

Manual de mantenimiento de piscinas

Una piscina que no se encuentre químicamente equilibrada puede producir irritaciones en la piel e infecciones de oídos además de no cumplir con la normativa vigente. La legislación exige que las bacterias nocivas y algas sean estrictamente controladas mediante la utilización de desinfectantes y ácidos.

Hanna instruments le ofrece la más amplia gama

de sistemas de monitorización, control y dosificación automáticas así como medidores portátiles, de bolsillo, fotómetros y test kit para los análisis periódicos.

La utilización de la instrumentación aportada por Hanna instruments le permitirá asegurar el estricto cumplimiento de la legislación vigente de forma sencilla y precisa.

pH	1	Medidor del Índice de Langelier	14
Medidores de pH	2	Turbidez y Hierro	15
Cloro	3	Medidores de Turbidez y Hierro	16
Medidores de Cloro	4	Medición, regulación automática y dosificación ...	17
Bromo y Ozono	5	Medidores en continuo de Cloro, pH y T ^a	18
Medidores de Bromo y Ozono	6	Valores indicativos de la calidad de agua en piscina .	19
Conductividad y TDS	7	Diferentes formas de Cloro en agua	20
Medidores de Conductividad y TDS	8	Gráficas de Cloro y Bromo en función del pH	21
Potencial REDOX	9	Relación de Redox-pH-Cloro	22
Medidores de REDOX	10	Tablas de Dureza y su conversión	23
Dureza y Alcalinidad	11	Preguntas más frecuentes	24
Medidores de Dureza y Alcalinidad	12	Glosario de Términos	25-26
Equilibrio del Agua. Índice de Langelier	13	Notas	27

Qué es el pH

El pH es una medida de la acidez o alcalinidad del agua. Su expresión viene dada por el logaritmo negativo de la concentración del ion H^+ expresada en moles/ litro.

El agua pura neutra tiene una concentración de ion hidrógeno de 10^{-7} moles por litro, luego el pH será de 7. Una disolución ácida tiene mayor concentración de ión hidrógeno que el agua pura y por lo tanto su pH será menor que 7. Una disolución básica le ocurre a la inversa y su pH será mayor de 7. Las medidas prácticas del pH se encuentran entre los valores 0 y 14.

En la medición del pH se pueden utilizar varios métodos, siendo el mas exacto y versátil el sistema de electrodo de vidrio.

La medida de pH de una disolución se basa en la transformación de la señal eléctrica obtenida por un electrodo de vidrio y uno de referencia. Dicha señal es proporcional a la actividad de los iones H^+ , de acuerdo con la ley de Nernst.

Valores indicativos

Los niveles aceptables de pH para el agua de la piscina están entre 7 y 7,8 nivel que asegura la eficacia de los productos químicos que se utilicen en el tratamiento y que previene la corrosión de las partes metálicas del equipo de depuración. Un exceso o un defecto puede disminuir la eficacia de la cloración e irritar las mucosas, además de contribuir al enturbiamiento del agua.

Corrección del pH

pH elevado (>7,8)

- Produce una disminución del poder desinfectante del cloro.
- Favorece el crecimiento de algas y bacterias.
- Produce irritación de mucosas.
- Precipitación de sales cálcicas.

Para aumentar el pH es necesario añadirle un producto alcalino:

- Carbonato de sodio.
- Bicarbonato de sodio.

pH bajo (<7,0)

- Produce irritación de mucosas.
- Aumenta el poder desinfectante del cloro.
- Aumenta la turbidez del agua.

Para disminuirlo, se debe añadir un producto ácido:

- Ácido clorídrico, sulfumán.
- Bisulfato sódico.

Puntos a tener en cuenta:

- No añadir nunca el agua encima del ácido. El ácido debe diluirse en un gran volumen de agua.
- Evitar, sobre todo, el contacto entre el ácido clorhídrico y el hipoclorito de sodio, ya que se desprende cloro gas.
- La adición de correctores se efectúa mediante bombas dosificadoras conectadas al circuito de recirculación después del filtro.

INSTRUMENTOS DE MEDIDA DE pH.

pHep El clásico de Hanna

- Amplio display.
- Compensación automática de temperatura.
- Electrodo integrado en una robusta carcasa.
- Unas gotas de agua en el interior de su caperuza ayudan a mantener el electrodo activado y prolongan su duración.

pHep (HI 98107)

Rango	0.00 a 14.00 pH
Precisión	0.1 pH
Calibración	Manual en 2 puntos

Tester de pH con electrodo intercambiable

- Lectura simultánea del valor del pH y la Temperatura.
 - Indicador del nivel de la batería.
 - Electrodo intercambiable.
 - Carcasa robusta y flotante.
 - Calibración automática mediante soluciones de calibración.
- Indicador de estabilidad de medida.

pHep (HI 98127)

Rango	0.0 a 14.0 pH / -5.0 a 60.0 C°
Precisión	0.1 pH / 0.1 °C
Calibración	Automática en 1 ó 2 puntos
Compensación de T°	Automática

Combo HI 98130- Cuatro medidores en uno!!

- Permite la medida de cuatro parámetros: pH, CE, TDS y temperatura.
- Compensación y corrección de la temperatura automáticamente.
- Electrodo de pH intercambiable.
- Función de auto-apagado.

Combo (HI 98130)

Rango	pH: 0.00 a 14.00 pH / CE: 0.0 a 20.00 mS/cm / TDS: 0.00 a 10.00 ppt ⁺ / C° 0.0 a 60.0°C
Precisión	pH 0.1 pH / CE: 0.1 mS/cm TDS: 0.1 ppt . T°: 0.1 C°
Calibración	pH/CE/TDS automática
Compensación T°	pH: automática / CE/TDS con $\beta = 0.0$ a 2.4% °C CE / TDS con $\beta = 0.09$
Electrodo	HI 73127 Electrodo de pH (incluido)



Qué es el Cloro (Cl_2)

Los productos clorados son las sustancias utilizadas con mayor frecuencia en el tratamiento químico del agua. Todos los productos clorados utilizados en el tratamiento producen ácido hipocloroso (HClO^{\ominus}) al reaccionar con el agua. La cantidad de ácido hipocloroso está muy condicionada por el valor de pH.

En las aguas con un pH alto, la mayor parte de este ácido (cloro activo) se convierte en ión hipoclorito (ClO^{\ominus}), una forma de cloro con muy bajo poder desinfectante.

Estas dos formas de cloro se encuentran en el agua en equilibrio, aunque éste depende de los valores de pH.

Cloro libre: Esta forma de cloro posee el mayor poder desinfectante y oxidante, corresponde, fundamentalmente, a la presencia de ácido hipocloroso y anión hipoclorito.

Cloro combinado: Tiene un poder desinfectante muy bajo y su presencia causa irritaciones y malos olores. La combinación del cloro libre con el amoníaco y la materia orgánica nitrogenada que contiene el agua, da lugar al cloro combinado (cloraminas).

Cloro total: La suma de cloro libre y el cloro combinado da como resultado el cloro total.

Por qué medir el Cloro - Valores indicativos

La desinfección permanente del agua es necesaria y tiene dos finalidades:

Higiénica: Destruir los virus, bacterias, parásitos, etc. y eliminar los riesgos de contaminación.

De seguridad: Impedir el crecimiento de algas y mantenerla limpia. El agua sin desinfectante, aunque no se utilice, se deteriora pronto por la proliferación de algas y bacterias.

El cloro libre puede oscilar entre 0,5 mg/l y 2 mg/l. El cloro total no superará más de 0,6 mg/l el nivel medido de cloro libre.

Para un valor del pH de 4 (agua muy ácida) la cantidad de ácido hipocloroso presente es del 100%, lo cual sería perfecto si no fuera por el pH tan agresivo que no permitiría el baño.

En el otro extremo, con un pH de 11 (agua muy alcalina), el 100% corresponde a ión hipoclorito (ClO^{\ominus}), lo cual es fatal a nivel de desinfección.

Los márgenes de pH aconsejados para la piscina por motivos de salud, de mantenimiento y de ahorro de cloro son:

- A un pH de valor 7.0 la concentración del ácido hipocloroso es del 75.2% del cloro libre.
- A un pH de 7.5 el ácido hipocloroso decrece hasta el 48.93%.

Ácido isocianúrico (CYS)

El cloro libre se descompone rápidamente por la acción de los rayos ultravioletas del sol, perdiendo sus propiedades desinfectantes. Por otro lado, el ácido isocianúrico (CYS) protege el cloro residual libre de las propiedades de descomposición de la luz solar. Este ácido no es un desinfectante, sino que actúa como filtro de los rayos ultravioleta del sol, evitando la descomposición del ácido hipocloroso y por tanto, el consumo inútil de cloro.

Este ácido isocianúrico es un producto estabilizante que **actúa óptimamente en un intervalo de entre 25 y 50 gr/m^3** . El valor máximo es de 75 mg/l. Por lo tanto, los productos clorados estabilizados son aquellos que contienen ácido isocianúrico, como el ácido tricloroisocianúrico y el dicloroisocianurato de sodio.

INSTRUMENTOS DE MEDIDA DE CLORO

Fotómetro Serie 96

- Sistema de autocalibración "Cal-check".
- Soluciones Patrón Certificadas trazables a NIST.
- Resistentes al agua y derrames.
- Lámpara de tungsteno.

Fotómetro de Cloro Libre y Total (HI 96711C)

Rango	0.00 a 5.00 Cl ₂ libre
	0.00 a 5.00 Cl ₂ total
Precisión	+ 0.03 mg/l + 3 % de lectura
Resolución	0.1 mg/l
Detector de luz	lámpara de tungsteno
	Desconexión automática tras 10 min. inactividad

Fotómetro de Cloro Libre, Total, pH y Acido cianúrico-HI 96725C

- Diseñado para piscinas: Este resistente medidor presenta los 4 parámetros mas comunes en estas aplicaciones.

Fotómetro de Cloro Libre, Cloro, pH y Acido Cianúrico (HI 96725C)

Rango	Cl ₂ Libre	0.00 a 5.00 mg/l
	Cl ₂ Total	0.00 a 5.00 mg/l
	Ácido Isocianúrico	0 a 80 mg/l
	pH	6.5 a 8.5 pH
Precisión	Cl ₂	+0.03 mg/l + 3 % de lectura
	CYS	+ 1 mg/l + 15 % de lectura
	pH	+ 0.1 pH
Resolución	Cl ₂	0.01 mg/l - 0.1 mg/l
	CYS	1 mg/l
	pH	0.1 pH

Medidor digital de cloro libre – HI 701

- El sustituto de los test kits visuales.
- Fácil de utilizar, sencillo y preciso.
- Método DPD

Medidor digital de Cloro Libre (HI 701)

Parámetro	Rango	Incremento Mínimo	Método Químico
Cloro Libre	0.00 - 2.50 mg/l	0.01 mg/l	DPD



Qué es el Bromo (Br) / Ozono (O₃)

El bromo es un elemento químico que pertenece, al igual que el cloro, a la familia de los halógenos; tiene características y propiedades similares al cloro. El bromo al mezclarse con el agua reacciona y se convierte en ácido hipobromoso (HBrO) que es su forma activa de desinfección.

Las diferencias relevantes que resultan de la comparación con el cloro son:

- Tiene una mayor tolerancia a la variación de pH.
- No desprende olores desagradables.
- Mayor coste económico que el cloro.
- Menor eficacia que el cloro.

El ozono es el desinfectante más potente que se conoce, el único que responde realmente ante los casos difíciles (presencia de amebas, etc.). La coloración del agua tratada con ozono produce un azul realmente bonito y no comunica ni sabor ni olor al agua. El ozono en ningún caso provoca fermentación de productos que irritan las mucosas. Es conveniente mantener un pequeño residual de ozono en el agua o en contrapartida añadir un desinfectante como cloro o hipoclorito sódico en muy pequeñas cantidades que harán, por su mayor duración, un mantenimiento del agua más prolongado.

La mayor desventaja del ozono es que requiere de una instalación muy costosa. Por el contrario, no requiere ningún gasto en reactivos.

Valores indicativos

La desinfección permanente del agua es necesaria y tiene dos finalidades:

Higiénica: Destruir los virus, bacterias, parásitos, etc. y eliminar los riesgos de contaminación.

De seguridad: Impedir el crecimiento de algas y mantenerla limpia. El agua sin desinfectante, aunque no se utilice, se deteriora pronto por la proliferación de algas y bacterias.

Su acción tiene resultados más efectivos cuando el valor del pH es superior a 7,4.

Los valores indicativos o guía para el bromo libre activo oscilan entre 1,0 y 3,0 mg/l.

Para el ozono, se recomienda una concentración máxima antes de la desozonización de 0,4 mg/l, y en el vaso de la piscina debe ser de 0,0 mg/l de ozono.

Otros métodos

Electrólisis de sal: Es equivalente al convencional de cloro, pero en la electrólisis se produce el cloro en la misma instalación, en función de las necesidades. Tiene los mismos problemas que una instalación convencional de cloro. Su implantación es más económica que la de un sistema de ozonización.

Lámparas UV: No se añade ningún componente al agua pero la depuración mediante UV no es tan exhaustiva como la realizada con ozono. Va a hacer falta seguir dosificando una cierta cantidad de cloro. También resulta menos costosa su implantación que un sistema de ozonización.

INSTRUMENTOS DE MEDIDA DE BROMO Y OZONO

Fotómetro de Bromo - HI 96716 C

- Sistema de autocalibración “Cal-check”.
- Soluciones Patrón Certificadas trazables a NIST.
- Resistentes al agua y derrames.
- Lámpara de tungsteno.

Fotómetro de Bromo (HI 96716)

Rango	0.00 a 10.00 mg/l - Cl ₂
Precisión	0.01 mg/l
Resolución	± 0.08 mg/l ± 3% lectura

Test Kit de Bromo - HI 3830

Una cantidad excesiva de bromo en el agua puede ser peligroso para la salud y causar irritación en los ojos. El control diario de las concentraciones de bromo previene daños en el equipo y contribuye a la optimización y eficiencia del proceso a la vez que facilita una mayor seguridad del usuario.

Test Kit de Bromo (HI 3830)

Método	Rango	Incremento Mínimo	Método Químico	Número de test
Colorimétrico	0.0-3.0 mg/l	0.6 mg/l	DPD	60

Test Kit de Ozono - HI 38054

El Ozono es un agente oxidante y un germicida. Se usa para la oxidación de materia orgánica, que produce olor y color en el agua potable.

El ozono se usa cada vez más como agente oxidante por su eficiencia. Tiene la ventaja de reducir el tiempo que normalmente se requiere para la esterilización.

Test Kit de Ozono (HI 38054)

Método	Rango	Incremento Mínimo	Método Químico	Número de test
Checker Disc Colorimétrico	0.0-2.3 mg/l	0.1 mg/l	DPD	100



Qué es la Conductividad (CE) y TDS

Se define la conductividad eléctrica como la capacidad de una sustancia de conducir la corriente eléctrica. Es indicativa de la materia ionizable presente en el agua y de la cantidad de sales disueltas.

La conductividad es directamente proporcional a la concentración de sal en el agua. Cuando el nivel de sal disminuye, la conductividad también disminuye. La unidad de medida más utilizada es el microsiemens / centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

Utilizando medidores de conductividad se puede calcular la dureza del agua con mediana precisión. La causa principal de la dureza del agua es la presencia de iones de calcio o magnesio disueltos.

La unidad de medición de dureza más común es el grado Francés ($^{\circ}\text{f}$), definido como:

$$1^{\circ}\text{f} = 10 \text{ mg/l de CaCO}_3$$

Otra relación experimentada es:

$$1 \text{ mg/l de CaCO}_3 \text{ equivale aproximadamente a } 2 \mu\text{S}/\text{cm}$$

$$1^{\circ}\text{francés equivale a } 20 \mu\text{S}/\text{cm}$$

El TDS indica la totalidad de materia que está disuelta en el agua que corresponde a la materia que quedaría si todo el agua se evaporase.

Los sólidos disueltos totales lo componen sustancias disueltas como son las sales minerales, los productos químicos añadidos, polvo, tierra y sustancias introducidas por los bañistas (orina, sudor, cremas, etc.)

Valores indicativos

El valor límite de la conductividad es de 1.200 – 1.700 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

La conductividad y los TDS reflejan con buena precisión el momento de cambiar una parte del agua de la piscina por un agua “nueva”. Para una conductividad superior a 1.200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sería interesante reemplazar parte del agua del vaso de la piscina.

Un agua potable puede tener aproximadamente entre 200 y 400 gramos de sólidos disueltos por cada metro cúbico, el agua salobre contiene entre 3.000 y 5.000 mg/l y el agua de mar 35.000 mg/l por la gran cantidad de sales que tiene disueltas, principalmente cloruro de sodio (NaCl). **Las piscinas de agua dulce no deben superar un TDS de 1.000 mg/l, aunque es recomendable no superar los 500 mg/l.**

Cuando un agua tiene un nivel excesivo de TDS se le denomina “agua cansada” y puede provocar problemas como la reducción de la efectividad del desinfectante, el aumento de la turbidez, las incrustaciones y la corrosión de las partes metálicas.

La disminución de la conductividad y de los sólidos disueltos totales (TDS) se debe efectuar reemplazando una parte del agua de la piscina con agua nueva que tendrá poca cantidad de sólidos disueltos.

INSTRUMENTOS DE MEDIDA DE CE Y TDS

Medidor de conductividad - Dist 2

- Este equipo le facilitará lecturas rápidas y precisas de conductividad.
- Para la calibración sumerja la punta de la sonda en solución de calibración y ajuste el potenciómetro.

DIST 2 (HI 98302)

Rango	0.00 a 10.00 ppt (g/l)
Precisión	+ 2 % de fondo de escala
Resolución	0.01 ppt (g/l)
Calibración CE	Manual en 1 punto potenciométrico
Compensación de T ^a	Automática de 0 a 50°C

Medidor de CE/TDS/Temperatura - Dist 6

- Pantalla de dos niveles que muestra simultáneamente el valor CE/TDS.
- Carcasa impermeable y flotante.
- Electrodo intercambiable.
- Autodesconexión tras 8 minutos de inactividad.

Dist 6 (HI 98312)

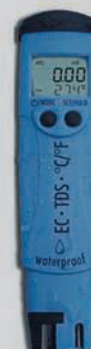
Rango	CE: 0.00 a 20.00 mS/cm - TDS 0.00 a 10.00 ppt - °C 0.0 a 60.0°C
Resolución	CE: 0.01 mS/cm - TDS: 0.01 ppt - Temperatura: 0.1°C
Calibración CE/TDS	Automática en 1 punto
Factor de conversión CE/TDS	Ajustable de 0.45 a 1.00
Compensación de T ^a	Automática

Combo HI 98130- Cuatro medidores en uno!!

- Permite la medida de cuatro parámetros: pH, CE, TDS y temperatura.
- Compensación y corrección de la temperatura automáticamente.
- Electrodo de pH intercambiable.
- Función de auto-apagado.

Combo (HI 98130)

Rango	pH: 0.00 a 14.00 pH / CE: 0.0 a 20.00 mS/cm / TDS: 0.00 a 10.00 ppt + / C° 0.0 a 60.0°C
Precisión	pH 0.1 pH / CE: 0.1 mS/cm TDS: 0.1 ppt . T°: 0.1 C°
Calibración	pH/CE/TDS automática
Compensación de T ^a	pH: automática / CE/TDS con $\beta = 0.0$ a 2.4% °C CE / TDS con $\beta = 0.09$
Electrodo	HI 73127 Electrodo de pH (incluido)



Qué es el Potencial Redox (ORP)

El Redox se refiere a un tipo de reacciones en las que las sustancias participantes se intercambian electrones. En ellas, coexisten dos procesos:

- Oxidación: Pérdida de electrones.
- Reducción: Ganancia de electrones.

Cuando una sustancia pierde electrones, otra los tendrá que ganar y al revés. Los procesos de oxidación y de reducción tienen que ir necesariamente ligados. Por eso se habla de reacciones de reducción-oxidación o REDOX.

Se denomina oxidante la sustancia que produce la oxidación de otra sustrayéndole electrones. La ganancia de estos electrones produce la reducción del oxidante.

Se denomina reductor la sustancia que produce la reducción de otra cediéndole electrones. La cesión de estos electrones produce la oxidación del reductor.

Los oxidantes son normalmente cáusticos y los agentes reductores son normalmente ácidos. La medida del potencial redox depende del pH.

Valores indicativos

El Redox es una medida rápida y económica del poder de desinfección de los biocidas oxidante. Los instrumentos que miden Redox son válidos para el cloro, bromo y ozono.

El potencial Redox nos da información sobre el grado de desinfección del agua de la piscina. [La Organización Mundial de la Salud](#) reconoció que a un valor de ORP superior a 650 mV, el agua se encuentra perfectamente desinfectada y es inactivada.

Qué es la Temperatura (Tª)

La temperatura del agua de piscina puede variar entre 20°C y 30°C según los Reglamentos Autonómicos. Desde el punto de vista de HANNA Instruments, [la temperatura recomendada oscilará entre 24°C y 28°C y de 27°C a 30°C para la temperatura del ambiente.](#)

Por debajo de los 18°C se considera agua fría y sin problemas; sobre los 24°C puede presentar precipitaciones de sales cálcicas y enturbiamiento. Cuanto más alta sea la temperatura más se desarrollan las bacterias, algas y otros microorganismos.

Los recintos interiores dispondrán de instalaciones que garanticen la renovación del aire del recinto manteniendo un volumen de 8m³ de aire por m² de superficie de lámina del agua.

INSTRUMENTOS DE MEDIDA DE ORP

Medidor de ORP y Temperatura HI 98120

La oxidación es un proceso en el que una molécula o ión pierde electrones. Esto sucede muy fácilmente en los tratamientos de agua así como en el mantenimiento de piscinas y balnearios donde se añade un oxidante como el cloro al agua para destruir contaminantes. Cuanto más positivo el valor ORP, tanto mayor será el poder de esterilización del agua. El tester de ORP puede facilitar una valiosa información sobre la calidad de las aguas.

Medidor de ORP (HI 98120)

Rango	ORP	± 999 mV
	T ^a	-5.00 a 60.0°C
Precisión	ORP	± 2 mV
	T ^a	± 0.5 °C

Medidor de ORP, Temperatura y pH HI 98121

Medidor de ORP, Temperatura y pH (HI 98121)

Rango	ORP	± 999 mV
	T ^a	-5.00 a 60.0°C
	pH	-0.0 a 14.00 pH
Precisión	ORP	± 2 mV
	T ^a	± 0.5 °C
	pH	± 0.05 pH

Termómetro - Checktemp Dip

Checktemp Dip (HI 98509-01)

Rango	-20°C a 100°C
Presión	± 0.5 °C
Resolución	0.1°C°
Sonda	Acero inoxidable 3m. de cable



Qué son la Dureza y la Alcalinidad

La dureza indica la cantidad de sales de calcio y de magnesio disueltas en el agua. Se expresa en gramos de carbonato de calcio por cada metro cúbico de agua. También se expresa en grados hidrotimétricos franceses. La alcalinidad indica la cantidad de sustancias alcalinas (carbonatos, bicarbonatos y hidróxidos) que contiene el agua.

Los componentes alcalinos que contiene el agua actúan como reguladores del pH del agua. Esto significa que una alcalinidad adecuada garantiza que el pH se pueda mantener prácticamente constante cuando se añaden pequeñas cantidades de ácido o de base.

La alcalinidad se expresa en gramos de carbonato de calcio por cada metro cúbico de agua. También se expresa en grados hidrotimétricos franceses.

1º Francés equivale a 10 mg/l de carbonato cálcico (CaCO_3/m^3).

Valores indicativos

Una dureza muy baja puede producir daños en el vaso de la piscina y corrosión en las partes metálicas en contacto con el agua (escaleras, focos, etc). Por el contrario, una dureza excesiva puede producir turbiedad en el agua, incrustaciones, obturación de los filtros y las tuberías, rugosidades y manchas en la superficie de la piscina.

Si la alcalinidad es muy baja resulta muy difícil la regulación del pH, ya que el agua es muy sensible a ligeras variaciones. Además puede favorecer la corrosión y la aparición de manchas en las partes metálicas. Una alcalinidad excesivamente alta produce incrustaciones, agua turbia, pH elevado e irritaciones de las mucosas de los bañistas.

Los valores indicativos son:

La dureza ideal oscila entre 150 y 250 mg/l.

La alcalinidad aconsejada oscilará entre los 125 y 150 mg/l.

Corrección de la Dureza y Alcalinidad

La dureza puede aumentarse añadiendo cloruro cálcico. En el caso de que sea necesario disminuir la dureza, puede conseguirse substituyendo una parte del agua de la piscina por otra agua de menor dureza. Asimismo, este objetivo puede alcanzarse incorporando al agua un agente quelante o secuestrante que ayude a mantener disueltas las sales de calcio.

La alcalinidad se puede aumentar añadiendo al agua carbonato o bicarbonato sódico (sustancias alcalinas) y disminuir diluyendo bisulfato sódico o ácido clorhídrico (sustancias ácidas).

Tanto la dureza como la alcalinidad se deben controlar en la propia piscina. En caso de dificultad se pueden realizar los análisis en un laboratorio.

Los dos parámetros son necesarios para conocer y calcular el equilibrio del agua por medio del Índice de Langelier.

INSTRUMENTOS DE MEDIDA DE DUREZA Y ALCALINIDAD

Test Kit de Alcalinidad - HI 3811

Este parámetro es importante en la determinación de las propiedades corrosivas del agua, causadas por los carbonatos, bicarbonatos y sales disueltas.

Test Kit Alcalinidad (HI 3811)

Metódo	Rango	Incremento Mínimo	Método Químico	Número de Test
Titrición	0-100 mg/l	1 mg/l	Fenolftaleina Bromofenol azul	110aprox.
	0-300 mg/l	3 mg/l		

Test Kit de Dureza - HI 3812

La dureza del agua se debe principalmente a la presencia de iones de calcio y magnesio. El calcio y el magnesio también contribuyen a la presencia de la dureza total. Es importante controlar este parámetro para prevenir la descamación y la corrosión.

Test Kit de Dureza (HI 3812)

Metódo	Rango	Incremento Mínimo	Método Químico	Número de Test
Titrición	0.0-30.0 mg/l	0.3 mg/l	EDTA	100
	0-300 mg/l	3 mg/l		

Fotómetro de Dureza - HI 96735 C

- Sistema de autocalibración "Cal-check".
- Soluciones Patrón Certificadas trazables a NIST.
- Resistentes al agua y derrames.
- Lámpara de tungsteno.

Fotómetro de Dureza Total (HI 96735 C)

Rango	0 a 250 mg/l 200 a 500 mg/l 400 a 750 mg/l
Presión	± 5 mg/l (0 a 250 mg/l) ± 7 mg/l (200 a 500 mg/l) ± 10 mg/l (400 a 750 mg/l)
Resolución	1 mg/l (0 a 100 mg/l) 5 mg/l (de 100 a 750 mg/l)
Condiciones de Trabajo	0 a 50°C



Equilibrio del Agua. Índice de Langelier

El índice de saturación desarrollado por el Dr. Wilfred Langelier se usa ampliamente para predecir el equilibrio de las aguas de las piscinas. Es un cálculo estimativo de la capacidad de las soluciones para disolver o precipitar los depósitos de carbonato de calcio. Un cierto nivel de esta precipitación (película) es conveniente para aislar las tuberías y calderas del contacto con el agua. Cuando no se forma esta película protectora, se considera que el agua es corrosiva. Por otro lado, las incrustaciones causan fallos en el sistema.

Por tanto, el **Índice de Langelier es una potente herramienta para calcular el equilibrio del agua y para predecir los problemas de corrosión e incrustaciones.**

Para el cálculo de este índice, se requiere conocer los valores de pH, temperatura, alcalinidad y dureza aplicándose la siguiente fórmula:

$$IL = pH + TF + HF + AF - 12,5$$

Donde, IL=Índice de Langelier / pH = pH del agua / TF = factor de temperatura / HF= factor de dureza / AF= factor de alcalinidad.

Estos factores se pueden obtener en la siguiente tabla:

TEMPERATURA		DUREZA		ALCALINIDAD	
°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	1000	3,0	1000	3,0

Ejemplo de cálculo:

Condiciones del agua	Factores	
Temperatura 30°C	TF = 0,7	$pH + TF + HF + AF - 12,5 = 7,2 + 0,7 + 2,4 + 1,9 - 12,5 = -0,3$ Conclusión: El balance es aceptable pero existe riesgo de que el agua llegue a ser corrosiva; se recomienda verificar frecuentemente.
pH	7,2	
Alcalinidad	80 ppm	
Dureza	230 ppm	

La interpretación del resultado obtenido al aplicar la fórmula de cálculo del IL es la siguiente:

- Si el índice es **cero**, indica que el agua está **perfectamente equilibrada**.
- Si el índice es **negativo**, indica que el agua tiene **tendencias corrosivas**.
- Si el índice es **positivo**, significa que el agua tiene **tendencias incrustante**.

Los valores del IL se consideran absolutamente óptimos en el intervalo (- 0,3, + 0,3) y aceptables entre (- 0,5 y + 0,5)

MEDIDOR DEL INDICE DE LANGELIER

Medidor del Índice de Langelier HI 83226

Este instrumento utiliza un sistema de cierre exclusivo para garantizar que la cubeta está en la misma posición cada vez que se sitúa en la célula de medida.

Los reactivos, en forma líquida o en polvo, se suministran en botellas o en sobres. La cantidad de reactivo está dosificada con precisión para garantizar la máxima repetibilidad.

Los códigos de pantalla ayudan al usuario en las operaciones rutinarias.

Dispone de una función de auto-apagado, que desconecta la unidad tras 10 minutos de inactividad.

Fuente luminosa	2 lámparas de tungsteno con filtro de interferencia de banda estrecha a 525/575 nm
Sensor luminoso	2 Fococélulas de Sicilio
Condiciones de trabajo	Entorno 0 a 50 °C (32 a 122°F) máx. 90% HR sin condensación
Alimentación	2 x 9 V o adaptador 220 V
Dimensiones y peso	230 X 165 X 70 mm / 640 gr.
Auto-apagado	tras 10' de inactividad

Fotómetro Multiparamétrico (HI 83226)

Análisis	Rango	Método	Reactivos
Alcalinidad	0-500 mg/l	Colorimétrico	HI 93755-01
Bromo	0.00 a 10.00 mg/l	DPD	HI 93716-01
Dureza Cálcica	0 a 500 mg/l	Colorimétrico	HI 93756-01
Cloro Libre	0.00 a 5.00 mg/l	DPD	HI 93701-01
Cloro Total	0.00 a 5.00 mg/l	DPD	HI 93711-01
Cobre Libre	0.00 a 5.00 mg/l	Bicininato	HI 93702-01
Cobre Total	0.00 a 5.00 mg/l	Bicininato	HI 93702T-01
Acido cianúrico	0 a 200 mg/l	Turbidimétrico	HI 93722-01
Hierro	0.00 a 5.00 mg/l	Fenantrolina	HI 93721-01
Ozono	0.00 a 2.00 mg/l	Colorimétrico	HI 93757-01
pH	6.5 a 8.5 pH	Rojo Fenol	HI 93710-01



Qué es la Turbidez

La turbidez es una medida del total de luz absorbida por el agua a causa de la materia suspendida en la misma. Es una expresión de la propiedad óptica que origina que la luz se disperse y absorba en vez de transmitirse en línea recta de la muestra.

Es un claro indicador del buen funcionamiento del sistema de tratamiento del agua de la piscina y en general de la eficacia de la depuración.

Los resultados se expresan en NTU (Unidades Nefelométricas de turbidez)

El valor indicativo de la turbidez será igual o inferior a 2 NTU.

El agua turbia produce una turbidez alta y suele ser consecuencia de un pH alto y/o una alcalinidad alta, una filtración pobre, unas contracorrientes ineficaces y formación de algas. La turbidez alta produce irritación en los ojos, reduce el efecto biocida del cloro o el desinfectante utilizado y aumentan la incrustación.

Qué es el Hierro (Fe)

El hierro es un indicador de la corrosión del agua en el circuito de la piscina. La estabilidad de las distintas formas químicas depende del pH y de las condiciones oxidantes o reductoras del medio.

La presencia del hierro en el agua provoca precipitación y coloración no deseada. Las sales de hierro y manganeso producen un color marrón. Las sales de cobre producen una coloración azul/verde.

El hierro se encuentra en las aguas naturales bajo dos formas:

- En estado mineral (sales Ferrosas = Fe^{2+} y sales férricas = $FeCl_3$ o hidróxido = $Fe(OH)_3$).
- En estado orgánico (coloides).

Los metales disueltos en el agua, entre otros, son responsables de dar una coloración a las aguas. Una baja alcalinidad también produce un color de agua verde.

El tratamiento que ha de llevarse a término será:

- Ajustar el pH entre 9 y 10. Los compuestos metálicos precipitan.
- Efectuar una cloración de choque.
- Flocular.
- Enviar la basura al desagüe con el limpiafondos al cabo de unas horas.
- Filtrar.
- Ajustar el pH entre 7,2 y 7,6 cuando el agua se haya recuperado.

MEDIDORES DE TURBIDEZ Y HIERRO

Turbidímetro HI 93703 C

- Luz infrarroja
- Interfaz con el PC
- Sistema GLP

Turbidímetro portátil (HI 93703)

Rango	0.00 a 50.00 FTU 50 a 1000 FTU
Precisión	+ 0.5 FTU o + 5% de lectura (el que sea mayor)
Resolución	0.01 FTU / 1 FTU
Punto de Calibración	3 puntos (0 FTU, 10 FTU y 500 FTU)

Medidor de Turbidez, Cloro, pH, Bromo, Hierro, Yodo y Ácido isocianúrico. (C102)

Rango	Turbidez	0.00 a 9.99 FTU / 10.0 a 50.0 FTU
	Br	0.00 a 8.00 mg/l
	Cl2 Libre/ Cl2 Total	0.00 a 2.50 mg/l / 0.00 a 3.50 mg/l
	CYS	0 a 80 mg/l
	I	0.0 a 12.5 mg/l
	Fe R. Bajo	0.00 a 1.00 mg/l
Resolución	pH	5.9 a 8.5 pH
	Turbidez	0.01 / 0.1 FTU
	Br	0.01 mg/l
	Cl2 Libre/ Cl2 Total	0.01mg/l
	CYS	1 mg/l
	I	0.1 mg/l
Precisión	Fe R. Bajo	0.01 mg/l
	pH	0.1 pH
	Turbidez	± 0.5 FTU o +5% (el que sea mayor)
	Br	± 0.08 mg/l +3% de lectura
	Cl2 Libre/ Cl2 Total	± 0.03 mg/l +3% de lectura
	CYS	± 1 mg/l + 15% de lectura
	I	± 0.1 mg/l + 5% de lectura
	Fe R. Bajo	± 0.02 mg/l + 3% de lectura
	pH	± 0.1 pH



INCLUYE MALETÍN

Medición, regulación automática y dosificación.

La dosificación de reactivos será siempre automática para todos los vasos de la piscina.

La dosificación del desinfectante y el corrector de pH se realizará después del filtro y a una distancia suficiente del vaso, con objeto de que se mezcle en condiciones y no produzca molestias a los bañistas. El floculante se adicionará previo a la filtración. HANNA instruments aconseja colocar los electrodos para la toma de medidas a la salida del depósito de compensación, con objeto de tener una lectura lo más aproximada al valor real del agua en el vaso de la piscina.

La medida directa de cloro libre se realiza mediante analizadores colorimétricos por DPD o por células galvánicas autolimpiantes. En el método colorimétrico DPD, el indicador N, N-Dietil-p-fenilendiamina y la solución se mezclan con la muestra. El cloro Libre disponible se oxida con el reactivo indicador DPD a un pH entre 6.3 y 6.6 para formar un compuesto color magenta. La intensidad del color resultante es proporcional a la concentración de la muestra. El propósito de esta solución tampón es el de mantener el pH adecuado.

La dosificación del ácido y del cloro líquido se realiza por medio de dos bombas dosificadoras que incorporan los productos procedentes a través de los filtros.



Bombas dosificadoras BL

modelo caudal presión impul./min.

BL 1,5	1,5 l/h	13 Bar	120
BL 3	2,9- l/h	8 Bar	120
BL 5	5,0 l/h	7 Bar	120

- Caudal ajustable entre el 0 y el 100% de su capacidad total.
- Bombas ligeras que pueden montarse en pared o de pie.
- Fabricada en teflón y Kynar, lo que permita dosificar cualquier producto químico.

Consulte otras bombas de pH, Redox , electromagnéticas, etc.

MEDIDORES EN CONTINUO

Medidor Dosificador de Cloro y Bromo en continuo - PCA 310/20/30/21

PCA 310 Analizador / Controlador Automático de Cloro Libre o Total

PCA 320 Analizador / Controlador Automático de Cloro Libre o Total, pH y °C

PCA 330 Analizador / Controlador Automático de Cloro Libre o Total, pH, °C y ORP

Rango	PCA 310	PCA 320	PCA 330
Cloro Libre y total	0,00 a 5,00 mg/l	0,00 a 5,00 mg/l	0,00 a 5,00 mg/l
pH	--	0.00 a 14.00 pH	0.00 a 14.00 pH
Temperatura	--	5,0 a 75,0°C	5,0 a 75,0°C
ORP	--	--	0 a 2000 mV

Resolución

Cloro Libre y total	0,01 mg/l	0,01 mg/l	0,01 mg/l
pH	--	0,01 pH	0,01 pH
Temperatura	--	0,1°C	0,1°C
ORP	--	--	1 mV

PCA 321 Analizador / Controlador Automático de Bromo. pH y °C

Rango	PCA 321
Bromo	0,0 a 10,0 mg/l
pH	0,00 a 14,00 pH
Temperatura	5,0 a 75,0°C

HSP 100 Controller 10: Panel controlador de pH / Redox

	pH	ORP
Rango	0,0 a 14,0 pH	0 a 1000 mV
Resolución	0,1 pH	1 mV

SONDA:

HI 2114P/1 de pH con Conector BNC
HI 3214P/2 de RH con Conector BNC



PORTA - ELECTRODOS:

Porta Sonda de tubería.



HI 504900:
Interface teléfono
móvil para
analizadores PCA

HS 504900:
Módulo GPRS
con gestión de
alarmas y datos
por teléfono
móvil y PC



Valores indicativos de la Calidad del Agua en piscinas

Cada Comunidad Autónoma ha elaborado un Decreto donde se establecen las condiciones higiénico sanitarias aplicables a piscinas de uso colectivo donde se exponen los valores de los parámetros físico-químicos del agua de la piscina.

Por parte del Ministerio de Sanidad se publicó el R. Decreto 865/2.003 del 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénicos sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. En el se clasifica las bañeras de hidromasaje y piscinas como instalaciones de mayor probabilidad de proliferación y dispersión de legionella. Indicando como debe ser el diseño, revisión, limpieza y desinfección de estas.

En la siguiente tabla se presentan los valores indicativos de los parámetros físico-químicos más importantes en la piscina.

Valores recomendados

	Valor mínimo	Valor máximo
pH	7,0	7,8
Cloro Libre (mg/l)	0,5	2,0
Cloro combinado (mg/l)	--	0,6
Bromo total (mg/l)	3,0	6,0
Biguanida (mg/l)	25	50
Acido isocianúrico (mg/l)	--	< 75
Ozono (vaso) (mg/l)	--	0
Ozono (antes de)	0,4	--
Temperatura del agua °C	24	30
Turbidez (NTU)	--	< 1
Oxidabilidad (mg/l)	--	< 3
Nitratos (mg/l)	--	< 20
Amoniaco (mg/l)	--	< 0,3
Hierro (mg/l)	--	< 0,3
Cobre (mg/l)	--	< 1,5
Alcalinidad (mg/l)	100	160
Conductividad ₂₅ (S/cm)	--	< 1700
TDS (mg/l)	--	< 1000
Dureza (mg/l)	150	250

Diferentes formas de Cloro en el agua

El ácido hipocloroso es la forma activa del cloro, el cual le da el poder desinfectante. Para poder tener una concentración adecuada es importante que el pH se encuentre dentro de unos márgenes. Se recomienda que el pH se mantenga entre 7,0 y 7,8.

El cloro necesario para mantener un óptimo poder desinfectante está en función del pH, como muestra la tabla siguiente:

pH	7,0	7,4	7,7	7,9
Cloro residual libre necesario (mg/l)	0,5	0,7	1,0	1,8

El cloro residual libre puede oscilar entre el 0,5 y 2 mg/l. El cloro total no debe sobrepasar más del 0,6 mg/l del nivel de cloro residual libre.

Cloro residual:

Fracción de cloro añadido que conserva las propiedades desinfectantes.

Cloro residual libre:

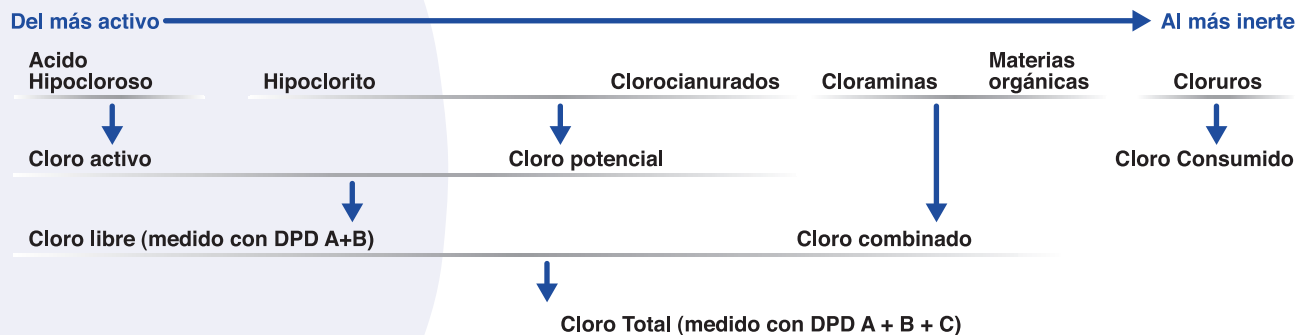
Cantidad de cloro presente en el agua en forma de ácido hipocloroso o hipoclorito.

Cloro residual combinado:

Cantidad de cloro presente en el agua en forma de cloraminas o de otros compuestos orgánicos del cloro.

Cloro residual total:

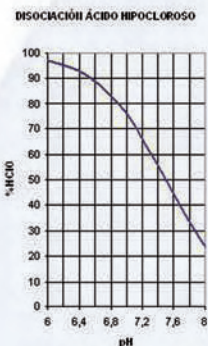
Suma del cloro residual libre y del cloro residual combinado.



Gráfica del % de Cloro activo en función del pH

La cantidad de ácido hipocloroso presente en el agua está muy condicionada por el valor del pH. En las aguas con un pH alto, la mayor parte del cloro activo se convierte en ion hipoclorito, (ClO^-), una forma de cloro con muy bajo poder desinfectante. El ácido hipocloroso tiene mayor poder oxidante y bactericida que el ion hipoclorito, por lo que, es importante mantener un valor de pH adecuado para obtener una desinfección eficiente. En las aguas con un pH básico, disminuye el porcentaje de ácido hipocloroso, y aumenta el del ion hipoclorito con un poder oxidante inferior, de manera que disminuye el poder desinfectante del agua. **El valor de pH idóneo para obtener una mayor desinfección es entre 7 y 7.2.**

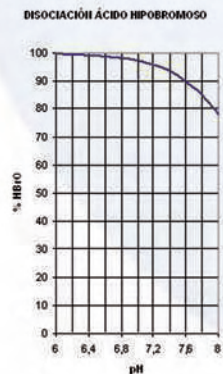
pH	%cloro activo	%cloro inactivo
6,0	95	5
6,5	90	10
7	75	25
7,2	66	34
7,5	47	53
8	22	78
8,5	8	92



Gráfica del % de Bromo activo en función del pH

A diferencia de lo que sucede con el ácido hipocloroso, la cantidad de ácido hipobromoso presente en el agua varía muy poco con los cambios del pH .

pH	%cloro activo	%cloro inactivo
6,0	100	0
7,0	98	2
7,2	96	4
7,8	87	13
8,0	83	17



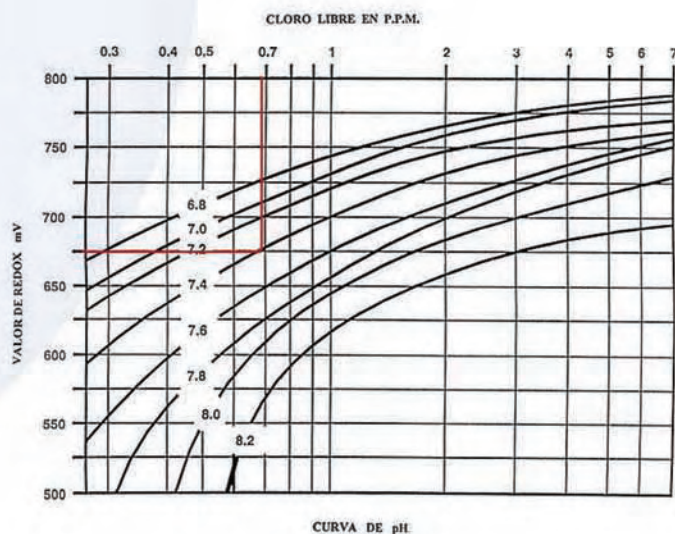
Relación Redox - pH – Cloro

La tecnología de la lectura de ORP para controlar un desinfectante ha sido reconocida e incorporada en Europa y en el mundo del agua desde hace años. En 1972, la Organización Mundial de la Salud reconoció en sus "Standards for Drinking Water (WHO1972) que un nivel de ORP de 650 mV en el agua desinfecta e inactiva viralmente de forma casi instantánea.

Alemania, que tiene algunos de los estándares más restrictivos de la calidad del agua en el mundo, ha fijado su estándar en 750 mV para las piscinas y los balnearios. En 1988, el instituto nacional del balneario y de la piscina (NSPI) indicó que el ORP se podría utilizar como medida suplemental de la actividad apropiada de la esterilización cuando el cloro y el bromo se utilizan como el desinfectante primario. El NSPI también indicó que el uso de la medida de ORP no reemplaza ni elimina la prueba de los niveles con los kits estándares.

Diferentes estudios han demostrado que **un valor de ORP de 650 a 700 mV medidos entre 6,5 y 8,5 provocan la eliminación de microorganismos patógenos**. En estudios realizados hasta la fecha apuntan fuertemente el uso de 650 mV como valor umbral mínimo para una actividad antibacteriana típica. Este valor de 650 mV es consistente con las normas que fueron desarrolladas y han sido utilizadas en Europa desde mediados de 1980 para la calidad del agua potable municipal.

Se debe tener en consideración que las medidas de ORP dependen del valor de pH. Por ejemplo, la cantidad de ácido hipocloroso existente en el agua varía en función del pH, ya que se forma el ión hipoclorito. Un aumento del pH provoca una disminución del ORP. Este problema no se tiene en las piscinas ya que el pH el agua está controlado y es poco variable.



Tablas de conversión de Dureza

El contenido total de sales incrustantes existentes en el agua se mide por el grado hidrotimétrico de dureza. En Europa, dependiendo del país, existen grados Franceses (°f), grados Alemanes (°D) y grados ingleses (°E). En España se emplea el grado Francés.

A continuación indicamos una tabla de conversión de las diferentes unidades de expresión de la dureza:

	1 grado alemán	1ppm de CaCO ₃	Dureza	Dureza
1 grado alemán	1,00	17,8	1,25	1,78
1 mg/l de CaCO₃	0,056	1,00	0,0702	0,1000
1 grado inglés	0,798	14,3	1,00	1,43
1 grado frances	0,560	10,0	0,702	1,00

Clasificación del agua en función de la dureza

El inconveniente mas grave que presentan las aguas duras es la precipitación de las sales cálcicas y magnésicas formando incrustaciones. Las tuberías por las que circula el agua dura ya sea fría o caliente, se van obstruyendo con la consecuente disminución de su sección útil. En las instalaciones de bombeo se requieren mayores potencias para obtener las mismas condiciones de caudal y presión.

	Dureza (mg / l CaCO ₃)	Dureza (grados ingleses)	Dureza (grados alemanes)	Dureza (grados franceses)
Blanda	0-50	hasta 3.5	hasta 2.8	hasta 5
Moderadamente blanda	50-100	hasta 7	hasta 5.6	hasta 10
Ligeramente dura	100-150	hasta 10.5	hasta 8.4	hasta 15
Moderadamente dura	150-200	hasta 14	hasta 11.2	hasta 20
Dura	200-300	hasta 21	hasta 16.9	hasta 30
Muy dura	> 300	> 21	> 16.9	> 30

Preguntas más frecuentes

¿A qué es debido el aspecto verdoso o parduzco del agua? ¿Cómo se puede solucionar?

A la excesiva presencia de iones metálicos, los cuales se colorean al añadir el desinfectante. Se debe controlar el pH, ajustándolo entre 7,2 y 7,8. Realizar una supercloración y cepillar paredes y fondo de la piscina.

¿A qué es debido el fuerte olor de cloro y picazón de ojos? ¿Cómo se puede solucionar?

A la excesiva presencia de cloro combinado es decir cloraminas y a la materia orgánica. Se debe ajustar el pH entre 7,2 y 7,8 medir el cloro libre (método DPD) y realizar una cloración de choque.

Una piscina desinfectada, ¿puede perder el cloro después de filtrarse el agua?

No, no se pierde el cloro. Si el filtro está sucio, es decir tiene un alto contenido de materia orgánica disminuirá la cantidad de cloro al pasar por el filtro ya que el cloro reacciona con la materia orgánica presente en el filtro.

¿Cada cuánto tiempo se debe clorar el agua de una piscina si no se utiliza a menudo?

Se debe controlar el cloro libre (método DPD) y el pH para observar si los valores son los establecidos en la legislación. Se deben corregir si no son diferentes a los establecidos.

¿A qué es debido la aparición de cal? ¿Cómo se puede solucionar?

A un agua dura y a un pH alto, con el cual la cal se hace visible y precipita. Se debe realizar una floculación. Se para el filtro y se deja que sedimente los sólidos de la piscina. Después de 24 horas se pasa el limpiafondos. Se deberá ajustar el pH entre 7,2 y 7,8 y seguir con el tratamiento habitual.

¿A qué es debido la aparición de algas en el agua? ¿Cómo se puede solucionar?

La cantidad de algicida es insuficiente, y/o puede ser excesiva la cantidad de nutrientes (fosfatos) que facilitan el crecimiento de algas. Se debe limpiar a contracorriente el filtro y eliminar las algas con un cepillado, seguidamente se debe ajustar el valor de pH y realizar un tratamiento de choque. Se debe adicionar floculante y se filtrará durante dos días. A continuación se adicionará una cantidad doble de algicida.

¿Cómo afecta a la piscina una alcalinidad alta?

Una alcalinidad superior a 225 mg/l dificultará la estabilidad del pH y producirá corrosión en las instalaciones. El agua tomará un tono verde que le causará irritaciones en los ojos. Para solucionar deberá añadir ácido clorhídrico o bisulfito sódico.

¿Cómo afecta a la piscina una alcalinidad baja?

Una alcalinidad inferior a 75 mg/l dificulta la estabilidad del pH. Se produce por las características del agua de aporte o llenado y por las adiciones de producto químico. Para resolver el problema se añadirá al agua de la piscina bicarbonato sódico o carbonato sódico.

Glosario de Términos

Acidez: capacidad cuantitativa de una solución acuosa para reaccionar con iones hidroxilos. Se mide por titulación con una solución estándar de una base hasta el punto final especificado. Generalmente se expresa en miligramos de carbonato cálcico por litro.

Ácido: sustancia que tiene tendencia a perder un protón (H+).

Álcali: cualquier sustancia que posee propiedades marcadamente básicas. El término se suele aplicar a sales solubles de sodio, potasio, calcio y magnesio.

Alcalinidad: capacidad del agua para neutralizar ácidos.

Anión: ión con carga negativa.

Bromo: compuesto halógeno que en contacto con el agua forma ácido hipobromoso con alto poder desinfectante, también forma bromaninas que al contrario de las cloraminas desinfectan. El bromo activo, como desinfectante, es muy estable a las variaciones de pH.

Buffer: sustancia que estabiliza el pH de las soluciones.

Calibración: determinación, comprobación o rectificación de la graduación de cualquier elemento que se utilice para mediciones cuantitativas.

Cloración: aplicación de cloro o compuestos de cloro al agua generalmente con fines de desinfección, pero también para oxidación orgánica o control de olores.

Cloramina (Cloro combinado): sustancia que se forma cuando se combina el ácido hipocloroso con compuestos nitrogenados.

Cloro libre: corresponde al cloro activo disponible después de haberse completado totalmente la desinfección. Esta forma de cloro, que posee el mayor poder desinfectante y oxidante, corresponde fundamentalmente a la presencia de ácido hipocloroso y al anión hipoclorito.

Cloro total: suma de cloro libre y cloro combinado.

Colorímetro: instrumento que mide la cantidad de luz de una determinada longitud de onda que es absorbida por una solución.

Conductividad: capacidad de una sustancia de conducir la corriente eléctrica y es inversa de la resistencia eléctrica.

Conductivímetro: es el instrumento válido para medir la conductividad eléctrica. La lectura puede ser amperométrica o potenciométrica.

Desinfección: destrucción por medio de un agente desinfectante, como puede ser el cloro, de las bacterias patógenas y fecales y de virus transmitidos por el agua que se encuentra en los suministros de agua potable y efluente de una estación depuradora de aguas residuales.

Desinfectante: agente químico que destruye microorganismos, no así esporas bacterianas.

Dureza: característica del agua impartida principalmente por sales de calcio y magnesio, tal como bicarbonatos, carbonatos, sulfatos, cloruros y nitratos. Se expresa en mg/L o en grados franceses, alemanes.

Índice de Langelier: medida del grado de saturación del carbonato de calcio en el agua, el cual se basa en el pH, alcalinidad y dureza. Si el índice es positivo es un agua incrustante, si es negativo un agua corrosiva.

Índice de Ryznar: Similar al de Langelier y basado en los mismos parámetros. Si el índice de Ryznar tiene un valor de 6.0 o menor, el agua tiene tendencia incrustante, con un índice de 7.0 la incrustación no ocurre. Cuando el valor aumenta a valores superiores de 7.5 a 8.5 se incrementa el problema de la corrosión.

Glosario de Términos

Intercambio iónico: proceso químico en el cual se intercambian iones de dos moléculas diferentes.

Ion: átomo o molécula que ha perdido o ganado uno o más electrones, la partícula se carga eléctricamente.

Método DPD: método analítico para determinar el cloro libre que utiliza el reactivo DPD (n-n dietil-p-fenilendiamina). Es el ensayo más común y es reconocido oficialmente para la detección del cloro libre. La DPD causa la oxidación del cloro, se produce un cambio de color a magenta (rojo). La intensidad del color es directamente proporcional a la concentración de cloro.

Mg/l: miligramos por litro, son las unidades de concentración, es igual que ppm.

Nefelómetro: instrumento utilizado para comparar la turbiedad de soluciones que hace pasar un rayo de luz a través de un tubo transparente y mide la relación entre la intensidad de la luz dispersa y la luz incidente, en un ángulo de 90°.

Neutralización: adición de un ácido o una base para obtener un pH próximo a 7.

Ozono: oxidante muy energético, con poder oxidante y desinfectante mayor que el cloro. Para la medida y la desinfección con ozono se requiere inversiones elevadas.

Oxidación: reacción química en la cual el número de oxidación (valencia) de un elemento aumenta debido a la pérdida de uno o más electrones por parte de dicho elemento. La oxidación de un elemento va acompañada por la reducción simultánea del otro elemento.

pH: medición de la concentración de iones hidrógeno o protones (H+) en una solución, expresada como el menos logaritmo decimal de la concentración de iones hidrógeno expresado en gr/mol/L. La escala de pH va de 0 a 14, los valores menores indican acidez y los mayores alcalinidad. El valor de 7°C a 25°C indica la neutralidad.

Potencial REDOX (ORP): Potencial requerido para transferir electrones del oxidante al agente reductor. En el proceso de la oxidación, los electrones se transfieren de la sustancia que se oxidará al oxidante. Simultáneamente, al oxidarse una sustancia, se reduce otra. Los oxidantes son donantes de electrones, y los reductores son aceptadores de electrones. Normalmente los oxidantes son cáusticos y los reductores ácidos. La medida del potencial redox depende del pH.

Reducción: adición de electrones a una sustancia química con el objeto de disminuir su valencia.

Sólidos disueltos totales (TDS): suma de todos los sólidos disueltos volátiles o no volátiles en el agua o en una solución.

Sólidos en suspensión: sólidos insolubles que flotan en la superficie o están en suspensión en el agua o en otros líquidos.

Turbidez: grado de opacidad producido en el agua por la presencia de partículas en suspensión. Se mide en NTU o FTU.

Turbidímetro: instrumento para medir la turbidez que utiliza como referencia una solución estándar.

Turbiedad: condiciones del agua causada por la presencia de materia en suspensión que produce la suspensión que produce la dispersión y absorción de luz.