

## El manteniment preventiu de les bombes de calor deshumectadores

### **Necessitat de deshumectar l'aire del recinte dels vasos de les piscines cobertes**

La temperatura de l'aigua del vasos de les piscines cobertes genera de manera natural una evaporació d'aigua, en forma de vapor d'aigua. Aquesta evaporació s'incrementa significativament amb l'agitació de l'aigua per part dels usuaris dels vasos.



Aquesta evaporació d'aigua, genera un augment de la humitat de l'aire del recinte dels vasos i de no mantenir-se en uns límits i evitar el seu augment sense control, es crearien unes condicions que afavoririen un disconfort tèrmic important pels usuaris, afavoriria també la proliferació de fongs i microorganismes amb el risc per la salut que això suposa, i amb el temps es malmetrien part dels materials de construcció per les condensacions que es formarien sobre els tancaments. Per aquests raons es necessari mantenir el nivell d'humitat relativa dels recinte dels vasos de les piscines cobertes per sota del 65 %.

Per les piscines cobertes públiques l'opció més eficaç i econòmica és la utilització d'una o més d'una bomba de calor deshumectadora autònoma. També es pot utilitzar un climatitzador específic per la piscina, alimentat per una refredadora externa (amb recuperació de calor), que dóna servei de fred a diferents dependències de la instal·lació esportiva.



Fotografies de bombes de calor deshumectadores, en sala tècnica i en coberta.

## Condicions de confort en una piscina coberta

Abans d'explicar com funciona una bomba de calor, es comentaran quines condicions de confort són les que s'han de mantenir en l'aire del recinte dels vasos de la piscina.

Les condicions de confort fan referència a dos àmbits

- Confort tèrmic (temperatura i humitat relativa de l'aire)
- Qualitat de l'aire

### Confort tèrmic

La temperatura de l'aire dels recinte dels vasos, per normativa està condicionada per la temperatura de l'aigua dels vasos, tal com es mostra en les dues taules següents:

#### Real decret 742/2013 Criteris tècnic-sanitaris de les piscines

Temperatura aigua	24 a 30 °C (depèn ús) ≤ 36°C en spa's
Temperatura aire	1 a 2 °C > T aigua. Excepte vasos spa's i terapèutics
Humitat relativa	< 65 %

#### Reglament d'Instal·lacions tèrmiques en edificis RITE (2007)

Temperatura aigua	24 a 30 °C (depèn ús); s'exceptuen les d'ús terapèutic
Temperatura aire	1 a 2 °C > T aigua. Amb un màxim de 30 °C
Humitat relativa	< 65 %

#### Decret 95/2000 de normes sanitàries aplicables a les piscines d'ús públic

Temperatura aigua	24 a 30 °C
Temperatura aire	2 a 4 °C > T aigua
Humitat relativa	60 - 70 %

A continuació es citen els valors de temperatura recomanats per l'aigua del vas, segons el Manual tècnic de piscines de la Generalitat de Catalunya de l'any 2002.

Competició	24 - 26 °C
Entreteniment	26 - 28 °C
Aprenentatge	29 °C
Piscina infantil	30 °C
Nens de 3 a 6 anys i 3 <sup>a</sup> edat	32 °C
Dones embarassades	30 - 32 °C

Com es pot observar hi ha petites diferències en relació als valors de confort tèrmic de l'aire entre el que diu la normativa estatal (ja sigui el Real decret de piscines o el Reglament d'instal·lacions tèrmiques RITE del l'any 2007) i el decret de piscines de la Generalitat de Catalunya.

De les diferents normatives, els Reals Decrets, tenen més jerarquia que el Decret de la Generalitat, per tant la temperatura de l'aire hauria d'estar entre 1 o 2 graus la

temperatura de l'aigua dels vasos, amb un màxim per la temperatura de l'aire de 30 graus pels vasos convencionals (exceptuant els vasos hidromassatge i els teràpèutics).

La temperatura de l'aire en moltes instal·lacions existents no pot arribar als requeriments normatius exigits, ja que en el seu moment (abans del 2007) els equips de climatització de l'aire foren dimensionats fixant temperatures de l'aigua entre 24 i 26 °C i les que corresponien a l'aire. Però la realitat és que a la pràctica s'exigeix més temperatura en l'aigua dels vasos ( 27 - 30 °C), i els equips de climatització del recinte (la bomba de calor deshumectadora) són incapaços d'augmentar els graus necessaris la temperatura de l'aire en relació a la de l'aigua.

Per la humitat relativa de l'aire del recinte dels vasos s'aconsellen valors inferiors al 65 %.

Pel control diari d'aquests paràmetres el Decret 95/2000 pel qual s'estableixen les normes sanitàries aplicables a les piscines d'ús públic, en el seu article 11, fixa que:

Les piscines cobertes han de disposar dels mecanismes necessaris per assegurar la renovació constant de l'aire del recinte, garantint una temperatura i humitat relativa adient. **Als efectes de control d'aquests extrems disposaran almenys, d'un termòmetre i d'un higròmetre situats a la zona de platja.**

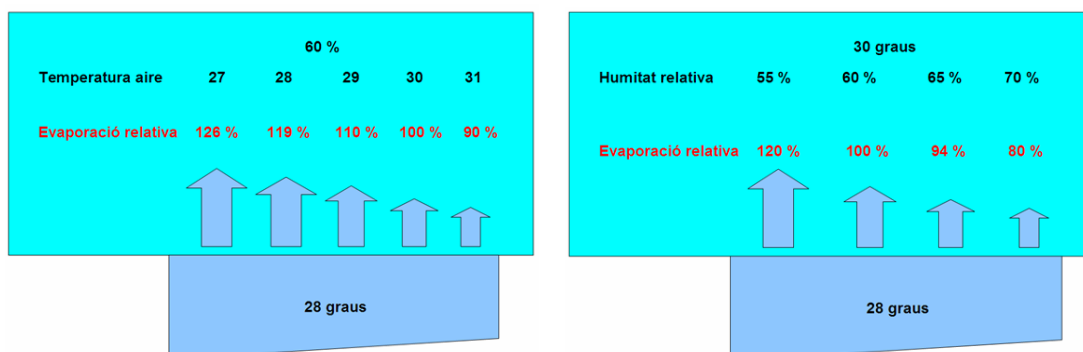


Com el clor combinat que s'evapora de l'aigua dels vasos és molt oxidant, i afecta molt significativament a la majoria de sondes d'humitat, es recomanen com a higròmetres per la zona dels vasos, els que consisteixen en dos termòmetres; el de temperatura seca (que dona la temperatura de l'aire) i el de temperatura humida. Amb ambdós valors de temperatura s'entra en una taula que té el mateix higròmetre i es determina la humitat relativa. El cost d'aquest higròmetre és d'uns 140 €.

Mantenir els valors de temperatura de l'aire i d'humitat relativa és imprescindible per minimitzar les queixes dels usuaris en relació al confort tèrmic, i en concret les relatives a la temperatura de l'aigua del vas.

Si la temperatura de l'aire i la humitat relativa no són les adequades, el banyista pot tenir sensacions tèrmiques de fredor quan el seu cos està en contacte amb l'aire exterior. Això es degut a una evaporació ràpida i quantitativa de la superfície mullada del seu cos, que no té a veure amb la temperatura de l'aigua (com generalment es queixen), sinó en les inadequades condicions tèrmiques de l'aire.

En les següents figures s'explica aquest fenomen. Es suposa un vas a 28 °C, i l'aire del recinte dels vasos amb dos supòsits (un a temperatura de l'aire variable, mantenint la humitat relativa al 60 % i l'altre mantenint la temperatura de l'aire a 30 °C i variant la humitat relativa).



En la primera figura, es veu que si la humitat relativa és correcta, però la temperatura de l'aire es inferior o igual a la temperatura de l'aigua, l'evaporació d'aigua (tant de la piscina, com de l'aigua superficial del cos del banyista – i per tant la sensació de fred) s'incrementa significativament.

En la segona figura es visualitza, que tot i ser correcte la temperatura de l'aire, si la humitat relativa de l'aire no és l'adequada, l'evaporació i la sensació de fred també s'intensifiquen.

Per tant, s'aconsella que davant d'una queixa d'una inadequada temperatura de l'aigua del vas, es comprovi que les condicions tèrmiques de l'aire siguin les correctes, per què en la majoria dels casos el disconfort tèrmic vindrà per l'aire i no per l'aigua.

Tot i així, donat que en una mateixa piscina es poden donar usos diferents (entrenament, aiguagym,...) pels quals s'aconsellen temperatures diferents, pot ser que realment els usuaris tinguin un disconfort per la temperatura de l'aigua. En aquests casos es recomana que per les activitats amb menys despesa energètica es facin exercicis de calentament previs o fins i tot que s'utilitzin neoprens (que també ajuden a augmentar la flotabilitat).

### Qualitat de l'aire

La qualitat de l'aire és una forma de mesurar les condicions higièniques de l'aire en els espais interiors, intentant conèixer les concentracions de contaminants presents en l'aire.

Aquests contaminants són els derivats de la pròpia activitat humana (CO<sub>2</sub>, suor,...), els compostos químics que s'evaporen de l'aigua dels vasos i els que poden emetre els materials de construcció i les activitats de manteniment i neteja.

Per evitar la formació d'elevades concentracions de contaminants en l'ambient interior, els edificis han de disposar d'un sistema de ventilació per a l'aportació de suficient cabal d'aire exterior.

La concentració de diòxid de carboni (CO<sub>2</sub>) és la magnitud (indicador) que s'acostuma a utilitzar per determinar la qualitat de l'aire, ja que una adequada ventilació que

asseguri una correcta concentració de CO<sub>2</sub>, en la majoria dels casos, és una garantia que en la ventilació també hi ha hagut una adequada dilució dels altres contaminants en l'aire interior.

El Real decret 742/2013 de Criteris tècnic-sanitaris de les piscines fixa que en el recinte dels vasos i en les sales tècniques amb productes químics s'hagi de mesurar diàriament la concentració de CO<sub>2</sub> per sobre de la concentració d'aire exterior.

Per fer-ho, amb un analitzador de CO<sub>2</sub>, s'haurà de determinar la concentració de CO<sub>2</sub> interior i la de l'aire exterior, es restaran els valors i entrant en la taula següent es determinarà la categoria de la qualitat de l'aire

Categoria	CO <sub>2</sub> interior – CO <sub>2</sub> exterior (ppm*)	
	Rang	Valor promig
Aire d'òptima qualitat	≤ 400	350
Aire de bona qualitat	<b>400 - 600</b>	<b>500</b>
Aire de qualitat mitja	600 - 1000	800

(\* amb unitats de volum; per exemple cm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>)

Pel recinte dels vasos i les sales de productes químics aquesta qualitat ha de ser com a mínim a la corresponent a "Aire de bona qualitat", mentre que per les altres dependències d'una piscina o complex esportiu, la qualitat de l'aire, es podrà comprovar també, hi haurà de ser com a mínim la d' "Aire de qualitat mitja".

El cost d'un equip portàtil per fer la mesura de la concentració de CO<sub>2</sub> és de l'ordre d'uns 300 - 700 €. Un equip portàtil que permeti fer la lectura del CO<sub>2</sub> i d'altres paràmetres, és més car i pot ser de l'ordre dels 1.200 €.

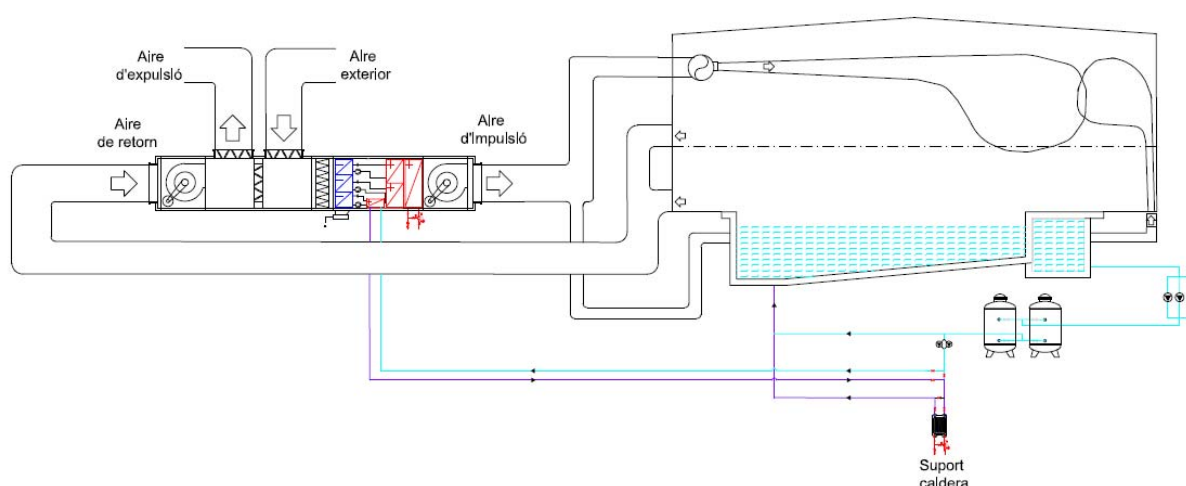
L'experiència de l'Oficina d'Equipaments Esportius de la Diputació de Barcelona, demostra que hi ha piscines cobertes que tot i complir els requisits de concentració de CO<sub>2</sub> en el recinte dels vasos, pel que es podia suposar que la piscina estava ben ventilada, es trobà que hi havia concentracions en l'aire de productes volàtils de la desinfecció de l'aigua (tricloramines) en concentracions per sobre dels valors recomanats.

Per tant en piscines cobertes, una correcta concentració de CO<sub>2</sub>, no és garantia sempre d'un aire de bona qualitat. L'inconvenient és que no estan clars, encara la utilització d'indicadors, que ens indiquin la concentració dels compostos químics que s'han evaporat del vas i que acostumen a ser força oxidants. En aquests casos ens podem ajudar de l'olfacte, quan detectem l'olor característic de moltes piscines en l'ambient és que la concentració d'alguns d'aquests compostos volàtils (en concret les cloramines) és excessiva i s'han de prendre mesures, som ara ventilar més la sala, reduir el clor combinat dels vasos,...

## Funcionament de la bomba de calor deshumectadora

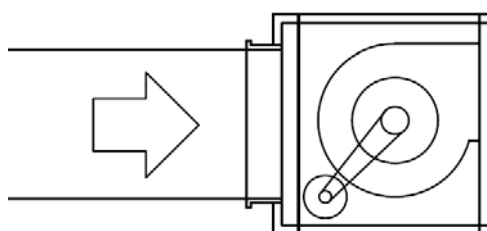
La bomba de calor deshumectadora, és una màquina frigorífica que deshumecta l'aire carregat d'humitat del recinte del vasos, permet la ventilació amb la incorporació del cabal l'aire exterior (aire de renovació) i calenta l'aire, podent calentar també l'aigua d'alguns vas.

A continuació es mostra un esquema del funcionament, que presenten moltes bombes de calor deshumectadores que es comercialitzen al mercat.



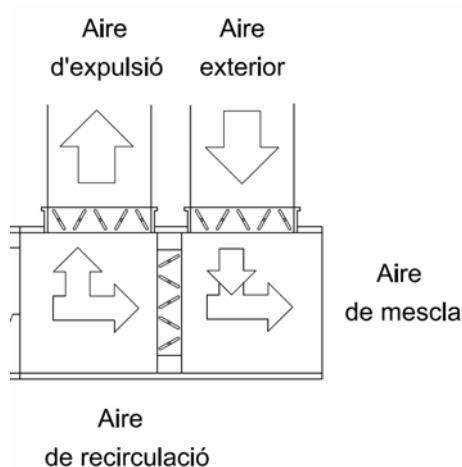
L'aire carregat d'humitat (i calent) que s'ha d'evacuar del recinte dels vasos, amb l'ajuda del ventilador/s de la bomba de calor deshumectadora, es retorna a través de conductes d'aire a aquesta unitat.

**Aire  
de retorn**



Passat el ventilador de retorn, l'aire entra en la secció de mescla o free-cooling (refredament gratuït), secció que regula la ventilació del recinte dels vasos, a través de 3 comportes motoritzades. En funcionament normal, o sigui amb usuaris, una part de l'aire extret del recinte dels vasos s'expulsa a l'exterior per permetre la renovació de l'aire; la part no expulsada que és l'aire recirculat es mescla amb l'aportació necessària d'aire exterior de renovació i es fa passar per les bateries de bescanvi tèrmic.



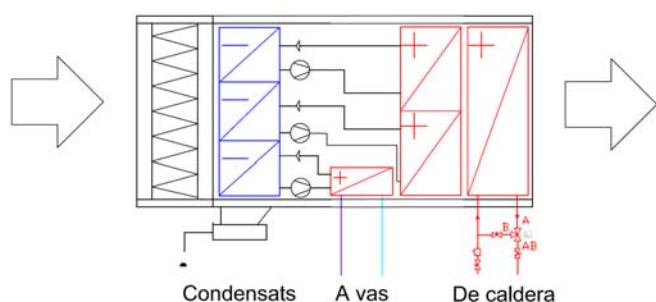


La regulació automàtica de les comportes de la secció de mescla o free-cooling, es pot realitzar per comparació entàlpica (humitat i temperatura de l'aire) o de temperatura entre l'aire extret del recinte i l'aire exterior. En el cas que les condicions externes tèrmiques de l'aire siguin molt desfavorables (aire molt fred) les comportes només deixaran passar el cabal d'aire exterior necessari per la renovació de l'aire, recirculant la major part de l'aire extret del recinte. Quan les condicions exteriors (amb aire calent) permetin assecat i calentar l'aire del recinte, minimitzant o eliminant al necessitat dels compressors frigorífics, les comportes es col·locaran de manera que s'expulsi i es redueixi l'aire recirculat, fent que tot o quasi tot l'aire que s'impulsa sigui aire exterior, que és aire sec i calent.

Previ a les bateries de bescanvi tèrmic i per protegir-les hi ha un filtre amb una manta filtrant de polièster (filtrina), que reté les partícules que arrossega l'aire.

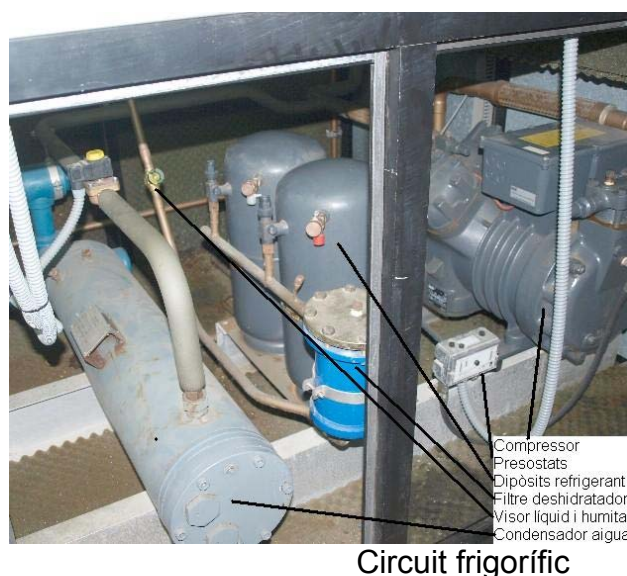


L'aire filtrat es fa passar per la bateria evaporadora on es produeix el refredament de l'aire i la condensació de bona part del vapor d'aigua que conté. S'ha produït, doncs, una cessione de calor sensible i latent que ha estat absorbida pel fluid refrigerant de la bomba de calor deshumectadora.



Aquesta calor es pot alliberar al mateix corrent d'aire circulant a través d'una bateria condensadora d'aire i/o a una bateria condensadora d'aigua (per aport de calor als vasos o a l'aigua calenta sanitària). Depenent de les necessitats de deshumectació hi haurà més o menys compressors, i les equivalents bateries evaporadores.

Aquest transport de calor des de la bateries evaporadores a les bateries condensadores, s'assoleix amb circuits frigorífics (com els de les neveres domèstiques), equips que han de ser reparats i mantinguts per empreses especialitzades.



Tant per escalfament de l'aire (hores nocturnes de l'hivern) com dels vasos (en la seva posada a règim) hi ha determinats moments que necessiten un aport calorífic addicional que es fa a partir d'una bateria de reforç del calor del circuit de calefacció de les calderes. La bateria de recolçament a l'escalfament a l'aire es troba integrat en les bombes de calor com una bateria més, la final en concret.

Destacar que a l'estiu, l'ideal seria poder crear una corrent de ventilació natural en el recinte dels vasos, que permetria tancar els circuits frigorífics de la bomba de calor, ja que l'aire exterior és prou sec i calent. En el cas que aquesta circulació d'aire fos prou homogènia fins i tot es podrien parar els ventiladors de recirculació. De no ser així, com passa en moltes piscines cobertes, on en el seu disseny no s'ha tingut en compte



aquesta recomanació constructiva, i el free cooling no és del 100 % del cabal total de la màquina, s'ha de deshumectar l'aire, i el calor eliminat en les bateries condensadores, fa que en determinats moments la temperatura de l'aire i dels vasos augmenti fins a nivells indesitjats de confort. En aquesta casos s'aconsella instal·lar un condensador remot, que cedeixi el calor sobrant a l'exterior.

La distribució de l'aire sec i calent que s'impulsa per conductes des de la bomba de calor deshumectadora és d'una gran importància.

L'aire s'impulsarà de manera que s'evitin temperatures superficials, en els tancaments, inferiors al punt de rosada<sup>1</sup>, el que provocaria condensacions. A nivell il·lustratiu, un tancament a uns 20°C en el seu cantó interior, per les condicions d'humitat i temperatura del recinte ja pot presentar condensació.

Les superfícies més susceptibles a aquest fenomen són els tancaments vidriats, on s'aconsella fer una impulsió de l'aire de la deshumectadora de baix a dalt del tancament. A tal efecte sovint a sota de la platja es col·loca un conducte d'aire que segueix el perímetre del tancament vidriat, conducte al llarg del qual s'impulsa aire calent que escombra interiorment les superfícies vidriades de la piscina.

S'han d'evitar els corrents d'aire per sobre la làmina d'aigua, ja que afavoriria l'evaporació, i també la sensació de fred en els banyistes.

La resta d'impulsió i l'extracció de l'aire s'ha de dissenyar de manera que no es faciliti la formació de bosses d'aire estancant, que s'acabarien refredant i condensant. Per minimitzar aquest problema s'aconsella també recircular cada hora, de 4 a 8 vegades tot el volum del recinte dels vasos.

### **Manteniment de la bomba de calor deshumectadora**

Pel manteniment dels equips de climatització, i les bombes de calor deshumectadores en concret, s'han d'aplicar el que diu El Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en Edificis (RITE), aprovat pel Real Decret 1027/2007 i en les seves successives modificacions.

El **Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en Edificis (RITE)** fixa, que des del moment que es realitza la recepció provisional de la instal·lació, el titular d'aquesta ha de realitzar les funcions d'ús i manteniment, sense que aquestes puguin ser substituïdes per la garantia.

El RITE fixa també quines operacions de manteniment i de gestió energètica s'han de realitzar obligatòriament i amb quina periodicitat (mensual, trimestral,..)

Les instal·lacions tèrmiques de més de 70 kW tèrmics totals (com és el cas d'una piscina climatitzada o complex esportiu) han de tenir un contracte de manteniment anual amb una empresa mantenidora.

---

<sup>1</sup> El punt de rosada és la temperatura a la qual ha de baixar una massa d'aire perquè la humitat relativa arribi al 100%, i presenti condensació del vapor d'aigua que conté.

En la següent pàgina es fa una proposta de quines són els operacions de manteniment preventiu periòdiques aplicables a una bomba de calor deshumectadora. S'assenyala la periodicitat i al costat entre parèntesis si són obligatòries per normativa, i no es posa res si són recomanables però no obligatòries.

La majoria d'aquestes operacions hauran de ser realitzades per una empresa mantenedora autoritzada (assenyalades en vermell), tot i així en negre s'indiquen aquelles que poden ser assumides pel propi personal de la instal·lació, sempre que tingui la formació adequada (com haver assistit a aquest taller) i pregui les mesures de seguretat en el treball pertinents.

La relació d'operacions és una proposta per començar a treballar. La gama de manteniment s'haurà de complementar amb els requeriments particulars de manteniment que fixen les instruccions de cada bomba de calor deshumectadora i la pròpia experiència dels mantenedors.

## **Operacions de manteniment**

### **Operacions de manteniment preventiu**

#### Diàries

Comprovar funcionament bomba de calor deshumectadora  
Humitat relativa del retorn que és la del recinte dels vasos (obligatòria per RITE)  
% de free cooling  
Lectura CO<sub>2</sub> exterior i CO<sub>2</sub> recinte dels vasos (Obligatòria per RITE)

#### Setmanals

Comprovar consums dels motors elèctrics

#### Mensuals

Revisió i neteja de filtres d'aire (obligatòria per RITE)  
Verificar el correcte funcionament de la bandeja de condensats  
Revisió de l'estat de neteja de les bateries evaporadores  
Revisió dels ventiladors (obligatòria per RITE)  
**Comprovació de l'estanquitat i nivells de refrigerant i oli en equips frigorífics (obligatòria per RITE)**  
Comprovació de nivells d'aigua en circuits (obligatòria per RITE)  
Anotar hores de funcionament dels compressors

#### Semestrals

Comprovació de estanquitat de les vàlvules de tall (obligatòria per RITE)  
Revisió i neteja de filtres d'aigua (obligatòria per RITE)  
**Revisió del sistema de control automàtic (obligatòria per RITE)**  
Comprovació de l'estanqueïtat dels conductes d'aire  
Neteja dels evaporadors  
Neteja dels condensadors  
Neteja de la bateria de reforç  
Neteja general interior de la bomba de calor deshumectadora

#### Anuals

Neteja dels evaporadors (obligatòria per RITE)  
Neteja dels condensadors (obligatòria per RITE)  
Revisió i neteja bateria de reforç (obligatòria per RITE)  
Comprovació de l'estanqueïtat dels circuits de canonades (obligatòria per RITE)  
Revisió i neteja dels ventiladors d'impulsió i retorn d'aire (obligatòria per RITE)  
Canvi de corretges dels motors dels ventiladors  
Inspecció exterior de l'equip: correcció corrosions, pintura, taques oli  
Inspecció de les reixes de protecció dels ventiladors, preses d'aire,...  
Verificació de l'estat dels elements de suportació de l'equip  
Inspecció de l'estat d'estanqueïtat dels panells desmontables  
Revisió de l'estat de l'aïllament tèrmic i acústic (obligatòria per RITE)  
**Revisió de la xarxa de conductes segons la Norma UNE 100012 (obligatòria per RITE)**  
**Revisió de la qualitat ambiental de l'aire interior segons Norma UNE 171330 (obligatòria per RITE)**  
**Calibratge de sondes d'humitat i altres elements de mesura**

## **Operacions de gestió energètica**

#### Trimestrals

**Temperatura de l'aire en entrada i sortida de l'evaporador (obligatòria per RITE)**  
**Temperatura de l'aire exterior en entrada i sortida del condensador (obligatòria per RITE)**  
**Temperatura i pressió d' evaporació (obligatòria per RITE)**  
**Temperatura i pressió de condensació (obligatòria per RITE)**  
**Potència elèctrica absorbida (obligatòria per RITE)**  
**Potència tèrmica instantània, com percentatge de la càrrega màxima (obligatòria per RITE)**  
**Coefficient d'eficiència energètica CEE (obligatòria per RITE)**

#### Nota

*En negre el que pot realitzar el propi operari de la instal·lació  
En vermell el que requereix d'un especialista (empresa externa, frigorista)*

A continuació es descriuen la majoria de les operacions de manteniment preventiu de la taula anterior.

## **Operacions diàries**

Les operacions diàries recomanades a la taula són

### **Operacions de manteniment preventiu**

#### Diàries

Comprovar funcionament bomba de calor deshumectadora

Humitat relativa del retorn que és la del recinte dels vasos (obligatòria per RITE)

% de free cooling

Lectura CO<sub>2</sub> exterior i CO<sub>2</sub> recinte dels vasos (Obligatòria per RITE)

La primera de les operacions que s'ha de realitzar diàriament, i que per tant s'ha d'integrar en la ronda de manteniment, és comprovar que la bomba de calor funciona correctament. A tal efecte s'anirà al quadre de control i es supervisarà que té tensió i que no hi ha cap alarma activa.



S'aprofitarà aquest moment per realitzar les lectures que es considerin més significatives que dona la pantalla de dades de la bomba de calor deshumectadora, com ara la humitat relativa de retorn, el % de free –cooling, etc...



La lectura de la humitat relativa del retorn de la deshumectadora és especialment significativa, ja que la realitza una sonda molt sensible als compostos de clor combinat de l'aire de retorn i que es degrada amb facilitat. S'haurà de comprovar periòdicament

aquest valor amb el de l'higròmetre del recinte dels vasos, quan la desviació sigui significativa s'haurà de recalibrar o substituir.

En relació a la qualitat d'aire (en concret el nivell de CO<sub>2</sub> en l'aire), les bombes de calor haurien d'integrar en els conductes de retorn i d'aire exterior, dues sondes de qualitat de l'aire, que amb l'adequada programació, permetin ajustar la ventilació a valors promitjos de 500 ppm de CO<sub>2</sub> (diferència entre el valor del recinte dels vasos i l'exterior). El cost d'aquesta implementació s'estima en uns 600 €.

Com les bombes deshumectadores encara no disposen d'aquesta prestació la lectura del CO<sub>2</sub> s'ha de realitzar manualment amb un equip portàtil.

El conjunt de valors aquí recollits, s'aconsella que s'anotin en el full de la ronda.

### **Operacions setmanals**

Com a operació setmanal es proposa

#### Setmanals

Comprovar consums dels motors elèctrics

I es proposa setmanalment ja que és una manera ràpida de supervisar, sense haver de parar i obrir la màquina, el funcionament correcte dels ventiladors.

Es farà la lectura de les intensitats per fase dels magnetotèrmics que alimenten els motors elèctrics dels ventiladors a través d'una pinça amperimètrica per comprovar que els consums són aproximadament els que figuren en la placa del motor.



Un consum molt baix és un indicador que les corretges estan trencades o patinen, un consum alt indica que el motor treballa forçat i per tant sobrecarregat. Es comprovarà també que les fases estiguin equilibrades.



## Operacions mensuals

Com a operacions mensuals es recomanen:

### Mensuals

Revisió i neteja de filtres d'aire (obligatòria per RITE)

Verificar el correcte funcionament de la bandeja de condensats

Revisió de l'estat de neteja de les bateries evaporadores

Revisió dels ventiladors (obligatòria per RITE)

Comprovació de l'estanquitat i nivells de refrigerant i oli en equips frigorífics (obligatòria per RITE)

Comprovació de nivells d'aigua en circuits (obligatòria per RITE)

Anotar hores de funcionament dels compressors

Previ a les bateries de bescanvi tèrmic i per protegir-les hi ha un filtre amb una manta filtrant de polièster (filtrina), que reté les partícules que arrossega l'aire.

Segons la marca de la deshumectadora, es poden haver-hi prefiltres en l'entrada d'aire exterior i també un filtre en la impulsíó.

Aquests filtres i prefiltres s'han de revisar i netejar mensualment. Si estan molt bruts enlloc de netejar-los s'aconsella que siguin substituïts per filtres nous.

Es seguiran les instruccions del fabricant per la selecció de la filtrina dels diferents filtres. En el cas que hi hagi un sol filtre, la classe mínima hauria de ser F7.

Hi ha equips que estan dotats de presostats<sup>2</sup> diferencials d'aire, són presostats que tenen una pressa de pressió de l'aire abans i després del filtre, i quan el filtre està brut, envien un senyal elèctric a la llum d'alarma del quadre elèctric corresponent o a l'ordinador de seguiment de les instal·lacions tècniques, per avisar sobre la necessitat de la seva substitució.



Els filtres estan compostos del marc, la malla que reté la manta filtrant i la pròpia filtrina. Aquests filtres poden ser plans o en zig-zag, en aquests últims la manta filtrant es plega en V, augmentant considerablement la superfície de filtrat.

---

<sup>2</sup> El **presostat**, conegut també com **interruptor de pressió**, és un aparell que tanca o obre un circuit elèctric depenent de la lectura de pressió.



Filtre Pla

Filtres en Zig-zag

Les mantes filtrants que es recomanen són les del Grup de Fins (F) i del tipus F6.

Per facilitar les tasques de manteniment s'aconsella comprar un joc complet de recanvis dels marcs i les malles. Així abans de procedir a la substitució del filtres bruts, s'haurà muntat la filtrina en els marcs de recanvi, s'enretiraran els bruts es posaran els nets i es minimitzarà el temps que la bomba de calor està fora de servei. Per realitzar aquesta operació es necessària la utilització d'una mascareta contra partícules.

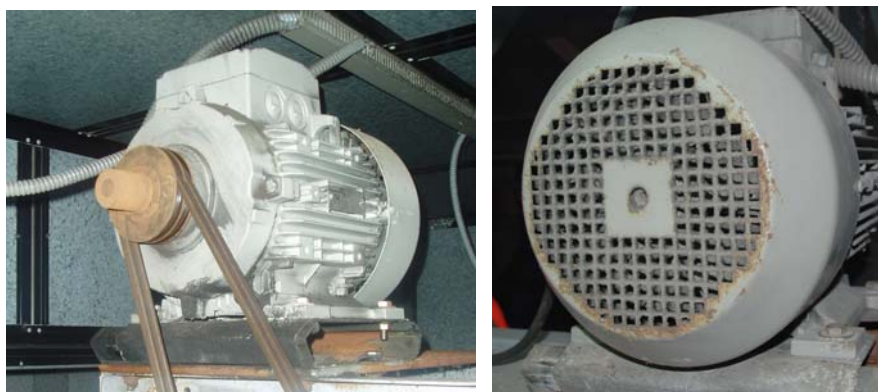
Quan es faci el canvi de la filtrina s'aprofitarà per comprovar si la safata de condensats de les bateries evaporadores desaigua correctament. Això es pot comprovar veient que no hi ha aigua estancada, ja que la safata té una inclinació per portar l'aigua fora de la bomba de calor a través d'un sifó. En cas necessari desembussar.

El canvi de la filtrina s'utilitzarà també per verificar l'estat de neteja de les bateries evaporadores (les primeres després de la filtrina), en cas de detectar-se brutícia es netejaran tal com es descriu en l'apartat d'operacions semestral.

Es revisaran també, amb una freqüència mínima mensual, els motors elèctrics que activen els ventiladors de la bomba de calor deshumectadora i els propis ventiladors.

Si es detecta brutícia, es realitzarà la neteja dels equips. A tal efecte l'operari per la seva protecció es dotarà d'una màscara per partícules i d'unes ulleres de protecció per realitzar aquesta acció.

S'aspirarà la brutícia acumulada en el motor elèctric de ventilació i en especial de les aletes de refredament del motor i la carcassa posterior del motor que protegeix el ventilador de refredament del motor.



La neteja del ventilador es farà també amb un aspirador.



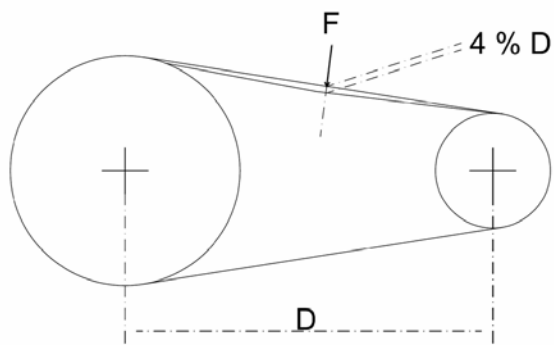
Quan amb l'aspirador no sigui suficient es seguirà el protocol de neteja, de la Norma UNE 100012 d'Higienització de sistemes de climatització (que consta al final d'aquests apunts) i que per un ventilador consisteix en:

TREBALL	OBJECTIU	TASQUES
<b>3 Neteja de les turbines de ventiladors</b>	Aconseguir una major aportació del cabal i una reducció de la brutícia a la xarxa de conductes	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Raspallat i aspiració en sec</li> <li>2. Aplicació de detergent – desinfectant</li> <li>3. Raspallat</li> <li>4. Esbandit i assecat</li> </ol> Tot per àleps i carcassa

A continuació es mostren unes imatges on es veuen alguns del àleps sanejats segons el protocol adjunt i d'altres sense sanejar.

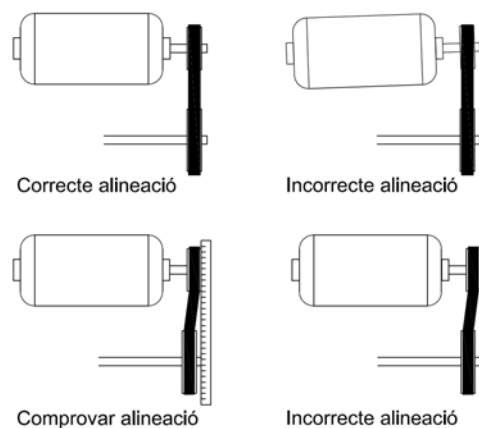


Es comprovarà que les corretges de transmissió del motor elèctric al ventilador estigui in en bones condicions i que no estigui ni molt tenses (que provocaria calentaments excessius que la desgasten) ni destensades (que faria que la corretja patinés, perdés velocitat i es desgasti prematurament). Les corretges han de tenir un petit joc, una fletxa de l'ordre del 4 % de la distancia entre els eixos quan s'aplica una força tal com s'indica en la figura següent:



En el cas d'haver-se de substituir una corretja per mal estat, es substituiran totes. Així no hi hauran diferències de longitud entre les corretges velles i les noves.

Es comprovarà que les politges de les corretges estiguin ben alineades, aquesta acció es recomana realitzar amb un regla d'acer. La correcta alineació evitarà sorolls, vibracions, pèrdua de força i el desgast de la corretja.



Les operacions comentades referents als ventiladors, es recomanen realitzar mensualment, ja que aquest equip funcionen 24 hores al dia i per tant estan sotmesos a molt desgast.

Per evitar problemes amb els coixinets, aquests es greixaran si és necessari. Es recomana fer-ho trimestralment. Hi ha coixinets, que no requereixen ser lubricats i estan segellats.





L'operació; "Comprovació de l'estanquitat i nivells de refrigerant i oli en l'equip" s'ha de realitzar per l'empresa mantenidora, ja que es requereix d'un perfil de mantenidor autoritzat.



Tot i així, s'explica a continuació com un operari pot realitzar part d'aquestes tasques.

Podrà fer la comprovació visual de l'estanquitat del circuit d'oli de refrigeració dels compressors, si no veu taques d'oli pel circuit.

Farà una revisió també del conjunt de canonades del circuit frigorífic per detectar si hi ha corrosions, tubs deformats per congelacions ....

L'operari de la instal·lació, pot realitzar també una inspecció visual del **visor de líquid i humitat** que té la funció de comprovar l'estat del refrigerant en el circuit frigorífic i el seu contingut d'humitat.



Amb aquest visor és pot comprovar la falta de refrigerant del sistema, quan apareixen bombolles. A part el visor d'humitat és un indicador que varia el seu color en funció del contingut d'humitat del sistema. Quan el color és verd, el contingut d'humitat és correcte i quan el color és groc indica que hi ha massa humitat i que convé canviar el filtre deshidratador (que té la funció d'eliminar la humitat del circuit frigorífic).

També es pot comprovar que el visor de l'oli (oli que lubrica el compressor), arriba com a mínim a la meitat del visor. Amb el compressor en fred (sense funcionament), el nivell d'oli ha d'arribar a  $\frac{3}{4}$  parts del visor.

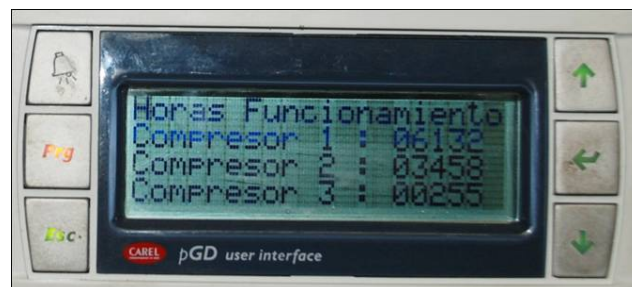




Aquestes operacions, d'inspecció visual, poden ser realitzades pel personal de la instal·lació amb periodicitats menors a la mensual que ha de realitzar una empresa mantenedora.

La operació "Comprovació de nivells d'aigua en circuits" es refereix als circuits de calefacció de l'aigua del vas i de la bateria de reforç i consisteix en fer una lectura en el manòmetre, per comprovar que hi ha prou pressió d'aigua, tant en el circuit que calenta aigua del vas de la piscina a partir del condensador d'aigua de la bomba de calor deshumectadora, com en la bateria de reforç de calefacció integrada en la bomba de calor deshumectadora.

El controlar les hores de funcionament dels compressors, a part de permetre comprovar que l'equip deshumecta i calenta l'aire aprofitant l'eficiència de les bombes de calor, permet detectar averies en algun dels circuits frigorífics i també poder planificar operacions de reposició de materials en el circuit frigorífic.



## Operacions semestrals

Les operacions de manteniment preventiu semestrals proposades són les següents:

### Semestrals

Comprovació de estanquitat de les vàlvules de tall (obligatòria per RITE)

Revisió i neteja de filtres d'aigua (obligatòria per RITE)

Revisió del sistema de control automàtic (obligatòria per RITE)

Comprovació de l'estanqueïtat dels conductes d'aire

Neteja dels evaporadors

Neteja dels condensadors

Neteja de la bateria de reforç

Neteja general interior de la bomba de calor deshumectadora

La primera operació de comprovació de l'estanquitat de les vàlvules de tall (anomenades d'interceptació en el text del RITE), fa referència principalment a verificar que les vàlvules tall (tot o res) fan el seu recorregut, o sigui que no estan encallades.

Aquesta operació es centrarà només en aquelles vàlvules per on circula aigua, no es tocaran les vàlvules dels circuits frigorífics.

En la imatge adjunta es mostra 2 parells de vàlvules de tall, un que connecta la bateria de reforç de la bomba de calor deshumectadora amb el primari de calor de calderes i un altre parell que porta precalenta d'aigua d'un vas.



A part de veure que les vàlvules fan tot el seu recorregut, s'ha de comprovar que són realment estanques, per tant s'hauran de tancar i desmuntar per la part que dona a la bomba de calor deshumectadora per veure que no tenen fugues, en cas d'haver-n'hi s'haurà de reparar o substituir la vàlvula.

La següent operació; revisió i neteja de filtres d'aigua, en el cas d'una bomba de calor deshumectadora es refereix al filtre de partícules en V (en blau en la imatge anterior) que protegeix la bateria de reforç de partícules que pugui arrossegar el circuit primari de calor de calderes.

La tercera operació; la revisió del sistema de control automàtic. Requereix en primer lloc comprovar que les sondes d'humitat i temperatura d'aire exterior i de retorn no s'ha

desajustat. A tal efecte es contrastaran els valors que donen les sondes que governen la màquina, amb altres sondes; per exemple

- Sonda del recinte dels vasos (que informa als usuaris de la temperatura i humitat)
- Sondes connectades a un sistema de gestió tècnica
- Sondes manuals que es col·locaran momentàniament en lloc de les sondes de la bomba de calor deshumectadora.



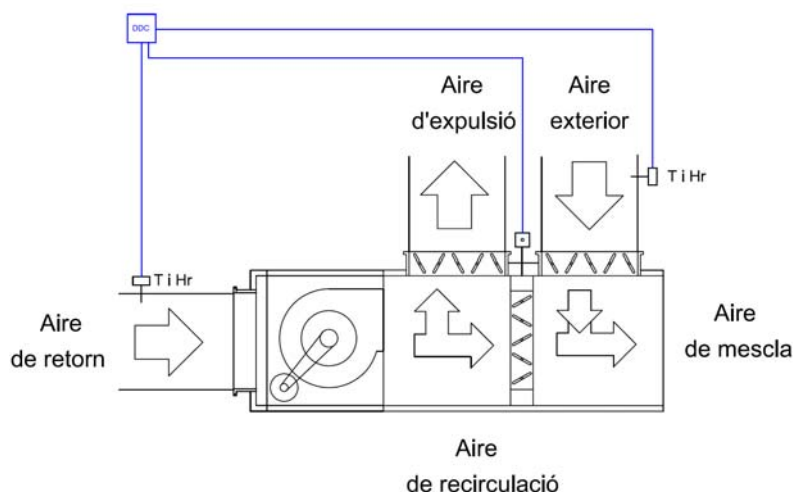
Aquestes sondes governen el funcionament de les comportes de free cooling.

Les sondes d'humitat convencionals es basen en un condensador compost de dues xapes metàl·liques i un element aïllant al mig que varia la conductivitat en funció de la humitat.

Aquest tipus de sondes no es poden col·locar en el circuit de retorn de la bomba de calor deshumectadora, ja que les condicions oxidants de l'aire oxiden les plaques metàl·liques del condensador donant lectures errònies i l'òxid acaba comunicant les plaques donant una lectura de zero.

Aquestes sondes d'humitat han de ser especials; ja sigui disposant que les plaques dels condensadors estiguin protegits amb tefló o que funcionin amb altres tecnologies, ja sigui semiconductors o pels de cavall.

Per aquestes circumstàncies és important fer un seguiment de les lectures d'aquesta sonda.



Quan les condicions de l'aire exterior (de temperatura i humitat) són idònies per l'assecatge de l'aire de retorn, les comportes del free cooling es regulen a través de servomotors per introduir l'aire exterior necessari per minimitzar el funcionament dels compressors frigorífics i de la bateria de reforç.

Per verificar el correcte funcionament del sistema de control automàtic, s'ha de comprovar el correcte funcionament dels servomotors. A tal efecte es poden variar les consignes de treball de la bomba de calor (fent-les similars a les de l'aire exterior) a fi i efecte que es faci entrar més aire exterior, per poder comprovar que els servomotors regulen correctament.

Una altra opció o complementària, es prémer el botó negre del servomotor, que desembraga la comporta del motor, per comprovar manualment que l'eix de la comporta no està encallat. Seguidament es comprovarà que en deixar de manipular el servomotor, aquest té prou força, per tornar a la posició de la comporta que li regula la bomba de calor.



Si es percep resistència en l'actuació del servomotor, pot ser problema del motor o que cal engrassar els eixos que activen les lames.

Es comprovarà també la qualitat de la fixació del cargols que fixen l'eix de la comporta al servomotor.

Es farà també la comprovació de l'estanquitat dels conductes d'aire resseguint els conductes de retorn, d'expulsió, d'aire exterior i d'aire d'impulsió.

La neteja de les diferents bateries d'intercanvi tèrmic; les evaporadores, les condensadores d'aire i la de reforç de caldera s'aconsella realitzar-ho com a mínim semestralment per les piscines cobertes públiques (tot i que el RITE, que regula a nivell genèric, fixa una periodicitat mínima anual).



Per la neteja de les bateries s'haurà de desmuntar els panells pels dos costats de la bomba de calor per tenir un accés a tota la superfície de les bateries. S'ha de tenir en compte que les aletes d'alumini poden ser delicades (depenent de l'envelliment de la màquina) i les operacions que es descriuen a continuació s'hauran de fer amb cura.

El primer a realitzar és un raspallat suau amb aspiració. Aquesta serà l'acció de neteja que es realitzarà en totes les bateries.

En les bateries evaporadores, al tenir safata de condensats, es podrà realitzar una neteja addicional. Es comprovarà que la safata de condensats desaigua correctament, per evitar la inundació de la base de l'equip quan s'esbandeixin les bateries.

Per dissoldre la brutícia inscristada en les bateries es poden aplicar productes específics desengreixant, que s'acostumen a diluir segons fitxa tècnica en una part de producte per 10 d'aigua, i que s'apliquen amb vaporitzador sobre els bateries.

Per potenciar l'efecte del detergent es pot raspallar amb cura per no malmetre les aletes d'alumini. El producte detergent es deixa actuar durant 5 minuts i finalment s'esbandeix.





Finalment es realitzarà la neteja de tota la resta dels elements amb l'ajuda d'un aspirador i un raspall. També de les lames de les comportes de free cooling.



## **Anuals**

Les operacions de manteniment preventiu anual proposades són les següents

### Anuals

Neteja dels evaporadors (obligatòria per RITE)

Neteja dels condensadors (obligatòria per RITE)

Revisió i neteja bateria de reforç (obligatòria per RITE)

Comprovació de l'estanqueïtat dels circuits de canonades (obligatòria per RITE)

Revisió i neteja dels ventiladors d'impulsió i retorn d'aire (obligatòria per RITE)

Canvi de corretges dels motors dels ventiladors

Inspecció exterior de l'equip: correcció corrosions, pintura, taques oli

Inspecció de les reixes de protecció dels ventiladors, preses d'aire,...

Verificació de l'estat dels elements de suportació de l'equip

Inspecció de l'estat d'estanqueïtat dels panells desmontables

Revisió de l'estat de l'aïllament tèrmic i acústic (obligatòria per RITE)

Revisió de la xarxa de conductes segons la Norma UNE 100012 (obligatòria per RITE)

Revisió de la qualitat ambiental de l'aire interior segons Norma UNE 171330 (obligatòria per RITE)

Calibratge de sondes d'humitat i altres elements de mesura

La neteja de les bateries ja ha estat explicada en les operacions trimestrals, que es la periodicitat que s'aconsella tot i que el mínim que fixa la normativa és una neteja anual, que és el que en aquest punt es recalca.

Es farà també un comprovació de l'estanquitat de tots els circuits d'aigua i frigorífics. Aquesta tasca es recomana realitzar-la tant amb una inspecció visual de les canonades com amb la lectura de la correcta pressió dels manòmetres corresponents.

La revisió i neteja dels ventiladors ha estat exposada en les operacions de manteniment mensuals. Es remarca que el mínim que exigeix la normativa és una neteja anual, neteja totalment insuficient en les piscines, per les hores d'ús dels ventiladors i per les condicions agressives en que es troba sotmès sobretot el ventilador de retorn.

Per l'elevat ús dels ventiladors s'aconsella realitzar com a mínim un canvi anual de totes les corretges.

Es realitzaran també anualment les tasques de manteniment genèriques associades a l'exterior de l'equip.

La xarxa de conductes es revisarà com a mínim anualment. Per fer-ho en la majoria s'hauran d'instal·lar registres a tal efecte.



L'avaluació de la neteja consisteix en una inspecció visual d'equips i conductes i la realització d'anàlises microbiològiques de l'aire i superfícies i de matèria particulada acumulada en les superfícies. Segons siguin els resultats de les anàlises, el sistema de climatització, s'haurà d'higienitzar segons els protocols que s'adjunta al final d'aquest document.



Preses de mostra de superfícies per anàlisi microbiològica



Preses de mostra d'aire per anàlisi microbiològica



Preses de mostra de superfícies per determinació de matèria particulada

El cost d'aquests 3 anàlisis en un punt s'estima en uns 80 €.

La revisió anual de la qualitat de l'aire, el que fa principalment en piscines, és estendre les anteriors analítiques a la resta dels equips de climatització d'aire, i no només als conductes de climatització.

Aquesta revisió anual de la qualitat de l'aire interior a més fixa que s'haurà de determinar com a mínim els següents paràmetres, pels espais on hi hagi ocupació humana permanent. El recinte dels vasos és un d'ells.

- Avaluació higiènica dels sistemes de climatització (ja comentat)
- Temperatura i humitat relativa; i valoració del confort tèrmic
- Diòxid de carboni
- Monòxid de carboni
- Partícules en suspensió per gravimetria (PM10)
- Comptatge de partícules en suspensió
- Bactèries en suspensió
- Fongs en suspensió

A part es proposen 14 punts més complementaris.

Anualment s'aconsella que una empresa externa realitzi un calibratge de les sondes més sensibles, com són les d'humitat en el circuit de retorn. El calibratge d'una sonda d'aquestes característiques té un cost aproximat d'uns 150 €. El cost d'aquestes sondes noves és de com a mínim 250 €.

**PROTOCOL DE NETEJA DELS EQUIPS I CONDUCTES DE CLIMATITZACIÓ SEGONS LA NORMA UNE 100012:2005 D'HIGIENITZACIÓ DE SISTEMES DE CLIMATITZACIÓ**

<b>PROTOCOL DE NETEJA DE CLIMATITZADORS</b>		
Aspiració prèvia general del conjunt del climatitzador		
<b>TREBALL</b>	<b>OBJECTIU</b>	<b>TASQUES</b>
<b>1 Neteja de la bateria</b>	Aconseguir un augment del cabal i del bescanvi tèrmic	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Raspallat i aspiració en sec</li> <li>2. Aplicació de detergent</li> <li>3. Raspallat</li> <li>4. Esbandit amb aigua a pressió</li> </ol>
<b>2 Neteja de la safata de drenatge</b>	Eliminar els focus d'infecció i els nutrients que sostenen la contaminació microbiològica	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Raspallat i aspiració en sec</li> <li>2. Aplicació de detergent – desinfectant</li> <li>3. Raspallat</li> <li>4. Esbandit i assecat</li> </ol>
<b>3 Neteja de les turbines de ventiladors</b>	Aconseguir una major aportació del cabal i una reducció de la brutícia a la xarxa de conductes	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Raspallat i aspiració en sec</li> <li>6. Aplicació de detergent – desinfectant</li> <li>7. Raspallat</li> <li>8. Esbandit i assecat</li> </ol> <p>Tot per àleps i carcassa</p>
<b>4 Neteja de panells</b>	Evitar que les partícules aerotransportades penetrin a la xarxa de conductes	<p><b>* Metàl·lics:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Raspallat i aspiració en sec</li> <li>2. Aplicació de detergent – desinfectant</li> <li>3. Raspallat</li> <li>4. Esbandit i assecat</li> </ol> <p><b>* Follrats amb aïllants porosos:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Raspallat i aspiració en sec</li> <li>2. Aplicació de segellant pel sellat de les fibres</li> </ol>
<b>5 Tractament anticorrosió</b>	Evitar la corrosió o que segueixi augmentant	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Raspallat manual</li> <li>2. Raspallat mecànic</li> <li>3. Aspiració de tota la pols d'òxid</li> <li>4. Aplicació d'anticorrosiu</li> </ol>
<b>6 Desinfecció total del climatitzador</b>	Erradicar la contaminació microbiològica	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nebulització del desinfectant</li> <li>2. Mantenir parat el climatitzador durant un període de seguretat (instruccions fabricant)</li> </ol>

<b>PROTOCOL DE NETEJA DE SISTEMES DE CLIMATITZACIÓ</b>		
<b>TREBALL</b>	<b>OBJECTIU</b>	<b>TASQUES</b>
<b>1 Neteja dels conductes de retorn</b>	<p>Eliminar els contaminants fisicoquímics i microbiològics</p> <p>Sempre es comença pel final del conducte</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Si no és possible accedir per les reixetes de retorn, obertura de registres en conducte</li> <li>2. Neteja del conducte: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Raspallat</li> </ul> </li> <li>3. Acompanyament del batut o raspallat amb aspiració negativa</li> <li>4. Desinfecció del conducte en cas de ser necessària</li> <li>5. Segellat del conducte en cas de ser poròs.</li> </ol>
<b>2 Neteja de reixetes de retorn</b>	<p>Eliminar els contaminants fisicoquímics i microbiològics</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desmuntatge de reixetes</li> <li>2. Aplicació de detergent – desinfectant</li> <li>3. Raspallat de les reixetes</li> <li>4. Esbandit i assecat</li> <li>5. Col·locació de les reixetes</li> </ol>
<b>3 Neteja de l'unitat de tractament de l'aire</b>	<p>Eliminar els contaminants fisicoquímics i microbiològics i augmentar els cabals i el bescanvi tèrmic</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aplicar el protocol de neteja de climatitzadors</li> </ol>
<b>4 Neteja dels conductes d'impulsió</b>	<p>Eliminar els contaminants fisicoquímics i microbiològics</p> <p>Sempre es comença pel principi del conducte</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Si no és possible accedir pels difusors, obertura de registres en conducte</li> <li>2. Neteja del conducte: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Raspallat i aire a pressió</li> </ul> </li> <li>3. Acompanyament del raspallat o batut amb aspiració negativa</li> <li>4. Desinfecció del conducte en cas de ser necessària</li> <li>5. Segellat del conducte en cas d'interior poròs</li> </ol>
<b>5 Neteja de difusors</b>	<p>Eliminar els contaminants fisicoquímics i microbiològics</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desmuntatge dels difusors</li> <li>2. Aplicació de detergent-desinfectant</li> <li>3. Raspallat dels difusors</li> <li>4. Esbandit</li> <li>5. Col·locació de difusors</li> </ol>

**Assaig de comprovació.** És aconsellable realitzar una avaluació, prèvia i posterior a la higienització, com a control de l'efectivitat i qualitat del procés de neteja del sistema de ventilació i acondicionament d'aire.

Els mètodes de verificació de l'estat del sistema i de la higienització consistiran en un assaig de matèria particulada en superfícies i un assaig de flora microbiana en aire i superfícies, la metodologia de la qual es descriu als annexos B i C de la norma UNE 100012 d'higienització de sistemes de climatització.