



Secretaría General para el Deporte
Instituto Andaluz del Deporte

DOCUMENTACIÓN

200606801

MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES DEPORTIVAS, PISCINAS CUBIERTAS Y CAMPOS DE CÉSPED ARTIFICIAL

Tratamiento químico del agua de piscinas

ANTONIO ORTEGA VENDEO

Director del Área de Mantenimiento de Seae

Vícar (Almería)

19 y 20 de octubre 2006

1. AGUA. CARACTERÍSTICAS Y PROCEDENCIA

El agua es un elemento que se altera fácilmente, por eso se trata químicamente dependiendo del uso al que se destina.

- Doméstico
- Agrícola
- Industrial
- Comercial
- Pública

En nuestro caso nos interesa conocer cómo se ha de tratar químicamente el agua para que sea apta en el uso de piscinas. Para ello tenemos que conocer en primer lugar el sistema de recirculación del agua de piscina, que engloba el tratamiento físico y el químico, y que es la base de la depuración del agua destinada a piscinas (Figura 1).

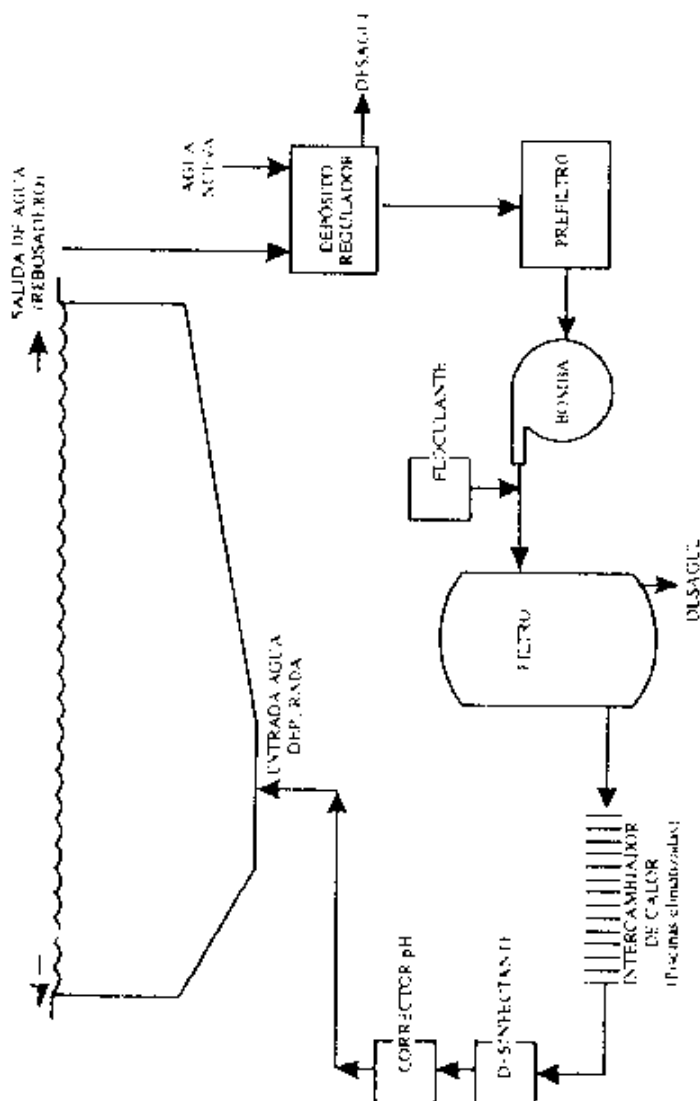


Figura 1

Mantenimiento de instalaciones deportivas, piscinas cubiertas, campos de césped artificial

Tratamiento físico

- Recirculación del agua
- Reposición del agua
- Cambio del agua
- Renovación del agua
- Filtración del agua
- Limpieza del vaso

Tratamiento químico

- Desinfección del agua
- Control y regulación de sus características

2. CONTAMINACIÓN DEL AGUA Y RIESGOS SANITARIOS

Como hemos explicado, el agua se altera fácilmente, y puede transportar microorganismos, materias orgánicas e inorgánicas que pueden producir enfermedades al usuario.

2.1. ¿Cómo se contamina el agua de piscinas?

Las causas pueden ser varias y de diferentes orígenes:

- Los bañistas, que pueden trasladar al agua microbios de enfermedades (catarros, sinusitis, etc.) y materia orgánica como sudor, orina, etc.
- Los no bañistas, mediante el calzado, si acceden a la zona de playa, y con el contacto posterior de pies descalzos sobre esta materia.
- El medio ambiente, a través de lluvia y viento que pueden introducir hojas, arena, polen, etc. que transportan gérmenes patógenos al agua.
- El agua de aportación puede traer consigo contaminación, por lo que debemos conocer siempre la procedencia del suministro. Si el suministro lo recibimos de la red urbana, eliminamos un alto porcentaje de riesgo.
- Los productos químicos en exceso (intoxicación) y en defecto (desarrollo del microorganismo) pueden hacer que el agua no sea apta para el baño.

2.2. ¿Cómo prevenir y evitar la contaminación?

La respuesta a esta pregunta es realizando una desinfección eficiente del agua de piscina, desde su suministro inicial hasta su llegada al vaso para el uso. En este sentido, el agua debe estar desinfectada y ser desinfectante:

- a) Desinfectada: que nos llegue libre de contaminación desde el suministro habitual.
- b) Desinfectante: que aporte los productos necesarios para que soporte la contaminación que provocan bañistas, medio ambiente, etc. y se mantenga desinfectada.

2.3. Limpieza y desinfección

Se debe tomar como norma imprescindible de cualquier instalación una limpieza exhaustiva y continua de los elementos que la componen. Evitaremos así que se instalen

Mantenimiento de instalaciones deportivas, piscinas cubiertas, campos de césped artificial

los microorganismos patógenos y virus que aprovecharan las suciedades, el agua en malas condiciones, etc. El ámbito de la piscina favorece la transmisión de enfermedades, por lo que los responsables del mantenimiento tienen que ser minuciosos en su trabajo de limpieza y desinfección.

2.4. Microorganismos patógenos en el agua

Existen 3 grandes grupos de microorganismos

- Hongos: se suelen instalar en el entorno del agua, vestuarios, duchas, playa, favorecidos por la humedad. Habitualmente afectan a la piel y se evitan con productos fungicidas.
- Bacterias: habitan en el agua, aire y tierra y se instalan y desarrollan fácilmente aprovechando un agua no depurada.
- Virus: son agentes infecciosos que sobreviven en células vivas y producen enfermedades y patologías como verrugas, faringitis, diarreas, etc. Se combaten con productos viricidas autorizados.

Microorganismos	Origen	OCS contaminados	Patologías			
			Cutáneos	ORL	Digestivas	Diversos
Protozoos Amebas	Telúrico Intestinal	Agua			Disentería	Meningitis
Hongos Dermatofia Levadura Florituras (aspergillus)		Agua + Tierra + Material de animación	Micosis (herpes circinado, pie de atleta) candidiasis Infecciones de los dedos del pie (eritemas, pústulas, ulceraciones)			
Bacterias Estafilococos Estreptococos pseudomona aeruginosa Salmonela Colibacilo Shigel-la Mycobacterium balneif Legionela	Piel, lesiones cutáneas (impétigo, absceso) Mucosas (nasofaringes) Piel, región (contaminada por gérmenes fecales) Agua + tierra Agua	Agua (capa superficial), rebosadero, bordes superiores del vaso Agua Polvo, agua de alimentación Atmósfera	Furocolosis piodermia Impétigo Dermatitis folicular Granuloma (codo, rodilla)	Rinitis Faringitis Anginas, otitis Neumonía	Fiebre tifoidea y paratifoidea, diarreas Disentería bacilar	Conjuntivitis
Virus Poxavirus Papilomavirus Poliiovirus Otros enterovirus Virus de hepatitis A Adenovirus	Piel Piel y mucosas	Contacto directo, toallas y material de animación. Tierra + material de animación Agua del vaso	Molúscum contagiosum Verrugas plantares (10% bañistas)	Faringitis Infecciones agudas	Diarreas Diarreas	Poliomielitis Meningitis benigna Hepatitis viral Conjuntivitis epidémica

Figura 2

3. QUÍMICA DEL AGUA

Para un tratamiento químico adecuado es necesario conocer algunos conceptos del agua que son la base para comprender el tratamiento químico.

3.1. El pH. ¿Qué es?

El pH es un valor que indica si una sustancia es ácida o básica. Para comprender las características de sustancias ácidas y básicas ver la figura.3:

ÁCIDOS		BASES	
EJEMPLOS	PROPIEDADES	PROPIEDADES	EJEMPLOS
<ul style="list-style-type: none"> - Cítricos: naranja, limón ... - Vinagre - Aspirina - Sulfumán - Bebidas carbónicas - ... 	<ul style="list-style-type: none"> - Sabor agrio - Producen unos colores característicos, con unas sustancias denominadas indicadores - Pierden sus propiedades al reaccionar con las bases (neutralización) 	<ul style="list-style-type: none"> - Sabor amargo - Producen unos colores característicos, con unas sustancias denominadas indicadores - Pierden sus propiedades al reaccionar con los ácidos (neutralización) 	<ul style="list-style-type: none"> - Amoníaco - Bicarbonato - Lejía - Sosa cáustica - Jabón - ...

3.1.1. pH en el agua de piscina

El pH en el agua de piscina debe oscilar entre 7 y 7,8 (según normativa). Cuando se altera y no corresponde a estos valores puede producir diversos problemas, como enturbiar el agua, disminuir el poder desinfectante de productos clorados, molestias a los bañistas (irritaciones) y deterioro de materiales. (Figura 5)

Se considera 7,2 el pH ideal para el agua de piscinas. Debido a la utilización de productos clorados, que producen una subida del pH del agua, lo más habitual es tener que dosificar para bajarlo. Para ello se suele utilizar un producto ácido que actuará como corrector, y al que denominaremos reductor de pH.

El más utilizado es el ácido clorhídrico, que baja rápidamente el valor de pH y que habitualmente se sirve en concentración líquida. Otro producto también utilizado es el bisulfato sódico granulado, de más lenta disolución, utilizado en bañeras de hidromasaje por ese mismo motivo.

Si por el contrario el pH baja de 7 y queremos aumentarlo, utilizaremos un producto básico que denominaremos incrementador de pH para conseguir el valor óptimo necesario en el agua de piscina. Los más utilizados son el carbonato y el bicarbonato sódico.

El pH se mide con un test colorímetro o mediante fotómetro.

Mantenimiento de instalaciones deportivas, piscinas cubiertas, campos de césped artificial



Figura 4

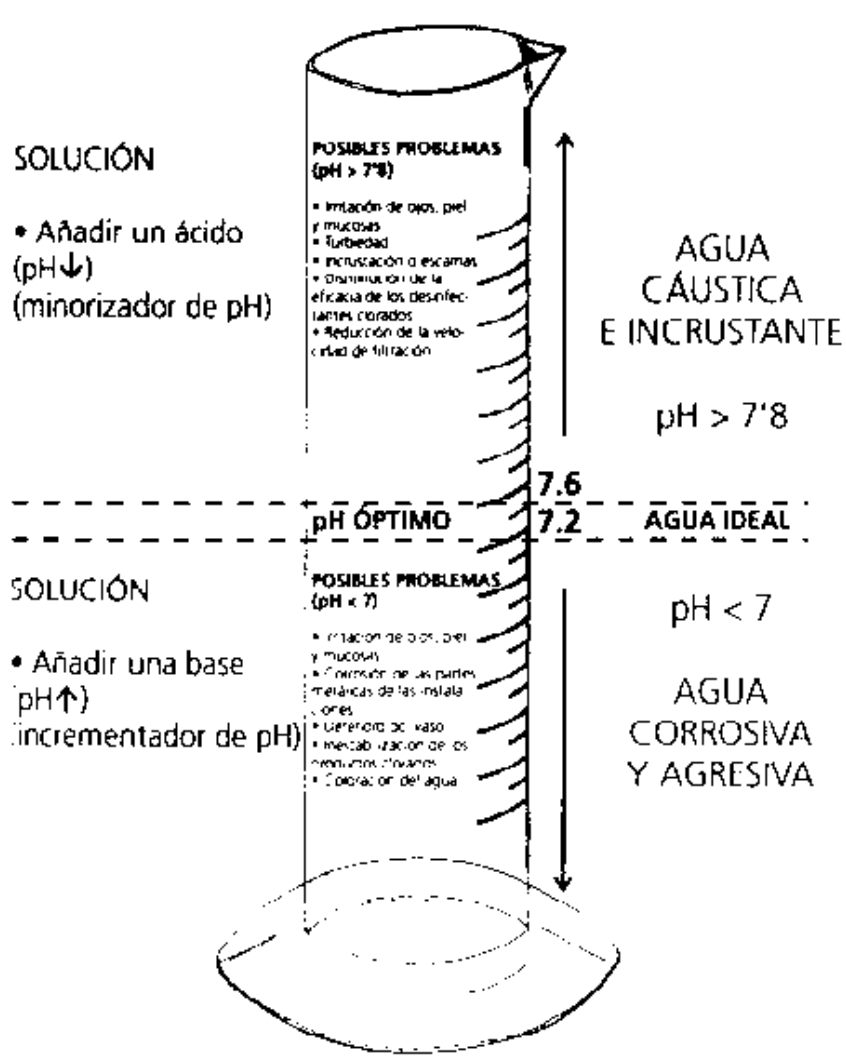


Figura 5

3.2. Concentración

Sólo tres conceptos definen la concentración del agua, que nos ayudará a saber la dosificación necesaria en cada momento.

Masa: cantidad de producto a utilizar expresada en kg, g, mg.

Volumen: cantidad de agua existente en la piscina expresada en m³ (1000 l) dm³ (1 litro) cm³ (milímetro)

Concentración = $\frac{\text{Masa del producto}}{\text{Volumen de agua}}$

$$\text{Ppm} = \frac{\text{g}}{\text{m}^3} = \frac{\text{mg}}{\text{litro}}$$

3.3. La dureza

3.3.1. ¿Qué es la dureza ?

Es la cantidad de sales de calcio y magnesio disueltas en el agua.

3.3.2. La dureza en el agua de piscina

El valor ideal oscila entre 150 y 250 ppm. Su alteración puede producir daños en el vaso y problemas en el agua.

Dureza baja

- Corrosión de partes metálicas.
- Corrosión y picaduras en superficie del vaso.

Dureza alta

- Formación de incrustaciones en vaso y circuitos.
- Turbiedad del agua.
- Colmatación de filtros.
- Reducción de eficacia calentamiento agua.

Para aumentarla utilizaremos cloruro cálcico, y si tenemos que disminuirla sustituiremos parte del agua de la piscina por otra con dureza menor.

Para su medición existen reactivos, pero es más fiable una analítica de laboratorio.

3.4. Alcalinidad

3.4.1. ¿Qué es?

La alcalinidad nos indica la cantidad de sustancias alcalinas (carbonatos, bicarbonatos y hidróxidos) que existen en el agua.

La alcalinidad actúa como reguladora del pH del agua. Así, una alcalinidad adecuada nos asegura un mejor control del pH y menos alteraciones de éste.

Mantenimiento de instalaciones deportivas, piscinas cubiertas, campos de césped artificial

3.4.2. La alcalinidad del agua de piscina

Situamos el valor ideal entre 125 y 150 ppm. Si es muy baja dificulta el control del pH, además de producir corrosión e irritaciones.

Cuando su valor es alto produce enturbiamiento del agua, incrustaciones e irritaciones, así como un pH elevado.

Para aumentar o disminuir sus valores en el agua se procede como con el pH. Se puede aumentar con carbonato o bicarbonato sódico y disminuir con bisulfato sódico o ácido clorhídrico.

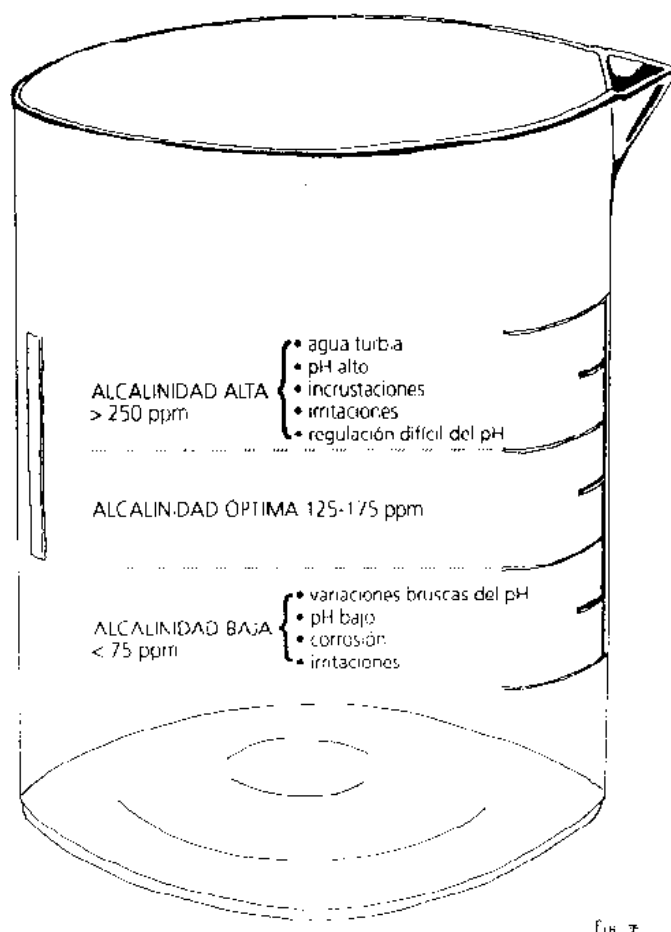


Figura 7

3.5. Total de sólidos disueltos

3.5.1. ¿Qué es?

Indica la cantidad de materia disuelta en el agua. Si evaporamos toda el agua de la piscina, lo que quedará será el total de sólidos disueltos.

El TDS se compone de diversas sustancias, como sales minerales, productos químicos, polvo, tierra y otras sustancias introducidas por los bañistas (orina, sudor, cremas, aceites, etc.).

Mantenimiento de instalaciones deportivas, piscinas cubiertas, campos de césped artificial

3.5.2. TDS en el agua de piscina

El nivel de TDS en una piscina no debe sobrepasar de 1000 ppm, pero su valor recomendable no debe superar las 500 ppm.

Cuando este nivel es muy alto puede provocar ineficacia de la desinfección, turbidez, incrustaciones y corrosiones.

Para disminuirlo es necesario renovar parte del agua del vaso por agua, sustituyéndola en condiciones que garantice la resolución del problema.

3.6. Objetivos del tratamiento químico

Conociendo estos conceptos, que son básicos para saber tratar químicamente el agua, tenemos que plantearnos cuáles son los objetivos principales del tratamiento químico del agua.

Objetivos principales:

- Eliminar bacterias y otros microorganismos.
- Evitar el crecimiento de algas.
- Evitar daños en la piscina y molestias al usuario.
- Mantener el agua clara.

Para cumplir estos objetivos utilizaremos unos procedimientos y unos productos que nos aseguren una buena calidad del agua. (Figuras 8 y 9)

OBJETIVO	PROCEDIMIENTO	PRODUCTOS
Eliminar bacterias	Desinfección	Bactericidas
Evitar algas		Alguicidas
Evitar daños en la piscina y molestias a los usuarios	Control de pH, dureza y alcalinidad	Correctores de pH
Ayudar a mantener el agua clara	Floculación	Floculantes

Figura 8

Desinfectantes bactericidas	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Productos clorados <ul style="list-style-type: none"> - Cloro gas - Hipoclorito sódico - Hipoclorito cálcico - Ácido tricloroisocianúrico - Dicloroisocianurato sódico
	Bromo y sus compuestos
	Ozono
Desinfectantes alguicidas	Sulfato de cobre
	Amonios cuaternarios
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Minoradores de pH <ul style="list-style-type: none"> - Ácido clorhídrico - Bisulfato sódico

Mantenimiento de instalaciones deportivas, piscinas cubiertas, campos de césped artificial

Correctores de pH	➤ Incrementadores de pH - Hidróxido sódico - Carbonato y bicarbonato sódico
Floculantes	Sulfato de aluminio
	Polidroxicloruro de aluminio

Figura 9

4. QUÍMICA DE LA DESINFECCIÓN

4.1. Productos clorados

Los productos clorados son los más utilizados en el tratamiento químico del agua. Presentan muchas ventajas:

- Gran acción desinfectante.
- Económicos.
- Mantienen la desinfección durante horas.
- Son fáciles de manipular y utilizar.
- Se determina con facilidad su concentración en el agua.

La demanda de cloro depende de diversos factores:

- Las características químicas del agua.
- El tipo de piscina.
- El estado de limpieza del vaso.
- La calidad de filtración.
- Afluencia de usuarios.
- La radiación solar.
- La temperatura del agua.
- El tipo de cloro utilizado.

4.2. ¿Cómo actúan los productos clorados?

Todos los productos clorados producen *ácido hipocloroso* al reaccionar con el agua. Este ácido es la forma activa del cloro (cloro activo) con poder desinfectante. Además, es el encargado de eliminar bacterias, algas y otros microorganismos a la vez que oxida los compuestos orgánicos eliminándolos del agua.

4.3. Las cloraminas

De la combinación del ácido hipocloroso (HC10) y los compuestos nitrogenados procedentes de la orina, sudor, mucosidad y materia orgánica, etc. surgen las *cloraminas*.

Éstas pasan a tener un poder desinfectante 50 veces menor que el ácido hipocloroso. Esta reducción del poder desinfectante origina irritaciones en ojos y mucosas, además del típico y desagradable *olor a cloro* de las piscinas.

Podremos considerar las cloraminas como *cloro combinado*.

4.4. El cloro residual

Hay que distinguir tres tipos de cloro residual:

- a. Cloro residual libre: es el que corresponde al cloro activo existente en el agua, y por tanto también al ácido hipocloroso, que posee el mayor poder desinfectante.
- b. Cloro residual combinado: este cloro tiene un poder desinfectante muy bajo y provoca problemas al agua y al bañista.
Se corresponde con las cloraminas y debe ser eliminado del agua dejándolo en los parámetros que marca la normativa, que no excederá nunca de 0,6 del residual libre.
- c. Cloro residual total: es la suma del residual libre y el residual combinado.

$$\text{Cloro residual total} = \text{cloro residual libre} + \text{cloro residual combinado}$$

4.5. Medición del cloro

El método de medición más utilizado es la comparativa de colores. Utilizando una serie de reactivos, la muestra de agua adquiere coloración, y por comparación con la escala se determina el valor del cloro.

- a. Ortotolidina: esta solución líquida tiene el inconveniente de que nos ofrece únicamente el cloro residual total, con lo que no obtenemos lectura y control de cloro residual combinado.
- b. Sistema dpd: este sistema es más completo que el anterior. Consta de 2 reactivos en pastillas, que determinan el cloro residual libre, dpd 1 y el cloro residual total, dpd 3.

Del resto de ambos obtenemos un dato importante: el cloro residual combinado.

$$\text{Cloro residual total} - \text{cloro residual libre} = \text{cloro residual combinado}$$

Para la medición del pH existente en el agua se utiliza el phenol, tanto en líquido como en pastillas, siguiendo el mismo sistema de comparativa de colores.

4.6. Cloración de choque

La cloración de choque se realiza cuando existe alguna deficiencia en la desinfección del agua. Se aporta un exceso de cloro al agua para destruir cloraminas y generar de nuevo el poder desinfectante en el agua.

Es muy importante tener en cuenta que nunca se debe hacer una cloración de choque mientras la piscina está abierta al público, por las consecuencias que podría ocasionar en los usuarios.

4.7. Desinfección con cloro gas

El *cloro gas* es de color amarillo-verdoso y se suministra de forma líquida, en recipientes metálicos y a presión (Figura 10).

Se disuelve directamente al agua y habitualmente antes de los filtros.

Mantenimiento de instalaciones deportivas, piscinas cubiertas, campos de césped artificial

Su manipulación es peligrosa, es muy tóxico y produce un olor irritante. Esto obliga a hacer un mantenimiento muy riguroso.

En contacto con el agua produce ácido hipocloroso que desinfecta, pero también ácido clorhídrico que produce una disminución del pH, lo que obliga a utilizar un producto para aumentarlo de nuevo.

Es un desinfectante barato, pero su equipo dosificador y de alimentación requiere una alta inversión debido a su toxicidad y peligrosidad.

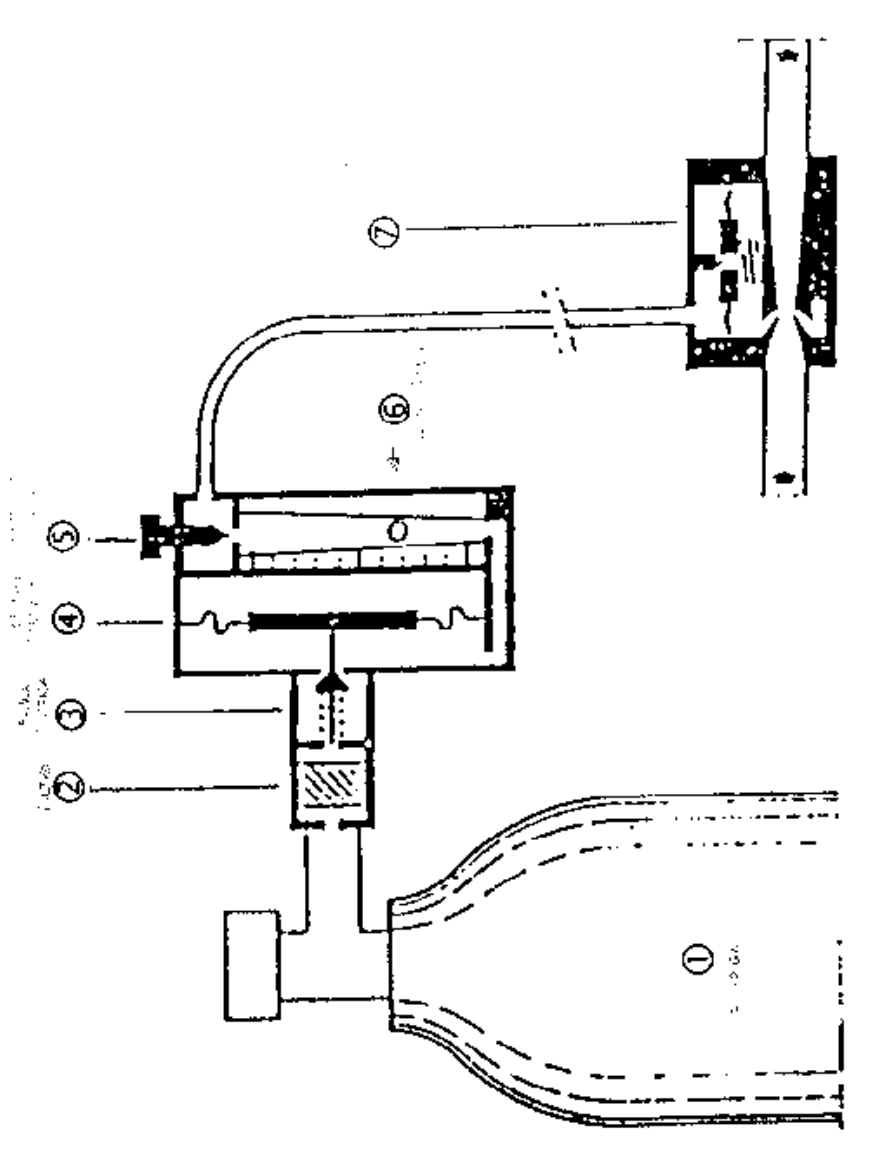


Figura 10

4.8. Desinfección con hipoclorito sódico

El *hipoclorito sódico*, conocido como cloro líquido o lejía, es un líquido amarillo-verdoso que contiene aproximadamente un 15% de cloro activo (desinfectante).

Mantenimiento de instalaciones deportivas, piscinas cubiertas, campos de césped artificial

Se suministra en bidones de plástico o a granel, almacenado en tanques de plástico o polietileno de mayor capacidad.

Su dosificación se debe realizar a través de una bomba dosificadora al circuito de recirculación después del filtrado y el calentamiento, para evitar pérdidas. Es poco estable, por eso no puede estar almacenado mucho tiempo, y es alterable con el calor al que está sometido.

Debe evitarse su contacto con ojos, mucosa o piel, y no debe mezclarse con otros productos, en especial con el ácido clorhídrico (sulfumán), porque se produciría cloro gas de gran toxicidad.

Al reaccionar con el agua produce *ácido hipocloroso*, que es desinfectante, pero también hidróxido de sodio (sosa cáustica) que aumenta el pH del agua, lo que nos obliga a utilizar un reductor de pH, como el ácido clorhídrico (sulfumán).

Es un producto barato y efectivo. Su manejo y dosificación son sencillos y sus únicos inconvenientes son el volumen que ocupa y la poca estabilidad que presenta.

4.9. Desinfección con hipoclorito cálcico

El *hipoclorito cálcico* es un sólido blanco amarillento con olor a cloro que se suele suministrar en grano o tabletas y con un 65% aproximadamente de cloro activo (desinfectante).

Se puede dosificar directamente al agua en skimmers, aunque se aconseja hacerlo a través de bomba dosificadora, que lo disuelve antes de introducirlo.

Es muy estable si está bien almacenado en lugares frescos y secos.

Puede producir quemaduras en contacto con ojos y piel y no debe mezclarse con otros productos, ya que puede liberar gases tóxicos.

Se disuelve lentamente en el agua, produciendo ácido hipocloroso (desinfectante) y hidróxido cálcico que aumenta el pH, por lo que será necesaria la aplicación de productos reductores de pH, como el ácido clorhídrico.

Este producto ofrece una buena desinfección y se manipula fácilmente pero el inconveniente que tiene es que resulta más caro que el hipoclorito o el cloro gas.

4.10. Desinfección con productos clorados estabilizados

Estos productos contienen, para dicha estabilización, ácido isocianúrico. Este ácido no es desinfectante, sólo estabiliza.

El ácido hipocloroso se descompone rápidamente con la acción solar y el ácido isocianúrico hace la función de filtro para evitar el gasto de desinfectante. El valor máximo permitido para este ácido es de 75 ppm.

a) Ácido tricloroisocianúrico (tricloro)

Es un compuesto orgánico sólido de color blanco y ligero olor a cloro. Tiene un 90% de cloro activo y es muy estable.

Se presenta en polvo, granulado o tabletas y se dosificará en función de la presentación. No debe mezclarse con otros productos, y es tóxico en contacto con ojos y mucosas.

Se disuelve lentamente y sólo libera desinfectante cuando es necesario, lo que reduce el consumo. Además, prácticamente no altera el pH.

Mantenimiento de instalaciones deportivas, piscinas cubiertas, campos de césped artificial

Es adecuado para tratamientos de mantenimiento debido a su lenta disolución y bajo consumo.

b) Dicloroisocianurato sódico (dicloro)

Es un compuesto orgánico sólido de color blanco, en gránulos generalmente y con un 65% de cloro activo.

Se disuelve previamente para introducirlo mediante dosificador en el agua. Produce desinfectante si es necesario, y apenas altera el pH.

Es un producto estable y fácil de manejar y almacenar. Su disolución es rápida, lo que le hace indicado para cloraciones de choque.

5. OTROS MÉTODOS DE DESINFECCIÓN

5.1. Bromo

5.1.1. Desinfección con bromo

El bromo es un elemento químico bastante desinfectante y de características similares al cloro. ¡Es un líquido muy tóxico e irritante y ha de manipularse con precaución!

En contacto con el agua produce ácido hipobromoso, que es el desinfectante de este producto. El ácido hipobromoso, en contacto con los compuestos nitrogenados (orina, sudor, etc.), origina bromaminas. Éstas tienen una diferencia con las cloraminas, y es que sí son buenas desinfectantes, con lo que la capacidad desinfectante del bromo es mayor y no produce irritaciones y malos olores.

Por el contrario, su uso no está tan extendido como el del cloro, debido a su coste económico y a ser un desinfectante menos eficaz, lo que nos obliga a utilizar más cantidad de producto para conseguir el mismo efecto.

5.1.2. Derivado del bromo

Se utiliza un compuesto de cloro y bromo suministrado en pastillas y de difícil disolución que obliga a utilizar un dosificador. (Figura 11)

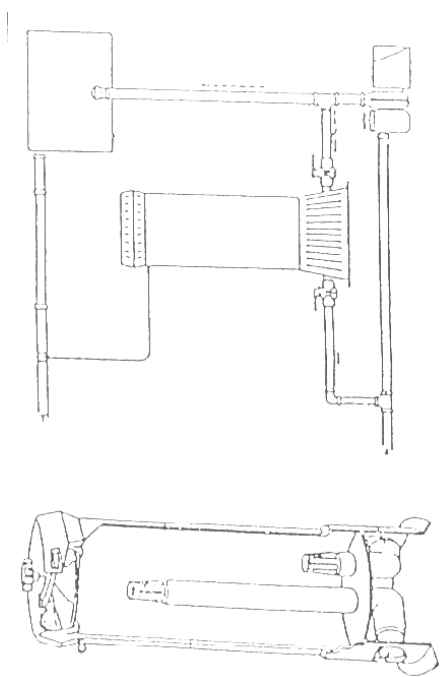


Figura 11

Mantenimiento de instalaciones deportivas, piscinas cubiertas, campos de césped artificial

Es un producto estable si se almacena en lugar fresco y seco, pero desprende gases tóxicos y se descompone con altas temperaturas.

En contacto con el agua desprende ácido hipobromoso y ácido hipocloroso, que desinfectan y regeneran el bromo activo, respectivamente.

No desprende olores y no es tan tóxico, pero es de coste elevado y se necesita más producto para un efecto similar al cloro.

Se utilizan habitualmente en hidromasajes, por su eficacia desinfectante y su lenta disolución.

5.2. Desinfección con ozono

El ozono es un gas incoloro, con olor picante y que toma un tono azulado en grandes masas.

¿Cómo se obtiene el ozono? En capas altas de la atmósfera, cuando los rayos ultravioleta chocan con el oxígeno. En las capas más bajas de la atmósfera, por la acción de descargas eléctricas de tormenta sobre el oxígeno.

El ozono no se puede obtener y almacenar de forma sencilla, por lo que para tratar el agua de piscina tenemos que desarrollar la maquinaria oportuna que lo realice in situ.

El ozonizador es una cámara aislada por donde circula aire que, sometido a descargas eléctricas de alto voltaje, produce el ozono. (Figura 12)

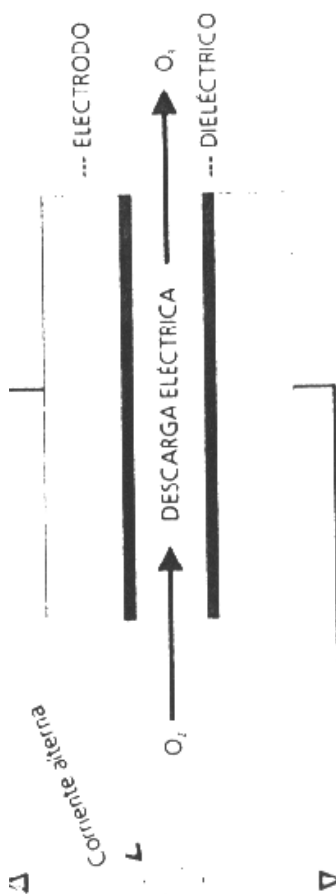


Figura 12

Mantenimiento de instalaciones deportivas, piscinas cubiertas, campos de césped artificial

Una vez en el agua y realizada su función desinfectante, debe desaparecer antes de llegar al vaso, porque a dosis elevadas es muy peligroso respirarlo.

Se ha de generar el proceso de desodorización.

Debido a todos estos procesos y maquinarias es un sistema muy costoso, que además no tiene efecto residual (o sea, que sólo desinfecta) y esto nos obliga a complementar el proceso con un desinfectante (producto clorado)

Produce un agua transparente, sin sabores ni olores, y no produce irritaciones. Además, no hay que almacenar grandes cantidades de producto. Por el contrario, es un sistema caro y que necesita de otros productos para crear poder de desinfección en el agua.

5.3. Desinfección por electrolisis

La electrolisis se basa en la introducción en el agua de iones positivos de cobre y plata, que tienen propiedades floculantes y esterilizantes. Esto se consigue proporcionando un voltaje a electrodos de cobre y plata. Los iones de cobre tienen propiedades floculantes y esterilizantes (desinfecta el agua), mientras que los de plata ejercen una acción bactericida (agua desinfectante).

Este sistema evita el uso de productos clorados, pero es poco utilizado porque la acción bactericida de la plata (Ag) es muy lenta y no es de fácil control.

En ocasiones puede producir coloraciones verdes debido a los iones de cobre.

5.4. Cuadro explicativo de inconvenientes y ventajas de algunos tratamientos desinfectantes

TRATAMIENTO	INCONVENIENTES	VENTAJAS
Cloro gas	Gas muy tóxico y peligroso de manejar . Disminuye el pH Coste elevado de instalación Inestables frente a la radiación solar	Muy barato Coste de mantenimiento moderado Muy efectivo como desinfectante Instalación automatizada con buen rendimiento
Hipoclorito sódico	Debe manipularse con precaución: riesgo de quemaduras Aumenta el pH Gran superficie de almacenamiento Irritación de ojos y mucosas Inestable frente a la radiación solar Poco estable	Bastante barato Muy fácil de manejar y dosificar Coste de mantenimiento muy barato
Hipoclorito cálcico	Bastante más caro que el cloro gas y el hipoclorito sódico Aumenta el pH, dureza y alcalinidad: agua turbia e incrustaciones Inestable frente a la radiación solar Se disuelve lentamente	Muy fácil de manejar, dosificar y almacenar Muy estable

Figura 13

Mantenimiento de instalaciones deportivas, piscinas cubiertas, campos de césped artificial

Derivados cloroisocianurados (ácido tricloroisocianúrico y dicloroisocianurato de sodio)	Coste relativamente elevado Acción desinfectante no tan intensa Aumento del nivel de ácido isocianúrico	Estables frente a la radiación solar Fáciles de manipular y almacenar Productos estables Reducción del consumo de cloro Sirven de apoyo para otros tratamientos No producen incrustaciones Poca variación del pH
Bromo	Líquido muy tóxico de manejar Coste elevado Menos eficacia desinfectante Posible coloración verde del agua Posibles cambios de color en paredes y fondo	Prácticamente no produce compuestos irritantes Las bromaminas tienen un poder desinfectante muy superior al de las cloraminas Poca influencia del pH en el poder desinfectante No necesita estabilizante Instalación automatizada
Ozono	Instalación de producción y dosificación muy clara Gas inestable que no se puede almacenar Gas irritante y tóxico en grandes concentraciones Nulo poder residual (agua no desinfectante)	El más poderoso desinfectante Gran rapidez y eficacia bactericida No forma productos irritantes ni da sabor al agua Elimina problemas de olor y sabor y comunica un bonito color azul al agua Coste de tratamiento barato Instalación automatizada

Figura 14

6. CORRECTORES DEL PH

El control del pH se hace fundamental en el tratamiento químico de una piscina. A los productos que empleamos para corregir el pH los denominamos *correctores del pH*. Generalmente, por el uso de productos clorados se produce un aumento del pH que se combate con los que denominaremos *reductores de pH* o *minoradores de pH*. A aquellos que elevan el valor del pH les denominaremos *incrementadores de pH*. Conviene recordar que el valor óptimo del pH en el agua de piscinas es 7,2 y que es válido entre 7 y 7,8.

6.1. Minoradores del PH

El más utilizado es el *ácido clorhídrico* o sulfumán, debido a su pH muy bajo que provoca un rápido descenso de este valor en el agua.

Se puede utilizar *bisulfato sódico*, pero es menos eficaz y hace falta más producto para el mismo efecto.

6.2. Incrementadores del PH

Los productos más utilizados son el *carbonato* y el *bicarbonato sódico*, que actúan lentamente pero sin peligro.

La *sosa cáustica* es más rápida y eficaz, pero su manipulación y reacción son muy peligrosas. Todos estos productos deben añadirse al circuito de recirculación mediante equipos dosificadores, una vez rebasado el sistema de filtración

7. ALGUICIDAS

El agua de la piscina es un hábitat ideal para la formación y desarrollo de las algas.

7.1. ¿Por qué se desarrollan?

Su desarrollo es rápido si encuentran luz, altas temperaturas y sobre todo materia orgánica y nutrientes como nitratos y fosfatos.

¿Cómo se detectan? Con coloración verdosa y a veces parda, rojiza u oscura, suelo y paredes resbaladizas, agua turbia e incluso olores y sabores desagradables al descomponerse las algas.

Es muy importante prevenir su crecimiento, ya que es más difícil eliminarlas una vez instaladas en el agua. Para evitarlas hay que limpiar habitualmente las paredes y fondo, así como mantener los valores de cloro adecuados.

Para su prevención se recurre a productos denominados *alguicidas*, que actúan específicamente sobre las algas

7.2. Sulfatos de cobre

El *sulfato de cobre* es un producto sólido muy económico que se disuelve en el agua con facilidad. Debido a su gran toxicidad hay que llevar un control riguroso de su dosificación, que no debe superar 3g/m^3 .

7.3. Amonios cuaternarios

Los *amonios cuaternarios* son sales con propiedades germicidas que actúan sobre algas, bacterias y hongos. Se presentan en forma líquida, se disuelven bien, no alteran el pH y no son tóxicos.

Producen un aumento del uso de desinfectante clorado y en grandes dosis producen espumas en al agua, debido a que también tienen un carácter tensioactivo y detergente que facilita la actuación sobre los gérmenes.

8. FLOCULANTES

Cuando observamos turbidez en el agua podemos utilizar la floculación para intentar eliminarla.

El floculante actúa sobre las partículas sólidas dispersas en el agua, provocando su unión y formando así partículas de tamaño mayor que favorecen su retención en los filtros o su sedimentación en el fondo. (Figuras 15 y 16)

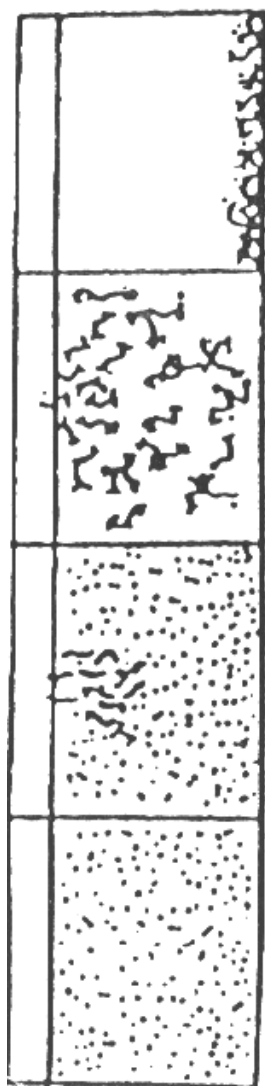


Fig. 15: El proceso de la floculación

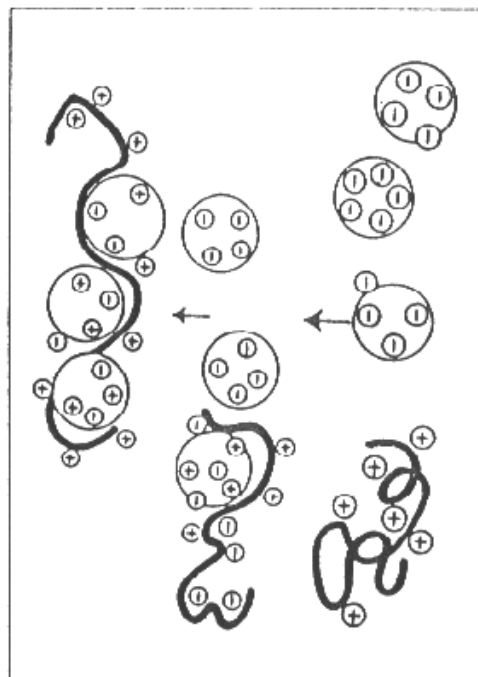


Fig. 16: Actuación del floculante

Figuras 15 y 16

Esta actuación disminuye el consumo de desinfectante y mejora el rendimiento de los filtros. Precisamente por eso no se debe utilizar con filtros de diatomeas, ya que se colmatan enseguida.

Su inyección ha de ser mediante bomba dosificadora y en un punto entre la bomba y el filtro. (Figura 17)

8.1. Sulfatos de aluminio

Efectivo y barato, se trata de un sólido blanco que puede presentarse de forma cristalina, en polvo o en solución acuosa. Su utilización produce una bajada del pH y su dosificación no es fácil, pues cristaliza rápidamente. En ocasiones, y en cantidades excesivas, puede producir un color blanquecino.

8.2. Polidoxiclورو de aluminio

Suministrado en líquido estabilizado dosificable, forma flóculos grandes rápidamente. No altera prácticamente el pH y es muy eficaz en aguas muy turbias.

Actualmente es el más utilizado por las ventajas que tiene, y, como los demás, debe ser inyectado mediante bomba, antes del filtro (2m aproximadamente) para facilitar su efecto. (Figura 17)

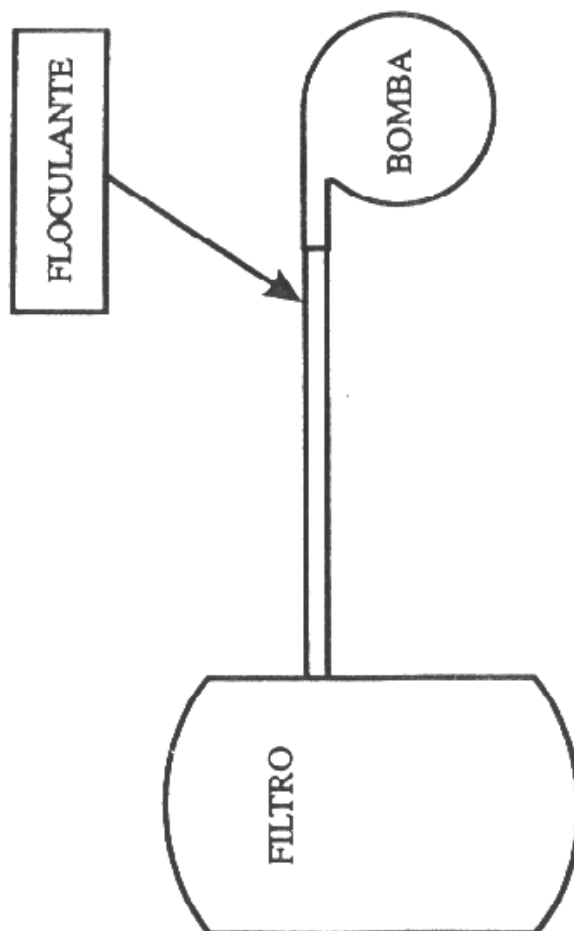


Figura 17

9. PRODUCTOS QUÍMICOS. MANIPULACION Y MEDIDAS DE SEGURIDAD

9.1. El conocimiento de productos: una prioridad

Los productos químicos del tratamiento de agua de piscina pueden ser extremadamente peligrosos para el personal de mantenimiento y para el usuario de la instalación.

La regla principal de seguridad es el conocimiento de estos productos y su procedencia legal, cumpliendo todas las normas existentes.

9.2. El etiquetaje

El producto químico nos ha de llegar etiquetado correctamente desde fábrica. En la etiqueta debemos encontrar las siguientes características:

- Composición y nombre del producto.
- Concentración de la sustancia.
- Nombre y dirección del fabricante.
- Pictogramas e indicaciones de peligro.
- Riesgos de las sustancias (frases R).
- Consejos de prudencia. (frases S).

Hipoclorito sódico para la cloración del agua de las piscinas

Composición: hipoclorito sódico 150 g cloro activo litro

Solución acuosa de hipoclorito sódico

MODO DE EMPLEO: mediante equipo dosificador hasta obtener parámetros

pH: alcalino

CONTENIDO NETO: 30 kg

Informaciones reglamentarias

En contacto con ácidos libera gases tóxicos.

Provoca quemaduras.

Manténgase fuera del alcance de los niños.

Manténgase lejos de alimentos, bebidas y piensos.

En caso de contacto con la piel, lávese inmediata y abundantemente con agua.

Usen indumentaria protectora adecuada.

En caso de accidente o malestar, acuda inmediatamente al médico (si es posible, muéstrole la etiqueta).

Consérvese únicamente en el recipiente de origen.

No mezclar con ácidos.

En caso de accidente o peligro para la salud, acuda a su médico o consulte al Servicio de Información Toxicológica (INT)

Tel. 91-562 04 20

Fabricado por:

Domicilio:

Teléfono:

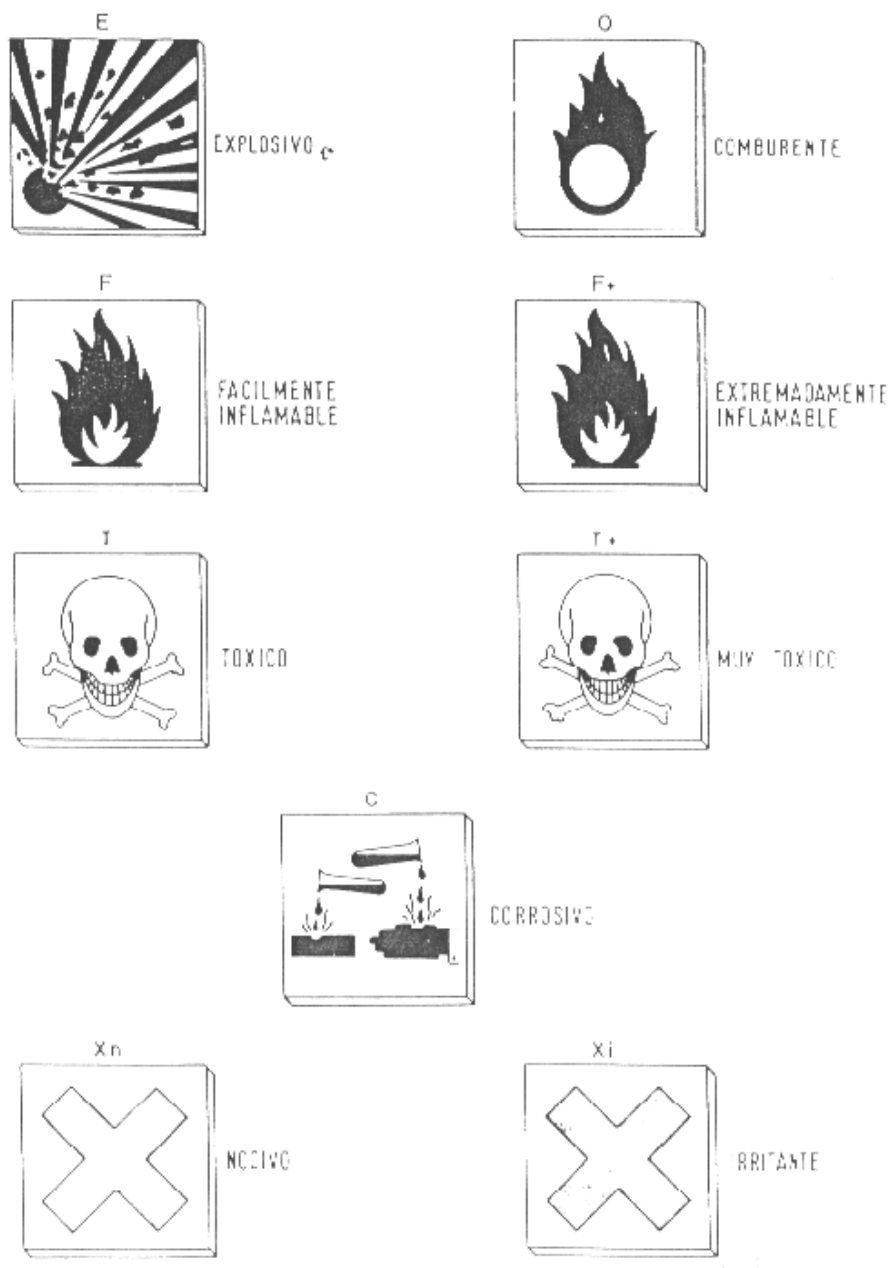
X

X

IRRITANTE

Mantenimiento de instalaciones deportivas, piscinas cubiertas, campos de césped artificial

9.3. Pictogramas e indicaciones de peligro



Naturaleza de riesgos particulares atribuidos a sustancias peligrosas según recomendaciones del Consejo de Europa

Frases R

- | | |
|----|---|
| R1 | Explosivo en estado seco |
| R2 | Riesgo de explosión por golpes, fricción, fuego u otras fuentes de ignición |

Mantenimiento de instalaciones deportivas, piscinas cubiertas, campos de césped artificial

R3	Gran riesgo de explosión por golpes, fricción, fuego u otras fuentes de ignición
R4	Forma compuestos metálicos explosivos muy sensibles
R5	Peligro de explosión bajo la acción de calor
R6	Peligro de explosión en contacto o sin contacto con el aire
R7	Puede provocar incendios
R8	En contacto con materias combustibles, favorece la inflamación de materias combustibles
R9	Puede explotar mezclado con materias combustibles
R10	Inflamable
R11	Muy inflamable
R12	Extremadamente inflamable
R13	Gas licuado extremadamente inflamable
R14	Reacciona violentamente en contacto con el agua
R15	En contacto con agua desprende gas muy inflamable
R16	Puede explotar si se mezcla con sustancias comburentes
R17	Espontáneamente inflamable en el aire
R18	Cuando se utiliza puede formar una mezcla de vapor-aire inflamable / explosiva
R19	Puede formar peróxidos explosivos
R20	Nocivo por inhalación
R21	Nocivo en contacto con la piel
R22	Nocivo por ingestión
R23	Tóxico por inhalación
R24	Tóxico en contacto con la piel
R25	Tóxico por ingestión
R26	Muy tóxico por inhalación
R27	Muy tóxico en contacto con la piel
R28	Muy tóxico por ingestión
R29	En contacto con el agua desprende gases tóxicos
R30	Puede llegar a ser muy inflamable durante la utilización
R31	En contacto con ácidos desprende gas tóxico
R32	En contacto con ácidos desprende gas muy tóxico
R33	Peligro de efectos acumulativos
R34	Provoca quemaduras
R35	Provoca quemaduras muy graves
R36	Irritante para los ojos
R37	Irritante para las vías respiratorias
R38	Irritante para la piel
R39	Peligro de efectos irreversibles muy graves
R40	Posibilidad de efectos irreversibles

Combinación de las frases R

R15/29	En contacto con el agua desprende gases tóxicos muy inflamables
R20/21	Nocivo por inhalación y en contacto con la piel
R21/22	Nocivo en contacto con la piel y por ingestión

Mantenimiento de instalaciones deportivas, piscinas cubiertas, campos de césped artificial

R20/22	Nocivo por inhalación e ingestión
R20/21/22	Nocivo por inhalación, en contacto con la piel y por ingestión
R23/24	Tóxico por inhalación y en contacto con la piel
R24/25	Tóxico en contacto con la piel y por ingestión
R23/25	Tóxico por inhalación y por ingestión
R23/24/25	Tóxico por inhalación, en contacto con la piel y por ingestión
R26/27	Muy tóxico por inhalación y en contacto con la piel
R26/28	Muy tóxico por inhalación y por ingestión
R26/27/28	Muy tóxico por inhalación, en contacto con la piel y por ingestión
R36/37	Irritante para los ojos y vías respiratorias
R36/38	Irritante para los ojos y la piel
R36/37/38	Irritante para los ojos, vías respiratorias y la piel

Consejos de seguridad concernientes a sustancias peligrosas

Frases S

S1	Guardar bajo llave
S2	Conservar fuera del alcance de los niños
S3	Conservar en lugar fresco
S4	Mantener alejado de centros habitados
S5	Conservar bajo... (líquidos apropiados, a especificar por el fabricante)
S6	Conservar bajo...(gas inerte, a especificar por el fabricante)
S7	Conservar el recipiente bien cerrado
S8	Conservar el recipiente al amparo de la humedad
S9	Conservar el recipiente en lugar bien ventilado
S10	Mantener el producto húmedo
S11	Evitar el contacto con el aire
S12	No cerrar herméticamente el recipiente
S13	Mantener alejado de alimentos, bebidas y forrajes
S14	Mantener alejado de... (materias incompatibles, deben ser indicadas por el fabricante)
S15	Mantener alejado del calor
S16	Mantener alejado de cualquier fuente de ignición – No fumar
S17	Mantener alejado de materias combustibles
S18	Manipular y abrir el recipiente con cuidado
S20	No comer ni beber durante su utilización
S21	No fumar durante su utilización
S22	No respirar el polvo
S23	No respirar los gases, los humos, los vapores y aerosoles
S24	Evitar el contacto con la piel
S25	Evitar el contacto con los ojos
S26	En caso de contacto con los ojos, lavarlos inmediatamente con agua abundante y consultar a un médico
S27	Quitarse inmediatamente las prendas contaminadas o empapadas
S28	En caso de contacto con la piel, lavar inmediatamente con abundante... (debe ser indicado por el fabricante)

Mantenimiento de instalaciones deportivas, piscinas cubiertas, campos de césped artificial

S29	No verter los residuos en los desagües
S30	Jamás verter agua sobre el producto
S31	Mantener alejado de materias explosivas
S33	Evitar la acumulación de cargas electrostáticas
S34	Evitar los golpes y la fricción
S35	Eliminar, residuos y recipiente, tomando las precauciones adecuadas
S36	Usar ropa protectora adecuada
S37	Usar guantes adecuados
S38	En caso de ventilación insuficiente, usar equipo respiratorio adecuado
S39	Utilizar gafas protectoras / careta protectora
S40	Para limpiar el suelo y todos los objetos contaminados por este producto, utilizar...(a precisar por el fabricante)
S41	En caso de incendio y/o explosión, no respirar los humos
S42	Durante la fumigación / pulverización, llevar puesto un equipo respiratorio adecuado
S43	En caso de incendio usar... (indicar en el espacio el tipo preciso del equipo de extinción de incendios. Si el agua aumenta el riesgo, añadir: “no usar agua jamás”)
S44	En caso de indisposición, consulte a un médico (si es posible, muestre la etiqueta)
S45	En caso de accidente o indisposición, consulte inmediatamente a un médico (si es posible, muestre la etiqueta)

Combinación de las frases S

S1/2	Conservar bajo llave y fuera del alcance de los niños
S3/9	Conservar en lugar fresco y bien ventilado
S7/9	Conservar el recipiente bien cerrado y en lugar bien ventilado
S7/8	Conservar el recipiente bien cerrado al amparo de la humedad
S20/21	No comer, beber ni fumar durante su utilización
S24/25	Evitar el contacto con la piel y los ojos
S36/39	Usar ropa y guantes protectores adecuados
S37/39	Usar guantes y gafas protectoras / careta protectora
S36/37/39	Usar ropa, guantes y gafas protectoras / careta protectora

9.4. Almacenamiento de productos

El almacenamiento de productos químicos debe realizarlo siempre el personal de mantenimiento.

El lugar destinado a almacén debe cumplir una serie de requisitos:

- Debe estar fuera del alcance del usuario.
- Fácil acceso.
- Productos marcados y separados.
- Ventilación forzada y desagües para corregir posibles accidentes.

Mantenimiento de instalaciones deportivas, piscinas cubiertas, campos de césped artificial

Además, como medidas de seguridad el local debe tener las siguientes características:

- Ventilación natural y forzada.
- Toma de agua corriente y desagües.
- Extintores.
- Cuadro donde tengamos de forma visible los teléfonos de urgencia necesarios y las fichas técnicas de los productos.

9.5. Protección del personal de mantenimiento

Importante y esencial es el tema de seguridad del personal a la hora de realizar los trabajos diarios. Para asegurar la prevención de accidentes es necesario disponer de todos los elementos posibles que faciliten este cometido.

El almacén o lugares donde se manejen productos químicos debe disponer de los siguientes elementos de seguridad:

- Mascarilla de seguridad para gases.
- Delantal de goma.
- Guantes de protección productos químicos.
- Botas.
- Material de primeros auxilios.
- Gafas protectoras.

10. DETALLE DE SISTEMA DE DOSIFICACIÓN COMPLETO

Todos los productos de desinfección de agua de piscina deben ser dosificados de forma automática. Así se mezclarán totalmente con el agua antes de llegar al vaso y evitaremos molestias a los usuarios.

La dosificación automática ofrece varias ventajas:

- Es más exacta y económica que la manual.
- Nos asegura que se dosifica en todo momento, ya que no importa que haya usuarios en el agua.
- Es más cómodo y ahorra tiempo de trabajo.

El sistema de dosificación suele constar de un equipo lector que mediante sondas realiza un control sobre el cloro y el pH. Éste envía la orden de dosificar a las bombas dosificadoras cuando precisa aporte de cloro para aumentar la desinfección, o ácido clorhídrico para disminuir el pH. (Figura 19)

De esta manera se establece un sistema automático de dosificación. Es válido igualmente para dosificadores de tabletas sólidas. (Figura 20)

El equipo lector está supeditado a la información que nosotros le introduzcamos y será la base de su funcionamiento, tales como lectura de cloro y pH del agua del vaso, valores óptimos que debe seguir, caudal de dosificación, etc.

Mantenimiento de instalaciones deportivas, piscinas cubiertas, campos de césped artificial

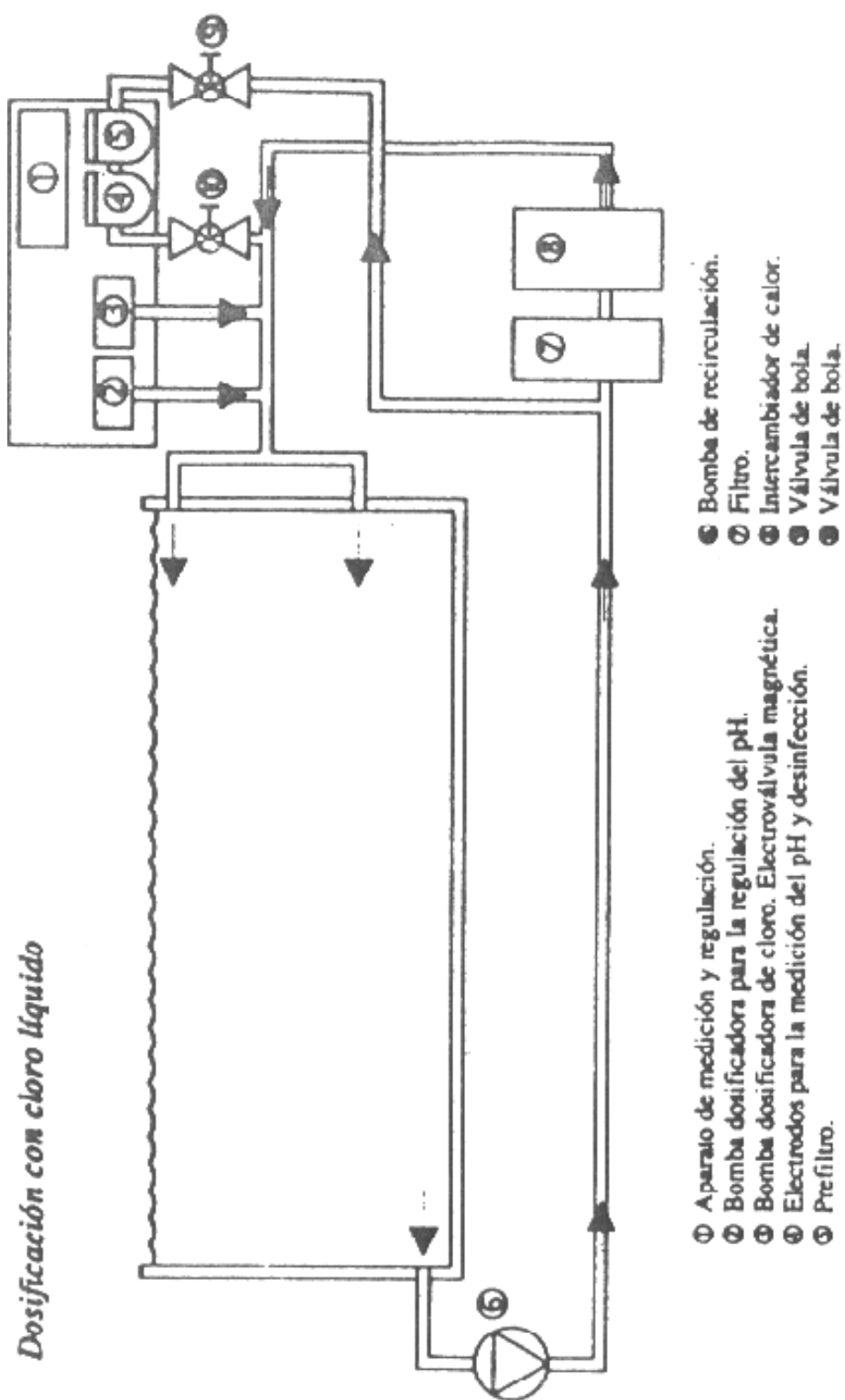


Figura 19

Mantenimiento de instalaciones deportivas, piscinas cubiertas, campos de césped artificial

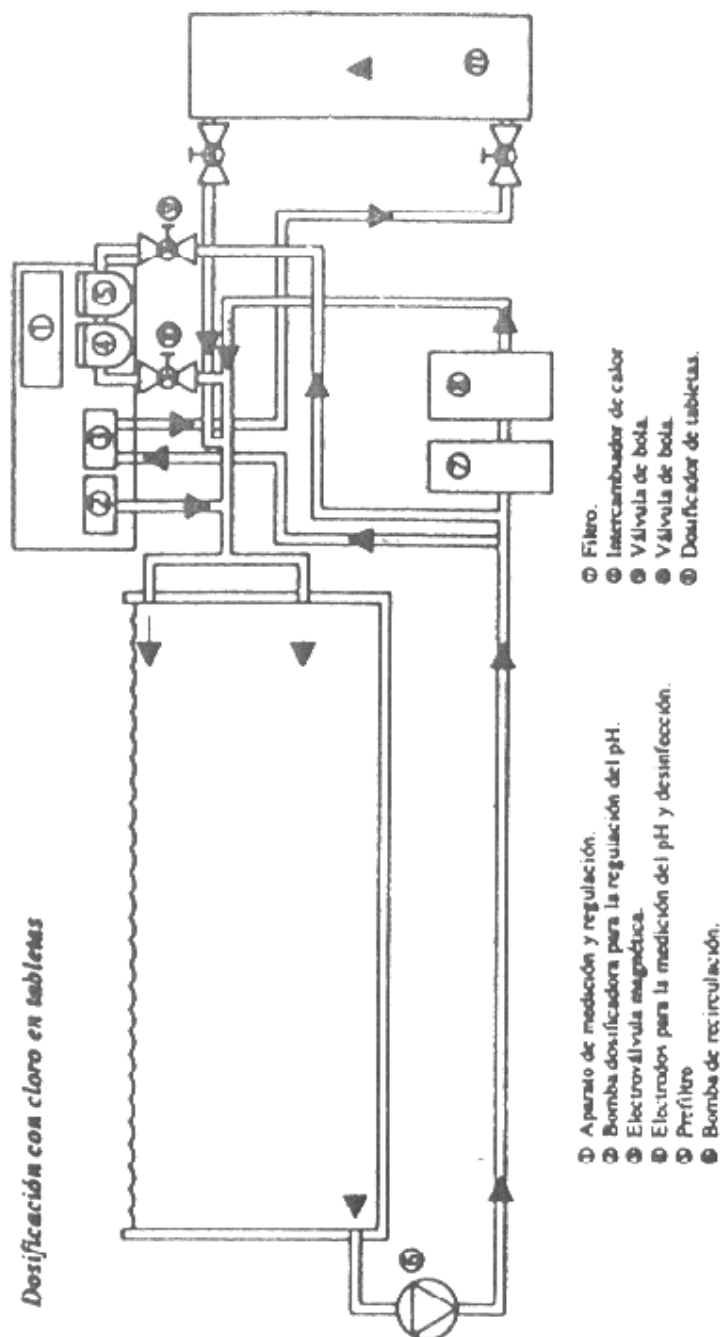


Figura 20

11. IDENTIFICACIÓN Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN LA PISCINA

En ocasiones se pueden producir problemas concretos en el agua de la piscina, sobre los que se deberá actuar convenientemente y con cierta celeridad para resolverlos.

La mayoría de los problemas que presenta el agua de la piscina tienen su origen en una o varias de las causas siguientes:

Mantenimiento de instalaciones deportivas, piscinas cubiertas, campos de césped artificial

- a) Falta de cloro libre. La lectura del test es menor de $0,6 \text{ g/m}^3$ (color rosa pálido o incoloro)
- b) pH elevado. La lectura del test es mayor de 7,6 (color rojo).
- c) pH bajo. La lectura del test es menor de 7,2 (color amarillo).
- d) Presencia de hierro, cobre, manganeso...Depende de la calidad del agua con que se llena la piscina.
- e) Agua muy dura. Depende de la calidad del agua con que se llena la piscina.
- f) Presencia de cloraminas (cloro combinado) y materia orgánica.
- g) Presencia de algas.

Para resolver estos problemas se deben realizar una o varias de las siguientes operaciones:

- a) Ajustar el pH entre los límites de 7,2 y 7,6. Si es inferior a 7,2 se añadirá un reactivo alcalino hasta alcanzar la zona correcta, y en el caso de un pH superior a 7,6, el reactivo que se debe añadir es ácido hasta alcanzar el valor correcto.
- b) Efectuar una cloración de choque.
- c) Añadir a la piscina un producto floculante. Dejar el agua de la piscina en reposo toda la noche, y a la mañana siguiente pasar el limpiafondos sin cepillo.
- d) Vaciar parte del agua de la piscina y renovarla con agua nueva.
- e) Añadir un producto alguicida.

A continuación, se relacionan una serie de problemas que pueden presentarse en una piscina, con la descripción de la causa que lo ha provocado y la solución que debe aplicarse.

11.1. El agua de color verde

- *Efecto*
Formación de algas
- *Causa*
Deficiente nivel de cloración
- *Solución*
Efectuar cloración de choque.
Filtrado intensivo.
Lavado de filtros.
Flocular.
Cepillar las paredes.
Pasar el limpia fondos.

11.2. El agua color blanquecino lechoso

- *Efecto*
Agua blanca.
Falta transparencia.
- *Causa*
Filtración deficiente.
pH desajustado.

Mantenimiento de instalaciones deportivas, piscinas cubiertas, campos de césped artificial

- *Solución*
Comprobar equipo filtración.
Ajustar pH.
Filtrado intensivo.
Flocular.
Pasar el limpiafondos.

11.3. El agua de color pardo rojizo

- *Efecto*
Falta transparencia.
Mancha en las paredes y en el fondo del vaso.
- *Causa*
Agua de llenado que contiene iones metálicos.
- *Solución*
Eleva pH a 8,2.
Ejecutar hipercloración.
Flocular.
Pasar el limpiafondos.
Análisis del agua de llenado.

11.4. La oxidación de las partes metálicas de las instalaciones

- *Efecto*
Manchas en metales.
Manchas en el vaso.
- *Causa*
Desajuste de PH.
- *Solución*
Ajustar pH 7,2-7,6.
Cepillar oxidaciones.

11.5. El agua oscura o de color marrón

- *Efecto*
Falta de transparencia.
- *Causa*
Partículas de hierro o manganeso.
- *Solución*
Eleva pH a 8,2.
Hipercloración.
Flocular.
Pasar el limpiafondos.

11.6. El agua sin brillo

- *Efecto*
Falta de transparencia.
Agua poco atractiva.

Mantenimiento de instalaciones deportivas, piscinas cubiertas, campos de césped artificial

- *Causa*
Filtración deficiente.
Pequeñas partículas en suspensión.
- *Solución*
Revisar filtración.
Ayudar filtración con floculante.

11.7. La irritación de los ojos y la piel

- *Efecto*
Falta de confort.
Lesiones leves.
- *Causa*
pH desajustado
- *Solución*
Ajustar pH.
Regular cloro.

11.8. La formación de algas en paredes y fondo

- *Efecto*
Suelo y paredes resbaladizo.
- *Causa*
Deficiente cloración.
- *Solución*
Hipercloración.
Ajustar pH.
Cepillar.
Flocular.
Pasar el limpiafondos.

11.9. El cloro combinado superior a 0,6 ppm

- *Efecto*
Irritación de ojos.
Olor intenso a cloro.
- *Causa*
Deficiente cloración
Elevada materia orgánica
- *Solución*
Efectuar cloración de choque.

11.10. La dureza baja (menor de 150 ppm)

- *Efecto*
Corrosión de metales
- *Causa*
Agua de llenado.
Aporte de productos químicos.

Mantenimiento de instalaciones deportivas, piscinas cubiertas, campos de césped artificial

- *Solución*
Añadir cloruro cálcico.

11.11. La dureza alta (mayor de 250 ppm)

- *Efecto*
Formación de incrustaciones.
Agua turbia.
Irritación de ojos.
- *Causa*
Agua de llenado.
Aporte de productos químicos.
- *Solución*
Vaciado parcial del agua.

11.12. La alcalinidad baja (menor de 75 ppm)

- *Efecto*
Dificultad de estabilidad del PH.
Corrosión.
- Agua tono verde.
Irritación de ojos.
- *Solución*
Añadir ácido clorhídrico o bisulfito sódico.