenan. En este tipo de flujo el patrón de flujo de aire es óptimo y la turbulencia es mínima. En las salas limpias con flujo unidireccional, típicamente el aire es introducido a través de filtros HEPA o ULPA de cielo y el retorno se realiza a través del piso o en la parte inferior de los muros laterales.

- Flujo no Unidireccional: Se diferencia fundamentalmente por la localización de la inyección y retorno de aire y la ubicación del filtro. La figura mostrada a continuación gráfica estas diferencias.

Para mayor información respecto de diseños específicos de áreas limpias para la industria, controles de patrones de flujo de aire, favor revisar AHSRAE HANDBOOK 2003, capítulo 16.

Ley de Ozono

Artículo elaborado por Uniad Ozono, Departamento Control de la Contaminación, Comisión Nacional del Medio Ambiente, CONAMA. Punto Focal del Protocolo de Montreal en Chile.

Entra en vigencia la ley que establece el control de sustancias agotadoras de la capa de ozono. El pasado 23 de Marzo fue publicada en el Diario Oficial la Ley N° 20.096, que establece mecanismos de control aplicables a las sustancias agotadoras de la capa de ozono y que fue promulgada en la ciudad de Punta Arenas en Febrero pasado.

De esta manera, nuestro país cuenta desde ahora con una poderosa herramienta legal, que le permitirá cumplir adecuadamente con los compromisos internacionales asumidos en el marco del Protocolo de Montreal, tendientes a reducir el consumo de las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono (SAOs) e informar a la opinión pública de sus efectos y de la radiación ultravioleta en general.

Esta Ley es el resultado final de una indicación enviada durante el mandato del ex-presidente Ricardo Lagos, donde se recoge y enriquece un proyecto presentado el año 2001, por los Senadores Stange, Ruiz di Giorgio, Horvath y Vega, miembros de la Comisión de Recursos Naturales, Medio Ambiente y Bienes Nacionales de la Cámara Alta. La indicación del Gobierno incorporó aspectos claves, como la posibilidad de establecer volúmenes máximos de importación de las sustancias y productos controlados en el Protocolo de Montreal, para regular así su consumo nacional.

Esta nueva normativa es fruto del trabajo coordinado de distintos Ministerios, como son Salud, Economía, Agricultura, Hacienda, Relaciones Exteriores y servicios públicos, como CONAMA y el Servicio Nacional de Aduanas. Permitirá a Chile cumplir con los compromisos asumidos en el marco del Protocolo de Montreal (Decreto Supremo N°238/1990, Ministerio Relaciones Exteriores), tendientes a reducir el consumo de las sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAOs), tales como los CFCs (clorofluorocarbonos) utilizados en refrigeración y aire acondicionado, los halones utilizados en extintores de incendios, el bromuro de metilo en agricultura y solventes como el metilcloroformo (TCA), tetracloruro de carbono y el CFC-113.

Asimismo, se informará a la opinión pública sobre los efectos del deterioro de la capa de ozono y de la radiación ultravioleta, con el fin de promover conductas seguras frente al riesgo de la exposición.

El rol de la capa de ozono en la atmósfera

El ozono es un gas compuesto por tres átomos de oxígeno (O₃), presente en dos zonas de la atmósfera: tropósfera (entre el nivel del mar y los 15 Km de altura) y la estratósfera (entre los 10-16 Km y los 50 Km de altura). El 10% del ozono total está presente en la tropósfera, región más cercana a la superficie terrestre, debido a contaminación urbana, razón por la cual es denominado comúnmente como “ozono malo” y el 90% restante se encuentra en forma natural en la estratósfera, formando una capa protectora que filtra las radiaciones ultravioletas (UV) del sol, que son dañinas para la salud y el medio ambiente, tales como las UV-B, razón por la cual es denominado “ozono bueno”. También ejerce una función reguladora del clima terrestre, al influir en la distribución térmica de la atmósfera.

En la tropósfera, el O₃ se forma a partir de reacciones químicas entre hidrocarburos y gases nitrogenados provenientes de procesos de combustión, por la acción de la radiación ultravioleta. En la estratósfera, el ozono se forma naturalmente mediante reacciones químicas entre moléculas de oxígeno gaseoso (O₂), átomos de oxígeno (O) y luz ultravioleta. Como resultado, en forma natural la producción del ozono estratosférico está constantemente en equilibrio con su destrucción.

Sin embargo, ciertos productos químicos que contienen cloro y bromo, al ser liberados se descomponen en la estratósfera debido a los altos niveles de radiación ultravioleta, produciendo la liberación de sus átomos de cloro y bromo altamente reactivos. Estos átomos participan en una serie de reacciones químicas que alteran el equilibrio natural entre el O₃ y el O₂, produciendo un agotamiento acelerado de la capa de ozono.

Ley Nº 20.096

Esta normativa entrega atribuciones a los Ministerios de Secretaría General de la Presidencia, Salud, Economía, Agricultura, Hacienda, Relaciones Exteriores, y servicios públicos como Servicio Nacional de Aduanas, Servicio Nacional del Consumidor, Servicio Agrícola y Ganadero, y Dirección Meteorológica de Chile.

En su parte medular, establece mecanismos de control para registrar y fiscalizar la importación y exportación de las sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAOs) y los productos que las utilicen en su funcionamiento. Así como también la aplicación de restricciones y prohibiciones a dichas operaciones, a la producción nacional y cautela que su utilización y aplicación se realice de acuerdo a normas mínimas de seguridad para las personas. El control de ingreso y salida del país de las SAOs, será responsabilidad del Servicio Nacional de Aduanas.

Asimismo, obliga al etiquetado de los productos comerciales que contienen SAOs, con avisos que adviertan a la población de sus efectos negativos sobre la capa de ozono. La reglamentación de su almacenamiento, tratamiento, reciclaje y transporte, será responsabilidad del Ministerio de Salud. Por su parte, los bloqueadores solares, anteojos y otros productos protectores de las quemaduras solares, deberán llevar indicaciones sobre su efectividad ante diferentes grados de deterioro de la capa de ozono. Los informes meteorológicos que a diario emiten los canales de televisión, prensa escrita, radio e Internet, deberán incluir antecedentes

acerca de los niveles de radiación ultravioleta y de los riesgos asociados para la población.

Las SAOs

Las sustancias agotadoras de la capa de ozono se encuentran identificadas en los Anexos A, B, C y E del Protocolo de Montreal, siendo las más conocidas, las siguientes:

Calendario de reducción y eliminación de gases refrigerantes SAOs

En el caso de los gases utilizados en refrigeración, tales como los gases refrigerantes (CFC-11, CFC-12, HCFC-22) y los gases utilizados en la fabricación de espumas (CFC-11 y HCFC-141b), el Protocolo de Montreal establece los siguientes calendarios de reducción y eliminación:

Referencias

- “Salvar la capa de ozono: cada acción cuenta”; Programa Acción Ozono,

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Industria y Medio Ambiente (IMA/PNUMA); Francia (1996). ISBN: 92-807-1599-0.

- Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Ley N° 20.096. Que establece mecanismos de control aplicables a las sustancias agotadoras de la capa de ozono (2006).

- D.W. Fahey (Leader Autor);

“Twenty questions and answers about the ozone layer”; 2002.

- Departamento de Comunicaciones de CONAMA.

Notas de prensa 2005 y 2006.

- Fondo Venezolano de Reversión Industrial y Tecnológica, FONDOIN.
www.fondoin.com.ve