

# Guía para el manejo y control de la calidad del agua en piscinas de uso público

A guide to water quality management and control in public swimming pools

JAIRO ALBERTO ROMERO ROJAS<sup>1</sup>, YULY ANDREA SÁNCHEZ LONDOÑO<sup>2</sup>

1. Ingeniero civil, MEEE. Profesor titular de la Escuela Colombiana de Ingeniería. [jairo.romero@escuelaing.edu.co](mailto:jairo.romero@escuelaing.edu.co).

2. Ingeniera civil, especialista en Saneamiento Ambiental y magíster en Ingeniería Civil de la Escuela Colombiana de Ingeniería. [yuly.sanchez@escuelaing.edu.co](mailto:yuly.sanchez@escuelaing.edu.co).

Recibido: 06/01/2011 Aceptado: 08/02/2011

Disponible en <http://www.escuelaing.edu.co/revista.htm>

## Resumen

En este artículo se presentan los resultados principales del estudio realizado con el objeto de obtener información sobre la manera como se efectúan la operación y el mantenimiento de piscinas de uso público para establecer las pautas que deben seguirse para dicho fin, de acuerdo con la legislación vigente, y elaborar así una guía para el manejo y control de la calidad del agua en piscinas de uso público, dirigida a todos los responsables de la operación sanitaria de piscinas (1).

**Palabras claves:** normatividad en piscinas en Colombia, calidad del agua en piscinas, contaminación del agua en piscinas.

## Abstract

This article summarizes the main findings in the study on the operation and maintenance of swimming pools, for establishing the requirements which must be satisfied for such purpose according to the current standards, and elaborating a guide to water quality management and control in public swimming pools to help people in charge of the sanitary operation of swimming pools.

**Keywords:** regulation of swimming pools in Colombia, water quality in swimming pools, water pollution in swimming pools.

## INTRODUCCIÓN

Las piscinas requieren operación y mantenimiento permanentes, así como control de la calidad del agua, para asegurar la salud de los usuarios y la estética del líquido. La calidad sanitaria del agua es requisito indispensable para prevenir el contagio de enfermedades transmisibles por exposición al agua, como otitis, dermatitis, conjuntivitis, gastroenteritis, hongos en la piel y amibiasis<sup>(4)</sup>.

Existen aspectos económicos, sociales, ambientales y técnicos de incidencia sobre la calidad del agua de las piscinas, que pueden afectar la salud del bañista y constituyen factores de control en la operación y el mantenimiento apropiados de una piscina. Entre dichos factores se pueden mencionar los siguientes:

- Costos elevados de operación y tratamiento del agua que limitan el mantenimiento y la condición óptima de las piscinas.
- Falta de conocimiento de los bañistas sobre las condiciones sanitarias de uso de las piscinas.
- Ingreso a la piscina con heridas cutáneas y escoriaciones de la mucosa.
- Abstención de aseo en la ducha antes de ingresar a la piscina.
- Orinarse dentro de la piscina.
- Ingreso de bebés y de animales a la piscina.
- Carencia de una autoridad competente y suficiente que controle y vigile la calidad del agua en piscinas públicas.
- Fallas en el diseño y la construcción de las piscinas.
- Dosificación deficiente de químicos.
- Mantenimiento inadecuado de las instalaciones de la piscina.
- Ausencia de supervisión del almacenamiento, calidad y vigencia de químicos.
- Carencia de personal especializado en el mantenimiento y operación de las piscinas.
- Inexistencia de equipos e implementos de tratamiento del agua.
- Desconocimiento de las normas que regulan la calidad del agua en las piscinas.

En Colombia, las piscinas deben satisfacer las normas de calidad del agua de la Resolución 1618 del 7 de mayo de 2010<sup>(8)</sup>, expedida por el Ministerio de la Protección Social, por la cual se reglamenta parcialmente

el Decreto 2171 de 2009<sup>(10)</sup>, el cual tiene por objeto establecer las características físicas, químicas y microbiológicas que debe cumplir el agua contenida en estanques de piscinas y estructuras similares de recirculación, la frecuencia del control y la vigilancia de la calidad del agua que deben realizar el responsable y la autoridad sanitaria, así como el instrumento básico de la calidad de ésta. Adicionalmente, ciudades como Cali, Medellín y Bogotá tienen normas específicas (tabla 1<sup>(2, 8, 11, 12)</sup>).

## METODOLOGÍA

Se analizaron 30 muestras de 10 piscinas de uso público, climatizadas y al aire libre en Cundinamarca: una en Cajicá (piscina 1), tres en Bogotá (piscinas 2, 3 y 4) y seis en Pacho (piscinas 5, 6, 7, 8, 9 y 10), con un intervalo de muestreo por piscina de quince días durante un periodo de mes y medio, entre junio y julio de 2010, meses de temporada alta de bañistas por ser de vacaciones estudiantiles.

Con base en los análisis de pH, temperatura, transparencia, color, material flotante, olor, turbiedad, conductividad, AUV<sub>254</sub><sup>7</sup>, alcalinidad, dureza, cloruros, cloro residual, índice de saturación de Langelier, coliformes totales, coliformes fecales, heterótrofos (aerobios totales) y *Pseudomonas aeruginosa*, se evalúa el cumplimiento de las normas de calidad del agua de las piscinas. Paralelamente con la toma de muestras se realizan encuestas a operarios y bañistas para hacer un diagnóstico físico, técnico, de manejo y de utilización de las piscinas, para evaluar el conocimiento y entrenamiento que los operarios tienen de las piscinas que operan, de las normas de control sanitario, del tratamiento efectuado, y de la cultura de los bañistas en el uso de la piscina.

*In situ* se midieron los parámetros físicos descritos en la tabla 2 y en laboratorio los descritos en la tabla 3. Los ensayos microbiológicos se realizaron de acuerdo con las técnicas indicadas en la tabla 4.

**Tabla 1**  
Normas colombianas de calidad del agua en piscinas

TIPO	PARÁMETROS	COLOMBIA			
		Secretaría de Salud Pública Municipal de Cali, Colombia, Resolución 4212.31.0041 del 2 de marzo de 2006, por medio de la cual se establecen las normas y disposiciones sanitarias para la vigilancia y control de aguas y establecimientos de uso recreativo (19)	Secretaría Distrital de Salud de Bogotá Colombia, Resolución 2191 de octubre 4 de 1991, por la cual se reglamenta la vigilancia y el control de piscinas (18)	Ministerio de Protección Social de Colombia, Resolución 1618 del 7 de mayo de 2010, por la cual se reglamenta parcialmente el Decreto 2171 de 2009 (13)	Alcaldía de Medellín Colombia - Secretaría de Salud, Decreto 1589 del 18 de septiembre de 2007, por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 00398 del 6 de marzo de 2007 que reglamentó la vigilancia y el control de las piscinas de uso público y de uso restringido y creó el programa de vigilancia y control de piscinas (2)
		SANTIAGO DE CALI	BOGOTÁ, D.C	COLOMBIA	MEDELLÍN
QUÍMICOS	Cloro residual libre	0,5 mg/L - 1,5 mg/L por el método del DPD	0,6 mg/L - 1,0 mg/L	1 - 3 mg/L Cl <sub>2</sub>	0,3 mg/L - 2,0 mg/L
	Cloro total	1,0 mg/L y 2,0 mg/L, siempre y cuando el cloro residual libre sea del 80%			
	Cloro combinado			< 0,3 mg/L Cl <sub>2</sub>	
	Cloraminas				
	Bromo libre			1 - 2 mg/L Br <sub>2</sub>	
	Bromo total			2 - 2,5 mg/L Br <sub>2</sub>	
	Bromo	1,0 - 3,0 mg/L y ser valorado IN SITU.			
	Cobre	< 1,0 mg/L		< 1,0 mg/L	1,0 mg/L
	Cadmio				0,003 mg/L
	Calcio				60 mg/L
	Ag	< 0,1 mg/L		< 0,1 mg/L	
	Fe	0,3 mg/L		< 0,3 mg/L	0,3 mg/L
	Ácido isocianúrico (H <sub>3</sub> C <sub>3</sub> N <sub>3</sub> O <sub>3</sub> )	<= 100 mg/L		< 100 mg/L	
	Ácido clorúrico	< 100 mg/L CN-		< 100 mg/L C3H3N3O3	
	Aluminio	0,5 mg/L		< 0,2 mg/L	0,2 mg/L
	Alcalinidad total	30 - 150 mg/L CaCO <sub>3</sub>	50 - 100 mg/L CaCO <sub>3</sub>	< 140 mg/L CaCO <sub>3</sub>	50 - 200 mg/L CaCO <sub>3</sub>
	Cloruros	< 500 mg/L Na Cl	300 mg/L Cl <sup>-</sup>		250 mg/L Cl <sup>-</sup>
	Tensoactivos / Algicidas bactericidas	0,5 mg/L SAAM			
	Dureza total	< 200 mg/L CaCO <sub>3</sub>		< 400 mg/L CaCO <sub>3</sub>	30 - 300 CaCO <sub>3</sub>
	Nitratos				10 mg/L
	Nitritos				0,1 mg/L
	Sulfatos				250 mg/L
	Amonio			< 1,5 mg/L NH <sub>4</sub>	
Arsénico				0,01 mg/L	
Cianuros				0,05 mg/L	
COT				5 mg/L	
Bario				0,7 mg/L	
Hg				0,001 mg/L	
ISL			-0,5 a +0,5	0,001 mg/L	

TIPO	PARÁMETROS	COLOMBIA				
		Secretaría de Salud Pública Municipal de Cali, Colombia, Resolución 4212.31.0041 del 2 de marzo de 2006, por medio de la cual se establecen las normas y disposiciones sanitarias para la vigilancia y control de aguas y establecimientos de uso recreativo (19)	Secretaría Distrital de Salud de Bogotá Colombia, Resolución 2191 de octubre 4 de 1991, por la cual se reglamenta la vigilancia y el control de piscinas (18)	Ministerio de Protección Social de Colombia, Resolución 1618 del 7 de mayo de 2010, por la cual se reglamenta parcialmente el Decreto 2171 de 2009 (13)	Alcaldía de Medellín Colombia - Secretaría de Salud, Decreto 1589 del 18 de septiembre de 2007, por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 00398 del 6 de marzo de 2007 que reglamentó la vigilancia y el control de las piscinas de uso público y de uso restringido y creó el programa de vigilancia y control de piscinas (2)	
		SANTIAGO DE CALI	BOGOTÁ, D.C	COLOMBIA	MEDELLÍN	
QUÍMICOS	Plomo				0,01 mg/L	
	Selenio				0,01 mg/L	
	Magnesio				36 mg/L	
	Manganeso				0,1 mg/L	
	Molibdeno				0,07 mg/L	
	Niquel				0,2 mg/L	
	Zn				3 mg/L	
	Fluoruros				1 mg/L	
	Trihalometanos totales				0,2 mg/L	
	Hidrocarburos aromáticos Policíclicos				0,01 mg/L	
	Cr+6				0,05 mg/L	
	Fosfato				0,5 mg/L	
	FÍSICOS	POR			min 700 mV	
		pH	7,0 - 7,6	7,0 - 7,8	7,0 - 8,0	7,2 - 8,0
Turbiedad		2 UNT	10 UNT	2,0	2 UNF	
Conductividad				Hasta 2400 $\mu$ S/cm		
Color		15 UPC		Aceptable	15 UPC	
Olor y sabor		No molestos		Aceptable	Aceptable	
Sólidos disueltos		1500 mg/L				
Sustancias flotantes		Ausentes	Ausentes	Ausente		
Grasas y aceites		10 mg/L	Ausencia			
Transparencia				Fondo visible		
MICROBIOLÓGICOS	<i>Escherichia coli</i>		0 UFC / 100 cm <sup>3</sup>	0 UFC / 100 cm <sup>3</sup>	0 UFC / 100 cm <sup>3</sup>	
	Coliformes totales	0 UFC / 100 mL	<1 UFC / 100 cm <sup>3</sup>		0 UFC / 100 cm <sup>3</sup>	
	Coliformes fecales	0 UFC / 100 mL	<1 UFC / 100 cm <sup>3</sup>	0 UFC / 100 cm <sup>3</sup>		
	<i>Pseudomona aeruginosa</i>	0 UFC / 100 mL		0 UFC / 100 cm <sup>3</sup>		
	Estreptococos fecales	0 UFC / 100 mL				
	Heterotrófos (mesófilos aerobios)	200 UFC / 100 mL		<200 UFC / cm <sup>3</sup>	100 UFC / 100 cm <sup>3</sup>	
	<i>Giardia</i>			0 Quistes/1000 cm <sup>3</sup>	0 Quistes	
<i>Cryptosporidium parvum</i>			0 Quistes/1000 cm <sup>3</sup>	0 Quistes		

**Tabla 2**  
Parámetros físicos medidos *in situ*

Parámetro	Unidad	Equipo	Método de análisis
Temperatura	°C	Termómetro de mercurio y digital	SM. 2550 B <sup>(3)</sup>
pH	Unidades de pH	Kit colorimétrico	Visual
Transparencia	Aceptable	-	Visual
Color	Aceptable	-	Visual
Material flotante	Ausente	-	Visual
Olor	Aceptable	-	Olfativo

**Tabla 3**  
Parámetros físico - químicos medidos en laboratorio

Parámetro	Unidad	Equipo	Método de análisis	Standard Methods <sup>(3)</sup>
pH	-	Medidor de pH	Electrométrico	4500-H <sup>+</sup> B
Turbiedad	UNT	Turbidímetro	Nefelométrico	2130 B
Conductividad	S/cm	Conductímetro	Conductimétrico	2520 B
AUV	cm-1	Espectrofotómetro	AUV <sub>254</sub>	5910 B
Alcalinidad total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	Titulación	Titulación	2320 B
Dureza	mg/L CaCO <sub>3</sub>	Titulación	EDTA	2340 C
Cloruros	mg/L Cl <sup>-</sup>	Titulación	Argentométrico	4500-Cl <sup>-</sup> B
Cloro residual	(mg/L-Cl <sub>2</sub> )	Titulación	DPD	4500-Cl F
Índice de saturación de Langelier (ISL)	-	-	Cálculo	-

**Tabla 4**  
Métodos de ensayo microbiológico

Parámetro	Unidad	Método	Medio de cultivo	Periodo de incubación	Color de colonias
Coliformes totales	UFC/100 mL	Filtración por membrana	m - ColiBlue24	24 ± 4 horas a 35 °C ± 5 °C	Rojo
Coliformes fecales ( <i>Escherichia coli</i> )	UFC/100 mL		m - ColiBlue24	24 ± 4 horas a 35 °C ± 5 °C	Azul
Heterótrofos aerobios totales	UFC/100 mL		TGE	24 - 48 horas a 35 °C	Beige
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	UFC/mL		<i>Pseudomonas selective</i>	36 ± 2 °C durante 44 ± 4 h	Azul-Verde

## RESULTADOS<sup>(17)</sup>

### Ensayos físico-químicos

En las piscinas muestreadas los operarios realizan por lo menos una vez al día una inspección visual del color del agua, cumpliendo con la frecuencia mínima establecida en la Resolución 1618 de 2010<sup>(8)</sup>. En nueve de las diez piscinas se controla material flotante por lo menos una vez al día, cumpliendo con la frecuencia mínima establecida en la resolución nacional. Con respecto a transparencia y olor, los operarios cumplen con lo exigido en la norma.

El 80% del total de las 30 muestras analizadas cumple con la norma incluida en la Resolución 1618 de 2010<sup>(8)</sup> para color del agua, un 73% satisface el criterio para transparencia, 100% el olor y un 97% el requisito para material flotante.

El pH se mide como mínimo una vez al día. La Resolución 1618 de 2010 establece una frecuencia mínima de una vez a la semana, la cual es indudablemente deficiente si se tiene en cuenta el efecto del pH sobre la eficiencia de la cloración<sup>(9)</sup>. En la figura 1 se muestra la probabilidad de ocurrencia de los valores de pH ajustados a una distribución normal, con un valor promedio de 7,4 y una desviación estándar de 0,5. Con una frecuencia del 20% los valores observados son inferiores a 7,0 y con una frecuencia del 10% estos valores son superiores a 8,0. Sólo un 70% de las muestras cumple con la norma para pH, pH entre 7 y 8.

Los operarios de piscinas climatizadas (piscinas 1, 2, 3, 4) miden la temperatura dos y tres veces al día; en las piscinas al aire libre (piscinas 5, 6, 7, 8, 9, 10) no se mide dicho parámetro. La temperatura debe medirse mínimo una vez a la semana para calcular el índice de Langelier. En los muestreos realizados se observó que la temperatura para las piscinas climatizadas varía entre 28 y 33 °C, y en las piscinas al aire libre oscila entre 20 y 23 °C.

Ningún operario conoce el límite para el potencial de oxidación-reducción (POR), ni la metodología de medida.

En las piscinas 5, 6, 7, 8, 9 y 10 no se determina ni se conocen los límites para conductividad. Solamente dos de los muestreos sobrepasan el límite de conductividad de 2400 µS/cm, el cual se cumple con una probabilidad del 98%.

El límite requerido en la norma para turbiedad sólo se conoce en dos de las piscinas muestreadas. Solamente dos de los muestreos superan el límite establecido de 2 UNT, el cual se cumple con una probabilidad del 95%.

El valor de AUV, con un 95% de probabilidad, es menor de 0,44/cm, valor que se puede considerar indicador de una concentración de COT del orden de 22 mg/L - C<sup>(9)</sup>.

En todas las piscinas se mide residual de cloro libre todos los días. En la figura 2 se muestran los resultados de cloro libre. Se observa que no se cumple permanentemente el rango exigido de cloro libre de 1,0 a 3,0

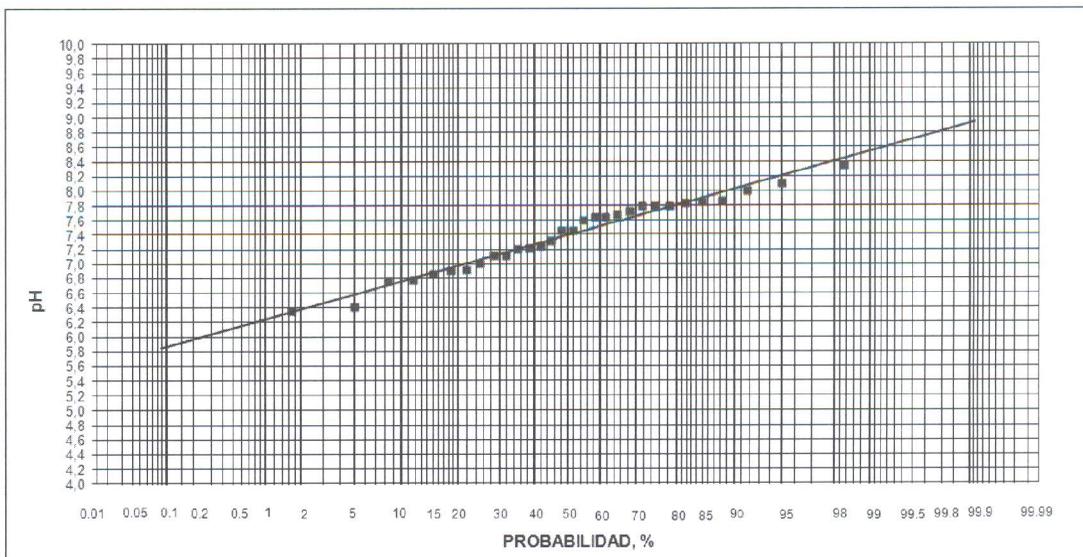


Figura 1. Probabilidad de ocurrencia de pH.

mg/L. El límite establecido se cumple con una probabilidad del 54%.

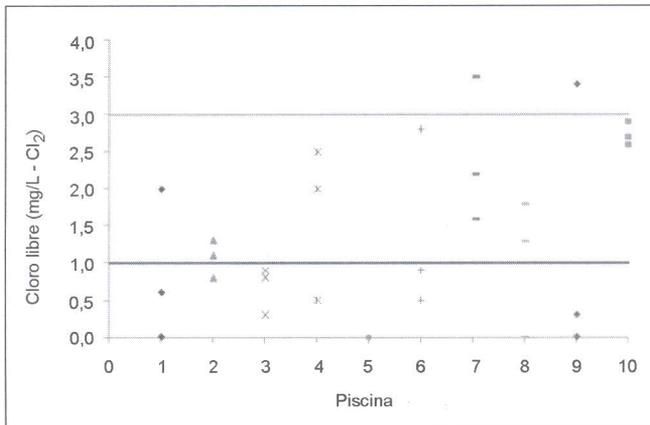


Figura 2. Resultados de cloro libre.

El control del residual de cloro total no se exige en la normativa nacional, pero algunas piscinas, como la 1, la 2 y la 3, lo miden. El valor de cloro total es necesario para calcular el residual de cloro combinado. Se observa que la mayoría de las piscinas no cumplen el límite de 0,3 mg/L-Cl<sub>2</sub> para cloro combinado.

Solamente en una piscina (piscina 3) se determina alcalinidad y dureza con la frecuencia exigida por la resolución nacional. Dos de los muestreos no cumplen con el límite de alcalinidad, de 140 mg/L - CaCO<sub>3</sub>, el cual se cumple, por tanto, con un 92% de probabilidad.

Las piscinas 1, 2, 3 y 4 no cumplen el límite exigido de dureza de 400 mg/L - CaCO<sub>3</sub>, debido, probablemente, al uso en estas piscinas de hipoclorito de calcio como desinfectante.

La normativa nacional no exige control ni límite para cloruros, pero Medellín, Bogotá y Cali sí los exigen: Cali < 500 mg/L - NaCl; Bogotá < 300 mg/L - Cl, y Medellín < 250 mg/L - Cl. La mayoría de los valores observados son inferiores a 400 mg/L-Cl, excepto la piscina 3, en que los cloruros fueron del orden de los 800 mg/L- Cl. En la totalidad de las piscinas se observan valores de cloruros inferiores a 1000 mg/L - Cl, valor que se puede considerar aceptable<sup>(9)</sup>.

Con el fin de conocer las características corrosivas o incrustantes del agua de una piscina, se calcula el índice de saturación de Langelier (ISL), cuyo valor debe estar entre -0,5 y +0,5. Los cálculos de ISL indican

que la piscina 3 contiene agua con tendencia incrustante, con un ISL > 0,5; y las piscinas 4, 5, 7 y 9 presentan agua con tendencias corrosivas, con un ISL < -0,5. Las piscinas 1, 2, 6, 8 y 10 presentan agua estable, con un ISL entre +0,5 y -0,5.

### Análisis microbiológicos

En la mayoría de las piscinas no se realizan los muestreos con la frecuencia requerida, ni se tiene conocimiento de los límites exigidos por la Resolución 1618 de 2010<sup>(8)</sup>.

- **Coliformes totales.** El 43% de las muestras analizadas indica resultados positivos de coliformes totales, 1 - 270 UFC/100 mL. Las piscinas 7 y 10 no presentan coliformes totales. Aunque la Resolución 1618 de 2010 no incluye límite para coliformes totales, es recomendable que el resultado sea siempre de 0 UFC/100 mL.
- **Coliformes fecales.** El 3% de las muestras analizadas, una de las 30, muestra resultado positivo de coliformes fecales, 4 UFC/100 mL; por tanto, el 97% del tiempo se cumple con el estándar requerido de 0 UFC/100 mL.
- ***Pseudomona aeruginosa.*** Solamente una de las 30 muestras analizadas da resultado positivo, 3 UFC/100 mL, de *Pseudomona aeruginosa*; por tanto, el 97% del tiempo se cumple con el estándar requerido de 0 UFC/100 mL.
- **Mesófilos aerobios.** Todas las muestras analizadas satisfacen el límite requerido de 0 UFC/100 mL.
- **Correlación entre cloro libre y parámetros microbiológicos.** La correlación entre cloro libre contra coliformes totales, coliformes fecales y *Pseudomona aeruginosa*, para las muestras que no satisfacen la calidad microbiológica de 0 UFC/100 mL para cada uno de los tres parámetros, se presenta más adelante (tabla 5 y figura 3). Se observa que para mantener un objetivo de calidad microbiológica de 0 UFC/100 mL de coliformes totales es recomendable un residual de cloro libre mayor de 1,5 mg/L - Cl<sub>2</sub>. Además, la muestra con resultados de coliformes fecales y *Pseudomona aeruginosa* inaceptables corresponde a un residual de cloro libre igual a 0,0 mg/L - Cl<sub>2</sub>.

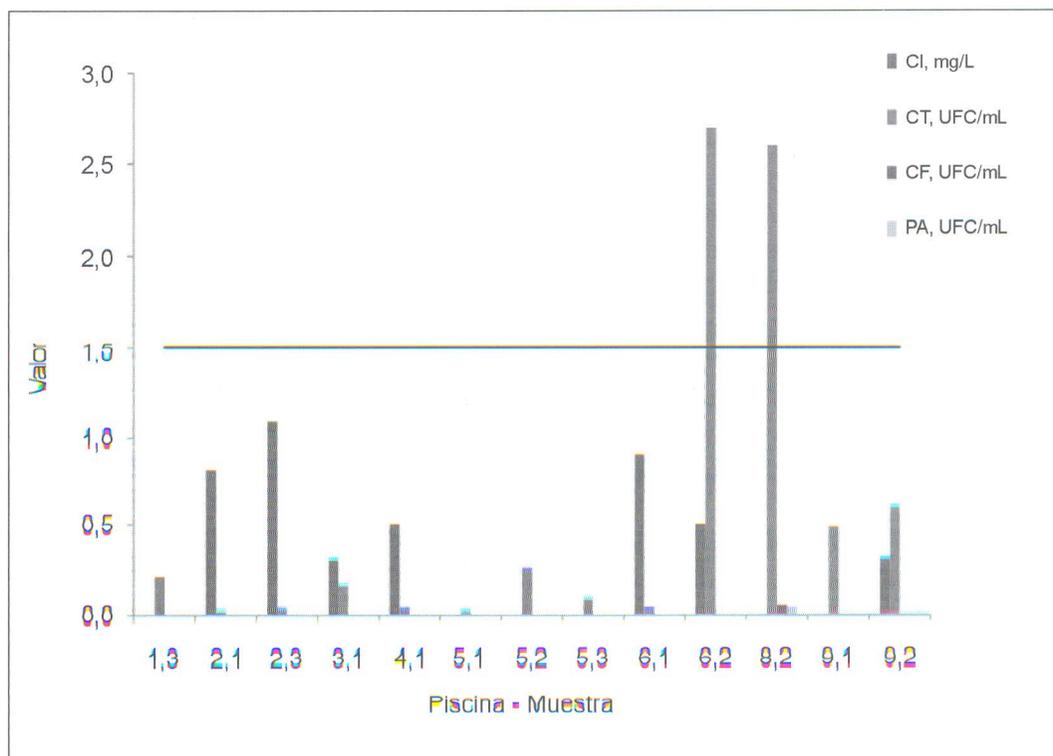
**Tabla 5**  
Correlación entre CL, CT, CF y PA para muestras que no satisfacen la norma

Piscina	1	2	3	4	5	6	8	9					
Muestra	3	1	3	1	1	1	2	3	1	2	2	1	2
Cloro libre (CL), mg/L	0,0	0,8	1,1	0,3	0,5	0,0	0,0	0,0	0,9	0,5	0,0	0,0	0,3
Coliformes totales (CT), UFC/100 mL	2	1	3	16	3	1	24	8	2	270	260	48	60
Coliformes fecales (CF), UFC/100 mL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
<i>Pseudomona aeruginosa</i> (PA), UFC/mL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0

### Requisitos sanitarios para bañistas

De acuerdo con la norma nacional e internacional para utilizar piscinas de uso público, los bañistas deben cumplir con los siguientes requerimientos:

- Vestir traje de baño adecuado y apropiado<sup>(12)</sup>.
- Utilizar calzado específico para piscinas, como sandalias o chanquetas<sup>(5)</sup>.
- Usar gorro de baño<sup>(5,6)</sup>.
- Ducharse antes de ingresar a la piscina para eliminar gérmenes y partículas (cremas, pelos, etc.)<sup>(2,5,6,11,12)</sup>.
- Usar lavapiés al ingresar a la piscina<sup>(12)</sup>.
- No ingresar alimentos, ni beber o fumar en el área de piscina<sup>(2,5,6,12)</sup>.
- No meterse a la piscina con heridas, laceraciones o infecciones de la piel<sup>(2,11,12)</sup>.
- No entrar con animales o mascotas<sup>(5,6,12)</sup>.
- No ingresar a la zona de baño con ropa o calzado de calle<sup>(5,11)</sup>.
- No arrojar desperdicios o basuras en la piscina<sup>(5)</sup>.
- Tener en cuenta que el público, espectadores, visitantes o acompañantes sólo podrán entrar a las zonas que les sean destinadas, utilizando accesos específicos<sup>(5,7)</sup>.



**Figura 3.** Correlación entre CL, CT, CF y PA para muestras que no satisfacen la norma.

- No acceder a la zona de baño si se padecen enfermedades contagiosas de transmisión hídrica o dérmica<sup>(5,6)</sup>.
- No sobrepasar el aforo de usuarios máximo<sup>(6)</sup>.

En la *Guía para el manejo y control de la calidad del agua en piscinas de uso público*, publicada por la Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería<sup>(14)</sup>, se indican los requerimientos básicos para la operación y el mantenimiento de las piscinas, de acuerdo con la normatividad vigente y para satisfacer el propósito fundamental de asegurar la salud de los bañistas y la calidad estética de la piscina.

## CONCLUSIONES

- En todas las piscinas evaluadas se satisface la frecuencia mínima establecida en la Resolución 1618 de 2010 para control de pH, temperatura, color, material flotante, transparencia y olor.
- La mayoría de los operarios no conocen la norma que establece los límites de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos para control de piscinas.
- Las piscinas no cuentan con los elementos necesarios para realizar los ensayos *in situ* de alcalinidad, dureza, turbiedad y potencial de oxidación - reducción (POR).
- La norma para pH (7,0 a 8,0) se cumple con una probabilidad del 70%.
- La temperatura en las piscinas climatizadas oscila entre 28 y 33 °C; en las piscinas al aire libre varía entre 20 y 23 °C.
- Los valores de conductividad observados cumplen con el límite exigido en la Resolución 1618 de 2010 de 2400  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , con un 98% de probabilidad.
- Las piscinas analizadas cumplen con el límite establecido de turbiedad de 2 UNT, con una probabilidad del 95%.
- El valor de AUV, con un 95% de probabilidad, es menor de  $0,44 \text{ cm}^{-1}$ , valor que se puede considerar indicador de una concentración de COT del orden de 22 mg/L - C.
- El límite establecido de 140 mg/L para alcalinidad se cumple con un 92% de probabilidad.
- El límite establecido de 1 a 3 mg/L-Cl<sub>2</sub> para cloro libre se cumple solamente con una probabilidad del 54%.
- El límite establecido de 0,3 mg/L-Cl<sub>2</sub> de cloro combinado se excede con una probabilidad del 80%, lo que indica que la mayoría de las piscinas no cumplen con el valor exigido.
- El límite establecido para dureza, 400 mg/L - CaCO<sub>3</sub>, se sobrepasa con una probabilidad del 30%.
- En la totalidad de las piscinas se observan valores de cloruros inferiores a 1000 mg/L-Cl, valor que se puede considerar aceptable para la mayor parte de los casos<sup>(9)</sup>.
- Una de las piscinas analizadas presenta agua con tendencia incrustante con un ISL > 0,5; otras cuatro poseen agua con tendencias corrosivas con un ISL < -0,5 y las cinco restantes contienen agua estable con un ISL entre +0,5 y -0,5.
- Solamente una de las 30 muestras analizadas mostró un resultado positivo de coliformes fecales de 4 UFC/100 mL.
- Apenas una de las 30 muestras analizadas dio un resultado positivo de *Pseudomonas aeruginosa* de 3 UFC/100 mL, organismo patógeno causante de otitis.
- Todos los conteos realizados de mesófilos aerobios satisfacen el límite establecido por la Resolución 1618 de 2010 de menos de 200 UFC/mL.
- La muestra con resultados inaceptables de coliformes fecales y *Pseudomonas aeruginosa* corresponde a una piscina con residual de cloro libre igual a 0,0 mg/L - Cl<sub>2</sub>.
- Se observa que para obtener un objetivo de calidad microbiológica de 0 UFC/100mL de coliformes totales es necesario mantener un residual de cloro libre mayor de 1,5 mg/L - Cl<sub>2</sub>.
- El 60% de las piscinas no tiene libro de registro sanitario.
- Las diez piscinas evaluadas cuentan con ducha de preinmersión, sumidero en el fondo de la piscina, salida para distribución y llenado con agua filtrada, conexión para la toma de agua para la limpieza de fondo, accesorios para la limpieza y barrido de fondo, equipo de filtrado y depuración del agua, desnatador y escaleras para el ingreso a la piscina.
- El 50% de las piscinas no cuenta con lavapiés.

## REFERENCIAS

- (1) Sánchez Londoño, Yuly (2011, febrero). Tesis de grado "Guía para el manejo y control de la calidad del agua en piscinas de uso público". Escuela Colombiana de Ingeniería.
- (2) Alcaldía de Medellín (2007). Secretaría de Salud, Decreto 1589 del 18 de septiembre de 2007, por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 00398 del 6 de marzo de 2007, que reglamentó la vigilancia y el control de las piscinas de uso público y de uso restringido, y creó el programa de vigilancia y control de piscinas.
- (3) APHA, AWWA, WEF (2005). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 21st edition. Washington, DC.: American Public Health Association.
- (4) Bayona Moncada, Hernando (2004). *Operación y manejo de piscinas*. Bogotá: Lemoine Editores.
- (5) Consejo de Salud y Servicios Sanitarios de España (2003). Decreto 26 del 3 de abril de 2003, por el que se aprueba el reglamento técnico sanitario de piscinas de uso colectivo, Comunidad Autónoma de Asturias, 2003. Disponible en internet: <http://www.atagua.es/documentacion.pdf>.
- (6) Consejo de Sanidad de España (2008). Decreto 72 del 24 de julio de 2008, por el que se aprueba el reglamento sanitario de piscinas de uso colectivo. Comunidad Autónoma de Cantabria, 2008. Disponible en internet: <http://www.msc.es/profesionales/saludPublica/saludAmbLaboral/calidadAguas/piscinas/pdf/CantabriaDecretoPisc2009.pdf>.
- (7) Consejería de Sanidad y Servicios Sociales de España (1998). Decreto 80 del 14 de mayo de 1998, por el cual se regulan las condiciones higiénico sanitarias de piscinas de uso colectivo, Comunidad de Madrid, 1998. Disponible en internet: [http://www.enformate.org/imagenes/cursos/Piscinas-de-la-Comunidad-e-Madrid-D-80-1998\\_71.pdf](http://www.enformate.org/imagenes/cursos/Piscinas-de-la-Comunidad-e-Madrid-D-80-1998_71.pdf).
- (8) Ministerio de Protección Social de Colombia (2010). Resolución 1618 del 7 de mayo de 2010, por la cual se reglamenta parcialmente el Decreto 2171 de 2009. Bogotá.
- (9) Romero Rojas, Jairo Alberto (2002). *Calidad del agua*, 2.ª ed. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- (10) Ministerio de la Protección Social de Colombia (2009). Decreto 2171 del 10 de junio de 2009, por medio del cual se señalan medidas aplicables a las piscinas y estructuras similares de uso colectivo y de propiedad privada uninhabitacional y se dictan otras disposiciones. Bogotá.
- (11) Secretaría Distrital de Salud de Bogotá (1991). Resolución 2191 del 4 de octubre de 1991, por la cual se reglamenta la vigilancia y el control de piscinas. Bogotá.
- (12) Secretaría de Salud Pública Municipal de Cali (2006). Resolución 4212.31.0041 del 2 de marzo de 2006, por medio de la cual se establecen las normas y disposiciones sanitarias para la vigilancia y control de aguas y establecimientos de uso recreativo. Municipio de Santiago de Cali.
- (13) *Water Science & Technology* (2009). Vol. 60, N.º 12. IWA Publishing, ISSN 0273 - 1223, p. 3101.
- (14) Sánchez Londoño, Yuly (2011). *Guía para el manejo y control de la calidad del agua en piscinas de uso público*. Bogotá: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.