



Pla de tractament de l'aigua de les piscines

Versió actualitzada el 2018



Sèrie Salut Pública

L'entrada en vigor del Reial decret 742/2013, de 27 de setembre, pel qual s'estableixen els criteris tecnicosanitaris de les piscines, ha introduït un canvi normatiu al qual s'han d'adaptar aquestes instal·lacions.

La tendència actual és introduir nous sistemes de tractament: electròlisi salina i desinfecció per UV, entre d'altres, que poden substituir els antics o bé actuar com a coadjuvants. Aquests canvis han fet necessària la revisió dels antics materials de difusió, manuals i guies de suport a la gestió de les instal·lacions.

Aquest manual tècnic substitueix el manual de 2007. En conserva l'estructura bàsica inicial però hi afegeix la descripció de nous sistemes de tractament de l'aigua. Explica els fonaments del pla, els conceptes bàsics, els riscos principals, els tractaments físics i químics i els indicadors utilitzats. Descriu els equips que permeten controlar els paràmetres sanitaris i de confort dels usuaris i fa referència als enllaços (vídeos) que n'expliquen els aspectes tècnics.

L'objectiu és facilitar les tasques del personal de manteniment i ajudar els responsables de la instal·lació a redactar el pla de tractament de l'aigua de les piscines que obliga la normativa.



Pla de tractament de l'aigua de les piscines

Versió actualitzada el 2018

Actualització de continguts

Manel Herrer Silvestre, Servei de Salut Pública, Àrea d'Atenció a les Persones

Coordinació tècnica

Servei de Salut Pública, Gerència de Serveis de Salut Pública i Consum, Àrea d'Atenció a les Persones, Diputació de Barcelona

Aquesta edició és una actualització de continguts de la publicació *Pla de tractament de l'aigua de les piscines*, editada per la Diputació de Barcelona l'any 2007.

1a edició: novembre de 2018

© de l'edició: Diputació de Barcelona

Producció i edició: Gabinet de Premsa i Comunicació de la Diputació de Barcelona

Índex

Presentació	6
Introducció	7
1. Fonaments fisicoquímics i microbiològics del pla de tractament de l'aigua	8
1.1. Conceptes bàsics del tractament físic de l'aigua en les piscines	8
1.1.1. Les dimensions de la piscina. Perímetre, superfície i volum	8
1.1.2. Paràmetres bàsics relacionats amb la filtració i la recirculació	8
1.1.3. La temperatura i la humitat relativa	11
1.2. Riscos fisicoquímics i microbiològics a les instal·lacions	13
1.3. Tractament físic de l'aigua	16
1.3.1. La sala de màquines	16
1.3.2. Recirculació	17
1.3.3. Circuit de l'aigua i fases de tractament	18
1.3.4. Floculació i filtració	21
1.3.5. El disseny hidràulic en el vas de la piscina. Netejafons i dipòsit regulador d'equilibri	23
1.3.6. Paràmetres físics de control: transparència i terbolesa	29
1.4. Factors contaminants, indicadors de contaminació microbiològica i indicadors químics de qualitat de l'aigua	30
1.4.1. Causes principals de contaminació de l'aigua de les piscines	30
1.4.2. Indicadors de contaminació microbiològica	31
1.4.3. Indicadors químics de la qualitat de l'aigua	33
1.5. Nous tractaments: electròlisi salina i radiacions ultraviolades	41

2.	Autocontrol en piscines d'ús públic	43
2.1.	Aplicació de l'APPCC al pla de tractament de l'aigua	44
2.2.	Aplicació de l'APPCC al pla d'anàlisi de l'aigua dels vasos	45
2.2.1.	Presa de mostres	45
2.2.2.	Anàlisi de les mostres	46
3.	Pla de tractament de l'aigua	48
3.1.	Descripció del sistema de tractament de l'aigua	48
3.1.1.	Característiques del sistema de tractament	49
3.1.2.	Tractament físic de l'aigua del vas/vasos	50
3.1.3.	Tractament tèrmic	50
3.1.4.	Tractament químic	51
3.2.	Productes químics utilitzats	53
3.3.	Operacions de manteniment	56
3.3.1.	Les rondes de manteniment	56
3.3.2.	Manteniment preventiu	61
3.4.	Planificació de les anàlisis microbiològiques i fisicoquímiques	65
3.4.1.	Analítica microbiològica	65
3.4.2.	Analítica fisicoquímica	66
3.5.	Mesures correctores	66
4.	Bibliografia web	69

Presentació

La normativa vigent sobre vigilància sanitària de les piscines d'ús públic estableix l'obligatorietat d'elaborar una sèrie de plans d'autocontrol per garantir la salubritat d'aquests espais públics cada vegada més concorreguts.

El Servei de Salut Pública de la Diputació de Barcelona va redactar tres manuals per ajudar els municipis a elaborar plans d'autocontrol en les seves pròpies instal·lacions i per facilitar-ne la inspecció en el cas d'instal·lacions privades. Així, l'any 2001 va publicar el manual *Neteja i desinfecció de les instal·lacions esportives: planificació i control*; el 2004, el de *Control i manteniment higiènic dels sistemes de ventilació i climatització en instal·lacions esportives*, i el 2007, el *Pla de tractament de l'aigua de les piscines*.

El pas del temps, amb els avenços tecnològics i els canvis normatius, han fet necessària la revisió d'aquests manuals elaborats. L'any 2014 es va elaborar el *Manual per elaborar un pla de neteja i desinfecció de les instal·lacions esportives*. L'any 2017 es va publicar el manual *La qualitat de l'aire interior en piscines cobertes*. Ara es presenta el manual *Pla de tractament de l'aigua de les piscines*.

S'ha optat per un format digital, que dona més flexibilitat a les edicions, més versatilitat i més possibilitats de difusió. S'han incorporat enllaços a documents, vídeos i fluxgrames elaborats pel Servei d'Esports i pel nostre Servei de Salut Pública que ajuden a la comprensió dels continguts i faciliten la tasca del personal de manteniment i també les tasques municipals d'inspecció.

D'aquesta manera, la Diputació de Barcelona pretén contribuir a millorar la qualitat ambiental d'aquestes instal·lacions esportives i, sobretot, procurar el benestar dels ciutadans i ciutadanes que en fan ús.

LAURA MARTÍNEZ PORTELL
Diputada delegada de Salut Pública
i Consum de la Diputació de Barcelona

Introducció

El pla de tractament de l'aigua dels vasos és un dels plans que ha de ser inclòs en el pla de manteniment, i que, per tant, forma part del pla de gestió de la instal·lació esportiva.

Les referències que fa la normativa al pla de tractament de l'aigua dels vasos es focalitzen bàsicament en l'ús dels productes químics i els controls tant fisicoquímics (pH, desinfectant, temperatura...) com microbiològics (contaminació microbiana). Naturalment, són aspectes als quals s'ha de donar atenció, però cal tenir molt present que un tractament físic adequat i eficaç de l'aigua (filtració i renovació) representa un estalvi en el consum de productes per al tractament químic i també una millor qualitat ambiental. Un bon disseny hidràulic del cabal d'aigua de recirculació també facilita l'obtenció d'unes millors condicions higièniques de l'aigua dels vasos.

Aquest manual descriu alguns dels aspectes més rellevants relacionats amb el tractament de l'aigua de les piscines (disseny hidràulic, tractament físic i químic, anàlisi i registre de paràmetres) amb l'objectiu de facilitar la tasca del personal de manteniment d'aquestes instal·lacions i també les tasques dels tècnics municipals que realitzen les inspeccions.

1. Fonaments fisicoquímics i microbiològics del pla de tractament de l'aigua

1.1. Conceptes bàsics del tractament físic de l'aigua en les piscines

1.1.1. Les dimensions de la piscina. Perímetre, superfície i volum

Quan es parla del vas de la piscina és molt habitual fer referència a les seves dimensions (longitud o llargada, amplada i profunditat), al perímetre, a la superfície de la làmina d'aigua i al volum d'aigua que conté.

El perímetre és la longitud total de l'espai que envolta el vas de la piscina, és a dir, la longitud del contorn del vas. S'expressa en metres (lineals).

La superfície de la làmina d'aigua és la mesura dels metres quadrats (m^2) que ocupa l'aigua del vas. Aquesta superfície està relacionada amb les dimensions del vas i dona una idea de la seva grandària.

El volum correspon al total de metres cúbics (m^3) d'aigua que pot contenir el vas de la piscina.

El càlcul resulta relativament senzill en el cas, molt habitual, de piscines rectangulars. Així, per exemple, per a una piscina olímpica de dimensions 50 m x 21 m, amb una profunditat mitjana de 2 m, podem calcular:

Perímetre: $50\text{ m} + 21\text{ m} + 50\text{ m} + 21\text{ m} = 142\text{ m}$
Superfície de la làmina d'aigua: $50\text{ m} \times 21\text{ m} = 1.050\text{ m}^2$
Volum: $50\text{ m} \times 21\text{ m} \times 2\text{ m} = 2.100\text{ m}^3$

Quan es tracta de piscines amb formes i fondàries irregulars, els càlculs es compliquen, però es poden fer aproximacions acceptables.

1.1.2. Paràmetres bàsics relacionats amb la filtració i la recirculació

Filtració

La filtració és el procediment que consisteix en la retenció de partícules sòlides que hi ha a l'aigua per un material porós (sorra, diatomees, etc.).

Quan travessa el medi filtrant, l'aigua es filtra, es clarifica i recupera la seva transparència característica.

Recirculació

La recirculació és el moviment de l'aigua de la piscina des que surt del vas que hi torna mitjançant el sistema hidràulic adoptat a la piscina.

En aquest moviment de recirculació, l'aigua passa per tots els elements que formen part del tractament fisicoquímic: dipòsit regulador o vas de compensació, prefiltre, bomba, dosificació d'agent de floculació (ocasional), bescanviador de calor, bombes dosificadores de regulador de pH i de desinfectant, etc.

Cabal

El cabal és el volum d'aigua (m³) que recircula per unitat de temps (1 hora). S'expressa en m³/h. Així, per exemple, un cabal de 300 m³/h significa que durant cada hora passen, a través del filtre i de tot el sistema de depuració, 300 m³ d'aigua.

$$\text{Cabal} = \text{volum d'aigua (m}^3\text{)} / \text{temps (hores)}$$

Cicle o temps de recirculació

El cicle o temps de recirculació és el temps (en hores) que es necessita per aconseguir recircular tot el volum d'aigua que hi ha a la piscina.

$$\text{Temps de recirculació} = \text{volum d'aigua (m}^3\text{)} / \text{cabal (m}^3\text{/h)}$$

En piscines d'ús col·lectiu és aconsellable que el temps de recirculació no sigui excessivament elevat, per tal de garantir una bona depuració de l'aigua.

Així, per exemple, en una piscina de 2.100 m³ en la qual l'aigua recircula amb un cabal de 600 m³/h, el temps de recirculació serà:

$$\text{Temps de recirculació} = 2.100 \text{ m}^3 \text{ (volum d'aigua)} / 600 \text{ m}^3\text{/h (cabal)} = 3,5 \text{ hores}$$

Això significa que, en un temps de tres hores i mitja, haurà recirculat un volum d'aigua que equival al volum total d'aigua que conté el vas d'aquesta piscina (2.100 m³).

Velocitat de filtració

La velocitat de filtració és el paràmetre que relaciona el cabal i la superfície filtrant. És el cabal (m³/h) que travessa cada m² de superfície del filtre. S'expressa en (m³/h) / m².

$$\text{Velocitat de filtració} = \frac{\text{cabal (m}^3\text{/h)}}{\text{superfície filtrant (m}^2\text{)}}$$

Com més baixa sigui la velocitat de filtració, més alta serà la qualitat d'aquesta filtració.

Per a filtres de sorra, es recomana que la velocitat de filtració no superi els 30 (m³/h) / m². Aquesta velocitat de 30 (m³/h) / m² significa que en una hora han passat 30.000 litres (30 m³) d'aigua per cada m² de superfície filtrant.

Suposem, com a exemple de càlcul, una piscina de 50 m x 21 m amb una profunditat mitjana de 2,5 m, en què el cabal de filtració és de 650 m³/h i el conjunt de filtració està format per 6 filtres de sílex (sorra) de 2.500 mm de diàmetre.

Si volem determinar el volum de la piscina, el cicle o temps de recirculació, la superfície total de filtració i la velocitat de filtració, caldria fer els càlculs següents:

Volum = 50 x 21 x 2,5 = 2.625 m³ (hi caben 2.625.000 litres)
 Cicle o temps de recirculació = 2.625 m³ / 650 (m³/h) = 4 hores
 La superfície de cada filtre és: $S = \Pi \cdot r^2$

Tenint en compte que el diàmetre és de 2.500 mm = 2,5 m, el radi serà d'1,25 m. Per tant, $S = 3,14 \cdot 1,25^2 = 4,9 \text{ m}^2$ és la superfície de cada filtre.

El conjunt de filtració de 6 filtres tindrà una àrea total de filtració de $4,9 \cdot 6 = 29,4 \text{ m}^2$

$$\text{Velocitat de filtració} = \frac{650 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (cabal)}}{29,4 \text{ m}^2 \text{ (superfície filtrant)}}$$

La velocitat de filtració serà de 22,1 (m³/h) / m².

Pressió

La pressió és l'acció d'una força que prem o impulsa el cos a què s'aplica. A la piscina, la bomba té la missió de comunicar pressió a l'aigua i impulsar-la a una determinada velocitat a través de les canonades del circuit de recirculació.

A la pràctica, la unitat més utilitzada és el kp/cm² (quilos de pressió). Un kp/cm² coincideix pràcticament amb 1 atm (atmosfera) i amb 100.000 newtons/m² (pascal).

En el tractament físic de l'aigua és fonamental la mesura de les pressions a l'entrada i a la sortida del filtre per poder saber si està en bones condicions o bé si és necessari fer-ne un rentatge perquè es produeix una gran diferència de pressió en passar l'aigua a través del filtre.

El pas de l'aigua per l'interior del filtre, a través del medi filtrant, i la fricció de l'aigua amb les parets interiors de les canonades, els colzes, les vàlvules, els accessoris, etc., provoca una pèrdua de pressió en l'aigua que circula anomenada pèrdua de càrrega.

Potència

La potència és l'energia consumida o el treball realitzat per cada unitat de temps. Com

més gran sigui la potència de la bomba, més capacitat tindrà d'impulsar l'aigua i, alhora, més energia elèctrica consumirà en el seu funcionament.

La unitat de potència en el sistema internacional és el watt (W); a la pràctica, però, s'utilitzen molt més el cavall de vapor (CV) i el kilowatt (kW).

La relació entre aquestes unitats és: $1 \text{ CV} = 735 \text{ W} / 1 \text{ kW} = 1.000 \text{ W}$

Energia elèctrica (kWh)

La bomba consumeix energia elèctrica per aconseguir impulsar l'aigua de la piscina.

L'energia que usa qualsevol aparell que funciona amb electricitat es calcula multiplicant-ne la potència pel temps de funcionament.

La unitat més habitual de mesura de l'energia elèctrica consumida és el kilowatt hora (kWh). Aquest consum es calcula multiplicant la potència de l'aparell (en kW) per les hores de funcionament.

Així, per exemple, si tenim una bomba de 20 cavalls (CV) funcionant durant 12 hores, l'energia elèctrica que consumeix serà:

Potència de la bomba = 20 CV = $(20 \times 735) \text{ W} = 14.700 \text{ W} = 14,7 \text{ kW}$

Temps de funcionament = 12 h

Energia consumida = $14,7 \text{ kW} \times 12 \text{ h} = 176,4 \text{ kW}\cdot\text{h}$

El manteniment de les bombes de pressió que controlen la recirculació i la filtració i els paràmetres relacionats que acabem de veure es descriuen als vídeos de la Gerència del Servei d'Esports de la Diputació de Barcelona: <https://bit.ly/2DQ8J4j>.

1.1.3. La temperatura i la humitat relativa

El control i la bona regulació de les temperatures de l'aigua i de l'aire i de la humitat relativa mediambiental són factors clau en la consecució d'un clima confortable en les piscines cobertes.

Temperatura

La temperatura és el grau o nivell de calor d'un cos, i correspon a la sensació més o menys intensa de calor o fred que notem quan toquem aquest cos.

A les piscines climatitzades, la temperatura de l'aigua ha d'estar compresa entre 24 i 30 °C. La temperatura de l'aire ambiental, mesurada a un metre per sobre de la làmina d'aigua, ha de ser més elevada que la temperatura de l'aigua del vas (entre 1 i 2 °C segons l'RD 742/2013), excepte en vasos d'hidromassatge.

Cal tenir present que el control de la temperatura de l'aigua i de l'aire de les piscines cobertes forma part dels paràmetres anomenats de confort, i també resulta important de cara a obtenir-ne una bona qualitat ambiental interior.

Temperatura de l'aigua

A temperatures altes s'afavoreix:

- La desgasificació del diòxid de carboni —i, en conseqüència, l'increment del pH—, una possible precipitació de sals càlciques i l'aparició de terbolesa
- La pèrdua de concentració de desinfectant a l'aigua
- El desenvolupament de bacteris, algues i microorganismes

Òbviament, a temperatures baixes la sensació de fred no convida a l'ús de la piscina.

El valor normatiu establert actualment és d'una temperatura compresa entre 24 i 30 °C. Aquest interval de temperatures s'ha d'aplicar en piscines climatitzades d'ús corrent (no es tenen en compte les instal·lacions especials).

Cal tenir present que, pel que fa al nivell de confort relatiu a aquest paràmetre, la subjectivitat en la sensació de fred o calor, la multifuncionalitat dels vasos (destinat a nadons, a gimnàstica aquàtica, a esbarjo, a competició, etc.) i la inèrcia tèrmica de l'aigua fan difícil la definició d'un rang de temperatures satisfactori per a un ampli sector dels usuaris.

Independentment de la lectura directa amb un termòmetre manual, el sistema de mesura més habitual i còmode es fa mitjançant sonda termomètrica i lectura digital directa. La correcció es realitza pel control automàtic de la temperatura amb el sistema regulador de calderes i bescanviadors per tal d'assolir la temperatura requerida.

Temperatura de l'aire

És un dels paràmetres de confort a controlar a les piscines cobertes. També permet prevenir afeccions de les vies respiratòries derivades dels canvis tèrmics, i de la major probabilitat de desenvolupament de microorganismes a temperatures elevades.

La temperatura de l'aire a les piscines cobertes ha de ser superior a la temperatura de l'aigua del vas per evitar evaporacions importants d'aigua, amb els seus productes de desinfecció que afecten la qualitat ambiental interior i suposen la consegüent pèrdua d'energia.

El control per sonda de la temperatura de l'aire permetrà la regularització automàtica dels paràmetres ambientals, ja que intervé directament sobre el sistema de climatització de la sala.

Humitat

La humitat es refereix a la quantitat de vapor d'aigua que conté l'atmosfera. La humitat absoluta correspon al nombre de grams de vapor d'aigua que hi ha en cada m³ d'aire. Quan l'aire conté la màxima quantitat de vapor d'aigua que pot contenir, direm que l'aire està saturat d'humitat. Aquesta quantitat depèn de la temperatura, ja que l'aire calent pot contenir més vapor d'aigua que el fred.

La humitat relativa expressa la proporció de vapor d'aigua que hi ha a l'aire en relació al màxim que podria contenir si s'arribés a la saturació. S'expressa en tants per cent (%).

L'aire ambiental d'una piscina coberta ha de tenir una humitat relativa inferior al 65 %.

És imprescindible dur a terme una renovació constant de l'aire al recinte de la piscina per assegurar-hi una temperatura i humitat relativa adient. Per disminuir la humitat de l'aire s'ha d'introduir, dins del recinte de la piscina, aire més sec procedent de l'exterior.

La humitat relativa és un dels paràmetres de confort a controlar a les piscines cobertes, ja que del valor que s'assoleixi depèn la capacitat de regulació tèrmica del cos humà, i, en definitiva, de la sensació de benestar del banyista en sortir de l'aigua. També les condicions d'humitat elevada són favorables al desenvolupament de microorganismes —i la seva posterior propagació per via aèria— i al creixement de fongs en els paviments i les parets del recinte.

Igualment que en el cas de la temperatura, el control per sonda de la humitat relativa de l'aire permetrà la regularització automàtica dels paràmetres ambientals, ja que intervé directament sobre el sistema de climatització de la sala.

Mantenir els valors de temperatura i d'humitat relativa és imprescindible per assegurar el confort dels usuaris. Cal tenir present que la sensació tèrmica de fred, normalment, es deu a una evaporació ràpida i extensa de la superfície mullada del cos, que no té relació amb la temperatura de l'aigua. Encara que aquest sigui el motiu de queixa dels usuaris, la causa més freqüent resideix en les inadequades condicions tèrmiques de l'aire.

Una descripció més detallada dels paràmetres de temperatura i d'humitat relativa la trobarem al manual *La qualitat de l'aire interior en piscines cobertes* de la Diputació de Barcelona: <https://bit.ly/2PN2F32>.

El funcionament de les màquines deshumidificadores o calefactores que controlen la temperatura i la humitat d'aquests recintes es descriuen als vídeos: *Descripció d'instal·lacions de climatització*: <https://bit.ly/2Kuis38> i *Accions de manteniment i inspecció de sistemes de climatització*: <https://bit.ly/2QCjh9N>.

1.2. Riscos fisicoquímics i microbiològics a les instal·lacions

El pla de tractament de l'aigua dels vasos ha de fer constar el producte o productes que s'utilitzen, les fitxes de seguretat d'aquests productes, la forma d'aplicació i els controls que es fan per assegurar les característiques de l'aigua assenyalades a la normativa. Per això, en aquest manual, ens centrarem en els riscos químics i microbiològics.

Els riscos de caiguda i de cops per soroll, riscos elèctrics, foc o explosions no estan inclosos en aquest pla de tractament de l'aigua. Es poden consultar al document *Estudi higienicosanitari de les piscines d'ús públic* del Col·legi d'Enginyers Tècnics Industrials de Barcelona (CETIB): <https://bit.ly/2DzBFwo>.

Altres informacions sobre aquests riscos i seguretat a les piscines es poden trobar al web del Departament de Salut de la Generalitat: <https://bit.ly/2BIObIQ>.

Riscos químics

Els productes químics han de ser específics per a l'ús al qual van destinats i han d'estar adequadament envasats i etiquetats. Cal tenir en compte que el seu ús i emmagatzematge prolongat pot afectar la integritat de l'envàs i també l'etiqueta. Quan es compra un producte per primera vegada, s'ha de demanar al subministrador la fitxa de dades de seguretat (FDS), on, a més de la informació que ja hauríem d'haver trobat a l'etiqueta (fabricant o distribuïdor, contingut, productes perillosos presents, perills associats, possibles riscos i recomanacions de seguretat), hi trobarem informacions sobre com manipular-los correctament, com protegir-se'n (si calen guants i de quin tipus, per exemple), què fer amb les restes del producte o l'envàs o com recollir-ne els vessaments.

La primera consideració per a l'emmagatzematge és que cal disposar d'un estoc reduït; és a dir, que la quantitat de productes emmagatzemats ha de ser la més petita possible, tenint en compte, evidentment, les possibilitats de distribució existents. El segon aspecte a considerar són les característiques de la perillositat dels productes emmagatzemats i les seves incompatibilitats, i comprovar que tots els productes estan clarament identificats. És recomanable que l'accés només estigui permès al personal autoritzat (i amb els coneixements adequats). S'han d'emmagatzemar preferentment a la planta baixa de les instal·lacions, amb ventilació forçada directament a l'exterior.

Normes generals per reduir el risc d'emmagatzematge de productes químics

- Implantació i instal·lació adequades dels tancs i dipòsits
- Disponibilitat de les fitxes de seguretat dels productes
- Informació als responsables i treballadors
- Formació als responsables i treballadors
- Gestió adequada dels equips de protecció individual (EPI) per usar amb els productes químics. Cal consultar sempre el proveïdor per trobar l'equip de protecció més adequat.

La normativa vigent respecte als productes químics es pot trobar al web del Ministeri de Sanitat, Consum i Benestar Social: <https://bit.ly/2qHugn4>.

Si es busca una descripció detallada dels productes químics més utilitzats, es pot trobar al manual tècnic de Diputació de Barcelona *Pla de tractament de l'aigua de les piscines*: <https://bit.ly/2tIZI5x>.

Control ambiental dels productes químics

A part dels problemes per contacte o ingestió dels productes químics, pot presentar-se risc d'intoxicacions per inhalació dels productes utilitzats per tractar l'aigua.

Alguns d'aquests productes utilitzats per a la desinfecció de l'aigua poden passar a l'aire i provocar algun tipus de risc per a les persones que fan ús de les instal·lacions.

Un estudi d'aquests contaminants i els seus efectes es troba a l'*Estudi higiènicosanitari de les piscines d'ús públic*: <https://bit.ly/2yQs7fC>.

S'ha d'assegurar una ventilació suficient a totes les dependències de les instal·lacions. Les piscines cobertes han de disposar dels mecanismes necessaris per assegurar la renovació constant de l'aire a tot el recinte i garantir-ne una temperatura i una humitat relativa adient. Als efectes de control, és necessari disposar d'un higròmetre, un termòmetre i un aparell per determinar el CO₂.

Els principals contaminants i el pla d'autocontrol del sistema de ventilació i calefacció es troben descrits al manual *La qualitat de l'aire interior en piscines cobertes* de la Diputació de Barcelona: <https://bit.ly/2PN2F32>.

Riscos microbiològics

L'aigua dels vasos pot estar contaminada microbiològicament i, per tant, comportar un perill sanitari per als seus usuaris.

Aquesta contaminació pot provenir de diverses fonts:

- Els banyistes. Cada usuari, tant si està sa com malalt o convalescent, elimina a través de la pell, de les mucoses i de l'aparell genitourinari gèrmens que es dipositen a l'aigua.
- L'aigua. A la piscina se li ha de subministrar aigua procedent de la xarxa pública o d'alguna altra font autoritzada.
- La contaminació atmosfèrica. A les piscines descobertes el vent diposita fulles i pols, que poden transportar gèrmens patògens. La pluja arrossega materials que poden afectar l'aigua dels vasos.

I es pot produir per diversos tipus de microorganismes:

- Protozous, per exemple *Cryptosporidium*
- Bacteris, per exemple *Pseudomonas aeruginosa* o *Escherichia coli*

Cal tenir present que la contaminació microbiològica també pot venir d'altres indrets:

- El terra de vestuaris, la zona de platja i les dutxes poden ser font de micosis per fongs dermatòfits; també pot donar lloc a berrugues plantars per *Papilomavirus*.
- El contacte directe entre usuaris, l'ús compartit de tovalloles o material d'animació està darrere de les infeccions víriques per *Moluscum contagiosum*.

Els principals microorganismes implicats en les infeccions associades a la utilització de les piscines estan descrits al *Manual tècnic de piscines de la Generalitat de Catalunya* (taula II): <https://bit.ly/2BIObIQ>.

Amb la mesura i els controls periòdics del nivell de desinfectant residual a l'aigua i el seu manteniment en els marges establerts per normativa, es pot deduir que l'aigua està desinfectada correctament. Ara bé, per controlar l'eficàcia de la desinfecció s'ha d'investigar la presència o absència de gèrmens patògens i, per tant, dur a terme anàlisis microbiològiques periòdiques, que en l'actualitat i segons l'RD 742/2013 han de ser mensuals.

S'ha de tenir en compte els moments i les zones de l'aigua del vas en què el risc de contaminació sigui més elevat, tant pel que fa a l'afluència de banyistes com a les zones més problemàtiques del vas. Cal considerar la representativitat del punt de mostreig i la correcta presa de mostres (la recollida d'aigua del vas s'ha de fer a 10 cm de la superfície de la làmina d'aigua). En el punt de mostreig i en el moment de la presa de mostra, s'ha de mesurar in situ el nivell de desinfectant residual i el pH.

L'obtenció de les mostres per a l'anàlisi microbiològica es realitzarà en recipient estèril. S'afegirà aproximadament 0,5 ml de solució aquosa al 3 % de tiosulfat sòdic cristallitzat (estèril), sempre que la quantitat de mostra a prendre sigui de 500 ml, per tal de neutralitzar els efectes bactericides dels possibles desinfectants de caràcter oxidant que pot contenir l'aigua mostrejada. Les mostres es mantindran a la temperatura de 4-5 °C fins al lliurament al laboratori autoritzat per efectuar l'anàlisi.

Respecte a la contaminació microbiològica que ve d'altres indrets de la piscina, diferents dels vasos, cal disposar d'un bon pla de neteja i desinfecció de les instal·lacions.

El manual *Neteja i desinfecció de les instal·lacions esportives: planificació i control* proposa un model per elaborar aquest tipus de pla. El trobareu al web del Servei de Salut Pública de la Diputació de Barcelona: <https://bit.ly/2PN2F32>.

1.3. Tractament físic de l'aigua

Un tractament físic adequat de l'aigua representa un estalvi en el consum de productes per al tractament químic i una major qualitat ambiental tant a la sala de màquines com al recinte dels vasos.

1.3.1. La sala de màquines

Ha d'estar dissenyada tenint en compte l'execució dels treballs de manteniment de les instal·lacions, i els diferents equipaments i accessoris s'han de col·locar de manera que es faciliti aquesta tasca. Entre altres punts, es tracta de:

- Procurar que els motors dels grups de bombament no quedin situats en racons de difícil accés per al manteniment.
- Procurar implantar motors que puguin donar el rendiment requerit però que treballin al règim d'rpm més baix possible, per tal d'evitar el soroll.
- Ubicar els tancs de solucions i productes químics en una zona aïllada de la resta d'equips, totalment d'acord amb les exigències de les normatives vigents sobre seguretat i instal·lació.
- Mantenir passos amples per als accessos des de l'exterior de les instal·lacions, necessaris per a l'entrada i la sortida, en casos puntuals, d'equips de grans dimensions.
- Deixar el nombre màxim de passos per poder efectuar transports interiors amb elements amb rodes, i fer passar, amb aquesta finalitat, el màxim nombre de canonades que formin els circuits hidràulics per les zones més altes de la sala de màquines, sense que això sigui un inconvenient per al funcionament de les instal·lacions.
- Procurar que la il·luminació sigui suficient.
- Crear una xarxa completa de desguassos per tota la sala de màquines amb la intenció d'eliminar la formació de bassals i de zones de terra excessivament mullades.
- Disposar d'una ventilació eficaç a la sala de màquines.

Els paràmetres de base per al càlcul de la capacitat de la depuradora i del seu disseny hidràulic són:

- El volum total d'aigua de la piscina en metres cúbics
- El cicle o temps de recirculació d'un volum equivalent
- El cabal d'aigua de recirculació resultant
- El disseny hidràulic del vas i dels circuits hidràulics

1.3.2. Recirculació

Cal aclarir un punt sobre la recirculació. Si tenim, per exemple, una piscina de 625 m³ de capacitat i un període de temps de recirculació de 4 hores, el cabal d'aigua de recirculació serà de 156,25 m³/h. Tot i això, no és cert que el volum total d'aigua s'hagi recirculat en quatre hores i que, també, s'hagi assolit el tractament del 100 % dels sòlids en suspensió.

Durant el primer cicle de 4 hores, hauran sortit 625 m³ del vas de la piscina i, un cop tractats, s'hauran tornat a barrejar de manera progressiva. Això representa que els sòlids que produeixen la terbolesa total, amb la mescla resultant, s'hauran reduït al 50 %. Durant el segon cicle de 4 hores, el moviment del cabal i del volum haurà estat igual però s'haurà reduït la totalitat dels sòlids que produeixen la terbolesa de l'aigua al 75 %. En el transcurs del tercer cicle, la terbolesa total s'haurà reduït al 87,5 %. Després del quart cicle, la reducció de la terbolesa haurà assolit el 93,75 %, i, successivament, el 96,9 %, el 98,50 %, el 99,25 %, el 99,62 %, fins que s'enllesteixin deu cicles.

La reducció dels contaminants d'una piscina es pot descriure amb una equació diferencial de primer ordre:

Si λ és la constant de depuració per unitat de temps, la depuració en un temps dt és $\lambda \cdot dt$.

Si hi ha C (contaminants, com ara sòlids en suspensió), en un temps dt podem esperar que es depurin $(\lambda \cdot dt) \cdot C$.

Per tant, podem escriure: $dC = -(\lambda \cdot dt) \cdot C$.

El signe «-» apareix perquè C disminueix amb el temps a conseqüència de la depuració.

Integrant aquesta equació diferencial, obtenim una equació exponencial decreixent:

$$\int_{C_0}^C \frac{dC}{C} = \int_0^t \lambda \cdot dt.$$

$$C = C_0 e^{-\lambda t}$$

$$C/C_0 = e^{-\lambda t}$$

(C = concentració de contaminants en el moment, t/C_0 = concentració de contaminants a l'inici de la depuració, λ = constant de depuració)

Si utilitzem logaritmes neperians:

$$\ln (C/C_0) = -\lambda t$$

D'aquesta equació, en el cas que el temps de recirculació (temps per reduir la contaminació al 50%) sigui de 4 hores, podem deduir el valor de la constant de depuració:

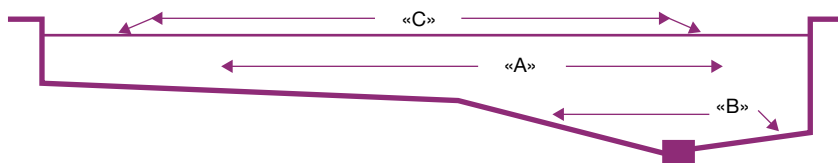
$$\ln (50\% C_0/C_0) = -\lambda \cdot t \rightarrow \ln 0,5 = -\lambda \cdot t \rightarrow -0,693 = -\lambda \cdot 4 \text{ h} \rightarrow \lambda = 0,173 \text{ h}^{-1}$$

A partir d'aquí, podem saber el temps necessari per reduir la contaminació al valor desitjat en qualsevol vas amb temps de recirculació de 4 hores. Com a exemples, podem calcular els temps necessaris per reduir la contaminació al 10% o a l'1%:

- Per reduir la contaminació en piscines i deixar-la al 10%:
 $\ln (C/C_0) = -0,173 \cdot t \rightarrow -2,3025 = -0,173 \cdot t \rightarrow t = 2,3025/0,173 = 13,30$ hores
- Per reduir la contaminació en piscines i deixar-la a l'1%:
 $\ln (C/C_0) = -0,173 \cdot t \rightarrow -4,605 = -0,173 \cdot t \rightarrow t = 4,605/0,173 = 26,60$ hores

1.3.3. Circuit de l'aigua i fases de tractament

Indicadors dels tres punts d'actuació sobre una piscina



L'anomenada zona A representa el volum d'aigua pròpiament dit, valorat amb un grau més o menys elevat de terbolesa a través de l'efecte visual. En realitat, aquesta aigua s'hi-gienitza mitjançant l'efecte conjunt del tractament físic, que n'elimina els sòlids que s'hi mantenen en suspensió, i del tractament químic, que hi manté uns valors adequats dels paràmetres de control.

L'anomenada zona B correspon al fons o solera del vas de la piscina, on sedimenten els sòlids de cert grau de densitat que es troben en suspensió a l'aigua i fins i tot alguns flotants que, després d'amarar-se d'aigua, han incrementat la seva densitat i han precipitat, i posteriorment s'han sedimentat al fons del vas de la piscina. La neteja i el manteniment d'aquesta zona B s'efectua mitjançant un equip i/o un sistema de netejafons de funcionament automàtic o manual. Qualsevol tipus d'equip emprat treballa amb la mateixa base de disseny que un aspirador domèstic convencional.

L'anomenada zona C és la làmina superficial de l'aigua de la piscina. Poden haver-hi brutícia i flotants que donen una imatge desagradable de la piscina. La neteja es pot dur a terme amb l'adopció de les mesures següents:

- Afegir aigua nova d'aportació fins que s'assoleixi la cota de desbordament a través de sobreeixidors i s'evacui la totalitat de la brutícia flotant.
- Incrementar tant com sigui possible el cabal d'aspiració des del col·lector de coladors de flotants (*skimmers*). És imprescindible que totes les unitats de coladors de flotants disposin de la seva comporta flotant. Els coladors sense comporta no tenen cap mena d'utilitat. Quan a l'interior del colador de flotants sense comporta es produeix la succió per aspiració del bombament, l'aigua que entra de la piscina correspon al volum que n'omple la boca, i tota la brutícia queda surant.

El sistema més eficaç per a la neteja de la làmina superficial de l'aigua de la piscina és el que representa el disseny hidràulic anomenat de circulació inversa, conegut també com a desbordant. Amb aquest disseny, el cabal d'aigua circula per l'interior del vas de la piscina en sentit ascendent, de baix a dalt. Quan arriba a la cota de desbordament —mitjançant un canal de recollida disposat per a aquest efecte—, es recull, de manera contínua, tota la làmina superficial de l'aigua, amb tota la brutícia incorporada, i passa al dipòsit regulador o d'equilibri.

En línies generals, el circuit de tractament de l'aigua d'una piscina està format per les fases següents: desbast, prefiltració, bombament, floculació i filtració.

Desbast

Consisteix en l'eliminació de gruixos de relativa importància, generalment retinguts a les reixes de la instal·lació, com poden ser, per exemple, les reixes de les boneres del fons, les cistelles de l'interior dels elements netejadors de la làmina superficial o coladors de flotants, les reixes que cobreixen els canals de recollida d'aigua per desbordament o altres.

Prefiltració

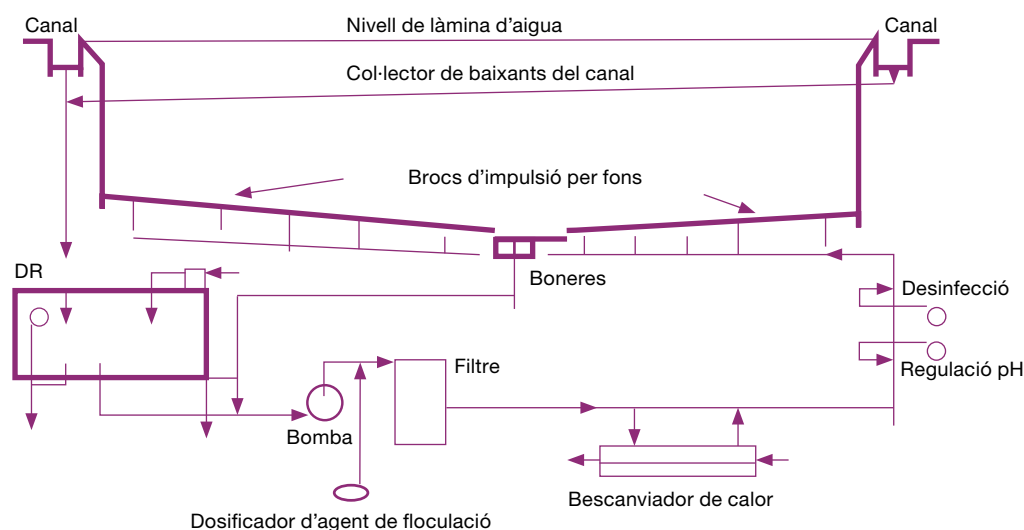
Consisteix en l'eliminació de gruixos, fils, cabells i altres sòlids que puguin provocar un mal funcionament del grup de bombament si s'introdueixen dins dels alvèols del rodet o de la turbina de la bomba, ja que en redueixen la capacitat i, proporcionalment, el cabal. Cal considerar la capacitat dels prefiltres amb relació al model de piscina que s'ha de construir. La piscina coberta permet la instal·lació de prefiltres de poca capacitat; en canvi, quan es tracta de piscines descobertes, a l'aire lliure i amb vegetació al voltant, s'han de preveure prefiltres de capacitats més grans.

Bombament

Es porta a terme mitjançant la implantació del grup motor-bomba, que haurà de ser capaç de proporcionar el cabal d'aigua de recirculació del disseny de la instal·lació a la pressió necessària per poder vèncer la contrapressió presentada pel llit del medi filtrant i per la pèrdua de càrrega representada pel circuit hidràulic fins que arriba a l'interior del vas.

La pressió per proporcionar el cabal d'aigua de recirculació es mesura en mcda (metres de columna d'aigua o en kg/cm^2), $10 \text{ mcda} = 1 \text{ kg}/\text{cm}^2$, i està relacionada amb la capacitat de vèncer la contrapressió presentada pel llit del medi filtrant i per la pèrdua de càrrega representada pel circuit hidràulic.

Esquema d'higienització de l'aigua



Esquema de principi de la instal·lació per a la higienització de l'aigua d'una piscina amb disseny hidràulic de circulació inversa (desbordant), amb impulsió del cabal de recirculació de l'aigua tractada a través de brocs de fons > retorn per canal perimetral de recollida per desbordament > conduccions fins al dipòsit regulador o d'equilibri > arribada automàtica d'aigua nova d'aportació al DR > aspiració general regulable des del DR i des de les boneres del fons del vas > grup de prefiltració i bombament > dosificació d'agent de floculació > filtració > desviació per a l'escalfament de l'aigua > injeccions de les solucions de productes químics.

Per exemple, si la suma de la pressió necessària per proporcionar el cabal d'aigua de recirculació és d'1,5 kg/cm² i el cabal d'aigua de recirculació és de 165 m³/h, el grup motor-bomba que s'ha d'instal·lar haurà de ser capaç de donar un cabal de 165 m³/h a 15 mcda.

El grup motor-bomba és convenient subdividir-lo, pel cap baix, en dos grups independents i intercomunicats. El resultat seria de dues unitats de grup de bombament, capaces, cadascuna d'elles, de proporcionar un cabal de 82,5 m³/h a 15 mcda amb les potències de motor que corresponguin d'acord amb el disseny i les corbes de rendiments del fabricant.

1.3.4. Floculació i filtració

Floculació

Es porta a terme mitjançant un equip especial adequat, amb capacitat per a l'addició continuada de la dosi que correspongui (de 0,3 a 0,6 ppm) de solució de producte floculant de reacció ràpida sobre el cabal d'aigua que s'ha de filtrar, després del grup de bombament i abans de l'arribada al filtre. Per a aquesta funció, els equips que s'han d'implantar han de tenir un funcionament peristàltic, que eviti la injecció per pulsacions. No s'aconsegueix una bona floculació si l'addició del producte al cabal d'aigua que s'ha de filtrar s'efectua de manera intermitent: cal que es produeixi de manera continuada.

L'equip dosificador ha d'anar enclavat al funcionament del grup de bombament de la filtració, de manera que, en cas d'aturada del funcionament del grup esmentat, tampoc no funcioni l'equip dosificador d'agent de floculació.

És imprescindible que cada conjunt de bombament i filtració de funcionament independent disposi del seu equip per a la dosificació de l'agent de floculació. No hi pot haver un únic equip dosificador d'agent de floculació per a més d'un grup.

La funció de la floculació no és necessària en totes les instal·lacions de filtració. Els medis que no requereixen ni necessiten aquesta funció són, per exemple, el cartutx i la terra de diatomees. La floculació de l'aigua provocaria un rebliment sobre aquests medis que en dificultaria el correcte funcionament.

Els llits de medis basats en sorres de sílex per obtenir una bona qualitat de l'aigua filtrada necessiten la coadjuvació que representa la floculació. L'addició de floculant, per un efecte electrofísic, provoca que les partícules de sòlids de petit calibre en suspensió —que passarien entre els intersticis dels grans del medi filtrant— s'uneixin i formin flocs més grans, que queden retinguts al seu pas a través del llit filtrant. D'aquesta manera, s'evita l'anomenada fuga de terbolesa a la piscina.

Filtració

És una operació de vital importància per al correcte tractament de l'aigua dels vasos.

El medi filtrant que es fa servir més sovint són les sorres de sílex de llit format per un estratificat de tres capes superposades, de diferents granulometries, amb un llit d'una altura mínima de 1.000 mm.

A les normatives sanitàries no figura el paràmetre de la velocitat de filtració. La recomanació sobre aquest paràmetre indicada a les fitxes tècniques del Consell General de l'Esport de la Generalitat de Catalunya sobre llit de sílex és de 20 (m³/h)/m², velocitat ideal per obtenir una bona qualitat en l'aigua filtrada.

Cal tenir present que aquesta velocitat resulta molt lenta per efectuar rentatges a contracorrent eficaços. Un rentatge eficaç s'aconsegueix a velocitats més altes, de 30 a 40 (m³/h)/m², sense que el desgast per autoabradió sigui important; es pot dir que un llit de medi filtrant de sílex amb 365 rentatges a l'any pateix una pèrdua del 2%.

Les sorres tenen una capacitat de retenció de sòlids de 30 a 80 micròmetres. El seu rang de capacitat de retenció és tan ampli a causa de les diferents condicions de treball, com són la velocitat de filtració, entre 5 i 50 (m³/h)/m²; l'alçada del llit filtrant, d'entre 600 i 1.400 mm; la granulometria de la sorra, etc. El treball de les sorres de sílex es realitza per adsorció superficial sobre els grans i, principalment, mitjançant el pas entre els intersticis que deixen els grans.

Amb el conjunt dels dos manòmetres per al control dels índexs de pèrdua de càrrega, a l'entrada i a la sortida d'aigua del filtre, i amb l'observació del diferencial entre els dos paràmetres, es controla el grau de rebliment de la càrrega de medi filtrant. A partir d'aquest paràmetre s'ha de desencadenar el procés de rentatge del filtre.

Altres medis filtrants

Filtres bicapa

Denominació aplicada al llit filtrant format per un estratificat de tres capes de sílex i una capa d'antracita especial, segons les normes DIN alemanyes.

Una diferència important en el disseny del filtre bicapa rau en el diferencial existent entre els dos tipus de medi filtrant, ja que, aproximadament, la densitat del sílex és d'1,5 i la densitat de l'antracita de 0,75. Per aquest motiu, quan s'ha d'efectuar els rentatges a contracorrent, cal disposar d'una cambra d'expansió de 500 mm per evitar que els grans d'antracita siguin arrossegats cap al desguàs general juntament amb la brutícia. Per això, en aquest tipus de disseny, els cossos de filtre i de constitució vertical han de ser dels anomenats de llit alt, i cal tenir en compte l'altura de sostre que es necessitarà a la sala de màquines.

El cabal d'aigua que s'ha de filtrar travessa la primera capa del llit d'antracita, capaç de retenir sòlids d'un calibre important a la superfície dels grans i a les esquerdes pròpies. La resta de sòlids més fins seran retinguts pel llit de sílex, mitjançant el seu treball doble de pas pels intersticis dels grans i per l'adsorció a les superfícies dels grans.

El funcionament del disseny de filtració bicapa (sílex + antracita) té l'important avantatge que pot treballar d'una manera adequada i amb un bon rendiment pel que fa a la qualitat de l'aigua filtrada a una velocitat de filtració de 40 a 50 (m³/h)/m².

Cartutx de cel·lulosa

Consisteix en un cartutx amb plecs, gràcies als quals té un mínim volum d'ocupació i una màxima superfície filtrant.

El seu treball es realitza per superfície; el material de què es compon el cartutx, la cel·lulosa, disposa de passos de secció molt baixa, capaços de retenir sòlids de calibre molt baix, que queden a la superfície del mateix cartutx. La velocitat de filtració d'aquest tipus de medi és d'1 a 2 (m³/h)/m². La qualitat de l'aigua filtrada es pot mesurar entre 15-30 micròmetres.

Un cop saturat, es pot rentar o substituir, segons convingui. El procés de rentatge és menys còmode, perquè s'ha d'extreure el cartutx i s'ha de netejar amb aigua a pressió, i s'ha de procurar que tots els plecs quedin perfectament nets.

Terra de diatomees

Així com la majoria de medis filtren per retenció de sòlids, per adsorció, la terra de diatomees filtra per absorció. Els sòlids en suspensió a l'aigua són retinguts a la mateixa massa de la diatomea fins que, un cop reblerta, s'ha substituir.

Un cop s'ha netejat el suport, cal introduir una nova càrrega de terra de diatomees per poder iniciar un nou cicle. Independentment de la seva gran capacitat filtrant, els filtres de diatomees tenen l'avantatge que requereixen poc espai a la sala de màquines.

El cabal de treball màxim ideal per a piscines d'ús privat es calcula en 5 (m³/h)/m², i per a piscines d'ús públic s'aconsella la velocitat de 3 (m³/h)/m². La qualitat de l'aigua filtrada oscil·la entre 4 i 6 micròmetres; és francament bona.

Una descripció més detallada dels diferents medis i sistemes de filtració la podem trobar al *Manual tècnic de piscines de la Generalitat de Catalunya*: <https://bit.ly/2BIObIQ>.

1.3.5. El disseny hidràulic en el vas de la piscina. Netejafons i dipòsit regulador d'equilibri

Disseny hidràulic en el vas de la piscina

El millor circuit hidràulic és el que es basa en la circulació inversa o desbordant. Cal encastar els accessoris al vas, de manera que el cabal d'aigua tractada provoqui un corrent ascensional, de baix a dalt, que travessi tot el volum d'aigua envasat per obtenir els avantatges següents:

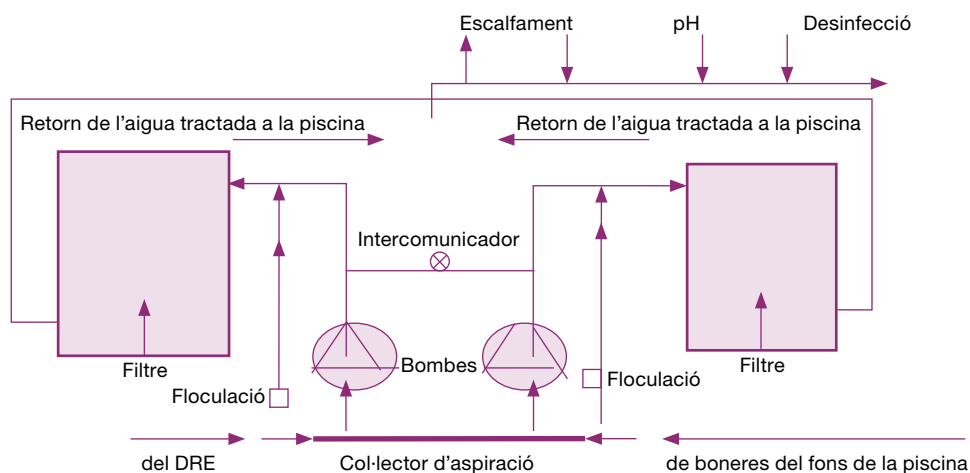
- Assegurar una distribució automàtica dels productes químics afegits al cabal d'aigua de recirculació per tot el volum d'aigua de la piscina.
- Evitar la sedimentació, de dalt a baix, de part dels sòlids en suspensió i arrossegar-los fins als punts de desbordament.
- Mantenir, de manera contínua i automàtica, la neteja total de la làmina superficial de l'aigua de la piscina.

- Procurar, en la mesura del possible, que el cabal d'aigua de recirculació tractada arribi a desbordar per sobre de la màxima longitud del perímetre superior del vas de la piscina, i que arribi així a un canal que el vehiculi fins al dipòsit regulador o d'equilibri.

S'ha de procurar evitar la formació de vies preferencials i de zones estàtiques. Es tracta d'aplicar un repartiment dels brocs d'impulsió pel fons, de situar-los de manera que el seu cercle d'influència aconseguixi un escombratge continu del fons o solera i que arribi a tots els racons dels angles formats per la unió de les parets verticals amb la solera del vas, que són punts molt propensos a la proliferació d'algues. Els punts de retorn d'aigua tractada a l'interior del vas de la piscina han d'estar situats amb la màxima equipartició possible, com més a prop millor de la zona més profunda de la piscina.

És molt interessant considerar la possibilitat de dissenyar les instal·lacions subdividint-les en conjunts independents i intercomunicats entre ells, de manera que, en cas de qualsevol avaria, sigui possible intercanviar els equips entre grups i així poder disposar d'un sistema flexible que permeti disposar d'una instal·lació per a la higienització de l'aigua al 100 %, al 50 % o al 33 % de les necessitats.

Esquema de principi d'una instal·lació dúplex intercomunicada al 50 %



Queden representats, a partir del col·lector general d'aspiració d'aigües procedents de les boneres de fons de la piscina i del DRE, els dos conjunts de prefiltració i bombament, floculació i filtració, que passen posteriorment a la unió de les dues meitats del cabal total en un únic col·lector general, on es forma la derivació d'escalfament de l'aigua i les injeccions de solucions químiques per a la regulació del valor de pH i de la desinfecció. En els dos col·lectors verticals d'impulsió de bombes per a l'alimentació dels filtres apareix la intercomunicació dels dos conjunts.

Netejafons

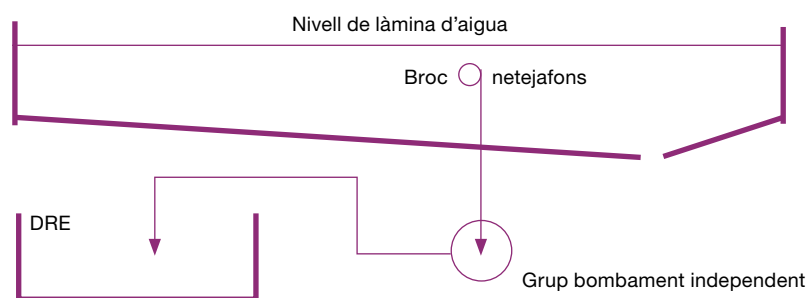
Cada piscina requereix un model o sistema de netejafons concret i idoni d'acord amb el seu disseny i dimensions.

En els netejafons connectats a l'interior del mateix vas de la piscina i en els casos en què també es connectin a la instal·lació de depuració de la piscina és molt recomanable

instal·lar un grup motor-bomba, amb un prefiltrre de gruixos de gran capacitat incorporat que sigui capaç de proporcionar un cabal de 20 a 25 m³/h a 10 mcda (metres de columna d'aigua) a l'interior de la sala de màquines, com més a prop millor de la presa o preses de la connexió del netejafons.

L'aigua bruta aspirada pel grup independent instal·lat expressament per a aquesta funció es conduirà directament a l'interior del dipòsit regulador o d'equilibri, en cas que existeixi, on es diluirà dins del volum d'aigua que contingui el dipòsit, i així s'evitaran entrades puntuals amb una elevada càrrega de brutícia directament als filtres.

Esquema d'instal·lació de netejafons independent. Sense pas directe a filtre



Dipòsit regulador d'equilibri (DRE)

El dipòsit regulador d'una piscina, conegut com a vas de compensació, no constitueix una unitat accessòria, sinó que forma part del conjunt integrat de la piscina. L'aigua que passa per l'interior del dipòsit regulador és la mateixa que passa per l'interior del vas de la piscina.

Els problemes que poden presentar els DRE són els següents:

- Accés difícil o gairebé impossible per a:
 - La visió de control de l'interior
 - La neteja de parets i terra
 - La desinfecció amb alta concentració
- Ventilació escassa
- Terra sense pendents per a un drenatge de neteja
- Superfícies de les parets i del terra amb acabats bastos, tal com queden després de re-vestir-los amb formigó, sense possibilitat de neteges ni de desinfeccions ulteriors.
- Il·luminació interior escassa o nul·la
- Presència de runa d'obra, fins i tot ferro de les armadures

No s'ha de pretendre que el dipòsit regulador es revesteixi amb el mateix material amb què es revesteix el vas de la piscina; però sí que s'ha de cobrir, encara que només

sigui amb pintures especials resistents a les agressions dels agents químics emprats per a les neteges i desinfeccions, sempre després d'un bon arrebossat i allisatge.

La funció del dipòsit regulador o d'equilibri és cobrir, amb l'*efecte pulmó*, les oscil·lacions que pateix el volum d'aigua envasat. Generalment, se'n calcula la capacitat a partir d'un percentatge sobre el volum de la piscina, tot i que això depèn de les característiques del vas i de la instal·lació.

Com a possible proposta per al càlcul de la capacitat mínima necessària, es poden utilitzar els paràmetres següents:

- a) Volum d'aigua que representa dos centímetres de la làmina d'aigua del vas.
- b) Volum que representa el 50 % de la capacitat total del canal superior perimetral de recollida d'aigua per desbordament.
- c) Volum que es desallotja de l'interior de la piscina en el moment puntual de màxima concurrència d'usuaris a l'interior de la piscina.
- d) Volum desallotjat per l'onatge produït pels usuaris.
- e) Volum consumit durant el procés de rentatge d'una unitat de filtració.
- f) Arrodoniment amb un percentatge de marge de seguretat.

La suma de tots els paràmetres exposats pot servir de càlcul per al volum útil total necessari per al DRE de la piscina.

Per exemple, podem calcular la capacitat del DRE d'un vas d'una piscina desbordant de 25 m de llargada x 12 m d'amplada x 1,5 m de fondària (amb un volum total de 450 m³).

- a) Un cop aturada la instal·lació, el volum d'aigua n'ocupa els punts més baixos, fins i tot arriba fins a la massa que representa el llit de la càrrega filtrant. Això fa que, al cap d'un breu espai de temps, el nivell de la làmina superficial d'aigua en el vas de la piscina descendeixi entre 1 i 2 centímetres. En el nostre cas, el volum A és $25 \times 12 \times 0,02 = 6 \text{ m}^3$.
- b) De la mateixa manera, el canal de recollida d'aigua per desbordament queda completament buit. En el nostre cas, el volum B és, suposant 10 cm d'amplada i 10 cm de profunditat del canal perimetral, $(25 \times 2 + 12 \times 2) \times 0,10 \times 0,10 = 0,74 \text{ m}^3$.
- c) En el cas que, en el mateix moment de posar en marxa de la instal·lació, es trobessin, a l'interior de la piscina, un determinat nombre de banyistes, la seva presència desallotja un volum d'aigua fora del vas. En el nostre cas, amb el nombre màxim de banyistes permesos de 120 ($300 \text{ m}^2 \times 1 \text{ banyista} / 2,5 \text{ m}^2$), un pes mitjà de 75 kg i una densitat de 950 g/l, s'ocuparà un volum de $120 \times 75 \times 1/0,950 \times 1 \text{ m}^3/1.000 \text{ l} = 9,47 \text{ m}^3$.
- d) El desallotjament d'aigua és molt diferent si el produeixen nedadors professionals o alumnes d'algun curset. Aquest paràmetre no es comptabilitza a l'exemple proposat per la seva dificultat de càlcul.
- e) Es pot donar el cas que, en iniciar-se un nou cicle de recirculació de la instal·lació, una de les unitats que componen la instal·lació de filtració necessiti ser netejada. A

aquest efecte, s'haurà de precisar el volum d'aigua resultant del consum d'aquest rentatge. Suposant que cada unitat de filtració tingui 1,5 m de diàmetre i 1 m d'alçada, la superfície de filtració serà de $\Pi D^2/4 = 1,76 \text{ m}^2$. Un bon rentatge a contracorrent es fa amb velocitats elevades de l'ordre de $(40 \text{ m}^3/\text{h})/\text{m}^2$; en cas que aquesta operació duri 10 minuts (1/6 h), el volum d'aigua resultant del consum d'aquest rentatge serà de $(40 \text{ m}^3/\text{h})/\text{m}^2 \times 1,76 \text{ m}^2 \times 1/6 \text{ h} = 11,7 \text{ m}^3$.

- f) Finalment, davant del resultat de la suma dels paràmetres anteriors, és prudent afegir a l'esmentada xifra un percentatge de seguretat.

En el nostre cas, si afegim un percentatge de seguretat del 50 % el DRE serà:

$$(6 \text{ m}^3 + 0,74 \text{ m}^3 + 9,47 \text{ m}^3 + 11,7 \text{ m}^3) \times 1,5 = 41,86 \text{ m}^3$$

En aquest exemple, el càlcul de la capacitat del DRE dona un $41,86 / 450 = 9,3 \%$. En moltes instal·lacions de piscines, el disseny del DRE es realitza amb una previsió de capacitat igual o superior al 10 %.

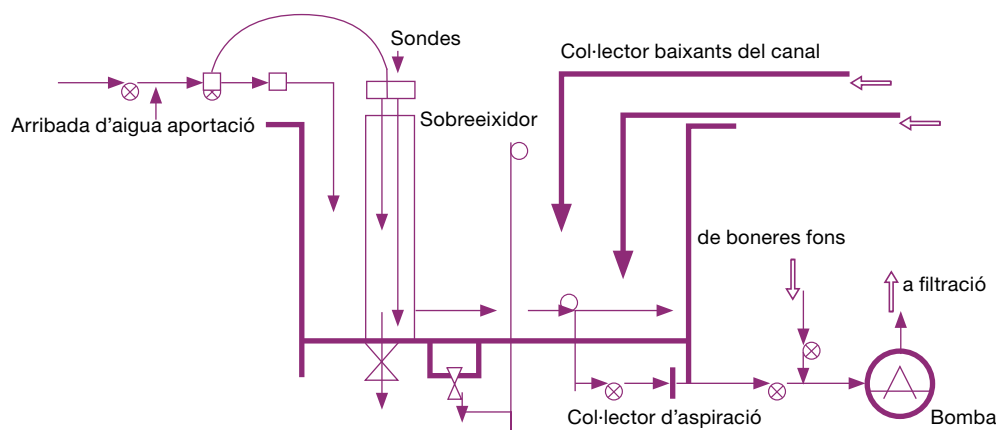
Cal tenir en compte, però, que en el cas de vasos petits, el càlcul de la capacitat del DRE no es pot fer amb aquests paràmetres. Per exemple, la capacitat necessària per al DRE d'una minipiscina de 20 m^3 de volum per a ús públic haurà de ser una capacitat útil mínima de $10\text{-}12 \text{ m}^3$, superior al 50 % del volum de la minipiscina.

El volum d'aigua emmagatzemat al DRE generalment ocupa, aproximadament, el 50 % de la seva capacitat útil i, en els casos puntuals, difícilment arriba a la sortida superior del sobreexidor, que està connectada directament al col·lector de desguàs general. Si l'aigua arriba a aquest nivell, és aigua tractada que es perd. No és rendible, des de cap punt de vista, l'estalvi en la construcció del DRE d'una piscina.

Accessoris necessaris en el DRE de la piscina

Perquè funcioni correctament i de manera completa, el DRE ha de tenir els accessoris següents:

Esquema d'un DRE d'una piscina de disseny de circulació inversa



A l'esquema es representen: els dos col·lectors d'arribada d'aigua dels baixants del canal perimetral de recollida per desbordament; l'arribada controlada d'aigua nova d'aportació procedent de la xarxa, amb les vàlvules, l'electrovàlvula i el comptador totalitzador; la sortida per al col·lector d'aspiració del grup de bombament, amb el conjunt de valvuleria especificat; l'arribada des del col·lector de les boneres de fons de la piscina; el grup de bombament i la seva impulsió al filtre; la sortida de buidatge i drenatge; la sortida del sobreexidor i el tub transparent amb l'equip, i el conjunt de sondes per al control del nivell.

- Vàlvula de sortida de buidatge i drenatge en el punt inferior.
- Sortida d'aspiració del bombament, situada entre 15 i 20 centímetres per sobre del terra del dipòsit.
- La sortida d'aspiració del bombament, a la part externa al cos del DRE, haurà de disposar de: vàlvula d'obertura i tancament per a aïllament i vàlvula antiretorn desmuntable. D'aquesta manera, qualsevol brossa que no permeti tancar la vàlvula de retenció es pot extreure aïllant-la de la resta de la instal·lació.
- Sortida de comunicació exterior, amb una vàlvula i un tub de PVC transparent, de 90-110 mm de diàmetre, que sobrepassi l'altura màxima del DRE i que serveixi com a visor exterior del nivell d'aigua del dipòsit. El motiu pel qual s'ha disposat el conjunt de sondes controladores dels nivells dins del tub transparent de diàmetre suficient és que, a l'interior del DRE, l'aigua gairebé sempre produeix onatge a causa de l'arribada des dels col·lectors. En canvi, aquest onatge gairebé no es produeix dins el tub transparent exterior.
- Dins del tub de PVC transparent, un conjunt de sondes de nivell, amb regulacions per a la senyalització de:
 - El mínim nivell de seguretat. En aquest punt es talla automàticament el subministrament d'energia que va als grups de bombament.
 - El mínim nivell de treball. En aquest punt s'obre l'electrovàlvula d'arribada d'aigua nova d'aportació procedent de la xarxa.
 - El màxim nivell de treball. En aquest punt es tanca l'electrovàlvula de subministrament d'aigua nova d'aportació procedent de la xarxa.
 - El màxim nivell de seguretat. En aquest punt es disparen les alarmes òptica i acústica per poder tancar el subministrament general.
- Tub de sortida de sobreexidor amb comunicació directa al col·lector de desguàs general.
- Tubs col·lectors que condueixen el cabal total d'aigua recollit al canal perimetral i als seus baixants fins al DRE.
- Arribada d'aigua nova des de la xarxa pública. Mentre el comptador totalitzador controla el percentatge de renovació d'aigua de la piscina, l'electrovàlvula és comandada pels nivells de control predeterminats situats al DR i la vàlvula d'acer inoxidable, per la pressió d'arribada de la xarxa.

Respecte al DRE, cal tenir present que el vas de la piscina es troba en la cota més alta del conjunt, gairebé sempre per sobre de l'emplaçament de la sala de màquines. La intercomunicació entre els dos vasos —el de la piscina i el del DRE— és constant gràcies a

l'efecte de vasos comunicants, a través del circuit d'aspiració d'aigua des del DRE i del circuit d'impulsió d'aigua tractada als brocs dins del vas de la piscina.

Aquesta situació condiona la instal·lació fins al punt d'haver d'instal·lar, en els dos circuits, vàlvules de retenció perquè, sempre que es produeixi un error en el subministrament d'energia en els motors principals, es talli aquesta intercomunicació i, al mateix temps, s'eviti la reacció de l'efecte de vasos comunicants per la qual, amb el retorn de l'aigua de la piscina a l'interior del DRE, la piscina perdi el seu nivell i l'aigua, a través de la sortida superior de sobreexidor, passi al desguàs general.

1.3.6. Paràmetres físics de control: transparència i terbolesa

El tractament físic de l'aigua amb els elements que s'han descrit té com a finalitat que els paràmetres de transparència i terbolesa, indicadors de la qualitat de l'aigua, compleixin la normativa en vigor.

Transparència

La transparència de l'aigua de la piscina és el primer paràmetre que instintivament es valora perquè determina la sensació d'acceptació o rebuig al bany, i influeix de manera primària i decisiva en la valoració de la qualitat de l'aigua.

La falta de transparència és deguda a la presència de partícules insolubles de mida molt diversa que es troben en suspensió en la massa d'aigua del vas. L'origen d'aquestes partícules pot ser molt divers:

- De l'entorn (sorra, pols, pol·len, etc.)
- Dels banyistes (manca d'higiene en general)
- Derivades de les característiques químiques de l'aigua d'ompliment de la piscina (pH, alcalinitat, duresa, mineralització, etc.)
- Subproductes generats en el tractament de l'aigua (precipitacions de sals insolubles com a conseqüència de l'efecte oxidant del desinfectant o de les variacions de pH)
- Mal funcionament dels filtres (formació de vies preferents, etc.)
- Formació d'algues microscòpiques
- Material provinent d'hipotètics processos de corrosió del sistema

La normativa estableix que, en absència de banyistes i amb l'aigua en repòs, s'ha de veure el fons des de qualsevol punt de la piscina.

Terbolesa

La terbolesa de l'aigua és una propietat òptica que fa que la llum sigui dispersada i absorbida en lloc de ser transmesa. Està relacionada amb la mida, la forma i el color dels sòlids en suspensió.

Des del punt de vista sanitari, la terbolesa és un indicador de contaminació, inter-

fereix en el procés de desinfecció, estimula la proliferació de bacteris i és un factor de risc microbiològic. Des del punt de vista tecnològic, la determinació de la terbolesa ens permet conèixer l'eficiència de la floculació, el rendiment de la filtració i l'estat dels filtres.

En el cas de les piscines, la terbolesa ha d'estar per sota de les 5 UNF (unitats nefelomètriques de formacina). La mesura no es pot realitzar amb un turbidímetre de llum transmesa, sinó que s'ha de realitzar amb un nefelòmetre de llum dispersa. La mesura de la radiació difusa o dispersa és aplicable a aigües amb terbolesa compresa entre 0 UNF i 40 UNF. La mesura de l'atenuació de la radiació incident només és aplicable als valors compresos entre 40 UAF i 400 UAF (unitats d'atenuació de formacina).

Els problemes més comuns en la mesura de la terbolesa a les piscines són els següents:

- Mesurar mostres amb aparells que funcionen pel mètode d'atenuació de la radiació incident i donar els resultats en UAF. Això és un error perquè el camp d'aplicació d'aquest mètode correspon a mostres d'aigües residuals amb una terbolesa > 40 UAF.
- Calibrar l'aparell amb patrons entre 0 UNF i 100 UNF. També és un error perquè no permet fer mesures amb prou exactitud. La calibració s'ha de realitzar amb patrons de valors propers als valors esperats de terbolesa; en el cas de les piscines, es recomana calibrar entre 0 UNF i 10 UNF.
- La mesura del turbidímetre és 0. Aquest error es dona en mostres amb terbolesa baixa i equips de mesura en UAF i/o equips no calibrats degudament. Si després de comprovar que disposem de l'aparell adequat i aquest està degudament calibrat la mesura torna a ser 0, la recomanació és anotar un valor de < 0,10 UNF com a límit de detecció.

1.4. Factors contaminants, indicadors de contaminació microbiològica i indicadors químics de qualitat de l'aigua

1.4.1. Causes principals de contaminació de l'aigua de les piscines

Aigua d'ompliment del vas

L'aigua utilitzada per omplir el vas ha de procedir, preferentment, de la xarxa de distribució pública, i ha de complir les característiques que estableixi la normativa vigent sobre els criteris de qualitat de l'aigua de consum humà.

Si es vol utilitzar aigua directament d'un altre origen (riu, llac, mar, aigua subterrània, etc.) que no hagi passat els controls de qualitat requerits per part del gestor del subministrament o de l'autoritat sanitària, cal sol·licitar l'autorització prèvia d'utilització a l'ajuntament del municipi.

Banyistes

Els usuaris fan aportacions procedents de:

- L'epidermis: cèl·lules cutànies procedents dels epitelis de la pell, cabells, suor, secrecions sebàcies, etc.
- El sistema excretor: és possible l'aportació de matèria orgànica fecal procedent de la regió perianal, i també de substàncies contingudes a l'orina.
- Altres: cosmètics, maquillatges, olis bronzejadors, protectors solars, etc., que són insolubles a l'aigua i formen part de la pel·lícula superficial.

Entorn

Afecta principalment les piscines descobertes o de temporada, i suposa una aportació addicional de matèria orgànica i deteriorament de la qualitat de l'aigua per terbolesa i coloracions no desitjades. Cal esmentar, entre altres procedències:

- Herba, la terra i la pols del solar i de les zones d'estada
- Fulles, el pol·len i les restes vegetals de les zones properes de jardins i arbrat
- Restes de begudes i menjars dels bars i les zones d'esbarjo ubicats al voltant dels vasos
- Microorganismes incorporats per excrements d'ocells o d'altres animals
- Espores presents a l'entorn, amb capacitat d'afavorir la proliferació d'algues
- Aigua de pluja, que pot contribuir a l'aportació de contaminants presents a l'atmosfera

Química

Hi pot haver una presència excessiva de productes emprats en el tractament de l'aigua, els quals han estat:

- Afegits directament de forma incontrolada
- Formats com a subproductes de reacció
- Incorporats per altres motius: corrosions, accidents, etc.

El tractament químic de l'aigua, conjuntament amb el tractament físic descrit abans, té la missió de subministrar aigua amb les característiques fisicoquímiques i microbiològiques assenyalades a la normativa, encara que hi hagi fonts de contaminació que n'afectin la qualitat.

1.4.2. Indicadors de contaminació microbiològica

La contaminació microbiològica de l'aigua de les piscines es determina per l'anàlisi de determinats paràmetres, que poden variar segons els diferents països. La legislació vigent estableix l'anàlisi d'*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* i *Pseudomonas aeruginosa*.

Escherichia coli

És un bacteri de presència constant a l'intestí humà i animal. La seva detecció en aigua dels vasos de piscines indica contaminació d'origen fecal i alerta de la possibilitat de presència de microorganismes perillosos, com ara salmonel·la, shigela o altres bacteris entèrics patògens.

La normativa n'exigeix l'absència en 100 ml.

Staphylococcus aureus

El seu hàbitat natural és la cavitat nasal de l'ésser humà, però també es troba a la pell, a la boca i principalment a les mans. La seva presència és representativa de contaminació rinofaríngia i cutània. Algunes varietats d'aquest bacteri poden causar afeccions com ara otitis, furúncols, etc.

La normativa n'exigeix l'absència en 100 ml.

Pseudomonas aeruginosa

És un microorganisme que viu com a sapròfit a la mucosa intestinal i a les vies respiratòries altes dels éssers humans. Es troba àmpliament estès a l'ambient, a l'ésser humà i als animals, i s'adapta i es multiplica en el medi aquàtic, encara que en aquest medi les seves condicions de nutrició siguin més limitades.

Es comporta com a patògen oportunista, i és el principal responsable de les otitis adquirides pels banyistes.

La normativa n'exigeix l'absència en 100 ml.

Altres gèrmens patògens

La varietat de microorganismes potencialment presents a l'aigua dels vasos de la piscina o a les seves instal·lacions annexes és molt àmplia, atesa la gran diversitat de possibles fonts de contaminació. Per això cal tenir present la possibilitat d'adquirir infeccions o malalties associades a altres tipus de microorganismes patògens amb capacitat de desenvolupar-se en l'àmbit de la piscina, com són *Giardia* i *Cryptosporidium*.

La normativa estableix l'absència de patògens en 100 ml.

El control analític dels paràmetres microbiològics ha de ser efectuat per un laboratori inscrit al Registre de laboratoris de salut ambiental i alimentària del Departament de Salut de la Generalitat de Catalunya, i preferentment ha d'estar acreditat per una entitat homologada.

El personal tècnic del laboratori procedirà a la presa de mostres, al transport i a l'anàlisi, en les condicions adients.

La planificació de les anàlisis microbiològiques de l'aigua necessàries per conèixer-ne les condicions sanitàries es realitzarà d'acord amb el que s'hagi establert en el sistema d'autocontrol de la instal·lació, el qual es dissenyarà en funció dels factors de risc que es considerin. La normativa vigent, com a mínim, estableix una analítica mensual.

1.4.3. Indicadors químics de la qualitat de l'aigua

pH

Concepte

El pH de l'aigua de la piscina ha de ser controlat per assegurar una desinfecció eficient i evitar danys als usuaris i a la instal·lació. Aquest pH de l'aigua es va modificant contínuament per diverses causes que hi influeixen de manera aïllada o conjugada. Les causes principals i la seva influència sobre el valor pH són:

- a) Utilització de desinfectants:
 - Hipoclorit sòdic i hipoclorit càlcic: ↑ (augmenta)
 - Triclorisocianúric: ↓ (disminueix lleugerament)
- b) Utilització d'agents de floculació:
 - Aluminat sòdic: ↑
 - Hidroxiclorur d'alumini, triclorur d'alumini: ↓
- c) Increment de temperatura
 - Desplaça el CO_2 i augmenta el pH

Valors

La normativa vigent estableix un rang entre 7,2 i 8. Fora d'aquests marges, es produeixen els efectes següents:

- a) pH bàsic o alcalí (pH > 8):
 - Disminució de l'eficàcia de la desinfecció amb clor
 - Precipitació de carbonat càlcic, que provoca terbolesa, incrustacions i compactacions en els filtres
 - Destrucció de la capa àcida natural de la pell
 - Disminució de l'eficàcia d'alguns agents de floculació
- b) pH àcid (pH < 7,2)
 - Augment de la corrosió de les parts metàl·liques
 - Irritacions de pell, mucoses i ulls
 - Disminució de l'eficàcia d'alguns agents de floculació

Mesura

Les determinacions del nivell de desinfectant residual utilitzat, pH i transparència de l'aigua es realitzarà un mínim de dues vegades al dia, en els moments d'obertura de la piscina i de màxima confluència de públic. Les mesures es poden fer, de més a menys precisió:

- a) pH-metre amb elèctrode selectiu
- b) Fotòmetre portàtil
- c) Test colorimètric
- d) Tires indicadores

En el control manual diari és suficient el c), però és preferible el b).

Correcció

En cas de desviar-se dels valors de la normativa s'ha d'efectuar la correcció. Per incrementar el valor del pH, cal afegir-hi un alcalí: sosa càustica o dissolució de bicarbonat sòdic, etc. Per fer-lo disminuir, cal afegir-hi un àcid: àcid clorhídric, àcid sulfúric o bisulfat sòdic.

Clor lliure

Concepte

El clor és, encara avui, el principal agent desinfectant utilitzat en la desinfecció de l'aigua. El clor residual lliure és la quantitat de clor que, després d'haver oxidat la matèria inorgànica i orgànica present, té capacitat per eliminar la contaminació posterior aportada a la piscina, de manera que atorga una capacitat desinfectant a l'aigua.

Des del punt de vista químic, el clor residual lliure és la suma d'àcid hipoclorós i ió hipoclorit.

Valors

La concentració de clor residual lliure a l'aigua de la piscina, segons la normativa, ha d'estar compresa entre 0,5 i 2 ppm.

A efectes de l'eficàcia del tractament, val a dir que:

- No interessin valors propers a la banda baixa de l'interval permès, pel risc que una mínima contaminació transformi el clor lliure en combinat.
- Interessa mantenir el pH a valors més propers a 7,2, ja que en aquests valors augmenta l'eficàcia de la desinfecció (major proporció d'àcid hipoclorós, forma activa del clor, que de ió hipoclorit, reservori de clor).

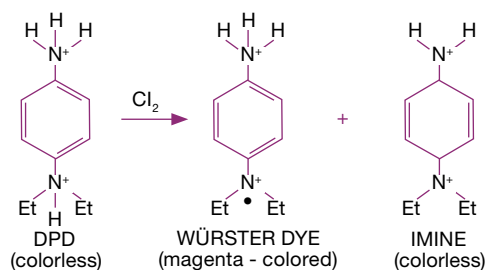
Mesura

La determinació de la concentració de clor residual lliure s'efectua de dues maneres:

a) Puntual

S'analitza l'aigua a la zona més desfavorable del vas: al punt més allunyat dels broquets d'impulsió, a les zones mortes o amb poca recirculació, etc.

S'utilitza el reactiu DPD (etil - p-fenilen - diamina), que es presenta en forma líquida (reactiu 1 i 2) o en pastilles (reactiu 1). En la reacció amb l'aigua clorada, es desenvolupa una coloració rosada, la intensitat de la qual és proporcional a la concentració de clor residual lliure.



El valor de la concentració de clor es determina per:

- Comparació amb una escala fixa de tonalitats rosades incorporada a la cubeta de reacció (lectura manual)
- Lectura directa mostrada per un indicador analògic o digital (lectura fotomètrica)

b) *Continuada*

S'analitza l'aigua a la sortida de la piscina en el circuit de recirculació mitjançant la deriva d'una fracció de l'aigua al recipient que conté els elèctrodes de mesura. En el cas del clor lliure s'utilitza una cèl·lula amperimètrica, el senyal de sortida de la qual s'amplifica, es transforma en concentració i es visualitza en el panell de lectura corresponent.

El principal avantatge dels analitzadors en continu és que permeten la dosificació automàtica del reactiu corresponent en funció dels valors de consigna prefixats.

Com a alternativa més econòmica a l'anàlisi en continu del clor residual lliure, s'utilitza la determinació de la capacitat oxidant total que presenta l'aigua de la piscina (redox). Aquesta lectura solament permet tenir una idea del nivell de clor lliure present, perquè la seva transformació en concentració real és complexa i influenciada per diversos factors.

Correcció

La determinació de la concentració de clor residual lliure —bé de manera puntual o bé de forma continuada— i la comparació amb els valors prefixats pel règim de funcionament i de normativa, ha de permetre la regulació manual o automàtica de la bomba d'injecció de desinfectant (en el cas de presentar-se en forma líquida) o del regulador del cabal d'aigua a tractar, que ha de passar a través del dosificador de pastilles.

En qualsevol cas, a les piscines d'ús públic, cal tenir present que l'addició dels reactius no es farà mai de manera manual.

Clor combinat

Concepte

El clor residual combinat és la quantitat de clor que, un cop efectuada l'oxidació de les substàncies reductores inorgàniques presents, es combina amb la matèria orgànica formant les cloramines o altres compostos orgànics de clor.

El clor residual total és la suma del clor residual lliure i del clor residual combinat.

Valors

La concentració de clor combinat ha de ser mínima, la qual cosa indicaria absència o formació molt baixa de cloramines i, per tant, que tot el clor present es troba en forma de clor residual lliure. La normativa vigent tolera fins a 0,6 ppm.

Mesura

La determinació del clor residual combinat es realitza de la mateixa manera que la del clor residual lliure en la forma puntual, és a dir, mitjançant reactiu DPD.

En aquest cas, s'utilitza una altra pastilla o un altre reactiu líquid, que s'afegeix a la cubeta en què s'ha efectuat la determinació del clor residual lliure. Això origina un increment de coloració rosada respecte de la que havia estat obtinguda anteriorment.

La lectura d'aquesta nova concentració —bé per comparació amb equip manual, bé per lectura directa amb fotòmetre— és de clor residual total. La diferència entre aquesta lectura i la del clor residual lliure permet obtenir la concentració de clor residual combinat.

Correcció

La millor correcció de la presència d'excés de clor combinat és la que no s'ha d'efectuar. Amb aquesta finalitat, són molt importants les mesures preventives que s'adoptin, encadrades a limitar al màxim l'aportació de matèria orgànica procedent de l'entorn i dels banyistes, i a dotar la instal·lació d'una infraestructura adient. Això implica:

- Un compliment acurat de les normes higièniques de règim intern (dutar-se abans d'entrar a la piscina, prohibir menjar a la zona de platja, delimitar les zones de peus calçats i descalçats, respectar l'aforament, etc.).
- Uns sistemes de recirculació, uns equips de filtració i uns volums d'aigua nova suficientment dimensionats.
- Un disseny que eviti al màxim possible els focus de contaminació i les «zones mortes» en el vas on s'acumulin residus, algues, etc., amb un consum important de clor residual lliure.

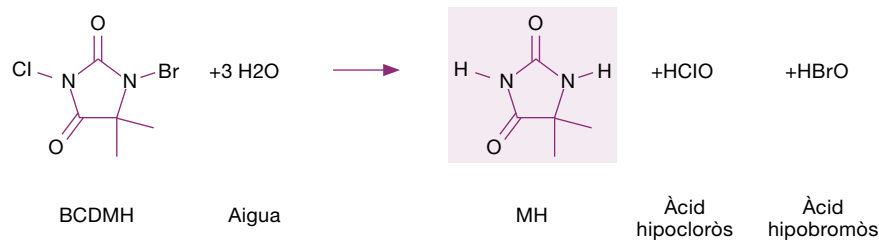
Si tot i adoptar les mesures preventives descrites anteriorment, se segueix superant el límit permès de clor residual combinat, cal procedir —excepcionalment i en absència de banyistes— a un tractament de xoc o hipercloració, que consisteix a augmentar notablement la dosi de desinfectant per destruir les cloramines formades, deixar-lo actuar durant un temps, neutralitzar l'excés de clor i finalment tornar a les concentracions habituals.

Brom total

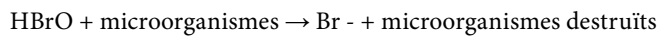
Concepte

El brom és un element que forma part del grup dels halògens amb capacitat oxidant o desinfectant.

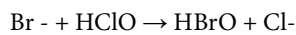
En el tractament d'aigües de piscina s'utilitza un producte químic, el BCDMH (brom-clor-dimetilhidantoïna), el qual, en combinar-se amb l'aigua, allibera àcid hipobromós (brom actiu) i àcid hipoclorós (clor actiu).



Després, l'àcid hipobromós destrueix els microorganismes i es converteix en ió bromur:



Aquest ió bromur Br⁻ reacciona amb l'àcid hipoclorós i forma un altre cop l'àcid hipobromós. L'àcid hipobromós actua com a desinfectant i l'àcid hipoclorós actua com a regenerador.



Sobre l'ús del brom, cal tenir presents els aspectes següents:

- La variació de la proporció d'àcid hipobromós/hipobromit amb el valor pH és baixa, la qual cosa minimitza la influència d'aquest paràmetre sobre l'eficàcia de la desinfecció.
- La reacció de l'àcid hipobromós amb la matèria orgànica origina el corresponent brom combinat o bromamines (paral·lelament a la formació de clor combinat o cloramines, en el cas del clor). Les bromamines no tenen propietats molestes ni irritants i, a més, presenten una notable capacitat desinfectant.

Valors

Segons la normativa estatal, la concentració de brom total ha d'estar compresa entre 2 i 5 ppm.

Mesura

La determinació de la concentració de brom total s'efectua mitjançant el reactiu DPD (dietil - p-fenilè - diamina), igual que en el cas del clor residual lliure (el fonament de l'anàlisi, i també el sistema de lectura, és el mateix).

Val a dir que si no es disposa d'equip colorimètric amb escala de colors per al brom —o de fotòmetre amb aquesta funció—, se'n pot fer la lectura com si correspongués a clor, i multiplicar-ne el resultat pel factor 2,25 —relació entre els pesos atòmics de clor (35,45) i brom (79,90).

Correcció

Atès que la presentació del producte és en pastilles, l'addició s'ha d'efectuar a través d'un dosificador de sòlids amb regulació de cabal que permeti assolir la concentració desitjada. La regulació del cabal es farà automàticament, d'acord amb l'analitzador en continu, o bé manualment.

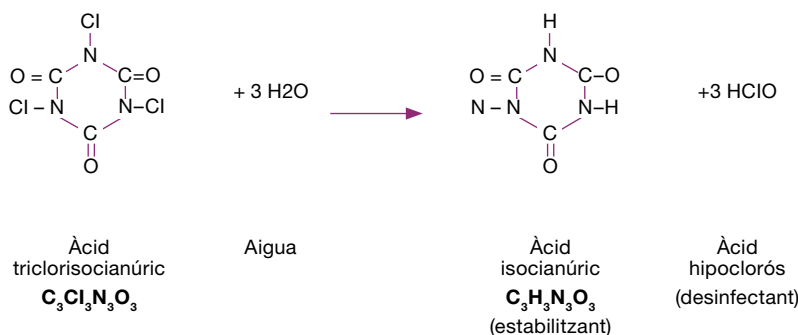
Àcid isocianúric

Concepte

L'àcid triclorisocianúric (o els seus derivats) reacciona lentament amb l'aigua, i dona lloc a l'àcid isocianúric (o les seves sals) i a l'àcid hipoclorós, que actua com a desinfectant.

L'àcid isocianúric (també anomenat àcid cianúric) és un estabilitzador que protegeix el clor lliure de la descomposició per la llum ultraviolada del sol. La protecció òptima del clor lliure s'obté mantenint el nivell d'àcid isocianúric entre 30 i 50 ppm. Amb aquests valors, els compostos de clor lliure tindran una vida més llarga que sense àcid isocianúric, i, per tant, es consumirà menys desinfectant.

En determinades instal·lacions (principalment les de temporada) s'hi afegeix aquest producte de manera complementària al tractament per motius econòmics (estalvi de clor).



Valors

La concentració màxima tolerada per la normativa és de 75 ppm. Valors superiors disminueixen la capacitat desinfectant de l'àcid hipoclorós sobre els microorganismes.

Mesura

La determinació de la concentració es realitza de manera puntual, utilitzant el reactiu específic i efectuant la lectura de la concentració mitjançant un fotòmetre.

Correcció

L'única manera de corregir un excés d'àcid isocianúric és per dilució, això és, aportant aigua nova fins a obtenir-ne la concentració correcta.

Altres paràmetres de control recomanables (alcalinitat, duresa, índex de Langelier)

Alcalinitat

Aquest paràmetre indica la quantitat de substàncies alcalines (carbonats, bicarbonats i hidròxids) que conté l'aigua que són capaces de neutralitzar els àcids i que actuen com a reguladores del pH.

Es pot expressar com alcalinitat total (TAC) o alcalinitat simple (TA). La TAC és l'alcalinitat a l'ataronjat de metil i determina el contingut total en hidròxids, carbonats i bicarbonats. La TA és l'alcalinitat a la fenolftaleïna i determina el contingut en hidròxids i la meitat del contingut en carbonats.

Una alcalinitat baixa pot ocasionar diversos problemes a l'aigua dels vasos: pH baix, variacions brusques de pH, irritacions i corrosió. Una alcalinitat alta pot ocasionar diversos problemes a l'aigua dels vasos: pH alt, regulació difícil de pH, incrustacions i terbolesa. Per corregir una alcalinitat baixa s'afegeix un producte alcalí (carbonat o bicarbonat sòdic). Per corregir una alcalinitat alta cal afegir substàncies àcides (bisulfat sòdic, àcid clorhídric, etc.).

Duresa

Cal distingir entre duresa temporal, permanent i total:

- La duresa temporal ve determinada pel contingut de carbonats i bicarbonats de calci i magnesi. Pot ser eliminada per ebullició de l'aigua i posteriorment s'eliminen els precipitats formats per filtració.
- La duresa permanent està determinada per totes les sals de calci i magnesi, excepte carbonats i bicarbonats. No pot ser eliminada per ebullició de l'aigua.
- La duresa total de l'aigua és la suma de la temporal i la permanent.

Les formes més habituals de la duresa són en mg/l de CO_3Ca o en graus francesos °F. Un grau francès equival a 10 mg/l de CO_3Ca .

Les aigües es classifiquen en dures o toves segons el contingut en mg/l de CO_3Ca .

Hi ha diverses classificacions, una d'elles és la següent:

0-79 mg/l de CO_3Ca	Aigua molt tova
80-149 mg/l de CO_3Ca	Aigua tova
150-329 mg/l de CO_3Ca	Aigua mitjana
330- 549 mg/l de CO_3Ca	Aigua dura
>550 mg/l de CO_3Ca	Aigua molt dura

L'aigua tova pot donar lloc a corrosions de les parts metàl·liques. L'aigua dura dona lloc a terbolesa, incrustacions i bloqueig de filtres.

Índex de Langelier (IL)

És un índex per determinar el caràcter incrustant o agressiu de l'aigua. Es calcula tenint present la temperatura, el pH, la duresa i l'alcalinitat i els factors de correcció donats per una taula empírica.

$$\text{Índex de Langelier (IL)} = \text{pH} + \text{TF} + \text{HF} + \text{AF} - 12,5$$

- TF és el factor de correcció de temperatura
- HF és el factor de correcció de duresa
- AF és el factor de correcció d'alcalinitat

Temperatura		Duresa		Alcalinitat	
°C	TF	ppm	HF	ppm	AF
0	0,0	5	0,7	5	0,7
4	0,1	25	1,4	25	1,4
8	0,2	50	1,7	50	1,7
12	0,3	75	1,9	75	1,9
16	0,4	100	2,0	100	2,0
20	0,5	150	2,2	150	2,2
24	0,6	200	2,3	200	2,3
28	0,7	250	2,4	250	2,4
32	0,7	300	2,5	300	2,5
36	0,8	400	2,6	400	2,6
40	0,9	500	2,7	500	2,7
50	1,0	1.000	3,0	1.000	3,0

Els valors guia han d'estar entre - 0,5 i + 0,5:

- Si l'IL és zero, indica que l'aigua està equilibrada
- Si l'IL és negatiu, l'aigua té tendències corrosives
- Si l'IL positiu, indica que l'aigua té tendències incrustants

Cal tenir present que l'índex de Langelier determina la tendència d'una aigua a precipitar carbonat càlcic, però hi ha altres components que poden generar incrustacions i no es tenen en compte, per exemple el sulfat càlcic, el fosfat càlcic i els silicats. També hi ha altres factors que incideixen en la corrosió i que l'IL no considera, com són la velocitat de pas i l'alta concentració de clorurs i temperatures elevades.

L'índex de Langelier no és infal·libre i poden donar-se situacions amb $IL > 1,0$ en les quals hi hagi corrosió en el sistema (per exemple, concentracions elevades de clorurs). També poden donar-se situacions amb $IL < -1,0$ en les quals hi hagi incrustacions per excessos de fosfats.

1.5. Nous tractaments: electròlisi salina i radiacions ultraviolades

Electròlisi salina

És una desinfecció basada en la producció in situ d'agent desinfectant a partir d'una dissolució de clorur sòdic (NaCl, sal comuna). El clor format a l'ànode reacciona amb la sosa (hidròxid sòdic) formada al càtode i dona lloc a l'agent desinfectant: l'hipoclorit sòdic.

Els avantatges d'aquesta desinfecció és que estalvia la compra i l'emmagatzematge d'hipoclorit sòdic i són equips de fàcil instal·lació i gestió.

Com a inconvenients:

- És un sistema més car que els convencionals i durant el procés hi ha desprendiment d'hidrogen, que pot ser explosiu i que cal controlar.
- El disseny ha de ser acurat per garantir-ne un bon rendiment i pot ser insuficient —en moments puntuals— per piscines grans i/o amb molta aflluència de públic. S'estima la necessitat diària en 1 g de clor per cada m^3 d'aigua de piscina més 10 g de clor per cada banyista (15 g en cas de nens). La suma ens dona el clor necessari per dia i que s'ha de fabricar durant el temps d'obertura de la instal·lació; cosa que ens permetrà el càlcul de la producció de clor per hora i, per tant, la selecció del model d'equip.
- La salinitat alta de tota la massa d'aigua pot causar problemes a la instal·lació. Per exemple, una excessiva concentració de ions clorurs pot ocasionar corrosions.

L'equip es col·loca després del filtre i abans del condicionament químic. Està format per elèctrodes metàl·lics, que generen una diferència de potencial elèctric que trenca el NaCl i genera l'hipoclorit sòdic. Els equips treballen normalment a concentracions entre 3-6 g/l; ara bé, els equips d'electròlisi de baixa salinitat poden treballar a 1,5 g/l.

Radiacions ultraviolades

La radiació electromagnètica de longitud d'ona λ per sota de la llum visible i inferior a 400 nm té propietats germicides. La radiació ultraviolada (UVA) amb una λ de 254 nm inactiva els microorganismes per destrucció del seu DNA, i n'impedeix la reproducció. Funciona amb una extensa llista de bacteris patògens, virus i protozous (*Cryptosporidium*, *Gardia*...). A banda de la seva capacitat desinfectant, també funciona com a agent per

decloraminació, que permet millorar la qualitat de l'aire interior de les piscines cobertes.

El sistema consta d'una cambra de radiació UV, amb una o més làmpades UV instal·lades a l'interior de tubs protectors de quars en contacte amb l'aigua, sensors i un armari elèctric per a alimentació i control del sistema. Cal tenir present que la intensitat de radiació depèn de la distància respecte de la massa d'aigua, que no pot ser superior a 75 mm. La dosificació per inactivar els bacteris més comuns varia entre 6.000 i 16.000 $\mu\text{Ws}/\text{cm}^2$; per inactivar virus i espores es necessiten dosis més altes, d'entre 24.000 i 36.000 $\mu\text{Ws}/\text{cm}^2$. El temps d'exposició oscil·la entre 10 i 20 segons.

Els inconvenients més coneguts d'aquest procediment són el volum limitat d'aigua que es pot tractar a les unitats desinfectants i el cost de l'energia i de l'equip. També són inconvenients la falta d'efecte residual, i, per últim, la matèria en suspensió que impedeix l'acció de la radiació UVA sobre els microorganismes. Per garantir els resultats d'aquest procediment, es necessita fer un estudi previ de viabilitat tècnica.

Com a avantatges, podem enumerar els següents: eliminació de microorganismes sense afegir productes químics, descomposició fotoquímica de cloramines, no altera olor i sabor de l'aigua, acció independent del pH. És un sistema fàcil d'instal·lar i es col·loca als punts de sortida de l'aigua.

2. Autocontrol en piscines d'ús públic

En els darrers anys, els riscos per a la salut ambiental han experimentat canvis importants pel que fa a l'enfocament amb què han de ser abordats. La tendència actual és que siguin els responsables directes de les instal·lacions qui en realitzin les tasques de control i vigilància, i sigui l'administració sanitària l'organisme que en faci la supervisió.

La normativa de piscines estableix que el sistema d'autocontrol ha d'incloure, entre d'altres, el pla de tractament de l'aigua dels vasos, en què s'ha de fer constar el producte o productes que s'hi utilitzen; les fitxes de seguretat d'aquests productes; la manera d'aplicació i els controls que es realitzen per assegurar la qualitat de l'aigua i la planificació de les anàlisis microbiològiques de l'aigua necessàries per conèixer-ne les condicions sanitàries.

El pla de tractament de l'aigua dels vasos, i també els altres plans, es poden considerar requisits previs, programes de suport per a la creació d'un sistema APPCC (d'Anàlisi de Perills i Punts de Control Crític).

L'èxit del tractament depèn del grau d'implicació de tots els treballadors; per això es fa necessari que intervinguin els tècnics i professionals que l'han de dur a la pràctica. Aquesta necessitat d'implicació dels treballadors comporta que els plans —com a documents que estableixen les bases del treball quotidià— hagin de ser uns documents clars i concisos, que fugin de les explicacions i instruccions complicades. Per tant, es proposa l'elaboració de plans seguint un esquema comú que tingui present els punts següents:

- Què. Definició de les accions que s'han de dur a terme per evitar riscos sanitaris.
- On, quan i com. Descripció del lloc, del moment i de la manera per realitzar aquestes accions.
- Qui realitzarà cadascuna de les accions programades.
- Mesures correctores. Descripció de les mesures a prendre en cas que es detectin deficiències que puguin originar un risc.
- Sistema de registre escrit on es recullin les accions desenvolupades, les incidències detectades i les mesures correctores dutes a terme per corregir, en el mínim temps possible, la deficiència identificada.

2.1. Aplicació de l'APPCC al pla de tractament de l'aigua

Què?

S'han d'establir, per exemple:

- Indicadors de la qualitat de l'aigua: concentració de desinfectant residual utilitzat, pH, temperatura de l'aigua de bany, terbolesa, etc.
- Indicadors del sistema de depuració: volums d'aigua renovada i recirculada al dia, pèrdua de càrrega dels filtres, velocitat de filtratge, etc.

On?

S'han d'indicar punts de control on es mesuraran els indicadors de qualitat de l'aigua i els indicadors del sistema de depuració, per exemple:

Control de volum d'aigua renovada	Lectura del comptador
Control de desinfectant	Vas/circuit de retorn
Control de reblliment filtres	Manòmetre

Quan?

S'han de concretar la periodicitat i l'hora en què es faran els controls o les determinacions. Per exemple, la mesura del cabal de recirculació es pot fer dos cops al dia, a les 16 h i al tancament de la instal·lació; el control de l'aigua renovada, un cop al dia, al tancament de la instal·lació.

Com?

S'han d'especificar el mètode i el procediment utilitzats per mesurar cadascun dels paràmetres previstos, i també el mètode de realització de les operacions de manteniment hidràulic.

Per exemple: el control del clor lliure es pot realitzar mitjançant un espectrofotòmetre, a una longitud d'ona determinada. Se'n detallarà el procediment: rentar la proveta amb l'aigua que s'ha d'analitzar, prendre'n el volum necessari, afegir-hi els reactius, agitar-la, esperar el temps de desenvolupament del color i, finalment, realitzar-ne la lectura. Es comprovarà el correcte funcionament del sistema automàtic de dosificació, tot verificant que els nivells de clor lliure indicats a la pantalla de lectura es corresponen amb els mesurats amb espectrofotòmetre en l'aigua del vas.

Qui?

Es farà constar el nom de la persona responsable de realitzar aquests controls i la capaciació tècnica de què disposa. En cas de delegació de determinats paràmetres de control a una empresa (com ara l'anàlisi microbiològica) se n'indicaran les dades identificadores.

Mesures correctores

S'especificaran les mesures previstes en el cas que es detecti que algun dels paràmetres de control establerts indiqui un funcionament incorrecte del sistema. Caldrà detallar el procediment a seguir per a cadascuna de les mesures correctores.

Registre escrit

La normativa sectorial estableix que els resultats i les incidències que generi aquest autocontrol han de quedar registrats documentalment, de manera que en qualsevol moment se'n pugui fer un seguiment retrospectiu.

Aquesta documentació romandrà a disposició dels serveis d'inspecció i s'haurà de custodiar, a disposició de l'autoritat competent. En aquest registre documental constarà, com a mínim:

- La data i l'hora del control
- Els valors indicats per a cada indicador de control i les incidències que s'hi produïxin
- Les mesures correctores adoptades
- La signatura de la persona que realitza les determinacions i engega les mesures correctores
- Observacions

2.2. Aplicació de l'APPCC al pla d'anàlisi de l'aigua dels vasos

L'objectiu del pla d'anàlisi és el coneixement exacte de les condicions sanitàries de l'aigua de bany i verificar el correcte funcionament del sistema de tractament.

En aquest pla d'anàlisi de l'aigua farem una subdivisió:

- Presa de mostres
- Anàlisi

2.2.1. Presa de mostres

Què? On?

Les accions programades consistiran en la presa de mostres, l'anàlisi periòdica de l'aigua dels vasos i la qualificació dels resultats analítics.

Per a la presa de mostres s'indicarà la localització dels punts de mostreig. Es tindrà present que aquests punts hauran de ser representatius de la qualitat de l'aigua del vas; segons les dimensions i les característiques d'ús del vas podrà existir més d'un punt de mostreig.

Quan?

S'ha de concretar la periodicitat del mostreig i l'hora prevista per a la presa de mostres. Amb l'objectiu que la mostra sigui representativa, s'haurà de recollir dins de l'horari d'obertura al públic i en aquells moments d'elevada afluència de banyistes.

Com? Qui?

S'especificarà la persona responsable i el procediment o protocol de presa de mostres.

En el protocol de presa de mostres ha de constar:

- Tipus d'envàs i condicionament previ (esterilització, addició d'estabilitzador, etc.), que vindrà donat pels paràmetres a analitzar en la mostra.
- Etiquetatge. A cadascuna de les mostres s'identificarà la instal·lació que és objecte de l'anàlisi, el vas, el dia i l'hora de recollida i la persona que recull la mostra.
- Temps màxim previst entre la presa de mostres i el lliurament al laboratori, i també les condicions de conservació de les mostres durant el transport.

2.2.2. Anàlisi de les mostres

Què?

Es detallarà la relació de paràmetres que es determinaran en l'anàlisi periòdica de l'aigua. Se seleccionaran aquells paràmetres microbiològics i fisicoquímics recollits a la normativa i els que tinguin relació amb el sistema de tractament.

Com?

S'exposarà la relació de tècniques analítiques utilitzades per a la determinació de cada paràmetre, que hauran de ser reconegudes pels organismes oficials o bé hauran d'estar degudament contrastades.

On? Quan?

Es concretarà el lloc on es farà l'anàlisi i el temps màxim transcorregut entre l'arribada de les mostres al laboratori i el seu processament.

Qui?

S'indicarà el nom del laboratori que analitzarà les mostres, que ha de ser un laboratori autoritzat. S'indicarà el nom del tècnic que avaluarà els resultats analítics i n'efectuarà la qualificació.

Mesures correctores

S'especificaran les mesures previstes quan es detecti algun incompliment dels límits establerts en la normativa pels paràmetres analitzats. Per exemple, la presència de contaminació microbiològica requerirà una o més d'una de les següents mesures correctores:

control dels nivells de desinfectant, rentatge dels filtres, augment del volum d'aigua renovada, realització d'una desinfecció de xoc, etc.

El laboratori haurà de comunicar amb urgència (amb un sistema previst de notificació) qualsevol incompliment dels límits establerts en la normativa al responsable de la piscina, de tal manera que les mesures correctores s'adoptin al més aviat possible.

Sistema de registre

Constarà, almenys, dels butlletins analítics i de les fitxes d'incompliments i mesures correctores.

- Butlletins analítics emesos pel laboratori, en els quals constaran:
 - Identificació de la mostra
 - Data i hora de recollida de la mostra
 - Data de l'anàlisi
 - Paràmetres analitzats, tècnica (amb el seu límit de detecció) i resultats obtinguts en l'anàlisi
 - Signatura del responsable de l'anàlisi
 - Qualificació de l'anàlisi
 - Signatura del responsable de la qualificació
- Fitxa d'incompliments i mesures correctores, que recolliran:
 - Els incompliments que es produeixin, tot indicant-ne la data
 - Les comunicacions urgents enviades pel laboratori al titular de la instal·lació
 - Les mesures correctores adoptades, tot indicant-ne la data de l'adopció
 - El nom de la persona que posa en marxa aquestes mesures

3. Pla de tractament de l'aigua

El pla de tractament de l'aigua dels vasos és un dels plans que haurà de ser inclòs en el pla de manteniment de la instal·lació esportiva. Ha de fer constar el producte o productes que s'utilitzen, les fitxes de seguretat d'aquests productes, la manera d'aplicació en el circuit hidràulic i els controls fisicoquímics i microbiològics que es realitzen per tal d'assegurar les característiques de l'aigua.

Els resultats han de quedar registrats documentalment, de manera que en qualsevol moment se'n pugui fer un seguiment retrospectiu. Aquesta documentació estarà a disposició dels serveis d'inspecció i s'haurà de custodiar, a disposició de l'autoritat competent.

Els apartats que s'aconsella incloure al pla de tractament són els següents:

- Descripció del sistema de tractament de l'aigua
- Productes químics utilitzats
- Operacions de manteniment conductiu i preventiu
- Planificació de les anàlisis microbiològiques de l'aigua
- Mesures correctores
- Relació de proveïdors d'equips, recanvis, serveis tècnics, manteniments externalitzats, anàlisis...

El pla de tractament de l'aigua dels vasos no ha de ser un document tancat, elaborat en un moment concret i, a partir de llavors, pres com un protocol intocable. L'aprenentatge dels operaris de manteniment i del mateix gestor en les particularitats del funcionament de la piscina i l'optimització de la comunicació de la informació, han de fer un document adaptable, al més útil i eficient possible, per tenir el màxim control sobre el tractament de l'aigua dels vasos.

3.1. Descripció del sistema de tractament de l'aigua

La font principal d'informació que s'ha de prendre com a referència, quan existeixi, per la descripció del sistema de tractament de l'aigua és el llibre de l'edifici.

El llibre de l'edifici és un document que, a partir de l'any 2000 —segons la Llei 38/1999, d'ordenació de l'edificació—, és d'entrega obligatòria en la construcció de nous edificis, i en conseqüència també en la construcció de noves instal·lacions esportives.

En el llibre de l'edifici ha de constar la documentació de l'obra executada o as built que reflecteix l'estat de l'obra executada. El projecte executiu és el document de disseny que s'ha utilitzat com a referència en la construcció, però sempre hi ha detalls i elements constructius que a obra varien i que s'han de recollir en la documentació de l'obra executada, que consisteix en el projecte executiu amb la incorporació de les modificacions aprovades. En el llibre de l'edifici constarà també, com a mínim, l'acta de recepció, la relació identificativa dels agents que han intervingut durant el procés d'edificació i les instruccions d'ús i manteniment de l'edifici i de les seves instal·lacions.

En cas que no es pugui disposar del llibre de l'edifici, ja que abans la llei d'ordenació només s'exigia a edificis destinats a habitatges, s'intentarà disposar d'una còpia del projecte executiu o de la documentació d'obra que tingui l'ajuntament.

En moltes piscines ja existents generalment no es disposa de cap tipus d'aquesta informació o, tot i tenir-se, és insuficient per definir els elements de tractament de l'aigua dels vasos amb el detall necessari. En aquests casos, s'haurà de realitzar una tasca d'aixecament de dades dimensionals i de característiques dels equips i dels elements en el terreny.

Un altre dels documents que ha de servir de referència per elaborar el pla de tractament de l'aigua dels vasos és el projecte de gestió, que té per objectiu determinar —coordinadament amb la redacció del projecte arquitectònic— el funcionament de l'equipament esportiu, realitzant una anàlisi de la gestió funcional, de les activitats, del manteniment i consums i un estudi econòmic i financer.

Convé també demanar als fabricants els catàlegs amb les instruccions d'ús i manteniment dels equips. Aquests documents són imprescindibles per qualsevol pla de manteniment, ja que ens informen de com s'han d'instal·lar, com funcionen, com s'han d'utilitzar i com s'han de mantenir els diferents equips.

3.1.1. Característiques del sistema de tractament

Cal conèixer diferents dades de les instal·lacions. Les característiques del vas (dels vasos, en cas que n'hi hagi més d'un):

- Plànol detallat del vas de la piscina
- Forma i dimensions en planta
- Perfil longitudinal amb senyalització de fondàries
- Material i sistema de revestiment interior del vas
- Perímetre total del vas
- Perímetre amb canaló de recollida d'aigua per desbordament
- Disseny i dimensions del canaló de recollida d'aigua per desbordament

3.1.2. Tractament físic de l'aigua del vas/vasos

Cal conèixer l'esquema detallat del circuit amb la seqüència d'etapes:

- Desbast
- Prefiltració
- Bombeig
- Floculació
- Filtració
- Tipus de disseny hidràulic: clàssic amb separadors, circulació inversa desbordant, mixt...)

Una explicació didàctica del tipus de disseny hidràulic la podem trobar al web del Departament de Salut de la Generalitat de Catalunya: <https://bit.ly/2BIObIQ>.

Altres elements que intervenen en el tractament físic de l'aigua dels vasos són els elements accessoris i el vas de compensació.

Nombre i situació dels accessoris, integrants del circuit, en el vas:

- Nombre i tipus (normals o «antivòrtex») de buneres d'aspiració pel fons del vas
- Nombre i situació de netejadors laminars de superfície (skimmers)
- Nombre, diàmetre i situació dels baixants del canaló de recollida d'aigua per desbordament
- Nombre i diàmetre del o dels col·lectors de baixants
- Nombre i situació de broquets de connexió del neteja fons
- Nombre i situació dels broquets d'impulsió del retorn d'aigua tractada

Emplaçament i accessibilitat del vas de compensació:

- Forma i dimensions en planta
- Fondàries
- Capacitat útil i capacitat total
- Sistema i materials d'acabats a les superfícies interiors

3.1.3. Tractament tèrmic

Disseny de la instal·lació d'escalfament de l'aigua de la piscina:

- Bescanviadors de calor (descripció del circuit d'origen: caldera, bomba de calor deshumectadora, plaques solars...)
- Circuits de refredament
- Grau d'independència del circuit d'higienització de l'aigua
- Sistema de control de la temperatura de l'aigua

3.1.4. Tractament químic

- Aparells de dosificació i regulació dels productes de tractament químic de l'aigua: coagulant, corrector de pH, desinfectant, algicida...
- Aparells d'anàlisi manual de control de la qualitat de l'aigua

Enclavament del funcionament dels equips dosificadors de productes i solucions químiques, obligatòriament, als contactors dels motors dels grups de bombeig principals de recirculació.

Productes químics

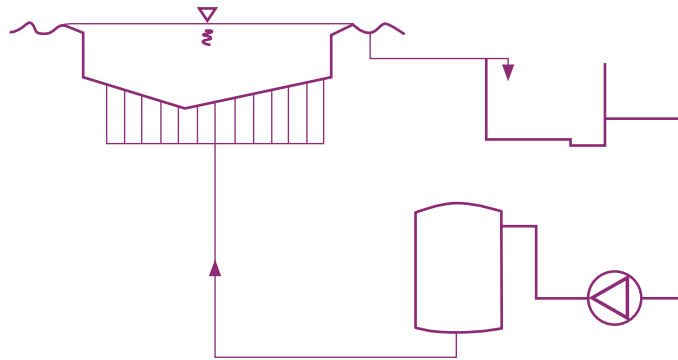
- Relació de productes químics:
 - Número de registre
 - Fitxa de seguretat i instruccions d'ús
 - Forma d'utilització
 - Concentracions adients
 - Sistema de dosificació
 - Freqüència d'aplicació
- Emmagatzematge dels productes químics:
 - Tancs amb «cubeto» contra vessaments accidentals
 - Desguassos adients
 - Separació dels diferents productes
 - Ventilació
- Prevenció de riscos laborals:
 - Punt d'aigua de xarxa a pressió
 - Guants
 - Màscara
 - Calçat de goma
 - Rentaülls
 - Punt de llum d'emergència amb protecció

La informació continguda en el pla de tractament ha de desenvolupar-se i explicar-se pensant en el públic a qui va dirigit, sense oblidar en cap moment quins són els seus coneixements i les seves habilitats.

Un exemple del caràcter pedagògic amb què s'aconsella que s'elabori el pla és el que seguidament es comenta per explicar el sentit de recirculació de l'aigua d'un vas d'una piscina. L'esquema següent mostra la circulació de l'aigua en un circuit de recirculació inversa. L'aigua —en condicions normals d'ús— només s'evacua del vas per desborda-

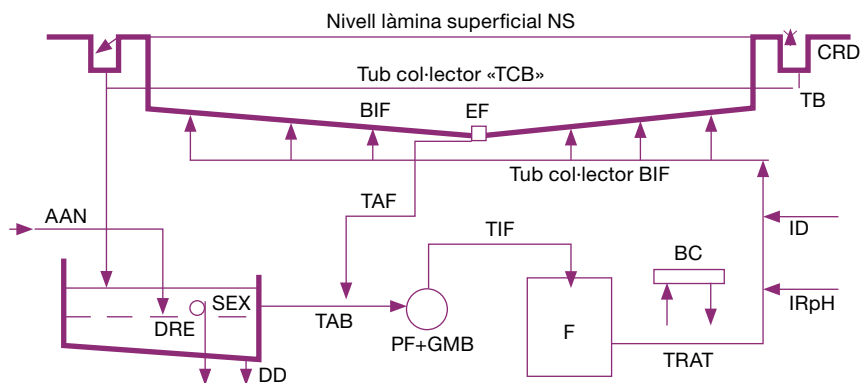
ment de la làmina d'aigua al llarg del perímetre del vas. Aquesta aigua desbordada s'emmagatzema en un vas de compensació (també anomenat vas regulador) des d'on és xuclada per la bomba o bombes recirculadores (representades amb un triangle encerclat) i seguidament es fa passar per les unitats de filtració (en el dibuix representat com un sol filtre). Finalment s'injecta per diferents brocs d'impulsió, en aquest cas, pel fons de la piscina.

Circuit de recirculació inversa



Si els únics diagrames de procés que consten en el pla de tractament són com els dels dos esquemes següents, a molts operaris de manteniment (ja siguin aquells que comencen a portar piscines o fins i tot alguns amb experiència) els pot resultar de difícil interpretació.

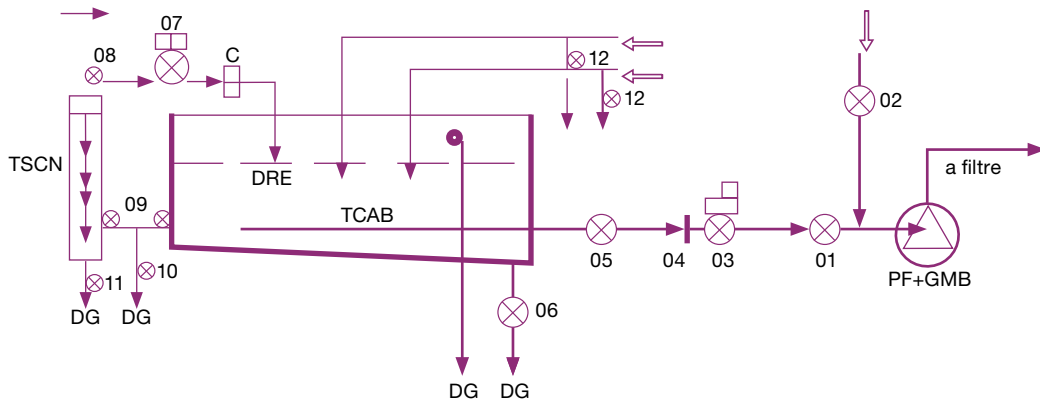
Esquema de principi del disseny de circulació inversa



AAN	Aportació d'aigua nova	Ir pH	Punt d'injecció del regulador del valor de PH
BC	Bescanviador de calor	NS	Nivell superior de l'aigua
BIF	Broquet d'impulsió per al fons	PF	Prefiltre de gruixos
CRD	Canaló de recollida per desbordament	TAB	Tub d'aspiració de bombes
DD	Drenatge del DRE	TAF	Tub d'aspiració de fons
DRE	Dipòsit regulador d'equilibri	TB	Tub baixant des del canaló
EF	Embornal de fons	TCB	Tub col·lector de baixants
F	Cos de filtre vertical	TIF	Tub d'impulsió als filtres
GMB	Grup motor de la bomba	TRAT	Tub de retorn d'aigua tractada a la piscina
D	Punt d'injecció de desinfectant		

Font: P. Aulèstia, *Estudi higienicosanitari de les piscines d'ús públic*.

Esquema d'un dipòsit regulador d'equilibri



C	Comptador totalitzador	04	Vàlvula de retenció (antiretorn)
DG	Desguàs general	05	Vàlvula d'aïllament del DRE
DRE	Dipòsit regulador d'equilibri	06	Vàlvula de buidatge del DRE
PF+GMB	Prefiltre de gruixos + grup motor de la bomba	07	Electrovàlvula d'aportació d'aigua nova
TCAB	Tub col·lector d'aspiració de bombes	08	Vàlvula de pressió de connexió d'aigua nova
TSCN	Tub de sondes de control de nivell	09	Vàlvules d'intercomunicació
01	Vàlvula d'aspiració des del DRE	10	Vàlvula de buidatge del circuit
02	Vàlvula d'aspiració des del fons de la piscina	11	Vàlvula de buidatge del tub de sondes
03	Vàlvula motoritzada amb bloc de seguretat	12	Vàlvules de drenatge de productes químics de neteja de la canal desbordant

Font: P. Aulèstia, *Estudi higienicosanitari de les piscines d'ús públic*.

3.2. Productes químics utilitzats

La gestió dels productes químics és la part d'una piscina que comporta més perill per a la salut i la vida de les persones tant per la seva incorrecta manipulació i dosificació com per la mescla directa de diferents productes. Tots els treballadors de la instal·lació esportiva n'han de ser molt conscients, i en concret els operaris de manteniment n'han de tenir una formació.

Els diferents productes químics han d'estar separats per zones, tapats correctament, ubicats en zones ventilades i ben senyalitzats.

El proveïdor dels productes químics haurà de facilitar inicialment les homologacions i les fitxes de dades de seguretat de cada producte.

En cada subministrament de productes amb format de bidó (garrafa), un membre de la instal·lació esportiva haurà de comprovar que els envasos entregats són estancs i estan perfectament etiquetats —amb indicacions sobre el producte i les seves característiques toxicològiques.

Els dipòsits de gran volum (500 l, 1.000 l...), que s'emplenen a partir d'un camió cisterna, també han de tenir les etiquetes identificatives.

Els bidons es trobaran —segons el producte que contenen— separats entre si a poca

distància del terra i sobre cubetes col·lectores. És recomanable que, a part de la ineludible etiqueta identificativa, es demani al proveïdor que els diferents productes siguin diferenciables pel volum, la forma i el color (tant del contenidor com del tap) de les garrafes.

Les fitxes de dades de seguretat informen els operaris de manteniment sobre les mesures necessàries per a la seguretat i la protecció de la salut i el medi ambient en el seu lloc de treball. Els continguts d'una fitxa de seguretat (recordem que s'han de tenir per a tots els productes químics de tractament de l'aigua) són:

- Identificació del preparat i del responsable de la seva comercialització
- Informació sobre els components
- Identificació dels perills
- Primers auxilis
- Mesures de lluita contra incendis
- Mesures en cas d'abocament accidental
- Manipulació i emmagatzematge
- Controls de l'exposició i protecció del personal
- Propietats físiques i químiques
- Estabilitat i reactivitat
- Informació toxicològica
- Informació ecològica
- Consideracions relatives a l'eliminació
- Informació relativa al transport
- Informació reglamentària

Tota aquesta informació és vital per al manipulador dels productes i l'ha de conèixer: s'explicita què s'ha de fer en cas que el producte entri en contacte amb la pell, els ulls, si s'inhala..., què s'ha de fer en cas d'abocament, quins equips de protecció individual (EPI) s'han d'utilitzar per a la seva manipulació (guants, ulleres protectores...).

En conseqüència, hi ha d'haver còpies de les fitxes de seguretat dels productes per a la consulta a la zona de manipulació i, si és possible, que les còpies siguin plastificades per evitar-ne el deteriorament per l'ús.

La informació de la fitxa de dades de seguretat presentada d'aquesta manera no és del tot pràctica en cas d'emergència, ja que en cas d'una cremada per part d'un d'aquests productes no és gaire probable que es vagi on hi ha la fitxa de dades de seguretat i es llegeixi la lletra petita per començar a actuar. És per això que s'aconsella que en casos d'incidència major hi hagi cartells (amb lletra prou grossa i missatge clar). Per exemple, on hi ha la dutxa, especificant-hi els riscos i les operacions de primers auxilis associades.

Cartell d'identificació de producte químic



Cartell de producte químic. Fotografia: Matías Argilés

Tant en les instal·lacions noves com en les antigues, s'aconsella comptar amb uns dipòsits centralitzats dels productes químics líquids (regulador de pH i hipoclorit sòdic) que puguin ser emplenats a partir de cisternes de camions (se n'ha de preveure l'accés). El cost del producte és inferior, el personal de manteniment no perd temps transportant garrafes, s'elimina el perill associat al transport manual, s'estalvia espai, etc.

Quan es tinguin dipòsits de 1.000 litres o més d'emmagatzematge de productes per a la desinfecció de l'aigua dels vasos, s'haurà d'aplicar el Reial decret 379/2001, d'emmagatzematge de productes químics; en concret la instrucció tècnica complementària MIE-APQ-6 sobre emmagatzematge de líquids corrosius.

S'aconsella que les mesures derivades del reial decret també s'apliquin a instal·lacions d'emmagatzematge inferiors als 1.000 litres:

- Cubell de retenció
- Sala ventilada
- Ventilació de l'interior del dipòsit a l'exterior de l'edifici
- Distància mínima entre dipòsits d'un metre
- Cimentació mínima de 30 cm o solera suficient
- Dos elements de seguretat independents per evitar sobreiximents en l'emplenament de producte
- Instal·lació de dutxa i netejaülls
- Utilització d'equips de protecció personal

Des del punt de vista didàctic, és interessant la col·lecció de vídeos de l'Agència Europea per a la Seguretat i la Salut al Treball «Les pel·lícules d'en Napo».

<https://bit.ly/2tJgFOc>

<https://bit.ly/2sI45hq>

3.3. Operacions de manteniment

El correcte manteniment del sistema de tractament de l'aigua en tots els seus elements (vas pròpiament dit, circuit d'aigua, bombes, filtres, dipòsits de productes químics, dosificadors, injectors...) és el que ens garantirà el correcte funcionament de la piscina per donar el servei desitjat als usuaris i garantir la seva seguretat. En definitiva, tenir una aigua sanitàriament apta per al bany, amb un bon aspecte i, en el cas de piscines cobertes, a la temperatura idònia.

Hi ha diversos tipus de manteniment: el manteniment de conducció, el manteniment preventiu i el manteniment correctiu.

El manteniment de conducció (conegut també com a rondes de manteniment) és aquell que es realitza diàriament i que consisteix en:

- Encesa, apagada i inspeccions visuals dels equips
- Mesura del nivell de pH, clor, aigua recirculada i renovada
- Operacions que ja serien pròpiament de manteniment preventiu (neteja de filtres, calibratge de sondes...)

El manteniment preventiu és el conjunt d'operacions de manteniment amb una certa periodicitat que ajuden a garantir el correcte funcionament dels equips, disminuir les avaries o patologies i allargar-ne la vida útil. És una assignatura pendent que requereix la participació activa dels gestors i operaris de manteniment.

El manteniment correctiu és el que es deriva de solucionar una avaria o patologia.

3.3.1. Les rondes de manteniment

El primer pas per millorar el manteniment de les instal·lacions esportives, i en concret del manteniment dels equips i instal·lacions associats al tractament de l'aigua dels vasos, és realitzar rondes de manteniment més completes i que quedin ben documentades.

Les rondes de manteniment s'han d'entendre com les operacions de manteniment bàsiques i, en conseqüència, els documents justificatius principals de qualsevol pla de manteniment.

La ronda de manteniment diària, o les que es realitzin al llarg d'un dia, ha d'assegurar que diàriament un operari hagi passat per totes les sales tècniques, espais esportius i espais d'ús.

L'objectiu de la ronda és:

- Protocol·litzar l'encesa i l'apagada d'aquells equips que s'activen manualment (a l'inici i al final de la jornada).
- Validar els valors dels equips (nivell de clor, temperatura de la caldera...) que ens indiquen que els sistemes funcionen correctament.

- Obligar els operaris de manteniment a passar per totes les dependències principals (sales tècniques, espais esportius, vestidors, serveis públics...) per detectar avaries o problemes i sobretot per avançar-s'hi (exemples: hi ha goteres que a la vigília no hi eren, un fluorescent que comença a fer pampallugues...).

L'operari, amb l'ajuda d'un full de ronda diari, farà constar per escrit l'estat o lectures dels elements inspeccionats visualment. Es tracta de revisar els diferents elements i anotar si estan bé o si hi ha alguna disfunció. Si aquesta disfunció no és una emergència, s'anotará, es continuarà amb l'execució de la ronda i, un cop acabada, l'operari de manteniment —sabent que ja ha fet una supervisió diària dels elements principals— es pot dedicar a feines concretes de manteniment (com els correctius pendents o els que ha identificat en la ronda d'aquell dia) o a fer manteniments preventius.

El full o fulls diaris de la ronda de manteniment seran arxivats en una mateixa carpeta, de manera que en qualsevol moment se'n pugui fer un seguiment retrospectiu.

És important que l'operari que realitza la ronda de manteniment estigui convençut que la ronda li és una eina útil, que li facilita la feina. Els arguments que es poden utilitzar per convèncer sobre la necessitat de les rondes són:

- La justificació tècnica que almenys una vegada al dia s'ha fet una revisió sistemàtica dels punts vitals de la instal·lació esportiva.
- Les rondes ben executades eviten disfuncions i avaries que afecten el servei que dona la instal·lació esportiva i que fan anar amb estrès al personal de manteniment fins que no se soluciona l'avaria.
- És la millor eina per donar un bon servei als usuaris (temperatures correctes, qualitat de l'aigua, bon estat dels vestidors...).
- Es pretén que sigui l'operari qui localitzi les avaries o s'hi avanci, i no esperar l'avis a través d'un usuari de la instal·lació.

La ronda adjunta a la taula 1 «Ronda de manteniment diària dels elements del circuit hidràulic d'un vas» és un exemple dels elements a supervisar diàriament des d'un punt de vista només de tractament de l'aigua d'un dels vasos de la piscina.

Taula 1. Ronda de manteniment diària dels elements del circuit hidràulic d'un vas

Dia	Hora	Operari	
Vas			
			Comprovar el desbordament del vas
			Retirar el robot de neteja del fons del vas i netejar el filtre
			Comprovar la transparència de l'aigua

Prendre mesures del pH i del desinfectant en el vas

Anotar la temperatura del vas

Vas de compensació

Fer una inspecció visual de l'interior del vas

Anotar els m³ d'aigua de renovació

Grups motobomba de recirculació de l'aigua

Netejar els prefiltres

Comprovar el correcte funcionament

Filtres

Purgar l'aire del circuit

Pèrdua de càrrega dels filtres (diferència de pressió dels manòmetres)

Si el valor és superior a 0,7 bars, cal netejar els filtres

Anotar els m³ d'aigua recirculats

Productes químics i dosificadors

Comprovar la càrrega dels dipòsits dels productes químics

Comprovar el funcionament dels reguladors de pH i del desinfectant

Comprovar el funcionament de les bombes de dosificació

pH manual en el vas

pH automàtica

Clor lliure (DPD1) manual en el vas

Clor lliure automàtica

Clor total (= DPD1 + DPD3) manual en el vas

Quadres elèctrics dels grups motobomba i dosificació

Comprovar que no hi ha cap alarma activa

Observacions

Hi ha moltes maneres d'organitzar la informació, aquesta és simplement una proposta, que s'hauria de personalitzar en cada cas. Hi ha paràmetres (amb una casella) que es proposa que se supervisin una vegada per dia, ja sigui posant un símbol de «vist» en cas que estigui correcte o anotant-hi un valor numèric. Hi ha altres paràmetres que es proposa que siguin supervisats tres vegades al dia.

És una mostra de ronda pensada per a un vas desbordant. Si la recirculació de l'aigua de la piscina fos amb squimmers, s'hauria de treure el primer punt de supervisió «Comprovar desbordament del vas» i eliminar l'apartat del vas de compensació.

La ronda és important que s'estructuri fins on sigui possible amb la seqüència temporal de les operacions de conducció optimitzant el recorregut de l'operari; en aquest exemple, la ronda comença pel vas de la piscina. Si el sistema de filtració s'ha de posar en marxa manualment cada dia a primera hora, aleshores la ronda començaria a la sala de filtració. A l'exemple, la recirculació es connecta automàticament poc abans d'obrir la instal·lació.

En el vas, es comença comprovant que desborda per tot el perímetre on hi ha canal de desbordament. És una comprovació vital que assegura que la recirculació i, per tant, l'arrossegament de la matèria contaminant (que es concentra en la superfície), que és evacuada del vas, filtrada i finalment l'aigua és desinfectada.

A continuació, es comprova que el fons del vas és prou net. En cas de no ser-ho, es dirigeix el robot a la zona que s'ha de repassar o es repassa manualment. Un cop acabada la neteja es retira el robot i se'n neteja el filtre.

Les determinacions del nivell de transparència de l'aigua, desinfectat residual i pH es proposa que es facin tres vegades al dia, amb freqüència superior a la que estableix la normativa. A les piscines cobertes, en aquests períodes, també es controlarà —com a mínim— la temperatura de l'aigua.

La transparència del vas es comprova veient el fons del vas des de qualsevol punt de la piscina. Aquesta operació s'ha de dur a terme amb l'aigua en repòs, sense agitació per part dels banyistes. Això s'assolirà a primera hora del matí, al migdia i poc abans de tancar al vespre.

Les determinacions manuals de pH i desinfectant —a través del test colorimètric o amb fotòmetre— s'han de realitzar amb mostres preses directament de l'aigua del vas, a uns 10 cm per sota de la làmina d'aigua, intentant recollir cada una de les mostres diàries en punts predeterminats del vas i que es mantingui la zona d'anàlisi cada dia.

Les mostres s'han de prendre del vas, així es té la seguretat de tenir unes lectures reals del valor del pH i del desinfectant de l'aigua. Les lectures manuals no s'han de realitzar a partir de mostres d'aigua extretes d'on hi ha l'autòmat de regulació de les bombes dosificadores de pH i del desinfectant. Generalment, l'autòmat agafa la mostra d'aigua a analitzar una vegada passada la filtració, que no té característiques idèntiques a l'aigua dels vasos (la matèria orgànica de més gruix i el desinfectant que hi ha reaccionat queden retingudes). Encara que no s'analitzi el mateix tipus d'aigua, les lectures en valors d'ordre de magnitud han de ser similars.

Seguidament, es recomana fer una inspecció diària visual de l'interior del vas de compensació i fer l'anotació diària del volum d'aigua renovat.

De les bombes de recirculació de l'aigua del vas se'n comprovarà el funcionament i es farà la neteja diària dels prefiltres en aquelles instal·lacions d'ús molt intensiu; en els altres casos, s'aconsella realitzar aquesta operació diverses vegades a la setmana. Es recomana disposar de prefiltres de recanvi, treure els bruts i reposar pels nets per minimitzar l'aturada de recirculació de l'aigua.

Als filtres es realitzarà una purga de l'aire acumulat a la part superior i s'anotará la diferència de pressió entre els dos manòmetres de cada filtre. Si la diferència de pressions és superior a 0,7 bars, s'aconsella fer la neteja del filtre i que es faci constar a la ronda amb un «sí» o un «no».

Finalment, s'anotará el volum d'aigua recirculada i les anotacions sobre productes químics i dosificadors.

A les rondes, es poden col·locar valors de referència —com s'ha fet en aquest cas amb els valors que fixa la normativa de nivell de desinfectant i pH. Finalment, al full de ronda hi ha d'haver un apartat on es puguin escriure observacions o incidències.

Aquestes operacions són la part corresponent al funcionament d'un vas; per tant, una part de la ronda. S'aconsella que la ronda reculli la mateixa informació per als altres vasos, i la supervisió dels altres espais i sales tècniques que s'han de supervisar diàriament (a la taula 2 s'exemplifiquen alguns d'aquests elements).

Taula 2. Altres elements que cal supervisar en la ronda de manteniment diària

Vestidors. Revisar les instal·lacions d'aigua i llum i possibles desperfectes

Vestidor de grups núm. 1

Vestidor de grups núm. 2

Vestidor de grups núm. 3

Vestidor de grups núm. 4

Vestidor abonats núm. 1

Vestidor abonats núm. 2

Sala de calderes

Comprovar el funcionament dels quadres elèctrics

Temperatura de la caldera

80 °C

Pressió del circuit primari

2 bars

Acumuladors d'aigua calenta sanitària

Temperatura del dipòsit núm. 1

60 °C

Temperatura del dipòsit núm. 2	60 °C
Comprovar el sistema de protecció catòdica	
Un dia a la setmana realitzar purga de fons de l'acumulador	

És important que l'operari de cada torn tingui la dinàmica de realitzar la seva pròpia ronda, o la part que li correspon d'una més àmplia. Així, tots ells s'acostumen a la supervisió i a detectar problemes.

Finalment, cal afegir que l'operari que estigui més tranquil durant el seu torn —generalment el de primera hora del matí— sigui el que més tasques de supervisió i control tingui encomanades.

3.3.2. Manteniment preventiu

A la taula 3 es relacionen les principals operacions de manteniment preventiu a realitzar en els elements que tracten l'aigua dels vasos.

Les operacions i les periodicitats exposades s'han d'entendre com a recomanació. La particularitat de la instal·lació i dels equips poden fer que s'hagin d'incloure altres operacions o variar les periodicitats. Aquesta guia, les instruccions de manteniment dels equips instal·lats i la pròpia experiència dels treballadors de manteniment són els elements que han de generar el pla de manteniment preventiu específic dels equips d'un vas.

Els equips de protecció individuals (EPI) es revisaran o substituiran periòdicament segons les instruccions dels proveïdors; per tant, un cop assabentats del seu manteniment, les instruccions s'introduïrien a la llista d'operacions de manteniment preventiu de la piscina.

Una de les operacions de manteniment que requereix més temps és la neteja de les incrustacions de calç en els bescanviadors de calor. És una operació que requereix paciència i habilitat per tornar a col·locar les plaques i les juntes en la seva posició quan es vol tornar a muntar el bescanviador. En localitzacions amb aigües molt dures (més de 17 graus francesos), s'haurà d'incrementar la freqüència d'aquesta operació —que inicialment s'ha proposat com a anual.

Els circuits que escalfen l'aigua dels vasos i que, per tant, tenen bescanviadors de calor associats són el primari de la caldera, la calor residual de les bombes de calor deshumectadores i de vegades el circuit de les plaques solars.

Una operació de manteniment polèmica és la de buidar durant uns dies els vasos de les piscines per fer la neteja i el manteniment prescrit. El decret de piscines 95/2000, en el seu article 5.3, obliga —com a mínim un cop a l'any— a fer el buidatge total de la piscina per a una completa neteja (desincrustació de calç inclosa) i desinfecció de les parets i el terra dels vasos. S'aprofitarà l'aturada i la buidada dels vasos per repassar la beurada

de les rajoles, canviar les rajoles trencades, revisar la impermeabilització de les buneres i dels injectors, etc. La norma estatal RD 742/2013 no diu res sobre aquest procediment.

Taula 3. Operacions de manteniment preventiu

Operacions diàries

Determinades en la ronda de manteniment diària

Operacions setmanals

Grup motobomba de recirculació de l'aigua

- Alternança dels grups (en el cas que existeixin o que no estigui automatitzada)
- Comprovació de l'estanqueïtat dels premsaestopes

Dutxa i neteja d'ulls

- Comprovació del funcionament

Operacions mensuals

Dosificadors

- Neteja de les bombes dosificadores (cànules d'injecció, carxofes d'aspiració)
- Neteja dels electrodes de l'autòmata

Operacions trimestrals

Grups motobomba de recirculació de l'aigua

- Neteja dels ventiladors
- Control dels coixinets
- Comprovació dels borns de connexió
- Consum per fase

Filtres

- Comprovació del nivell de sorra en els filtres de sílex
- Revisió general de les vàlvules, les juntes, etc.

Dosificadors

- Calibració de l'autòmata

Bescanviador de calor

- Verificació de l'absència de fuites
- Anotació del salt tèrmic
- Revisió de les juntes

Quadres elèctrics dels grups motobomba i dosificació

- Reglatge de contactors i relés
- Recollida de borns i contactes

Operacions anuals

Vas

- Buidatge i neteja del vas
- Repassada de la beurada en rajoles i impermeabilitzacions

Grups motobomba de recirculació de l'aigua
 — Greixatge dels grups

Filtres
 — Tractament de desincrustació de la sorra

Dosificadors
 — Canvi de cànules d'injecció
 — Canvi d'elèctrodes de l'autòmata

Bescanviador de calor
 — Neteja del circuit primari i secundari del bescanviador

Quadres elèctrics de grups motobomba i dosificació
 — Control de posta a terra

Operacions bianuals

Grups motobomba de recirculació de l'aigua
 — Neteja del rodet hidràulic
 — Canvi de coixinets
 — Canvi de premsaestopes

Una consideració molt important per minimitzar problemes de manteniment és impedir que els dipòsits o vasos de compensació respirin obertament al soterrani. Si no hi ha una ventilació transversal correcta, la humitat i els compostos volàtils de clor o altres desinfectants oxidants creen problemes de corrosió i carbonatació de forjats —un ambient molest per als usuaris de manteniment—, i es deterioren les proteccions elèctriques dels quadres elèctrics, entre altres problemes. Aquest efecte s'aguditza molt a les piscines cobertes, ja que la temperatura constant de l'aigua al voltant dels 28 graus durant tot l'any fa que la concentració dels vapors corrosius augmenti i, per tant, els seus efectes.



Dipòsit de compensació obert. Foto: Matías Argilés

Hi ha diverses solucions. Una d'elles és permetre una ventilació creuada important (té els inconvenients que a l'hivern l'ambient no és gaire agradable per als operaris que fan tasques de manteniment a les sales tècniques, a part que es vaporitza i el vent s'endu aigua, calor i productes químics; en definitiva, euros). Una altra alternativa és tancar els vasos amb els registres pertinents, un venteig a l'exterior i impermeabilitzar correctament tota la superfície interior dels vasos de compensació.

Es poden utilitzar també dipòsits prefabricats de plàstic com a vasos de compensació.

3.3.2.1. Contractes de manteniment i inspeccions periòdiques obligatoris

Tant o més importants que aquestes operacions de manteniment que s'han descrit i que se centren en una part molt concreta de la instal·lació esportiva —el pla de tractament de l'aigua dels vasos—, és imprescindible que a nivell de manteniment global de la instal·lació el gestor disposi dels contractes de manteniment obligats i passi les inspeccions periòdiques d'inspecció per part de les entitats d'inspecció i control (EIC).

Les piscines, com qualsevol instal·lació esportiva, en ser instal·lacions de pública concurrència, han de disposar per llei d'un contracte de manteniment obligatori de les instal·lacions elèctriques i tèrmiques.

3.3.2.2. Hivernació de piscines a l'aire lliure

Les piscines a l'aire lliure, a part del manteniment preventiu durant el seu funcionament, s'han de preparar per poder passar l'hivern sense que es malmeti la instal·lació i facilitar la seva posada en marxa el proper estiu.

La hivernació de les piscines a l'aire lliure també és una operació de manteniment preventiu, que té la finalitat de protegir l'estructura dels vasos, les canonades i elements hidràulics de depuració de l'aigua i minimitzar les incrustacions de calç al revestiment dels vasos i la formació d'algues i altres microorganismes a les aigües.

Durant la hivernació, el primer que es vol deixar clar és que els vasos s'han de deixar amb aigua per passar la tardor, l'hivern i la primavera. Tot i això, als llocs amb risc de gelada se'n disminuirà el nivell. En deixar els vasos amb aigua, es protegeix l'estructura del vas de fissures, per on en un futur es poden tenir pèrdues d'aigua. Les raons són:

- En disposar d'una massa d'aigua, es contraresten les pressions a què es veuen sotmeses les parets i el terra dels vasos per part del terreny.
- Si el vas està buit, l'estructura està sotmesa a cicles de dilatació i contracció per les oscil·lacions tèrmiques de les temperatures diürnes i nocturnes.
- Amb aigua es mantindrà la humitat necessària en el ciment, el formigó i els revestiments interiors del vas. Cal tenir present que els cicles d'hidratació i deshidratació d'aquests materials (segons continguin l'aigua dels vasos o no) poden fer que amb els anys es realitzin petites fissures.

Hi ha un altre element que justifica que el vas es mantingui amb aigua, i és la seguretat de les persones. Les piscines a l'aire lliure, tot i ser instal·lacions que han d'estar tancades al públic fora del seu horari d'ús, sempre hi ha el risc que algú caigui.

L'ús d'un producte hivernant és del tot aconsellable, si no, al cap de poques setmanes l'aigua es tornarà de color verd per la presència d'algues i augmentaran les incrustacions de calç a les parets dels vasos, que són de difícil eliminació. El producte hivernador ens minimitzarà la presència d'algues, les incrustacions i també la proliferació de microorganismes a l'aigua dels vasos. Una vegada s'ha de fer la posada a punt de la piscina per a la temporada, l'aigua dels vasos amb el producte hivernant pot ser eliminada via clauveram o reutilitzada.

Durant la hivernació, també s'aconsella la col·locació d'una coberta opaca per protegir el vas. En els vasos de gran superfície s'aconsella que aquest material sigui flotant per facilitar el seu muntatge i desmuntatge i que tingui petits forats per evitar l'embassament d'aigua de pluja.

Uns 30 dies abans de l'obertura al públic de la piscina a l'aire lliure, s'aconsella realitzar la posada a punt dels vasos.

La relació d'operacions que s'aconsellen per a la hivernació d'un vas i per tornar a la seva obertura es descriuen als vídeos de la Gerència de Serveis d'Esports de la Diputació de Barcelona: <https://bit.ly/2Q9pr4k>.

3.4. Planificació de les anàlisis microbiològiques i fisicoquímiques

3.4.1. Analítica microbiològica

Les piscines d'ús públic estan obligades a disposar d'una planificació de les anàlisis microbiològiques on es determini la freqüència de les anàlisis, es detalli els punts de mostreig i els tipus d'anàlisis a realitzar.

Actualment, estan en vigor el Reial decret 742/2013 i el Decret 95/2000 en tot allò que no contravingui la norma bàsica estatal i, per tant, s'han d'analitzar els paràmetres assenyalats en ambdues.

La normativa catalana no fixa la freqüència mínima d'aquestes anàlisis i l'estatal estableix una periodicitat mínima mensual.

L'analítica microbiològica s'haurà de subcontractar, ja que es requereix un laboratori per a fer aquestes determinacions. S'aconsella no només subcontractar les anàlisis sinó també les preses de mostres, ja que s'han de mantenir a una temperatura de 4-5 °C fins a l'arribada al laboratori. A més, l'obtenció de les mostres per a l'anàlisi microbiològica es realitzarà en recipient estèril, i s'afegirà aproximadament 0,5 ml de solució aquosa

al 3 % de tiosulfat sòdic cristal·litzat (estèril) per a mostres de 500 ml. El motiu és neutralitzar l'efecte bactericida del possible desinfectant residual que quedi a la mostra, que podria disminuir o eliminar la població microbiana en cas de ser-hi abans d'arribar al laboratori.

Com a punts de mostreig, s'elegiran aquells que presentin un risc de contaminació més elevat, ja sigui perquè hi ha més usuaris, pel tipus d'usuari, perquè és una zona de la piscina on l'aigua queda estancada, etc. La recollida de la mostra s'haurà de realitzar a 10 cm de la làmina d'aigua de vas i s'haurà de prendre in situ el pH i el nivell de desinfectant residual.

En cas de vasos amb aerosolització i climatitzats s'haurà de fer un control mensual de legionel·la.

3.4.2. Analítica fisicoquímica

Es realitzarà la determinació dels paràmetres assenyalats a l'annex I, amb la freqüència establerta a l'annex 3, del Reial decret 742/2013 i els de l'article 20 del Decret 95/2000.

La metodologia per realitzar els controls diaris dependrà de la instrumentació analítica (fotòmetre, kits) i dels reactius escollits.

Els resultats dels darrers controls —físicoquímics i microbiològics— realitzats es posaran a disposició dels usuaris en un lloc accessible i fàcilment visible.

3.5. Mesures correctores

Finalment, al pla de tractament de l'aigua dels vasos han de constar els procediments d'actuació per als casos en què la qualitat de l'aigua no compleixi els paràmetres que el decret fixa sobre les normes sanitàries aplicables a les piscines d'ús públic o que no siguin els idonis. En aquest sentit, es presenta la següent taula 4.

Taula 4. Mesures correctores davant de problemes de la qualitat de l'aigua (P. Aulèstia i V. Beneyto)

Vigilància i control							
Situació	Paràmetre de control	Límits	On	Com	Quan	Qui	Mesures correctores
Valors incorrectes de desinfectant	Clor lliure Brom total Ozó	0,5–2 ppm 3-6 ppm 0 ppm	Vas Circuit de retorn (abans de filtres)	Fotòmetre Anàlitzador automàtic	2 / dia continu	Operari X	Regular dosificació desinfectant Revisar bombes dosificadores i injectors Calibrar equips de mesura
Clor combinat excessiu	Diferència entre Clor total i clor lliure	< 0, 6 ppm	Vas	Fotòmetre	2 / dia	Operari X	Aportar aigua nova Revisar equips de filtració (nombre i sistemes filtrants) i sistemes (floculació, velocitat de filtració). Incrementar mesures preventives i d'ús Tractament de xoc puntual o en continu
Acidesa/ Basicitat incorrecta	pH 7	,0-7,8	Vas Circuit de retorn (abans de filtres)	Fotòmetre Anàlitzador automàtic	2 / dia continu	Operari X	Regular dosificació desinfectant Revisar bombes dosificadores i injectors Calibrar equips de mesura
Excés estabilitzant de clor	Àcid isocianúric	< 75 ppm	Vas	Fotòmetre	2 / setmana	Operari X	Aportar aigua nova
Anàlisi microbiològica incorrecta	Presència de coliformes fecals i/o gèrmens patògens	Absència	Vas	Tècnica analítica Acreditada	1 / 2 mesos	Personal de laboratori autoritzat	Cloració a 20-30 ppm durant 3 hores Recircular l'aigua hiperclorada per tot el circuit
Anàlisi fisicoquímica incorrecta	Oxidabilitat al permanganat Amoniac	< 4 ppm O ₂ (s/aigua d'entrada) <= 0,5 ppm	Vas	Tècnica analítica Acreditada	1 / 2 mesos	Personal de laboratori autoritzat	Aportar aigua nova Cloració a 20-30 ppm durant 3 hores Recircular l'aigua hiperclorada per tot el circuit
Manca de transparència	Terbolesa	Absència	Vas	Visió del fons (aigua en repòs)	2 / dia	Operari X	Revisar equips de filtració (nombre i sistemes filtrants) i sistemes (floculació, velocitat de filtració)
Algues	Coloracions Superfícies lliscants	Absència	Vas	Visual Queixes usuaris	Diari	Operari X	Aturar la filtració Ajustar el pH entre 7,2 i 7,6 Cloració de xoc Addicionar alguicida Passar el netejafons i enviar l'aigua al clavegueram, després d'unes hores Flocular sobre l'aigua a la piscina Filtrar

Vigilància i control							
Situació	Paràmetre de control	Límits	On	Com	Quan	Qui	Mesures correctores
Coloracions i taques	Coure Ferro Manganès	< 2 ppm < 200 ppb < 50 ppb	Vas	Fotòmetre Anàlisi per laboratori autoritzat	Diari	Operari X Personal de laboratori	Ajustar el pH entre 9 i 10 Cloració de xoc Rocular Després d'unes hores, passar al netejafons i enviar l'aigua al clavegueram Ajustar el pH entre 7,2 i 7,6
Aigua blanca	Duresa	> 25 HF (graus)	Vas	Fotòmetre	Diari	Operari X	Disminuir la duresa de l'aigua d'entrada (descalcificador) Ajustar l'alcalinitat
Superfícies aspres			Elements del circuit de recirculació	Anàlisi per laboratori autoritzat		Personal de laboratori	Ajustar el pH entre 7,2 i 7,6 Flocular sobre l'aigua a la piscina Després d'unes hores, passar el netejafons i enviar l'aigua al clavegueram Filtrar durant algunes hores Rentar els filtres a contracorrent i esbandir-los
Colmatació ràpida de filtres							
Reducció del cabal circulant	Alcalinitat	80-120 ppm com a carbonat calcic					
Funcionament deficient de bombes							
Obturació del broquet d'impulsió	Temperatura	< 30 °C					
Reducció de l'eficàcia del bescanviador de calor							
Oxidació de les parts metàliques	Duresa pH	< 15 HF (graus francesos) > 7,0	Vas Elements del circuit de recirculació	Fotòmetre Anàlisi per laboratori autoritzat	Diari	Operari X Personal de laboratori	Incrementar la duresa de l'aigua Ajustar l'alcalinitat Incrementar el pH Aportar aigua nova Modificar les característiques de la instal·lació: diàmetre de canonades i materials emprats Baixants gravetat a 0,5/0,7 m/s Aspiració de les bombes a 1,3/1,5 m/s Maniobra dels filtres a 2 m/s Impulsió del retorn a 1,75/2 m/s
Atacs a revestiments i juntes	Oxigen dissolt TDS Velocitat de cir- culació de l'aigua	< 2000 ppm					
Escumes	Concentració alguicida Oxidabilitat al permanganat Duresa Tensoactius	Fixada < 4 ppm O ₂ (s/aigua d'entrada) > 25 HF	Vas	Fotòmetre Anàlisi per al laboratori autoritzat	Diari	Operari X Personal de laboratori	Dosificació correcta d'alguicida Incrementar la duresa de l'aigua Reduir la presència de matèria orgànica per tractament de xoc o aportació d'aigua nova
Irritacions de mucoses i mals olors	Clor combinat pH Clor lliure	< 0,6 ppm 7,0-7,8 > 2 ppm	Vas Circuit de retorn (abans de filtres)	Fotòmetre Analitzador automàtic	2/dia Continu	Operari X	Ajustar el pH Eliminació de cloramines Ajustar la dosificació del reactiu

4. Bibliografia web

Generalitat de Catalunya. Departament de Salut. *Instal·lació i manteniment de piscines.*
<<https://bit.ly/2BIObIQ>>

Agència Europea per a la Salut i Seguretat al Treball. *Les pel·lícules d'en Napo.*
<<https://bit.ly/2tJgFOc>>
<<https://bit.ly/2KpWqiU>>

Diputació de Barcelona. Gerència del Servei d'Esports.
<<https://bit.ly/2Q9pr4k>>

Diputació de Barcelona. Servei de Salut Pública.
<<https://bit.ly/2PN2F32>>

Altres publicacions de la sèrie Salut Pública

Eines

- 1 L'acció intersectorial en salut. Guia per al disseny d'un mètode de treball en l'àmbit municipal
- 2 La qualitat de l'aire interior en piscines cobertes