

# COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LOS PARÁMETROS DEL AGUA DE LA PISCINA DE LA ESCUELA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR DE GUANAJUATO

López Pérez, José Francisco (1), Rubio Campos, Beatriz Eugenia (2), Lugo Martínez, Jesús Raúl (3)

1 [Bachillerato General, Universidad de Guanajuato] | [jf.lopez.perez@ugto.mx]

2 [Escuela de Nivel Medio Superior de Guanajuato, Colegio de Nivel Medio Superior, Universidad de Guanajuato] | [be.rubiocampos@ugto.mx]

3 [Colegio de Nivel Medio Superior, Universidad de Guanajuato] | [lugom@ugto.mx]

## Resumen

En esta investigación se presentan los resultados de los parámetros analizados del agua de la piscina de la Escuela de Nivel Medio Superior de Guanajuato en función del tiempo. Los parámetros analizados fueron: pH, color, turbiedad, alcalinidad, durezas, sólidos, cloro, SAAM, nitratos, nitritos, sulfatos, fluoruros, hierro, nitrógeno amoniacal, coliformes fecales y coliformes totales, entre otros. Algunos de los aparatos utilizados en el proyecto fue el Espectrofotómetro UV-visible, el pHmetro, conductímetro, incubadora. Los resultados en el primer muestreo se encontraron menor que la norma, la concentración de cloro osciló entre 0.07 y 0.12 mg/L. Se detectó la presencia de enterobacterias perjudiciales para el organismo y una elevada concentración de ácido isocianúrico. En el segundo muestreo los parámetros cumplieron con los límites permisibles de la normatividad vigente.

## Abstract

In this paper we show the results of the analyzed parameters of water in the pool of the Escuela del Nivel Medio Superior Guanajuato over time. The parameters we studied were pH, color, turbidity, alkalinity, hardness, solids, Chlorine, MBAS assay, nitrates, nitrites, sulfates, fluorides, iron, ammoniacal nitrogen, coliform bacteria and fecal coliform. Some of the instruments we used in this work were an ultraviolet-visible spectrophotometer, pH-meter, an electrical conductivity meter and an incubator. The results of the first sample were less than the normative as the chlorine concentration was found between 0.07 and 0.12 mg/L. We also detected the presence of dangerous enterobacteriaceae and a high concentration of isocyanuric acid. At the second sample the parameters were found to be in order to the current normative.

## Palabras Clave

Calidad del agua, Parámetros fisicoquímicos, Parámetros microbiológicos.

## INTRODUCCIÓN

El agua es una sustancia imprescindible para las actividades humanas y para la propia existencia de vida en el planeta Tierra. Se caracteriza por ser incolora, inodora e insípida; formada por asociaciones de moléculas de dos a doce unidades  $[H_2O]_n$ . Por sus propiedades físicas y químicas el hombre la utiliza día a día con diversos fines tales como [1]:

1. Bebida y preparación de alimentos.
2. Riegos agrícolas y explotaciones ganaderas.
3. Industrias: refrigeración y procesos varios.
4. Navegación y comercio fluvial y/o marítimo.
5. Usos deportivos y lúdicos.
6. Evacuación de vertidos y residuos variados.
7. Producción hidroeléctrica, termoeléctrica, etc.

El agua de una piscina, tanto de uso público como particular debe mantenerse en las mejores condiciones higiénico-sanitarias [2]. Una gran problemática en este tipo de áreas lo son las enfermedades gastrointestinales, de la piel y otras, provocadas por la mala calidad del agua empleada, por lo que se requiere realizar controles sobre las condiciones de operación y mantenimiento de los establecimientos destinados a aquellas actividades acuáticas.

La Escuela de Nivel Medio Superior de Guanajuato (ENMSG) ofrece el servicio de clases de natación no solamente a estudiantes de esta entidad académica sino también a usuarios externos como son: niños de 6 a 12 años de edad, adultos y personas con capacidades diferentes; en la cual se desarrollan habilidades para la mejora de músculos, coordinación, fortalecimiento del sistema circulatorio y respiratorio, así como de rehabilitación y fines terapéuticos.

Para que los usuarios reciban un servicio adecuado es necesario garantizar la calidad del agua en el que realicen las actividades pertinentes. La Norma Oficial Mexicana (NOM-245-SSA1-2010) “establece las especificaciones sanitarias que deben cumplir las albercas con el propósito de minimizar o controlar riesgos a la salud de los usuarios”, [3].

Un estudio previo reportó que el agua de la piscina no cumplía con los requerimientos que marca la norma (De la Rosa Rodríguez y Col., 2015 [4]), por lo que era necesario implementar un tratamiento más eficiente basado en la filtración de sólidos y desinfección.

En este contexto, se planteó como objetivo general del presente trabajo, determinar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en base a la norma oficial mexicana, en función del tiempo y uso de la misma.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron como puntos de muestreo: la parte de los trampolines (M1) y parte baja de la piscina (M2) (ver figura 1).

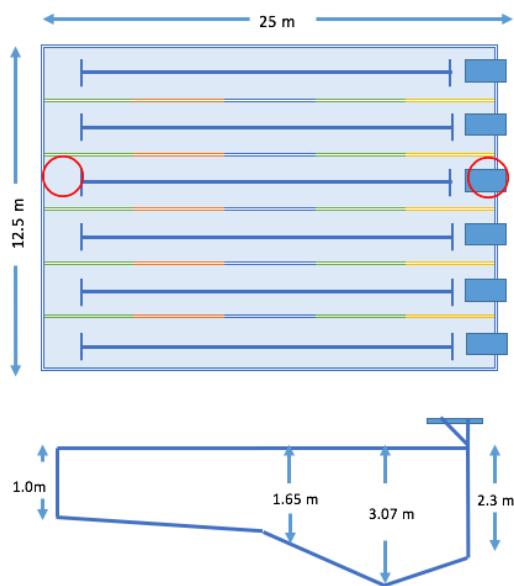


FIGURA 1: Puntos de muestreo en la piscina de la ENMSG.

Se colectaron dos muestras de los puntos arriba mencionados en dos ocasiones, a 10 cm de la superficie del agua, introduciendo los recipientes en posición invertida, (ver figura 2). El horario de muestreo osciló entre 10:00 y 12:00 horas, y además la piscina siempre se encontró en uso. Las muestras se preservaron utilizando hielo, ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ), ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) y tiosulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ).



**FIGURA 2: Muestreo en la piscina de la ENMSG.**

### Determinación de parámetros fisicoquímicos

Se analizaron los siguientes parámetros fisicoquímicos: Color verdadero (NMX-AA-045-SCFI-2001), conductividad (NMX-AA-093-SCFI-2000), cloro residual (NMX-AA-108-SCFI-2001), turbiedad (NMX-AA-038-SCFI-2001), sólidos totales (NMX-AA-034-SCFI-2001), sólidos suspendidos totales (NMX-AA-034-SCFI-2001), sólidos disueltos totales (NMX-AA-034-SCFI-2001), sustancias activas al azul de metileno (SAAM NMX-AA-039-SCFI-2001), nitratos (NMX-AA-079-SCFI-2001). Químicos: pH (NMX-AA-008-SCFI-2011) dureza total (NMX-AA-072-SCFI-2001) y dureza debida al calcio (NMX-AA-072-SCFI-2001), alcalinidad (NMX-AA-036-SCFI-2001), cloruros (NMX-AA-073-1981) y fierro (Espectrofotometría UV - Visible).



**FIGURA 3: Determinación de la dureza más  $\text{Ca}^{2+}$ .**

### Determinación de parámetros microbiológicos

Los parámetros microbiológicos determinados fueron: coliformes totales y coliformes fecales (como unidades formadoras de colonias, ufc, en 100 mL), por el método de filtración en membrana y medios selectivos (M-COLIBLUE24 y ácido rosólico, respectivamente).

Cabe mencionar que la temperatura de incubación para los cultivos arriba mencionados fue de  $35^\circ\text{C}$  y  $44.5^\circ\text{C}$  en baño de agua.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Determinación de parámetros fisicoquímicos

En la Tabla 1 se presentan los parámetros fisicoquímicos determinados para la piscina de la ENMSG.

**Tabla 1: Determinación de parámetros fisicoquímicos del agua de la piscina de la ENMSG.**

Parámetro	Primer muestreo		Segundo muestreo		NOM 127	NOM 245
	M1	M2	M1	M2		
1. Cloro (mg/L)	0.12	0.07	4.7	4.8	0.2-1.5	1.0-5.0
2. Conductividad (μS/cm)	960	926	980	993	-	-
3. pH	7.76	7.73	7.21	7.38	6.5-8.5	6.5-8.5
4. Nitrógeno amoniacal (mg/L)	0.39	1.21	0.17	ND	0.5	-
5. Durezas totales (mg/L)	175.41	174.45	185.29	184.31	500	-
6. Durezas más Ca <sup>2+</sup> (mg/L)	115.02	112.14	133.33	132.35	-	-
7. Fluoruros (mg/L)	0.55	0.56	-	-	1.5	-
8. Nitratos (mg/L)	3.34	3.33	-	-	10	-
9. Nitritos (mg/L)	0.021	0.022	-	-	1	-
10. Sulfatos (mg/L)	298.67	272.4	-	-	400	-
11. Hierro (mg/L)	0.048	0.0442	0.042	0.041	0.3	-
12. Alcalinidad (mg/L)	85.26	90.3	86.50	85.30	-	-
13. Sustancias activas al azul de metileno (SAAM) (mg/L)	1.6244	1.5811	-	-	0.5	-
14. Cloruros (mg/L)	56.65	56.17			250	-
15. Color (Unidades Platino-Cobalto)	20	20	20	20	20	-
16. Turbiedad (UTN)	0.59	0.69	0.43	0.61	5	5
17. Sólidos disueltos totales (mg/L)	658	702	-	-	1000	-
18. Sólidos totales (mg/L)	660	704	-	-	-	-
19. Sólidos suspendidos totales (mg/L)	2	2	-	-	-	-
20. Ácido isocianúrico (mg/L)	6	6	1	1	-	0

Como se puede apreciar en la Tabla 1, el valor del cloro determinado en el primer muestreo está por debajo de límite mínimo permisible que establece la normatividad vigente, esto puede deberse a que durante este muestreo, se presentó una contingencia. Para el segundo muestreo, la cantidad de cloro osciló entre 4.7 y 4.8 mg/L, lo

cual indicó que se le ha dado el mantenimiento adecuado.

El análisis de sustancias activas al azul de metileno se realizó, del cual se obtuvieron resultados por arriba del límite permisible de la NOM-127-SSA1-1994 [5], sin embargo, este parámetro no está considerado dentro de los indicadores de la normatividad de los requisitos sanitarios y calidad del agua que deben cumplir las piscinas (ver la figura 4).



**FIGURA 4: Determinación de las sustancias activas al azul de metileno (SAAM).**

Se detectó un valor elevado de ácido isocianúrico (C<sub>3</sub>H<sub>3</sub>N<sub>3</sub>O<sub>3</sub>) que podría ser un indicador del bloqueo de la desinfección del cloro en agua.

En la Tabla 2, se presentan los parámetros microbiológicos en ambos muestreos.

**Tabla 2: Determinación de parámetros microbiológicos del agua de la piscina de la ENMSG.**

Parámetro	Primer muestreo		Segundo muestreo		NOM 127	NOM 245
	M1	M2	M1	M2		
1. Coliformes totales	incontables	incontables	incontables	incontables	Ausencia o ND	NA
2. Coliformes fecales	6	4	ND	ND	Ausencia o ND	Ausencia o ND

Como puede apreciarse en la Tabla anterior, en ambos muestreos, existe la presencia de coliformes totales, lo cual es indicativo de un factor contaminante. Mientras que para el caso de los coliformes fecales, en el primer muestreo se detectó la presencia y en el segundo muestro la ausencia (ver figura 5).



**Figura 5: Coliformes totales y fecales presentes en el agua de la piscina de la ENMSG.**

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este trabajo indican que el agua de la piscina de la ENMSG presenta variación en función del tiempo. Ya que en el primer muestreo los parámetros determinados no cumplieron con los límites permisibles que dicta la NOM-245-SSA1-2010.

En particular el tratamiento de la piscina, principalmente la cloración es indispensable, pues de ello dependerá la presencia de microorganismos que son una fuente puntual de contaminación como lo son los coliformes fecales (*Escherichia coli*, *Shigella*), causantes de enfermedades gastroentéricas. A su vez, debe considerarse el control de ácido isocianúrico porque eleva la toxicidad en el agua y disminuye la capacidad de desinfección al momento de la cloración.

Es importante señalar a los usuarios que deben cumplir con el reglamento que establece la escuela con la finalidad de obtener un servicio de calidad pues en el análisis SAAM se detectó presencia de detergentes.

Con este proyecto se adquirió el conocimiento y la habilidad así como la técnica para el manejo del recurso hídrico, la comprensión e interpretación de los resultados en comparativa con las normas que lo rigen.

## AGRADECIMIENTOS

Deseo extender mi agradecimiento a la QFB Victoria Méndez Ramírez y al Ing. Víctor Mauricio Hernández Martínez por enseñarme la metodología de trabajo, las técnicas y el manejo del material del laboratorio de Comisión Estatal del Agua.

A la Dra. Beatriz Eugenia Rubio Campos por permitirme trabajar con ella, demostrándome día con día el amor por la investigación e inculcando el interés por ésta.

A Manuel Alejandro Ramírez García por su apoyo y comprensión durante esta estancia, estando siempre a mi lado cuando lo necesitaba.

A mi familia y amigos por su paciencia, por darme la oportunidad de llevar a cabo este proyecto y por su apoyo incondicional.

## REFERENCIAS

- [1] Marvin Galvin, R. (2003). Físicoquímica y microbiología de los medios acuáticos: Tratamiento y control de calidad de aguas. España: Ediciones Díaz de Santos
- [2] Gedar. (S.F). Tratamiento Químico Aguas de Piscinas [PDF] Disponible en: [https://www.gedar.com/PDF/Piscina/GEDAR\\_Tratamiento\\_Quimico\\_agua\\_piscina.pdf](https://www.gedar.com/PDF/Piscina/GEDAR_Tratamiento_Quimico_agua_piscina.pdf). Consultado el 22 de junio del 2017.
- [3] DOF, NOM-245-SSA1-2010, Requisitos sanitarios y calidad del agua que deben cumplir las albercas.
- [4] De la Rosa Rodríguez, C. E., Cano Rodríguez, M. I. y Rubio Campos, B. E. (2015). Análisis físicoquímico y microbiológico del agua de la piscina de la Escuela de Nivel Medio Superior de Guanajuato. Jóvenes en la Ciencia, Revista de Divulgación Científica. 1(2). 1990-1994.
- [5] DOF, MODIFICACIÓN NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.