



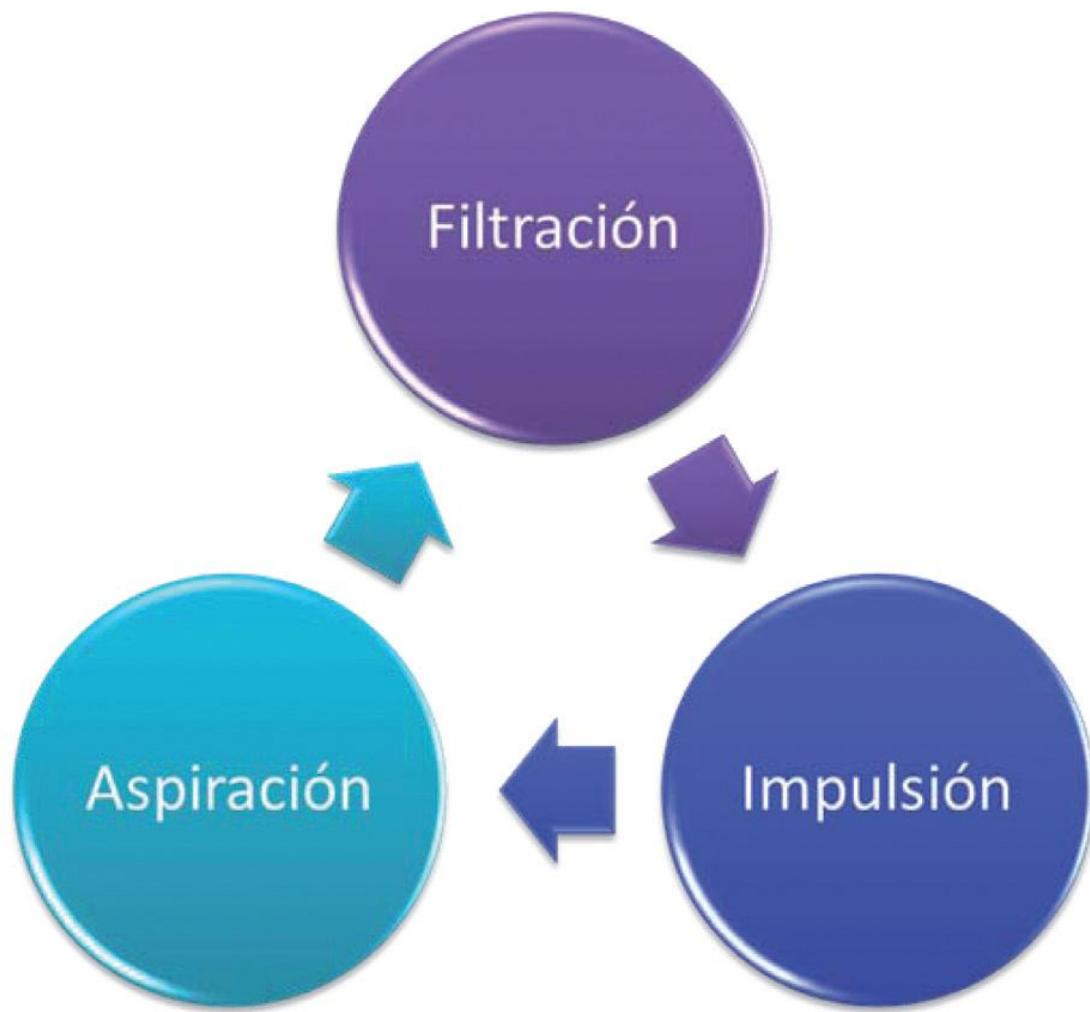
Casos prácticos

Christian León Torrecillas
Director técnico de WET SPAIN

1. Cálculo del equipo de filtración

Una piscina es un circuito cerrado de agua con un gran caudal y sin presión. Para hacer funcionar una piscina es necesario diseñar el circuito de agua, cuyas fases principales son la filtración, la aspiración y la impulsión. En este circuito entran en juego muchos elementos, como el filtro, las bombas de impulsión o recirculación, las boquillas, los registros, los sumideros, etc., que permitirán tanto el funcionamiento como el mantenimiento de la piscina.

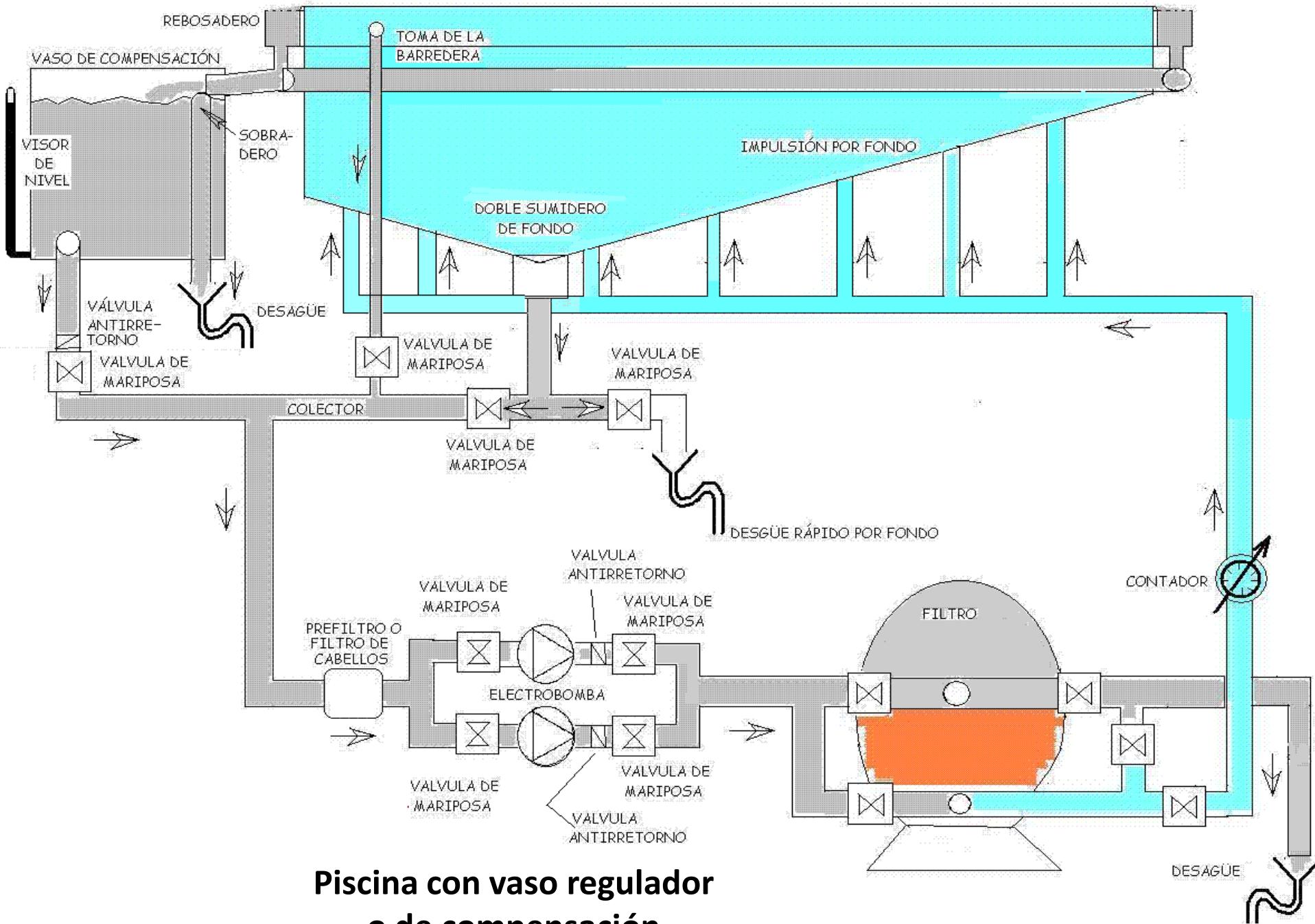




Filtración. Esta etapa consiste en hacer pasar el agua por un filtro para su limpieza. Para el calculo de la filtración se necesita saber el cubicaje de la piscina (longitud x anchura x profundidad media). Este caudal (m^3) se dividirá entre las horas de funcionamiento (6 horas para piscina privadas).

Por ejemplo, para una piscina de $90\ m^3$ y una recirculación en 6 horas, el caudal necesario es de $15\ m^3/h$, por lo que hay que buscar un filtro que admita $15\ m^3/h$ y una bomba que aporte ese caudal.

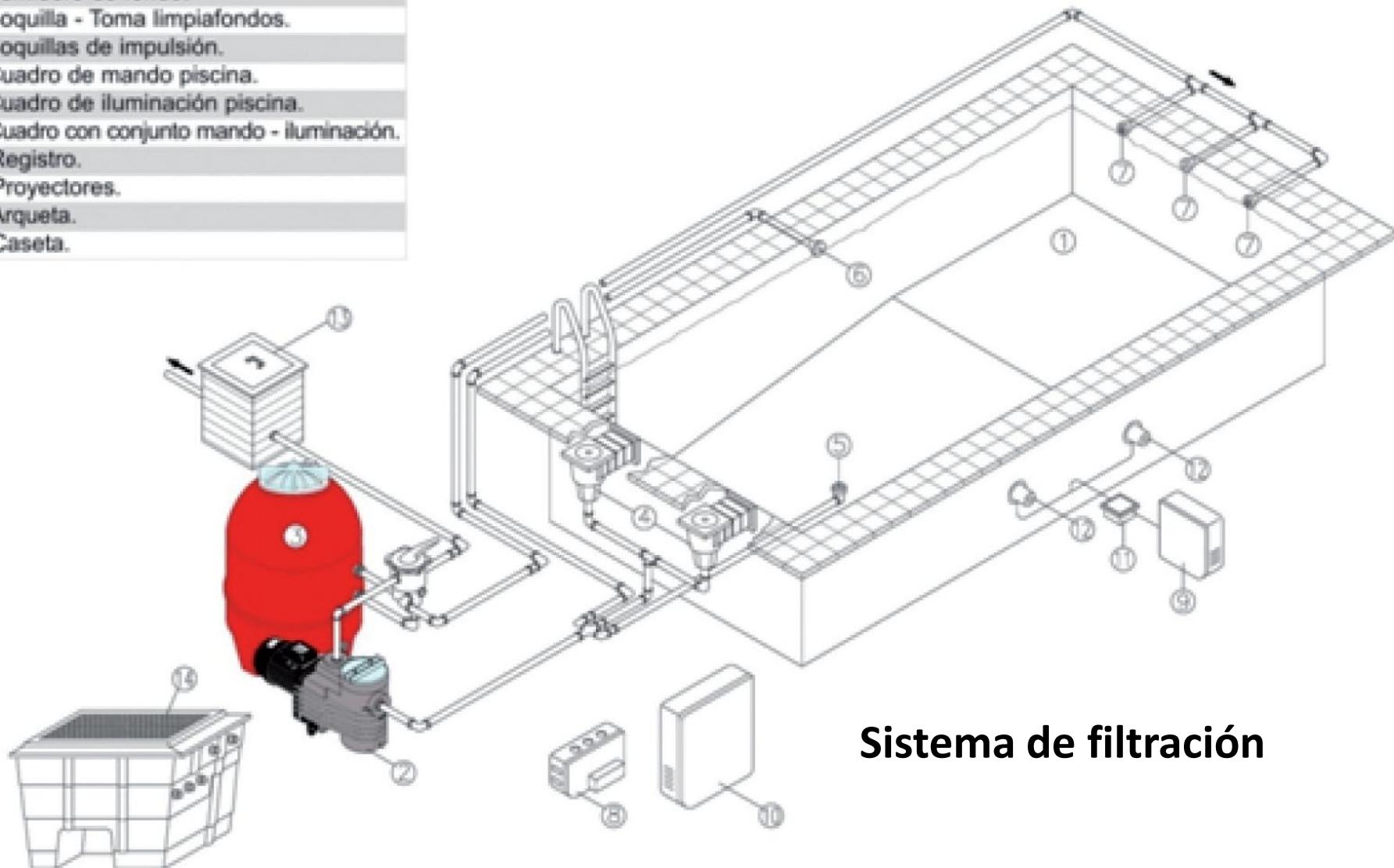
Aspiración. Esta etapa consiste en hacer llegar el caudal ha de llegar a la bomba a través de skimmers, boquillas de aspiración y sumideros. Tomando el ejemplo de la piscina anterior ($90\ m^3$, recirculación en 6 horas y caudal de $15\ m^3/h$), saber el numero de skimmers necesarios es tan fácil como dividir los litros totales (15.000) por la capacidad de aspiración de este equipo (por ejemplo 5.00 l/h). En este caso: 3 skimmers. Respecto a otros elementos de aspiración, normalmente las piscinas privadas cuentan con una unidad de sumidero y una unidad de boquilla de aspiración limpia fondos.



**Piscina con vaso regulador
o de compensación**

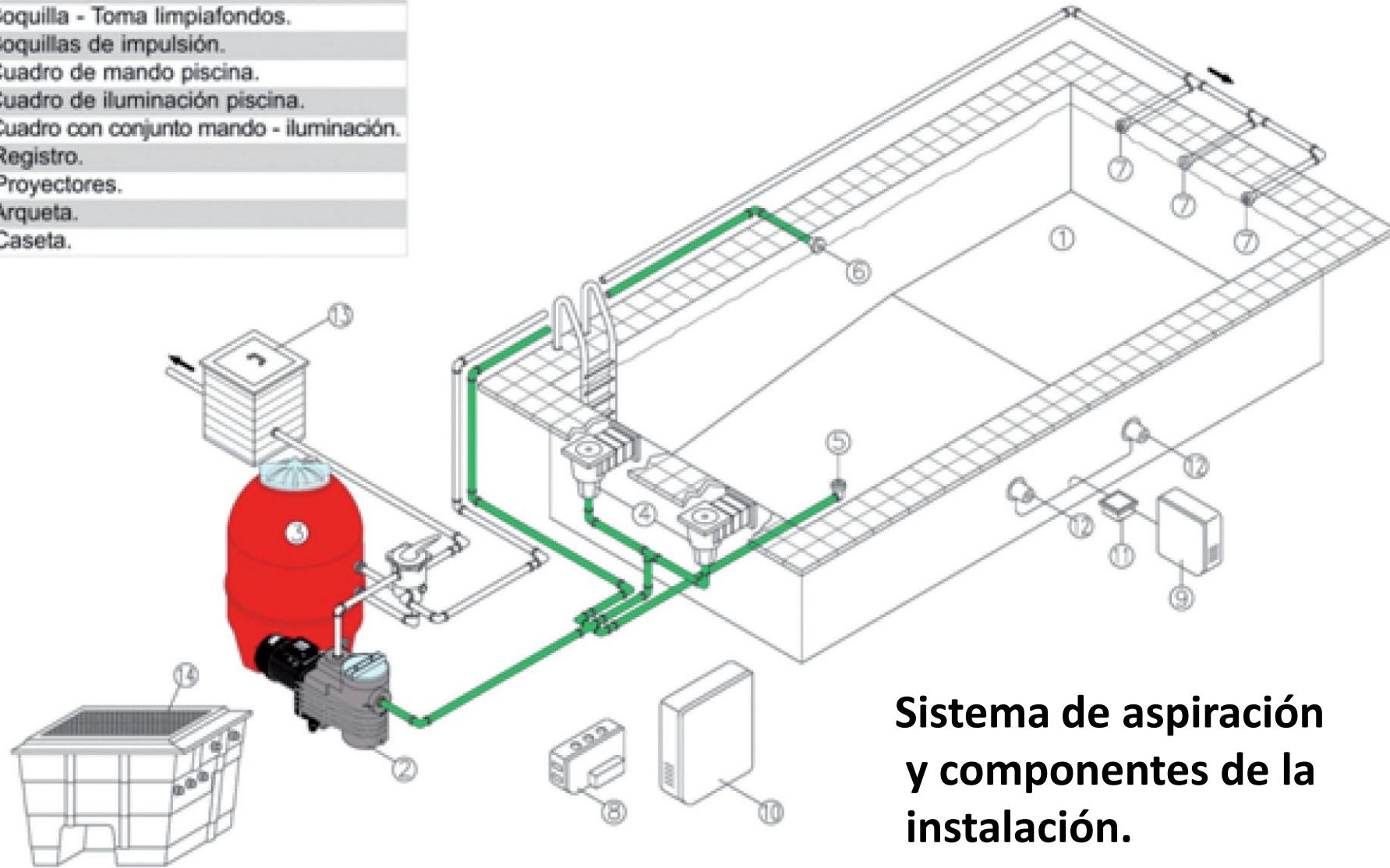
COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN

- 1.- Piscina.
- 2.- Electrobomba.
- 3.- Filtro.
- 4.- Skimmers.
- 5.- Sumidero de fondo.
- 6.- Boquilla - Toma limpiafondos.
- 7.- Boquillas de impulsión.
- 8.- Cuadro de mando piscina.
- 9.- Cuadro de iluminación piscina.
- 10.- Cuadro con conjunto mando - iluminación.
- 11.- Registro.
- 12.- Proyectores.
- 13.- Arqueta.
- 14.- Casetas.



COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN

- 1.- Piscina.
- 2.- Electrobomba.
- 3.- Filtro.
- 4.- Skimmers.
- 5.- Sumidero de fondo.
- 6.- Boquilla - Toma limpiafondos.
- 7.- Boquillas de impulsión.
- 8.- Cuadro de mando piscina.
- 9.- Cuadro de iluminación piscina.
- 10.- Cuadro con conjunto mando - iluminación.
- 11.- Registro.
- 12.- Proyectores.
- 13.- Arqueta.
- 14.- Casetas.



**Sistema de aspiración
y componentes de la
instalación.**

Impulsión. Esta etapa consiste en volver a enviar el agua a la piscina, repartiendo el caudal entre tantas boquillas como sea necesario. Las boquillas con bola orientable aportan 3, 5 o 7 m³/h según sea el diámetro interno de la bola (14, 20 o 24 mm).

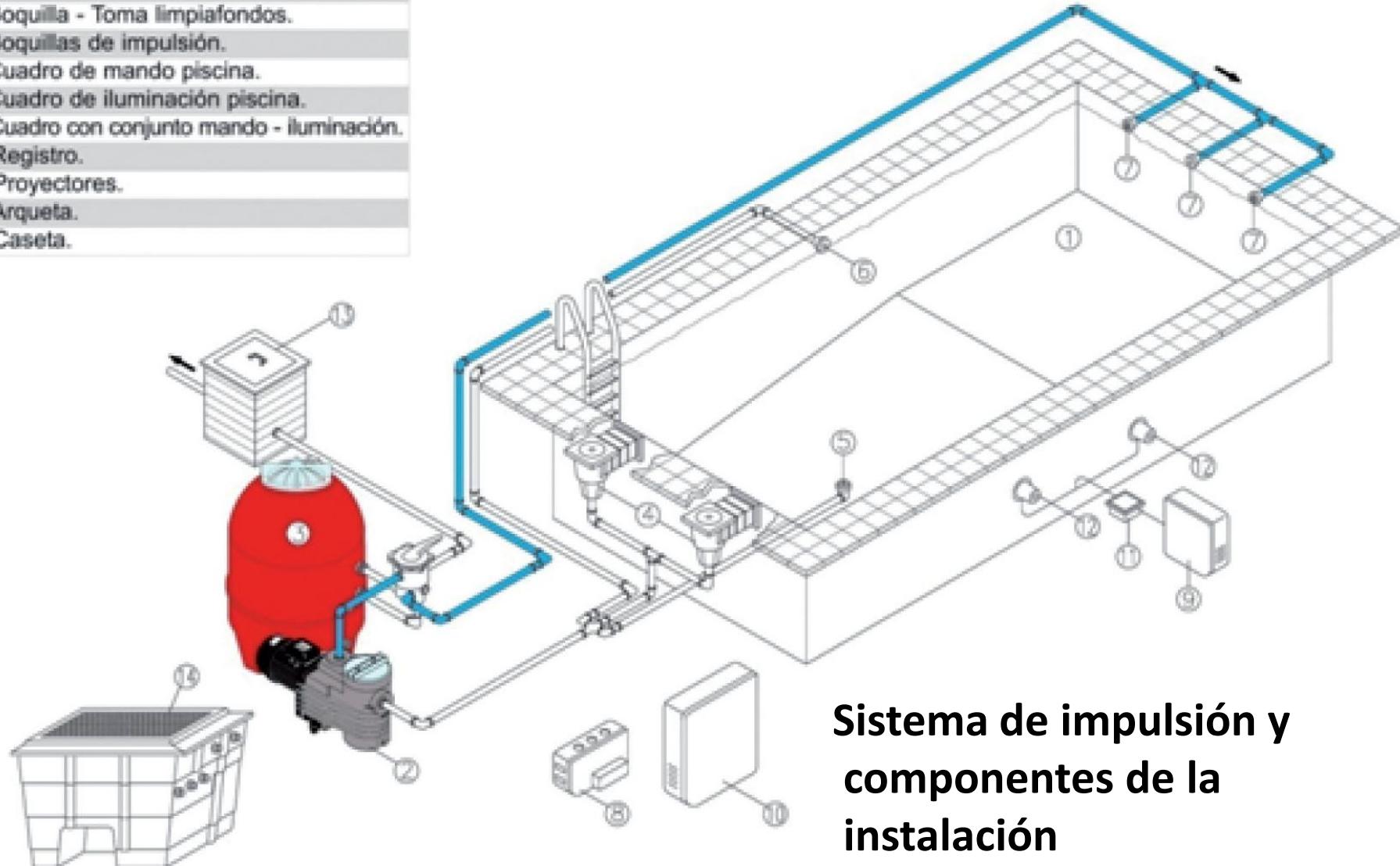
Existen diferentes tipos de piscina según su construcción, pero los dos mas utilizados son:

Piscina con skimmers. Este sistema mantiene limpia la piscina aspirando la suciedad por los skimmers y por el sumidero de fondo, logrando así recoger la suciedad acumulada en la superficie y el fondo del vaso. El agua limpia se devuelve al vaso de piscina mediante boquillas de bola orientable situadas en la pared opuesta a los skimmers. Su uso mas habitual es las piscinas privadas, sobre todo por ser un sistema más económico que el rebosadero perimetral, así como por motivos normativos.

Piscina con rebosadero perimetral. El sistema que incluye rebosadero perimetral es mucho más eficiente a la hora de mantener limpia la piscina, pues el agua se recoge por todo (o parte) el perímetro de la piscina y por el sumidero de fondo. El agua limpia llega al vaso de la piscina mediante boquillas de caudal regulable situadas en el fondo del mismo, elevando toda la masa de agua hasta hacerla ‘desbordar’ en una canaleta cubierta con rejilla. Este sistema es el que, salvo excepciones, se utiliza en piscinas publicas por normativa.

COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN

- 1.- Piscina.
- 2.- Electrobomba.
- 3.- Filtro.
- 4.- Skimmers.
- 5.- Sumidero de fondo.
- 6.- Boquilla - Toma limpiafondos.
- 7.- Boquillas de impulsión.
- 8.- Cuadro de mando piscina.
- 9.- Cuadro de iluminación piscina.
- 10.- Cuadro con conjunto mando - iluminación.
- 11.- Registro.
- 12.- Proyectores.
- 13.- Arqueta.
- 14.- Casetas.



Sistema de impulsión y componentes de la instalación

Por tanto, basándose en esta diferenciación, a continuación se muestra una simulación del calculo del equipo de filtración necesario según el uso privado o publico de la piscina.

Cálculo del equipo de filtración en piscinas de uso privado

Para empezar, se consideran privadas solo aquellas piscinas unifamiliares no sujetas a ninguna normativa higiénico sanitaria y donde el tiempo de recirculación suele ser de 6 horas y la velocidad de filtración estándar de 50 m³/h/m². Para el calculo del equipo de filtración se manejan los siguientes parámetros:

-V = volumen piscina (m³).

-T = tiempo recirculación (h).

-VF = velocidad de filtración (m³/h/m²).

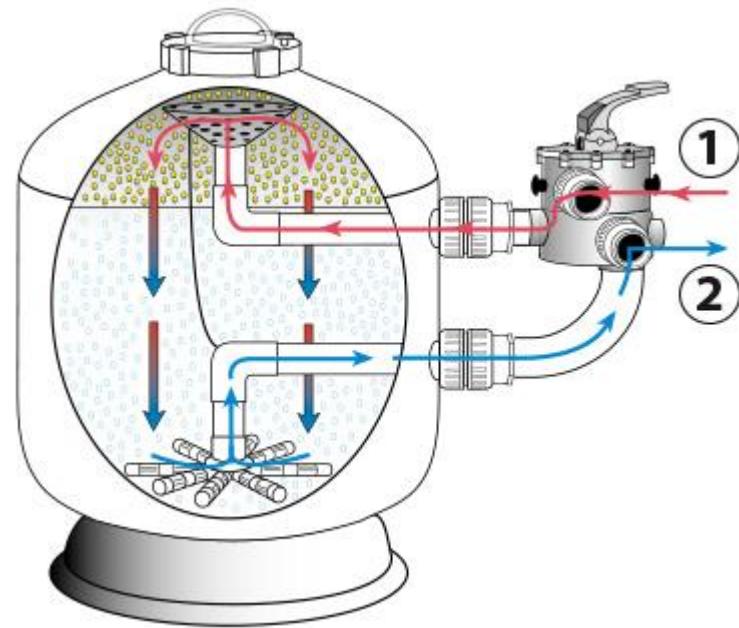
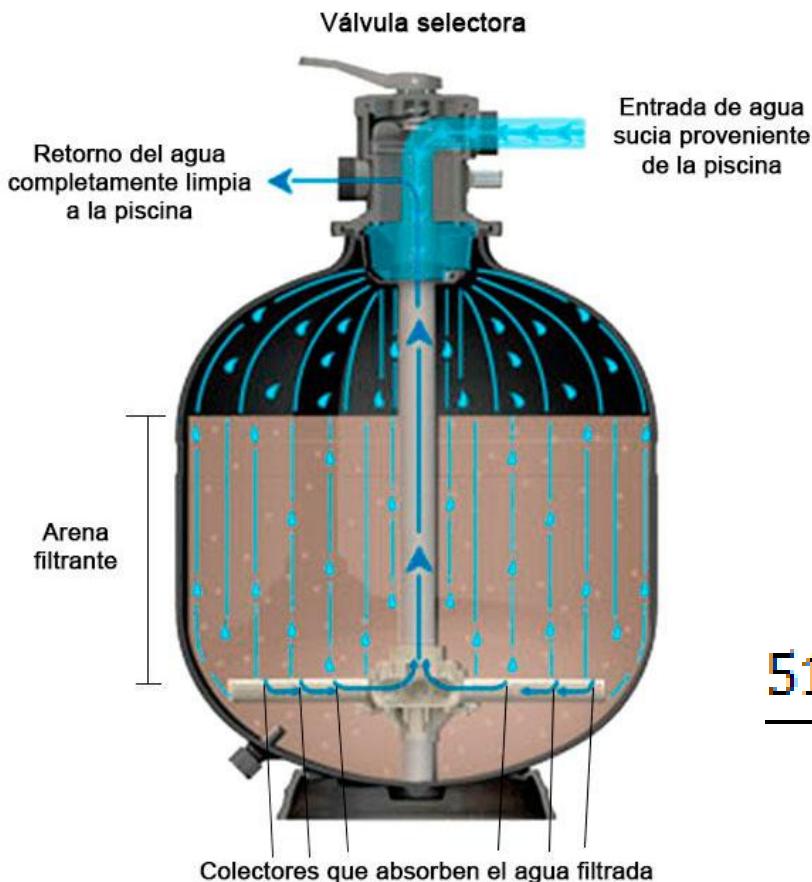
-Q = caudal (m³/h).

-SF = superficie de filtración (m²).

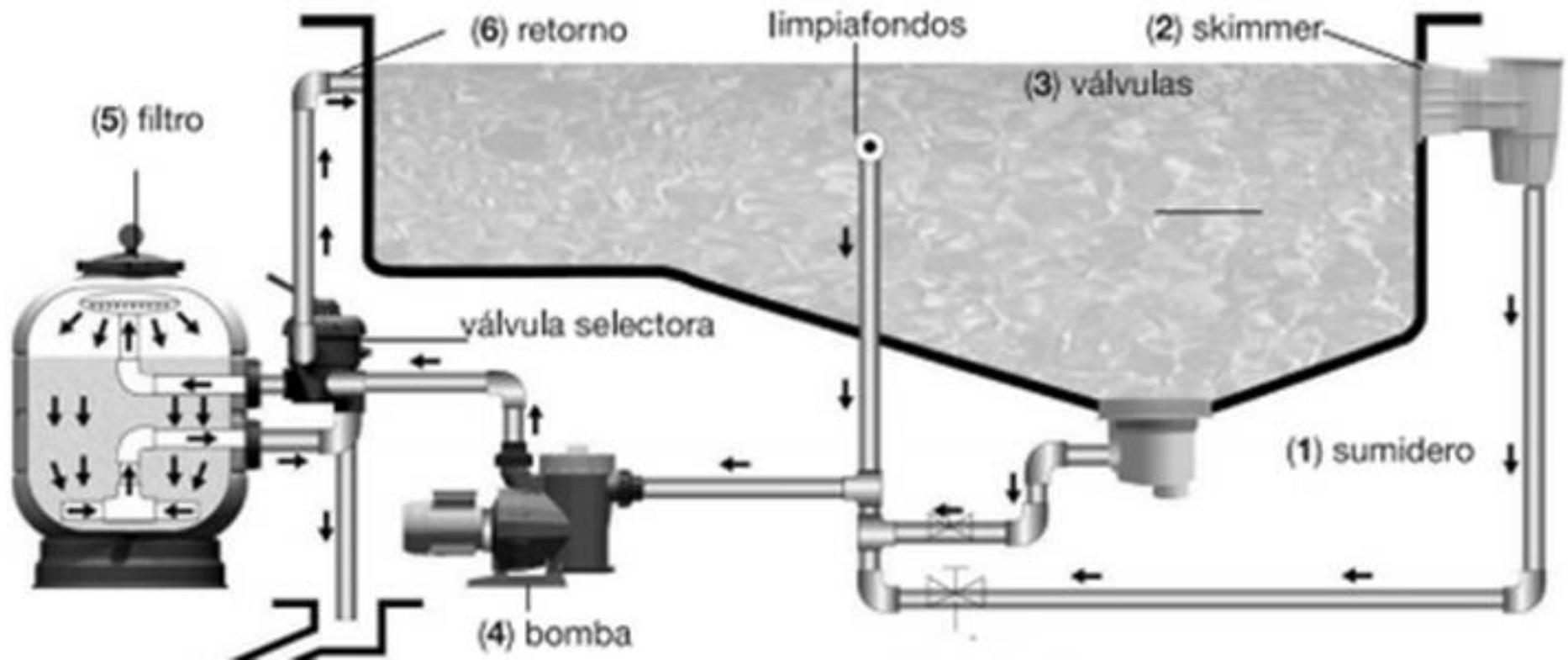
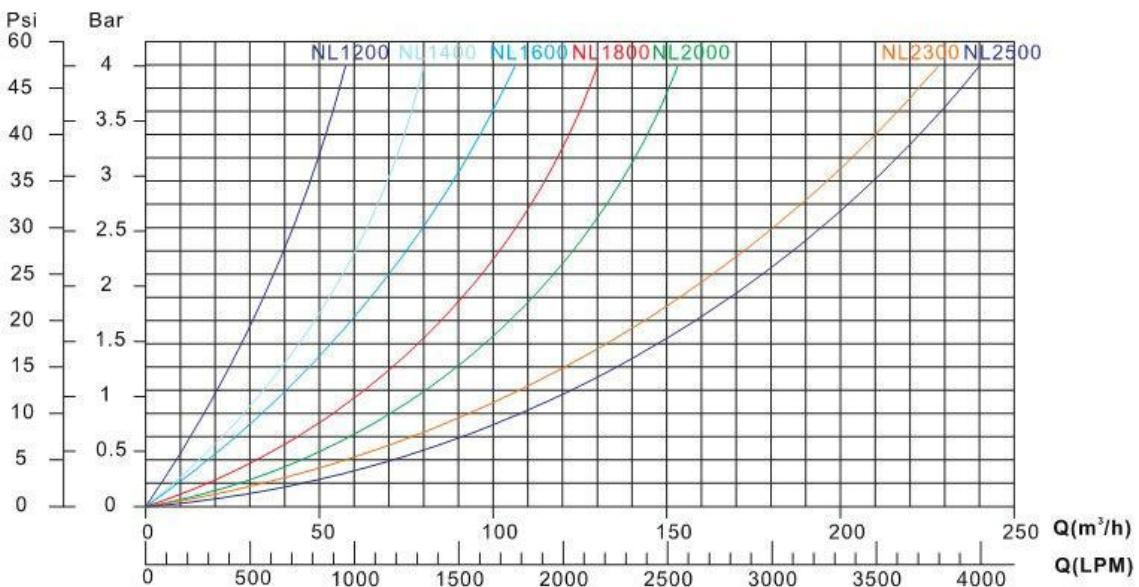
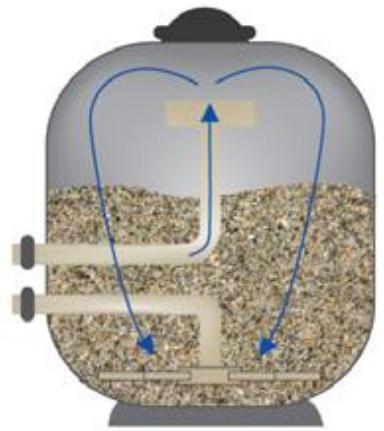
Las formulas a utilizar son:

$$\frac{V}{T} = Q \quad \frac{Q}{V F} = S F$$

Con ello, un ejemplo de calculo del equipo de filtración para una piscina de $8 \times 4 \times 1,6$ m seria: obtenido tanto el volumen mediante las dimensiones y profundidad de la piscina ($V = 51,2 \text{ m}^3$) como la velocidad de filtración ($50 \text{ m}^3/\text{h/m}^2$), el cálculo es:



$$\frac{51,2 \text{ m}^3}{6 \text{ h}} = 8,5 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cdot \frac{1}{50 \frac{\text{m}^3}{\text{h/m}^2}} = 0,17 \text{ m}^2$$



Sabiendo la superficie del filtro, se puede elegir el filtro que corresponda, siempre escogiendo un diámetro igual o superior al resultante. Hay que recordar que la superficie de una circunferencia = π (3,1416) x radio². En este caso se elegiría un filtro de diámetro 500 mm (SF = 0,19 m²). Para completar el equipo de filtración se selecciona también una bomba que aporte el caudal (8,5 m³/h) a 8 o 10 m.c.a., en este caso una bomba de 0,5 Hp.

Así mismo, el material de empotrar que puede añadirse para equipar la piscina del ejemplo es del tipo skimmer. Por tanto, el numero de skimmers y boquillas para completar el circuito de circulación se calcula basándose en el caudal del equipo de filtración:

- Caudal del equipo: 8,5 m³/h aprox.
- Caudal admitido por un skimmer: 5 m³/h.
- Caudal unitario por boquilla de impulsión: bola 14: 3 m³/h; bola 20: 5 m³/h; o bola 24: 7 m³/h.



Con ello, el material necesario seria:

2 skimmer (5 m³/h por unidad).

3 boquillas de bola 14 (3 m³/h por unidad).

1 sumidero de fondo.

1 toma de limpiafondos.

Cálculo del equipo de filtración en piscinas de uso público

Cuando en una instalación hay diferentes tipos de vaso, los sistemas de depuración, filtración y desinfección de cada vaso serán independientes.

En el caso de una piscina publica, hay que tener en cuenta varios elementos:

- Tiempo de recirculación: 1 hora en el vaso de chapoteo; 2 horas en el polivalente si la profundidad media es igual o inferior a 1,5 m o 4 horas si la profundidad media es superior a 1,5 m; 8 horas en la piscina de saltos; 1/2 hora en spas; o 1 hora en piscinas para tratamientos terapéuticos.
- Velocidad de filtración: aunque en muchas comunidades autónomas no se especifica exactamente, por lo general no se aconseja que la velocidad de filtración supere los $40 \text{ m}^3/\text{h/m}^2$. Como norma general, se tomará que “la velocidad de filtración será la que indiquen las características técnicas del filtro, no pudiendo sobrepasar la misma”, pero no dice cual es el límite de velocidad permitido, aunque no suelen permitir mas de $30 \text{ m}^3/\text{h/m}^2$.

- Construcción del vaso: en las piscinas de nueva construcción, el sistema de paso del agua del vaso de la piscina a la depuradora se hará mediante rebosadero perimetral continuo en los vasos mayores de 200 m² de lámina de agua.

Para superficies menores o iguales a 200 m² de lámina de agua se podrán utilizar *skimmers en numero no inferior a uno* cada 25 m² de lámina de agua, distribuidos adecuadamente en función del diseño del vaso. En el caso de que los circuitos de recirculación incorporen un sistema de aspiración por fondo, esta se realizará al menos a través de 2 puntos.

- Calidad del agua: el agua de los vasos deberá ser renovada con un aporte de agua nueva en una proporción que garantice la calidad exigida por ley. Los vasos deberán vaciarse totalmente, como mínimo una vez en la temporada y siempre que las circunstancias lo aconsejen. La entrada del agua de renovación a los vasos se realizará de manera que se imposibilite el reflujo y se asegure un régimen de recirculación uniforme para todo el vaso.

A fin de conocer en todo momento el volumen de agua renovada y depurada de cada vaso, será obligatoria la instalación de dos contadores de agua, uno a la entrada del agua de alimentación del vaso de la piscina, y el otro después de la filtración y antes de la desinfección del agua recirculada.

La adición de desinfectante o cualquier otro aditivo autorizado, se realizará mediante dosificación automática o semiautomática, nunca manual, salvo emergencia, y en este caso, en ausencia de bañistas. En caso de utilizarse ozono como desinfectante deberá ir siempre acompañado de la adición de un desinfectante compatible con efecto residual.

Tendiendo en cuenta todas esas indicaciones, se realiza el siguiente ejemplo de cálculo de un equipo de filtración para una piscina pública con los siguientes datos:

--Dimensiones: 25 x 12,5 x 1,6 m.

--Volumen: 500 m³.

--Tipo de piscina: Polivalente.

--Recirculación: 4 h.

Para el calculo del equipo de filtración se manejan los siguientes parámetros:

- V = volumen piscina (m^3).
- T = tiempo recirculación (h).
- VF = velocidad de filtración ($m^3/h/m^2$).
- Q = caudal (m^3/h).
- SF = superficie de filtración (m^2).

Las fórmulas a utilizar son:

$$\frac{V}{T} = Q \quad \frac{Q}{V F} = S F$$

Así, el resultado del cálculo seria:

$$\frac{500 \text{ } m^3}{4 \text{ } h} = 125 \frac{m^3}{h} \cdot \frac{1}{40 \frac{m^3/h}{m^2}} = 3,12 m^2$$

Por tanto, sabiendo la superficie del filtro se puede elegir el filtro que corresponda siempre seleccionando el diámetro igual o superior al resultante. De nuevo, es necesario recordar que la superficie de una circunferencia = π (3,1416) x radio². En el caso de la piscina publica polivalente se debería seleccionar un filtro de diámetro 2.000 mm. (SF = 3,14 m²).

Para completar el equipo de filtración había que elegir también una bomba que aportara un caudal de 125 m³/h a 12 o 14 m.c.a., en este caso una bomba de 12,5 Hp.

2. Accidentes fecales. Modo de actuación

Debido a la gran variedad de bacterias, protozoos...que pueden contaminar el agua debido a residuos humanos, cuando se detecta una situación de éste tipo, debe haber un procedimiento claro que debe de cumplirse para evitar situaciones de riesgo.



2. Accidentes fecales. Modo de actuación

Si durante el funcionamiento de la piscina ocurre un **accidente fecal o emético en el vaso se debe hacer salir a los usuarios del vaso y proceder de la siguiente manera:**

- **Heces sólidas:**
 - Deben extraerse inmediatamente con la cesta o canastilla.
 - Proceder a desinfectar la cesta y cualquier objeto en contacto con las heces. – Asegurar que los filtros funcionan correctamente y proceder a la desinfección del agua manteniéndola a una concentración de **cloro residual libre de 5 ppm**, un pH entre 7,2 y 7,5 durante **25 minutos**.
 - Trascurrido este tiempo se regularan los valores de cloro y pH antes de la apertura al público.

2. Accidentes fecales. Modo de actuación

- **Heces diarreicas y vómitos:**
 - **Retirar toda la suciedad posible. Pasar la barredora/aspiradora por todo el vaso y eliminar el agua aspirada al desagüe.**
 - **Elevar la concentración de cloro residual libre a 20 ppm, pH entre 7,2 y 7,5 manteniéndolo durante 8 horas.** Se puede variar la concentración de cloro y tiempo siempre que el CT sea de 9600. limpiar los filtros y skimmers o rebosaderos, si es necesario cambiar la arena.
 - **Trascurrido este tiempo se regularan los valores de cloro y pH antes de la apertura al público.**

Se puede variar la concentración de cloro y tiempo; puede modificarse siempre que se obtenga un valor de inactivación de contacto (C.T) de 9600, este valor de C.T. se obtiene multiplicando la concentración de cloro residual libre en ppm por el tiempo en minutos.

2. Accidentes fecales. Modo de actuación

Es necesario educar a los usuarios para que no se bañen si presentan procesos diarreicos agudos y enseñar a los niños a ir a los aseos antes de bañarse.

3. Conseguir una concentración determinada

Nuestra piscina tiene un solo vaso de medidas: 25 m x 12,5 m x 1,6 m de profundidad media. Si queremos desinfectarla con hipoclorito sódico, que tiene una riqueza de 150 g de hipoclorito/l de disolución. ¿Qué cantidad de disolución de hipoclorito deberé añadir al vaso para obtener un nivel de cloro libre de 1,5 ppm, en el agua de baño?

En primer lugar deberemos calcular el volumen de agua que contiene nuestro vaso:

$$\text{Volumen} = \text{largo} \times \text{ancho} \times \text{alto}$$

$$V = 25 \times 12,5 \times 1,6 = 500 \text{ m}^3 = 500.000 \text{ litros}$$

Ya que 1 m³ son 1.000 litros.

3. Conseguir una concentración determinada

Sabemos que 1 ppm (parte por millón) es 1 mg/l, o sea, el hipoclorito del que disponemos contiene 150 g (150000 mg) de hipoclorito por litro de disolución. Si queremos tener en el agua de baño un valor de cloro libre de 1,5 ppm (1,5 mg/l):

$$1,5 \text{ mg} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 1 \text{ l}$$

$$X \text{ mg} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 500.000 \text{ litros}$$

$$x = \frac{500000 \text{ l} \times 1,5 \text{ mg}}{1 \text{ l}} = 750000 \text{ mg} = 750 \text{ g}$$

Que son los mg (o g) de hipoclorito que tendremos que añadir al agua de baño procedentes del hipoclorito comercial que hemos adquirido. Si queremos saber qué cantidad de disolución de hipoclorito hemos de añadir al vaso, tendremos:

$$150 \text{ g} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 1 \text{ l}$$

$$750 \text{ g} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad x$$

$$x = \frac{750 \text{ g} \times 1 \text{ l}}{150 \text{ g}} = 5 \text{ litros}$$

3. Reducir una concentración determinada

Tenemos una piscina de 500 m³ de agua con un contenido en cloro libre de 2,5 ppm, y por tanto, por encima de los valores máximos que indica el Real Decreto 742/2013, que se establecen entre 0,8 – 2,0 ppm. Utilizaremos un neutralizador de cloro comercial y nos indica el fabricante que debemos “Añadir 100 g de Neutralizador de Cloro y Bromo para reducir en aproximadamente 0,5 mg/l (ppm) el cloro residual de 100 m³ de agua”. ¿Qué cantidad de neutralizante deberemos añadir a nuestra piscina para neutralizar el cloro en exceso?

Utilizaremos la cantidad necesaria de neutralizante para obtener un cloro libre en el agua de baño de 2 ppm, por tanto, hemos de reducir el cloro de partida en 0,5 ppm.

Así pues:

100 g neutralizante ————— 100 m³ agua baño

x neutralizante ————— 500 m³

$$x = \frac{500 \text{ m}^3 \times 100 \text{ g}}{100 \text{ m}^3} = 500 \text{ g}$$

4. Uso de alguicida

Hemos observado que nuestra piscina presenta un agua de color verde, que es debido a la presencia de algas. El producto alguicida que tenemos para estos casos nos indica que debemos emplear 2 l de producto por cada 100 m³ de agua de baño. Si nuestra piscina tiene 500 m³ de agua, ¿Qué cantidad de alguicida debemos poner para realizar el tratamiento antialgas?

$$\begin{array}{rcl} 2 \text{ l} & \hline & 100 \text{ m}^3 \\ x & \hline & 500 \text{ m}^3 \end{array}$$

$$x = \frac{500 \text{ m}^3 \times 2 \text{ l}}{100 \text{ m}^3} = 10 \text{ l}$$

5. Calidad de la filtración

Tenemos una piscina con 500 m³ de agua, y tres filtros de un diámetro de 1,5 m cada uno. Si queremos que todo el agua de baño pase por los filtros en 4 horas, ¿A qué velocidad pasaría el agua por los filtros? ¿Esa velocidad sería la adecuada para obtener una buena filtración?

En primer lugar deberemos conocer la superficie total de filtración de la que disponemos.

Como sabemos que la superficie de filtración de cada filtro es un círculo, su superficie la podemos hallar mediante la fórmula:

$$S = \pi r^2$$

Donde r es el radio del círculo y π, el número pi (3,1416). El radio de cada filtro será igual a 1,5/2, o sea, 0,75 m. Por tanto, la superficie de filtración de cada uno de los filtros será:

$$S = 3,1416 \times 0,75^2 = 3,1416 \times 0,56 = 1,77 \text{ m}^2$$

Por tanto, la superficie total de filtración será:

$$S_t = 1,77 \times 3 = 5,30 \text{ m}^2$$

5. Calidad de la filtración

El caudal de filtración será:

$$Q = \frac{\text{Volumen } (m^2)}{\text{Tiempo } (h)} = \frac{500 \text{ m}^2}{4 \text{ h}} = 125 \text{ m}^3/\text{h}$$

Si despejamos en la fórmula siguiente la velocidad, tendremos:

$$S = \frac{Q \left(\frac{m^3}{h} \right)}{v \left(\frac{m^3}{\frac{h}{m^2}} \right)}$$

$$v = \frac{Q \left(\frac{m^3}{h} \right)}{S \left(\frac{m^2}{h} \right)} = \frac{125 \left(\frac{m^3}{h} \right)}{5,30 \text{ m}^2} = 23,58 \text{ m/h}$$

Esta velocidad de filtración es muy baja, y por tanto, deberemos aumentar la potencia de la bomba para que la filtración de toda la masa de agua se realice en aproximadamente 1,5 h ($23,58 \times 1,5 = 35,38 \text{ m/h}$), que sería una velocidad adecuada para una buena filtración.



Christian León Torrecillas
<http://www.wetspain.com>
cleon@wetspain.com
677691984

En Canarias, a la vanguardia en
tratamientos de agua