

# ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL AGUA DE LA PISCINA DE LA ESCUELA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR DE GUANAJUATO

Carlos Eduardo De la Rosa Rodríguez (1), M. Irene Cano-Rodríguez (2), B.E. Rubio-Campos (3)

1 [Escuela de Nivel Medio Superior de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [er.rodriguez@ugto.mx]

2 [Departamento de Ingeniería Química, División de Ciencias Naturales y Exactas, Campus Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [irene@ugto.mx]

3 [Colegio de Nivel Medio Superior, ENMS, Campus Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [be.rubiocampos@ugto.mx]

## Resumen

En el presente trabajo se presentan los resultados de los parámetros de calidad que fueron determinados en el agua de la alberca de la Escuela de Nivel Medio Superior de Guanajuato para corroborar si cumple con los requisitos para que esta pueda estar en uso continuo por los usuarios que frecuentemente tienen contacto con ella, sin que esto represente un riesgo potencial para perjudicar su salud. El agua de albercas tiene que cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas que establecen los límites máximos permisibles de parámetros de calidad, como: pH, color verdadero, conductividad, cloro residual, turbiedad, dureza total y por calcio, alcalinidad, cloruros, sólidos totales y sólidos suspendidos totales y hierro, además los parámetros microbiológicos como coliformes totales y coliformes fecales. El análisis del agua mostró que los parámetros fuera de los límites permisibles fueron los sólidos totales, los organismos coliformes totales y organismos coliformes fecales, por lo que se puede concluir que la calidad del agua no cumple con la normatividad aplicable y vigente y por lo tanto, su uso en actividades recreativas no es seguro pues representa un riesgo para la salud de los usuarios y deberá someterse a un tratamiento de filtración y desinfección eficiente.

## Abstract

In this work the results of the standard quality parameters were determined in the water of the swimming pool of the Middle School of Guanajuato in order to corroborate if water fixed the requirements to be used in safe manner by students without this representing a potential risk to harm their health. Water pools must fix the Mexican Official Standards that establish the maximum permissible limits of quality parameters in water, such as pH, true color, conductivity, residual chlorine, turbidity, total hardness and calcium, alkalinity, chloride, and total solids, total suspended solids and iron, as well as microbiological parameters such as total coliforms and fecal coliforms organisms. Water analysis showed that parameters out the permissible limits were total solids, total coliforms and fecal coliforms organisms, so it can be concluded that the water quality does not meet the current and applicable standards, therefore its use in recreational activities represents a risk to the health of users and that water must be treated by efficient filtration and disinfection technology.

## Palabras Clave

Calidad de aguas, albercas, NOM, análisis fisicoquímicos y microbiológicos.

## INTRODUCCIÓN

El mantenimiento y conservación del agua en piscinas es una especialidad de la tecnología de tratamiento del agua ya que es un agua que va a tener un uso continuo de una cierta temporada del año y para preservarla se deben dar tratamientos especiales.

El agua en las piscinas tiene un fin utilitario, por un corto tiempo, y luego se desecha al drenaje o se emplea en riego de jardines. En las piscinas el agua se retiene, se emplea una y otra vez a veces durante todo el verano y en algunos casos el agua puede almacenarse de una temporada a otra. En la Escuela de Nivel Medio Superior de Guanajuato (ENMSG), la actividad de natación se ofrece como deporte obligatorio a los estudiantes que ingresan al primer semestre, siendo la población de 520 alumnos por año y sumando a ello, los estudiantes del tercero y quinto semestres. Asimismo, es considerada como actividad para usuarios externos (niños de 6 a 12 años) y adultos, así como para personas con capacidades diferentes; los cuales pueden actuar como portadores de microorganismos y sustancias indeseadas, por ejemplo: la saliva, productos de excreción, contaminación de las cremas utilizadas, sudor, pelos, grasas y amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) [1].

Para que el agua esté en condiciones de uso en forma agradable y segura se deben tener ciertos requisitos en el recipiente que contiene el agua, y además se le deberán dar ciertos tratamientos químicos al agua para mantener y mejorar sus propiedades y que sea agradable al usuario y libre de microorganismo que son causantes de enfermedades, bajo la regulación de la Norma Oficial Mexicana (NOM-245-SSA1-2010), requisitos sanitarios y calidad del agua que deben cumplir las albercas [2].

En este trabajo se planteó como objetivo general determinar las características fisicoquímicas, así como la presencia de microorganismos indicadores de calidad del agua (coliformes totales y coliformes fecales) provenientes de las muestras colectadas de la alberca de la ENMSG, que podrían transmitir enfermedades que afecten la salud de los usuarios.

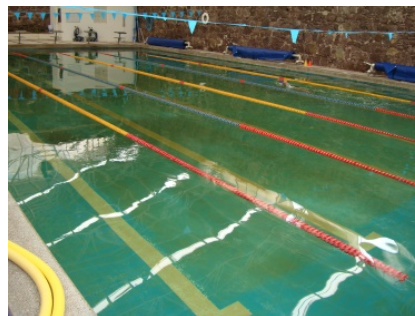


FIGURA 1: Alberca de la ENMSG

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Muestreo

Se seleccionaron puntos de muestreo de la alberca de la ENMSG (Figura 1), cuyas dimensiones son: 25 m de largo por 12.5 m de ancho, donde la profundidad varía desde 1 m hasta 3.07 m, de acuerdo a la NOM-245-SA1-2010. Para lo cual, se analizó la calidad del agua en dos fases: la primera con muestras provenientes de la alberca durante su periodo de funcionamiento y la segunda con muestras provenientes de la salida de la alberca en su vaciado. Se colectaron un total de 5 muestras en bolsas estériles Whirlpack de 100 mL de capacidad con pastilla de tiosulfato sódico para neutralizar cloro, para el análisis microbiológico y 5 en botellas de plástico de 1 L para el análisis fisicoquímico en cada fecha señalada (Figura 2).

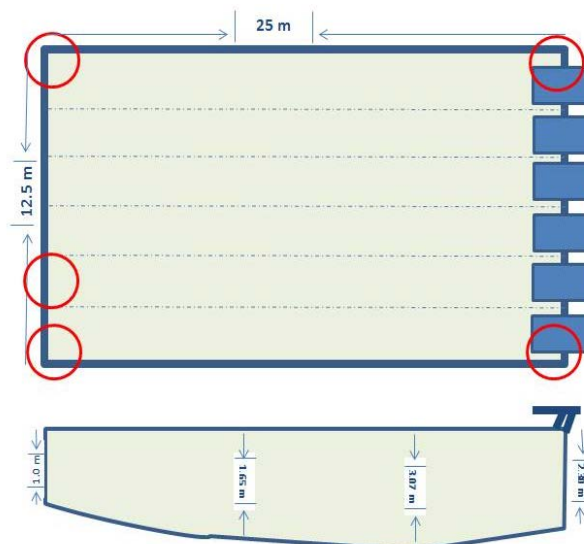


FIGURA 2: Puntos de muestreo y dimensiones de la alberca de la ENMSG

Las muestras fueron tomadas a 20 cm de la superficie del agua, introduciendo el recipiente de muestreo en posición invertida, transportadas en hielera, para su posterior análisis. El horario de muestreo osciló entre 8:00 y 9:00 horas.

### Procesamiento

#### Determinaciones fisicoquímicas

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) y sólidos suspendidos totales (NMX-AA-034-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 hierro (Espectrofotometría UV - Visible).

#### Determinaciones microbiológicas

Los parámetros microbiológicos determinados fueron: coliformes totales (como unidades formadoras de colonias, ufc, en 100 mL) y coliformes fecales, por filtración en membrana y medios selectivos.

En la Tabla 1 se resumen las determinaciones realizadas, así como la metodología analítica empleada.

En la Figura 3 se muestra el crecimiento de coliformes totales, que resultaron ser incontables.

**Tabla 1:** Determinaciones microbiológicas, técnicas analíticas, medios de cultivo y temperaturas y tiempos de incubación

Parámetro				
	Método	Medio de cultivo	Temp. (°C)	Tiempo (h)
1. Coliformes fecales	Filtración por membrana	Tergitol 7-agar	40	48
2. Coliformes totales	Filtración por membrana	Tergitol 7-agar	35	48

Debido a que no existen normas mexicanas específicas que señalen los niveles máximos

permisibles para la calidad el agua en piscinas y las descargas, fue necesario establecer el nivel de deterioro del recurso con base a los resultados obtenidos tomando en cuenta las siguientes normas: Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 (Agua para uso y consumo humano), NOM-001-SEMARNAT-1996 (Descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales) y la NOM-003-SEMARNAT-1997 (Aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público) [3, 4 y 5].

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Determinaciones fisicoquímicas

En la Tabla 2 se representan los parámetros fisicoquímicos determinados para la alberca de la ENMSG.

**Tabla 2:** Determinaciones fisicoquímicas

Parámetro				
	Unidad	Fase 1	Fase 2	NOM
3. pH	-----	6.59	7.24	6.5-8.5
4. Color verdadero	UPC	0	0	20
5. Conductividad	μS/cm	2276	2390	N.E.
6. Cloro residual	ppm	0.2	0.5	1.5-5.0
7. Turbidez	UTN	1.40	1.03	5
8. Dureza total	ppm	189.67	189.67	500
9. Dureza por calcio	ppm	104.51	112.25	N.E.
10. Alcalinidad	ppm	70.91	78.50	N.E.
11. Cloruros	ppm	210.98	214.52	250
12. Sólidos totales	ppm	1880	1800	1000
13. Sólidos suspendidos totales	ppm	1	1	N.E.
14. Hierro	ppm	0.118	0.116	0.30

En esta Tabla 2 se puede apreciar que los parámetros fisicoquímicos analizados en las muestras, se encuentran dentro de la norma oficial vigente, sin embargo, para el caso de sólidos totales se puede apreciar que existe un decremento de la cantidad de los mismos entre la fase 2 y la fase 1 de muestreos, lo cual está en concordancia con las condiciones en las que se llevó a cabo el muestreo, entre mayor sea el número de usuarios es mayor el valor de sólidos disueltos totales.

### Determinaciones microbiológicas

En la Tabla 3 se representan los parámetros microbiológicos del agua de la alberca de la ENMSG.

Tabla 3: Determinaciones microbiológicas del agua de la alberca de la ENMSG

Parámetro				
	Unidad	Fase 1	Fase 2	NOM
1. Coliformes fecales	UFC/100 mL	1	0	0
2. Coliformes totales	UFC/100 mL	100	80	0

En esta Tabla se aprecia una notoria diferencia entre los organismos coliformes del agua de las fases 1 y 2, lo cual indica, el uso de la alberca en funcionamiento con la presencia de usuarios y ausencia, respectivamente. Este es un factor contaminante.



FIGURA 3: Crecimiento de Coliformes Totales de muestras de agua de alberca de la ENMSG



FIGURA 4: Determinaciones microbiológicas del agua de la alberca de la ENMSG



FIGURA 5: Realización de Determinaciones microbiológicas.

## CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo indican que el agua de la alberca de la ENMSG no cumple con los requisitos establecidos en norma para considerarse apta para su uso por los alumnos que realizan actividades en ella. Los análisis mostraron que los parámetros fuera de los límites permisibles fueron los sólidos totales, los organismos coliformes totales y organismos fecales, por lo que se concluye que es necesario la implementación de un tratamiento eficiente,

basado en la adecuada filtración de sólidos y desinfección, principalmente.

Es importante mencionar que en este trabajo también se adquirió la habilidad para determinar calidad del agua en general, así como de la importancia de conocimiento, interpretación y cumplimiento de la normatividad vigente.

## AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento a la Q.F.B Victoria Méndez Ramírez y a su equipo de trabajo del Laboratorio de Calidad del Aguas de la Comisión Estatal del Agua, por aceptarme en su laboratorio y ayudarme a adquirir habilidades en el análisis del agua.

A la Dra. M. Irene Cano Rodríguez por darme la oportunidad de realizar este proyecto, al aceptarme.

A la Dra. Beatriz Eugenia Rubio Campos por todo su apoyo a lo largo de este tiempo, se lo agradezco bastante día con día.

Y a mi familia que me dieron todo su apoyo para realizar este proyecto con mucho gusto y que sin el apoyo de ellos no hubiera realizado las cosas con placer. Gracias por todo.

Gracias a todos los maestros, directivos y a todas las personas que siempre estuvieron presentes en mi vida.

## REFERENCIAS

- [1] Díaz-Solano B. H. et. Al. (2011). Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua en parques acuáticos. *Hidrobiológica*, 21(1), pp. 49 – 62.
- [2] DOF, NOM-245-SSA1-2010, Requisitos sanitarios y calidad del agua que deben cumplir las albercas
- [3] DOF, 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.
- [4] DOF, NOM-001-SEMARNAT-1996, Límites permisibles de calidad en descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
- [5] DOF, NOM-003-SEMARNAT-1997, Límites permisibles de calidad en aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.