UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

PROPUESTA DE UN KIT COLORIMETRICO PARA LA DETERMINACION DE CLORO, DUREZA, NITRITOS Y pH EN LA PISCINA DEL POLIDEPORTIVO DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR

TANIA LISSETTE FLORES MOLINA

DIANA MENENDEZ ZEPEDA

PARA OPTAR AL GRADO DE

LICENCIATURA EN QUIMICA Y FARMACIA

AGOSTO, 2009

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR.

MSc. RUFINO ANTONIO QUEZADA SANCHEZ

SECRETARIO.

LIC. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHAVEZ

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

DECANO.

LIC. SALVADOR CASTILLO AREVALO

SECRETARIA.

MSc. MORENA LIZETTE MARTINEZ DE DIAZ

COMITE DE TRABAJO DE GRADUACION

COORDINADORA GENERAL:

Licda. María Concepción Odette Rauda Acevedo.

ASESORA DE AREA DE CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTOS FARMACEUTICOS, COSMETICOS Y VETERINARIOS:

Licda. Zenia Ivonne Arévalo de Márquez.

ASESORA DE AREA DE GESTION AMBIENTAL: CALIDAD AMBIENTAL:

Licda. Cecilia Haydee Gallardo de Velásquez.

DOCENTES DIRECTORES:

Lic. Arturo García Mazzini

Licda. Digna Padilla de García

AGRADECIMIENTOS

A Dios Todo Poderoso por brindarme sabiduría y conducir mi camino en cada paso de mi vida.

A mis padres por brindarme la oportunidad de completar una formación profesional; por su apoyo moral y espiritual.

A mis hermanas por todo el cariño, comprensión, apoyo que me brindaron en cada momento de alegrías y tristezas que se presentaron en mi vida.

A mis docentes por compartir sus conocimientos durante mi formación profesional.

A mi docente director Lic. Arturo García Mazzini por dirigirme en mi formación académica, por orientarme en la culminación de mi carrera.

A mi jefa Lic. Esmeralda de Alarcón por brindarme la oportunidad de un empleo, por su comprensión y enseñanzas para culminar mi formación profesional.

TANIA LISSETTE

AGRADECIMIENTOS

A DIOS TODOPODEROSO Creador del Universo, dueño de mi vida y mi guía; por permitirme concluir mi carrera.

Lic. Arturo García Mazzini por su paciencia, tiempo, asesoría y dirección durante el proceso y finalización de este trabajo. Por ser un Docente director dedicado a fortalecer la enseñanza profesional de los estudiantes.

Lic. José Hernández ADMINISTRADOR GENERAL del Complejo Polideportivo de la Universidad de El Salvador (CODE), por permitirnos el desarrollo del análisis experimental en la realización de este trabajo.

Al Sr. Germán López encargado del Mantenimiento de la piscina en el Complejo Polideportivo de la Universidad de el Salvador, por su dedicación, opiniones y apoyo en el proceso de análisis experimental de este trabajo.

A mi compañera de Tesis Tania Flores por su participación, dedicación, esfuerzo, ayuda y apoyo en especial por su paciencia y tolerancia durante el lapso de este trabajo.

A mis amigas de la carrera que estuvieron conmigo y me apoyaron: Nelly Umanzor, Nilda Ríos, Sonia George, Marina Menjívar.

Diana

DEDICATORIA

Al creador por brindarme bendiciones, protección y hacer realidad la meta de culminar mi formación profesional.

Prov. 9:10

A mi papá José Armando Flores Pinto por su amor incondicional, apoyo moral, económico, consejos y guía.

A mi mamá Nora Eugenia Molina de Flores por su amor, sacrificio, apoyo, consejos, sus oraciones para guiar mi vida.

A mi hermana Ing. Karla Flores por apoyarme, ayudarme en mi carrera por sus consejos.

A mi hermana Carolina Eugenia Flores Molina por el apoyo brindado, sus cuidados en todo momento.

Tania Lissette

DEDICATORIA

A DIOS TODOPODEROSO por darme fortaleza e iluminación en el camino a seguir y permitir lograr la finalización de mi carrera.

A mis Padres que me han conducido por la vida con sus consejos, oraciones amor, cariño y comprensión quienes me han brindado todo el apoyo necesario para alcanzar mis metas y sueños inspirándome a tener fe y esperanza.

A mi abuelo Jesús Zepeda por ser el pilar fundamental en mi vida soy un reflejo de sus consejos y oraciones. Gracias por su entrega a tiempo completo por dedicarme su amor, cariño, amistad, comprensión y paciencia.

A mi hermana por ser mi apoyo y compañía cada día de mi vida y que mantenga una visión de éxito en su vida mediante el estudio continúo.

A mis familiares por brindarme su cariño y llevarme siempre en sus oraciones.

Diana

INDICE **Pág.**

Resumen

Capitulo I

1.0 Introducción xx

Capitulo II

2.0 Objetivos 23

Capitulo III

3.0 Marco Teórico 25

3.1 Contaminación del agua 26

3.2 Enfermedades y vías de entrada 27

3.3 Tratamiento del agua 30

3.3.1 Instalaciones de depuración 31

3.3.2 Funcionamiento de los filtros 31

3.4. Productos químicos 32

3.5. Riesgos químicos 35

3.6. Servicios de mantenimiento 35

3.7 Cloro 36

3.8. Dureza del agua 37

3.9. Nitritos 39

3.10. pH 39

Capitulo IV

4.0 Diseño metodológico 42

4.1. Tipo de estudio 42

4.2. Investigación bibliográfica 42

4.3. Investigación de campo 43

4.4. Lugar de trabajo 45

4.4.1. Métodos e instrumentos de recolección de datos 45

4.5. Investigación de Laboratorio 48

4.5.1 Fundamento de identificación de cloro 48

4.5.2. Método de identificación de cloro 48

4.5.3. Fundamento de identificación de dureza 49

4.5.4 Método de identificación de dureza 49

4.5.5. Fundamentos de identificación de nitritos 49

4.5.6. Método de identificación de nitritos 50

4.5.7. Fundamento de identificación de pH 50

4.5.8. Método de identificación de pH 50

Capitulo V

5.0 Resultados y Discusión de Resultados 52

5.1. Recopilación Bibliográfica de Normas Internacionales 52

5.1.1. Resumen Diario Oficial de Catalunya España 55

5.1.2. Resumen Guía de Aguas Recreativas Seguras. Piscinas 58

5.2. Propuesta de Norma para aguas recreativas de El Salvador 65

5.3. Kit colorimétrico para el control de cuatro parámetros físico-químicos: cloro, dureza, nitritos y pH 79

5.3.1. Discusión de resultados de la comparación de colores en los parámetros de cloro, dureza, nitritos y pH empleados en el kit 86

5.4. Resultados obtenidos del análisis en el agua de la piscina del Centro Polideportivo de la Universidad de El Salvador 89

5.4.1 Discusión de resultados obtenidos en el análisis en el agua de la piscina del Complejo Polideportivo de la Universidad de El Salvador 90

5.5. Comparación de resultados con Normativas Internacionales para Aguas Recreativas 92

5.5.1. Interpretación de resultados de análisis comparados con las Normativas Internacionales para aguas Recreativas 96

Capitulo VI

6.0 Conclusiones 99

Capitulo VII

7.0 Recomendaciones 102

Bibliografía

Glosario

Anexos

INDICE DE ANEXOS

ANEXO Nº	
1	Preparación de reactivos
2	Resumen de preparación de soluciones y su estandarización y Preparación de Reactivos
3	Lista de material, equipo y reactivos
4	Cálculos para la preparación de soluciones madre y cálculos para la preparación de reactivos
5	Figuras sobre preparación de reactivos, parámetros, piscina del Complejo Polideportivo de la Universidad de El Salvador y Kit colorimétrico propuesto
6	Carta de permiso para realizar las pruebas en agua de la piscina del Complejo Polideportivo de la Universidad de El Salvador

INDICE DE CUADROS

Pág.

Cuadro Nº		
1.	Cloro en función del pH	37
2.	Codificación de Reactivos	80
3.	Ficha de uso técnico del kit colorimétrico para el análisis del agua	81

INDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura Nº		
1.	Accesorios para la depuración de las piscinas	30
2.	Productos químicos	34
3.	Fotografía de la piscina de Complejo Polideportivo de la Universidad de El Salvador.	43
4.	Ecuación de reacción de Cloro con O-Toluidina	48
5.	Estructura de reacción de diazotación.	50
6.	Variación de color en la determinación de cloro	82
7.	Viraje de color en la determinación de dureza	83
8.	Variación de color en la determinación de nitritos	84

9.	Variación de color para la determinación del pH	85
10.	Resultados de cloro obtenidos en la muestra de la piscina comparados con la Normativa Internacional	92
11.	Resultados de dureza obtenidos en la muestra de la piscina comparados con la Normativa Internacional	93
12.	Resultados de nitritos obtenidos en la muestra de la piscina comparados con la Normativa Internacional	94
13.	Resultados de pH obtenidos en la muestra de la piscina comparados con la Normativa Internacional	95

INDICE DE TABLAS **Pág.**

Tabla Nº

1.	Principales microorganismos patógenos susceptibles de ser encontrados en las piscinas.	28
2.	Resumen de parámetros físico-químicos obtenidos de Normas Internacionales.	63
3.	Resumen de parámetros microbiológicos obtenidos de normas internacionales.	64
4.	Parámetros físico-químicos permisibles	73

5.	Parámetros microbiológicos permisibles y técnica de identificación	74
6.	Métodos de Análisis	74
7.	Comparación de colores para determinación de Cloro.	82
8.	Comparación de parámetros para la determinación de Dureza.	83
9.	Comparación de parámetros para la determinación de Nitritos.	84
10.	Comparación de colores para la determinación de pH.	85
11.	Control de parámetros.	89
12.	Resultados de Cloro obtenidos en la muestra de la piscina comparados con las Normativas Internacionales.	92
13.	Resultados de Dureza obtenidos en la muestra de la piscina comparados con las Normativas Internacionales.	93
14.	Resultados de Nitritos obtenidos en la muestra de la piscina comparados con las Normativas Internacionales.	94
15.	Resultados de pH obtenidos en la muestra de la piscina comparados con las Normativas Internacionales.	95

Abreviaturas.

$As_2O_{3:}$	Trióxido de arsénico
$CaCO_3$:	Carbonato de calcio
$CaCl_2$:	Cloruro de calcio
CO_2 :	Bióxido de carbono
cm :	Centímetros
EDTA:	Etildiamino tetra-acético
g:	Gramos
g/mol :	Gramos por mol
KI:	Yoduro de potasio
HCl:	Acido clorhídrico
mL :	Mililitro
$MgCO_{3:}$	Carbonato de magnesio
$MgCa_2.6H_2O$:	Carbonato de magnesio hexahidratado
mg:	Miligramos
mg/L	Miligramos por litro
$MgNO_3$:	Nitrato de magnesio
$(MgNO_3).6H_2O$:	Nitrato de magnesio hexahidrata
NaClO:	Hipoclorito de sodio
$NaNO_2$:	Nitrito de sodio
NaOH:	Hidróxido de sodio

$Na_2S_2O_3$:	Tiosulfato de sodio
$Na_2S_2O_3 . 5H_2O$:	Tiosulfato de de sodio pentahidratado
NET:	Indicador negro de eriocromo T
NMP:	Número mas probable
OMS:	Organización Mundial para la Salud
PM:	Peso molecular
ppm:	Partes por millón
TS:	Calidad reactivo
UFC:	Unidades formadoras de colonias
UNT:	Unidad nefelométrica de turbiedad

RESUMEN

La presente investigación comprende una Recopilación de Normas Internacionales de Aguas Recreativas, que contiene parámetros importantes para el Control del Agua de Piscinas y Reglamentos Técnicos que deben tomarse en cuenta para el mejoramiento de la misma.

De acuerdo a la Recopilación de Normas para Aguas Recreativas, se elabora una Propuesta para ser aplicada en piscinas abiertas en zonas turísticas y deportivas de El Salvador; con los criterios estrictos de los parámetros establecidos y así mejorar el control de las Aguas Recreativas en el país.

Los rangos que establecen la Propuesta de Normativa Internacional son para: Cloro: 2.0 - 3.0 ppm, Dureza: 150.0 – 550.0 ppm, Nitritos: 1.0 – 3.0 ppm y pH: 7.9 – 8.5, Bromo: 3.0 – 6.0 ppm, Turbidez: 0.05 UNT, Acido Isocianurico: 50.0 – 100.0 ppm.

Se elaboró un kit colorimétrico para la determinación de cuatro parámetros físico-químicos los cuales son: cloro, dureza, nitritos y pH. Éste presenta soluciones patrones para la determinación del color en cada nivel de concentraciones establecidas y con soluciones reactivas para el respectivo parámetro; posteriormente, dicho kit se utilizó para analizar el agua de la Piscina del Complejo Polideportivo de la Universidad de El Salvador, realizando

las determinaciones: antes del tratamiento químico al agua, durante la estancia de los atletas en la piscina y después del tratamiento del agua.

Se realizó un monitoreo para verificar los niveles de las concentraciones a las cuales se encontraba el agua de la piscina. Con el fin de mantener el control de la calidad del agua que contiene la piscina y así evitar la proliferación de enfermedades infectocontagiosas.

Los datos obtenidos en este monitoreo fueron comparados con las Normas Internacionales de Aguas Recreativas. Debido a que en el país no existen Normas para este tipo de aguas.

El agua de la Piscina del Polideportivo de la Universidad de El Salvador cumple con los requerimientos físico-químicos de cloro, nitritos y pH establecidos por la Normativas Internacionales Recreativas; a excepción de la dureza, en la que sus límites son bajos indicando que el agua es blanda y no daña las tuberías.

Por lo que se recomienda que la dirección del Complejo Polideportivo de la Universidad de El Salvador proporcione capacitación al personal encargado del mantenimiento de la piscina y monitorear constantemente el agua para que cumpla con los requerimientos de calidad para Aguas Recreativas.

I. INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

La presente investigación tiene por objetivo el diseño de un kit colorimétrico para la determinación de cuatro parámetros físico-químicos, en el Agua de la piscina los cuales son: cloro, dureza, nitritos y pH; basados en Normas Internacionales de Aguas Recreativas.

A la vez se comprobó el kit colorimétrico con muestras de Aguas de la Piscina del Complejo del Polideportivo de la Universidad de El Salvador, verificando los parámetros de cloro, dureza, pH y nitrito.

Se monitoreó la Calidad del Agua, tres días a la semana por un periodo de un mes: Antes del tratamiento químico del agua, durante la permanencia de los atletas que se encuentren haciendo uso de la piscina y un día después que se le brinda tratamiento al agua de la piscina.

El propósito del estudio es mejorar el control y mantenimiento de Aguas Recreativas de las piscinas, ríos o lagos; y así, contribuir a la calidad de las mismas.

Además se propone una Normativa de Aguas Recreativas por medio de la recopilación de Normas Internacionales para Aguas Recreativas.

Ya que las fuentes bibliográficas en el país no proporcionan información de aguas de piscinas; por lo que, se utilizaron Normas Internacionales para Aguas Recreativas con el objetivo de proponer una Normativa para ser aplicada en el país, en la que se especifican los límites estrictos de algunos parámetros físico-químicos para la calidad de esta agua recreativas.

II. OBJETIVOS

2.0 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

2.1.1 Proponer un kit colorimétrico para determinar Cloro, Dureza, Nitritos y pH en agua de la piscina del Polideportivo de la Universidad de El Salvador.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2.2.1 Recopilar información bibliográfica sobre Normas Internacionales para Aguas Recreativas.

2.2.2 Proponer una normativa salvadoreña con base a la recopilación bibliográfica.

2.2.3 Elaborar un kit para el control de cloro, dureza, nitritos y pH en el agua de la piscina del Polideportivo de la Universidad de El Salvador en base al método colorimétrico.

2.2.4 Realizar análisis con muestras de Agua de la Piscina del Polideportivo de la Universidad de El Salvador para conocer si la misma se encuentra dentro de los rangos que las normativas establecen.

2.2.5 Comparar los resultados obtenidos con el kit preparado con Normativas Internacionales de Aguas Recreativas.

III. MARCO TEORICO

3.0 MARCO TEORICO

La Universidad de El Salvador cuenta con instalaciones deportivas adecuadas para el crecimiento de las de las diferentes disciplinas deportivas; entre ellas tenemos: la piscina del polideportivo, donde la comunidad universitaria (estudiantes, docentes, y personal administrativo), pueden hacer uso de ella practicando la natación.

SET-KIT. (17)

Un kit es un juego de reactivos para el análisis cuantitativo, que ofrece un resultado dentro de un rango amplio, pero con suficiente precisión y exactitud para verificar si cumple o no la especificación reglamentaria.

El test-kit se utiliza para analizar los niveles de cloro, pH y otros parámetros en el agua de las piscinas, contiene de uno a varios reactivos para la identificación de éstos parámetros.

Los kit se pueden clasificar en mono-parámetros, que identifican un parámetro únicamente; el kit combinado, es el que se va a proponer en el presente trabajo, está diseñado con el fin de unir todos los reactivos necesarios para las aplicaciones específicas, estas son ideales para el análisis de campo.

3.1 CONTAMINACION DEL AGUA. (8)

Como sabemos el agua de piscinas suele ensuciarse con facilidad, debido al polvo que deposita el viento, las hojas de árboles cercanos a las piscinas, y desde luego, los mismos usuarios.

En el agua de las piscinas pueden producirse dos tipos de contaminación: biológica y química; esta contaminación puede provenir de:

3.1.1 Los bañistas: cada usuario, tanto sano, como enfermo o convaleciente, elimina a través de la piel, las mucosas y el aparato genitourinario gérmenes que se depositan en el agua.

3.1.2 Los no bañistas: contaminan a través del calzado.

3.1.3 El agua de la piscina ha de proceder de la red pública o de alguna otra fuente autorizada, ya que estas aguas están sometidas a controles sanitarios.

3.1.4 La contaminación atmosférica: en las piscinas descubiertas el viento deposita hojas y partículas que pueden transportar gérmenes patógenos.

3.1.5 Los productos químicos para el tratamiento de aguas: cuándo son mal utilizados y/o las instalaciones depuradoras están mal diseñadas pueden ser una fuente de contaminación.

3.2 ENFERMEDADES Y VIAS DE ENTRADA. (15)

Los factores contaminantes antes mencionados afectan microbiológicamente el agua de las piscinas, causando desde leves hasta graves enfermedades y muchas de ellas son contagiosas, con mayor detalle se encuentran en la tabla N°1, los afectados son los siguientes:

3.2.1. La piel: por estar sometida a maceración por causa del baño puede penetrar hongos que causan enfermedades como la pie de atleta, virus que provocan las verrugas plantares, y los estafilococos que son el origen de forúnculos.

3.2.2. En problemas digestivos tales como: disentería, fiebre tifoidea y diarreas.

3.2.3. En vías respiratorias puede producir: irritaciones por una vaso dilatación consiguiente del tejido conjuntivo, facilita la entrada del germen. Al igual que los cambios bruscos de presión puede provocar sinusitis, otitis, rinitis, etc.

3.2.4. Otros problemas como conjuntivitis, meningitis, otitis, hepatitis víricas, etc.

TABLA N^{o} 1. PRINCIPALES MICROORGANISMOS PATOGENOS SUSCEPTIBLES DE SER ENCONTRADOS EN LAS PISCINAS. (18)

			Patologías			
Microorganismos	**Origen**	**Sitios contaminados**	**Cutánea**	**ORL**	**Digestivas**	**Diversas**
Protozoos Amebas	Telúrico intestinal	Agua			Disentería	Meningitis
Hongos Dermatofitos Levaduras Mohos (aspergillus)	Piel (escamas) Piel (escamas mucosas)	Agua + suelo+ material de animación	• Micosis (herpes circinado, pie de atleta) • Candidiasis • Infecciones de los dedos de los pies (eritemas, pústulas y ulceraciones)			
Bacterias Estafilococos Estreptococos Pseudomona aeruginosa Salmonella Colibacilos Shigellas	Piel, lesiones cutáneas (impétigos, abscesos) Mucosas (nasofaringeas) Piel, región perianal (contaminada por gérmenes fecales)	Agua (capa superficial), rebosaderos, canalillos del vaso Agua	• Forunculos • Piodermia • Impétigo • Dermatitis folicular	• Rinitis faringitis • Anginas, otitis • Otitis	• Fiebre tifoidea y paratifoidea, diarreas • Disentería bacilar	• Conjuntivitis

Tabla N^{o} 1 continuación.

Mycobacterium bainet Legionella	Agua + suelo Agua	Polvos, aguas de alimentación atmosférica	Granuloma (codos, rodillas)	Neumonía		
Virus Poxavirus Papilomavirus Pollo virus Otros enterovirus Virus de la hepatitis A Adenovirus	Piel Piel y mucosas	Contacto directo, toallas y material de animación Suelo + material de animación Agua del vaso	• Molluscus contagiosum • Verrugas plantares (10% bañistas)	• Faringitis • Infecciones agudas	• Diarrea • Diarrea	• Poliomielitis • Meningitis benigna • Hepatitis vírica • Conjuntivitis epidémica

3.3 TRATAMIENTO DEL AGUA. (15)

Es necesario que se conozcan los accesorios complementarios que pueden ayudar a la tarea de la depuración del agua en las piscinas tales como: Filtro, motobomba, skimmer, dreno, retorno de agua filtrada, tablero eléctrico, reflector subacuático, escaleras.

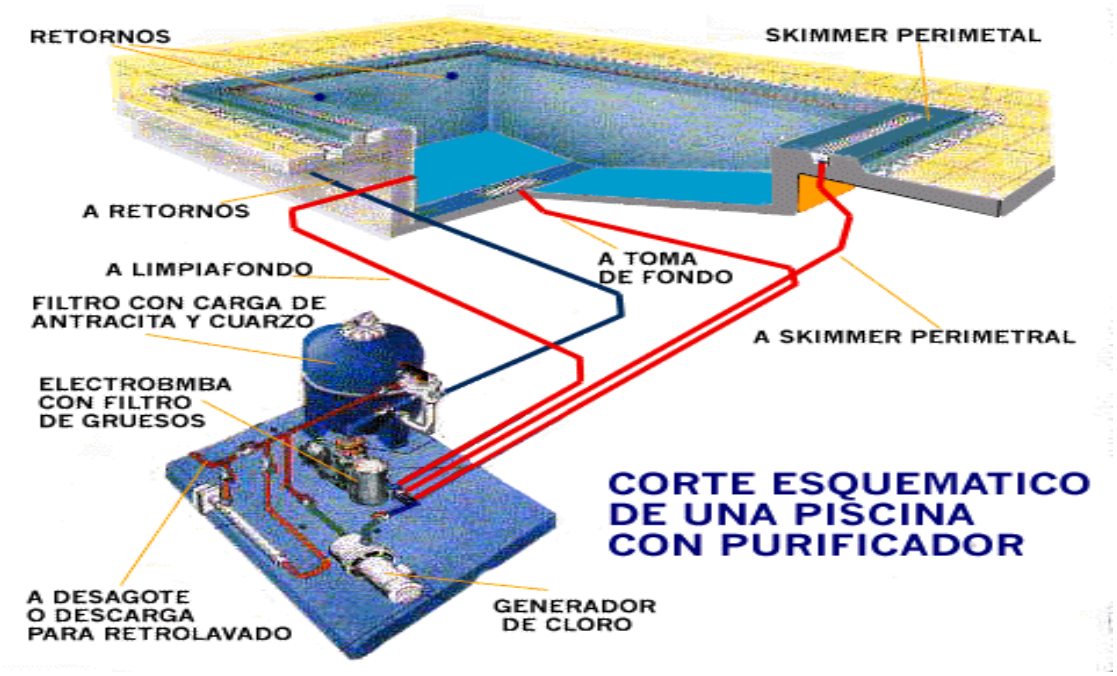


Figura N°1. Accesorios para la depuración de las piscinas (19)

3.3.1 Instalaciones de depuración. (15)

Se aconseja que las piscinas cuenten con un filtro, el cual se encargará de retener la suciedad de mayor tamaño como son: cabellos, hojas, papeles. Cabe mencionar que la función del filtro no es remover bacterias; el principal objetivo de un filtro es retener las partículas de suciedad, las cuales son responsables de tornar turbia el agua.

3.3.2 Funcionamiento de los filtros. (15)

Se denomina ciclo de filtración el período entre dos operaciones de lavado. Este tiempo se relaciona con la velocidad del filtraje, la granulometría, el grosor de la capa filtrante y la calidad del agua a filtrar.

En el ciclo que sigue al lavado de filtros, la turbidez del agua filtrada disminuye progresivamente; es la etapa de “maduración”, en la que, una vez finalizada, la turbidez queda estable y corresponde al funcionamiento normal del filtro.

El ciclo acaba cuando se produce la saturación del filtro, lo que provoca un considerable descenso del caudal y un fuerte aumento de la turbidez del agua de la piscina. La saturación se controla por la diferencia entre los manómetros a la entrada y a la salida de los filtros.

Para un rendimiento adecuado del filtro es necesario un lavado correcto. Si no se hace, se producirán las siguientes reacciones: Disminución del caudal de recirculación, Turbidez del agua de la piscina. Contenido elevado de materia orgánica y de cloraminas, si la desinfección se hace con poco cloro.

Tipos de filtros: Filtros de cartucho, Filtros de diatomeas y Filtros de arena.

3.4. PRODUCTOS QUIMICOS. (15)

Es posible adquirir productos químicos que tienen funciones específicas para el tratamiento del agua contando con un plan donde se indique la forma de aplicación y controles realizados.

Se encuentran productos químicos como los desinfectantes, éstos dependen de la cantidad de agua que ha de tratarse, del tipo de instalaciones, de la sencillez y el mantenimiento de la misma instalación, estas sustancias tienen la propiedad de eliminar los gérmenes nocivos o microorganismos patógenos.

Entre los desinfectantes que se pueden mencionar son los productos clorados y no clorados.

Otros productos químicos que influyen en el tratamiento del agua de la piscina son las sustancias floculantes para disgregar sólidos dispersos en el seno de un fluido, con el fin de formar agregados de partículas que hagan posible la separación del sólido por sedimentación o filtración.

POLCLOR
CLORO SÓLIDO, GRANO TABLETAS.
POLCLOR es un compuesto orgánico de disolución lenta, altamente estabilizado, para el tratamiento y desinfección del agua de las piscinas.
Acido tricloro-isocianúrico 90% cloro TRICLOR
TABLETA DE TRIPLE ACCION: CLORO, ALGICIDA Y FLOCULANTE.

PH-MENOS
MODIFICADOR-DEL-PH.
PH MENOS es un producto ácido que se utiliza para disminuir el pH del agua de las piscinas.

POLCRUS
DESINCRUSTANTE-LIMPIADOR.
POLCRUS es un producto que elimina las incrustaciones calcáreas y depósitos orgánicos, que se acumulan sobre las paredes y fondos de las piscinas, después de haber estado una temporada fuera de uso.

ALGAPOL
ALGICIDA BACTERICIDA FUNGICIDA.
ALGAPOL es un producto formulado a base de compuestos de amonios cuaternarios, de sobrada y reconocida eficacia en su acción contra las algas, así como la mayoría de las bacterias y demás gérmenes patógenos.

FLOCAPOL
FLOCULANTE LÍQUIDO Y TABLETAS.
FLOCAPOL es un producto de nueva concepción, especialmente concebido para depositar en el fondo de las piscinas las partículas extrañas que se encuentren en suspensión en el agua.

SANIMAN
DESINFECTANTE-GERMICIDA BACTERICIDA.
POLIGRAS
LIMPIADOR-LINEAL-DE-FLOTACION.
SANIPOL-AMONIACAL
LIMPIADOR DESINFECTANTE.

Fig.N^{o}2. Productos químicos. (19)

3.5. RIESGOS QUÍMICOS. (6)

Los riesgos químicos existen debido a que los usuarios están expuestos por medio del agua debido a la ingestión directa de ésta, la inhalación de químicos volátiles o contactos dérmicos y la absorción por la piel dependiendo del tiempo en que los usuarios estén dentro de la piscina y la actividad que realicen; así será el riesgo para la salud que puedan manifestar de acuerdo a la vía de entrada.

3.6. SERVICIOS DE MANTENIMIENTO. (6)

Las empresas constructoras de piscinas ofrecen un servicio de mantenimiento a cada cliente en el que incluyen asesoramientos y asistencia técnica, envíos de productos químicos y accesorios a domicilio; la gestión de mantenimiento incluye: Mantenimiento preventivo, limpieza de filtros ,etc., regulación de los niveles químicos y pH, purificación del agua, corrección de pH y temperaturas entre otros; puesto que entre los artículos que se pueden adquirir en estas empresas incluyen el test-kit de diferentes marcas y precios; cada una incluye los niveles establecidos por las casas fabricantes, entre los cuales no incluyen un seguimiento del monitoreo del control de los diferentes parámetros.

Por ello es que se debe conocer el mantenimiento, el monitoreo de estos parámetros y las causas para que estos parámetros estén en los rangos permisibles.

Es necesario familiarizarse con el contenido del cloro, dureza, nitritos y pH, para interpretar el funcionamiento de lo que es cada uno de ellos.

3.7 CLORO (1)

El cloro es el tratamiento desinfectante mayormente empleado en las piscinas. El objetivo de ésta cloración es garantizar que el agua se conserve limpia y cristalina, destruyendo las bacterias, microorganismos y algas, además de otros contaminantes que son causados por el medio ambiente y los usuarios; manteniendo la presencia de cierto nivel de cloro libre activo el cual actúa como oxidante-desinfectante.

El cloro libre cuando es insuficiente se combina con sustancias orgánicas dando origen a la formación de cloraminas que son las causantes del prurito conjuntival o irritación en los ojos y la piel, además el molesto olor que presentan a veces las piscinas.

Al existir un exceso de cloro libre el agua irrita los ojos, blanquea los tejidos y cabellos pero no desprende mal olor.

3.7.1. Cloro libre. (17)

Un contenido elevado de cloro puede dañar las cañerías y estructuras metálicas.

El ácido hipocloroso es la forma activa del cloro, el cual le da poder desinfectante. Con el fin de tener una concentración adecuada es importante que el pH oscile entre 7.0 y 7.8. (1)

El cloro necesario para mantener un mismo poder desinfectante está en función del pH como se demuestra en la siguiente cuadro:(15)

Cuadro N° 1. Cloro en función del pH

pH	**7.0**	**7.4**	**7.7**	**7.9**
Cloro residual libre mg/l necesario	**0.5**	**0.7**	**1.0**	**1.8**

El cloro residual libre es la cantidad de cloro presente en el agua en forma de ácido hipocloroso o hipoclorito y puede oscilar entre 0,5 y 2 ppm. El cloro puede añadirse directamente, o producirse mediante hidrólisis de sales. (16)

3.8. DUREZA DEL AGUA (21)

El contenido de dureza en el agua debe mantenerse en los límites establecidos, para controlar los niveles de calcio y magnesio que son medidos en ppm ya que una dureza superior a la permitida hará precipitar las sales cálcicas y pueden llegarse a taponar las tuberías y filtros; además, puede complicar la disolución de los químicos que se emplean para la higiene de la piscina; este tipo de agua es perjudicial para nuestra salud y la estructura de la piscina, por esto es necesario eliminar los iones que hacen un agua dura.

La dureza de un agua es causada por sales alcalinotérreas que dan soluciones fuertemente alcalinas los cuales son: $CaSO_4$, $MgCl_2$ o bicarbonatos.

En las aguas duras suelen predominar las sales de calcio, principalmente el bicarbonato, ésta se expresa en ppm de calcio (mg/L). (6)

La dureza existe de diferentes formas en el agua ya sea natural o residual:

-Dureza temporal: se debe a la presencia de bicarbonatos alcalinotérreos que desaparecen al hervir el agua.

-Dureza permanente: se debe a otras sales alcalinotérreas generalmente el sulfato cálcico.

-Dureza total (TH): Es la suma de los valores temporal y permanente. (6)

La dureza ideal es de 150 a 250 ppm. Una dureza superior hará precipitar las sales cálcicas y bloqueará el filtro.

Para reducir la dureza (ablandar), se utilizan dispositivos reblandecedores de agua, estos son específicos intercambiadores de iones diseñados para eliminar aquellos que están cargados positivamente.

3.9. NITRITOS (6)

El contenido de compuestos nitrogenados se encuentra en los bañistas principalmente en forma de urea, amoníaco, aminoácidos y creatinina.

Estas secreciones se mezclan con el agua de la piscina favoreciendo el crecimiento inmediato de microorganismos.

El numero de microorganismos y las enfermedades estarán a favor del tiempo que los usuarios se expongan al agua y la resistencia que ellos presenten a enfermedades resultantes por las excreciones de los mismos.

La presencia de los nitritos en las aguas se encuentra como producto de la oxidación del amoníaco y se determinan colorimétricamente por medio del ácido sulfanílico en medio acético y de la α - naftilamina. (2)

3.10. pH (17)

Es importante mantener el rango de pH, para lograr una mayor eficacia en el uso del cloro y así evitar irritaciones en los ojos, en las mucosas bronquiales o hipersensibilidad en la piel, es decir, que un valor superior de pH causa irritaciones en la conjuntiva y mucosas, favoreciendo las incrustaciones y reduciendo en gran medida la capacidad desinfectante del cloro.

El pH es una medida de la concentración de iones de hidrógeno y se define como: $pH = \log (1/ [H^+])$ ó $pH = -\log [H^+]$.

Una solución absolutamente neutra, tiene un valor de pH igual a 7. Si el valor de pH es menor de 7, se dice que la solución es más ácida que el agua pura, y si es mayor que 7, la solución es más básica. (8)

La medida del pH, es una de las pruebas más importantes y frecuentes utilizadas en el análisis químico del agua.

Básicamente, todas las fases del tratamiento del agua son para suministro y residual, como la neutralización ácido-base, suavizado, precipitación, coagulación, desinfección y concentración de la corrosión dependen del pH.

La alcalinidad y acidez son las capacidades neutralizantes de ácidos y bases de un agua que normalmente se expresan como miligramos de $CaCO_3$ por litro.

El pH puede reducirse mediante la adición de acido, y aumentarse con la adición de una base, tal como bicarbonato sódico. (17)

IV. DISEÑO METODOLOGICO

4. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. TIPO DE ESTUDIO

La investigación es de carácter:

- Transversal ya que se dio un seguimiento al tratamiento del agua de las piscinas, especialmente la del Complejo Polideportivo de la Universidad de El Salvador.
- Retrospectivo, debido a que no existe ninguna investigación bibliográfica acerca de los controles propuestos.
- Prospectivo porque se pretende aclarar ciertos conceptos del mantenimiento y control de las aguas para piscinas, los que se deberán observarse rigurosamente; contribuyendo a evitar las contaminaciones en las personas que utilizan las piscinas.

4.2. INVESTIGACIÓN BIBLIOGRAFICA

Se realizó investigaciones bibliográficas:

- Biblioteca Dr. Benjamín Orozco de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.
- Biblioteca Central de la Universidad de El Salvador.

4.3. INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Tipo de estudio: Experimental

Universo: Aguas recreativas.

Muestra: Agua de la piscina del Complejo Polideportivo de la Universidad de El Salvador.

Tipo de muestra: puntual-dirigida.

Figura Nº 3. Piscina del Complejo Polideportivo

Para llevar a cabo nuestro estudio de muestreo fue necesario una carta de permiso para establecer que se efectuarían análisis de los parámetros físico-químicos en el agua de la piscina, (ver anexo N^{o} 6). Durante la visita de la piscina del Complejo Polideportivo de la universidad de El Salvador se tuvo una entrevista en la que nos brindaron la siguiente información:

La piscina tiene una capacidad de setecientos cincuenta mil galones de agua.

Esta agua es filtrada por tres filtros de arena y se necesitan 8 horas para que se dé este proceso, el agua es llevada por dos bombas; donde, el agua entra y sale después de ser filtrada, cada filtro tiene un medidor de presión (P^{o}) si esta presión llega a 20 significa que los filtros ya están sucios y es momento de brindarle el mantenimiento adecuado en la Piscina del Polideportivo de la Universidad de El Salvador. (Ver anexo N^{o} 5.)

Para el control de los parámetros físico-químicos del agua de la piscina se hacen tres mediciones una por la mañana, otra al mediodía y la última en la tarde; se obtiene el promedio y así dependiendo de los valores obtenidos se evalúa si es necesaria la aplicación de químicos. Los parámetros que se manejan son: Cloro, pH y Alcalinidad (éste ultimo se realiza cuando hay en existencia reactivos para su medición).

Químicos utilizados son: cloro gaseoso de lunes a miércoles, y tricloro 90% de jueves a viernes, para aumentar la concentración de cloro necesario y obtener un mantenimiento de concentración adecuada; el bicarbonato de sodio se utiliza para elevar la alcalinidad.

Si es necesario los químicos son aplicados por la mañana, pero por lo general se realiza en la tarde, en ambos casos cuando no hay usuarios en la piscina.
El otro reactivo que se utiliza es el hipoclorito de calcio al 65% que lo utilizan para el tratamiento de choque el cual consiste en añadir al agua una cantidad importante de un agente químico para eliminar contaminantes orgánicos y nitrogenados que se realiza el día sábado a las 12:00 mediodía, dejando el cloro a una concentración de 5.0 ppm y a un pH de 8.0 para que este actué en lo que resta del fin de semana.

4.4. LUGAR DE TRABAJO

Parte experimental: Laboratorio de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

Muestreo: Agua de la Piscina del Complejo Polideportivo de la Universidad de El Salvador.

4.4.1. Métodos e instrumentos de recolección de datos.

En base al establecimiento de estándares para facilitar la interpretación de sus resultados se tomará como referencias las Normas de Calidad de Aguas Recreativas del Departamento de Sanidad y Seguridad de Cataluña España, Indicadores Bacterianos no Habituales de la Calidad de agua en Piscinas de Venezuela, Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Reglamento de Piscinas de Perú.

Muestras: La recolección de las muestras de agua se realizó en la piscina del Complejo Polideportivo de la Universidad de El Salvador, las cuales se tomaron en el momento del análisis en tubos de ensayo de 15 mL de capacidad.

Se efectuaron 48 muestras en total en un tiempo de investigación de cuatro semanas, las muestras se analizaron de acuerdo a las siguientes actividades:

Antes del mantenimiento al agua de las piscinas; un día después del mantenimiento del agua de la piscina y cuando los atletas realizan practicas en la piscina. Los resultados obtenidos se recolectaron de manera tal que los parámetros sean fácilmente reportados.

Toma de muestra: En las instalaciones del Polideportivo de la Universidad de El Salvador en el área de la piscina, se recolecto una muestra y seguidamente se realizaron las pruebas para cada uno de los parámetros, en tubos de 15 mL; limpios y secos, a una profundidad de 30 cm y lejos de una boca de impulsión, se ambientó el tubo seguidamente se llenó con la muestra del agua de la piscina a la misma distancia. Para realizar las pruebas se retiró el exceso de agua hasta llegar la línea de llenado y seguidamente se agregaron los reactivos correspondientes para cada parámetro, con el tubo tapado se invirtió de 5 a 7 veces para homogenizar la solución, luego se comparó rápidamente con los estándares propuestos del conjunto de reactivos; esperamos 3 minutos y se volvió a comparar la muestra con el patrón de color. (19) Esto se realizó para cada uno de los parámetros propuestos.

Descripción del kit colorimétrico:

El Kit consta de una serie de tubos que contiene los niveles de los parámetros a medir de forma colorimétrica, preparados con una serie de reactivos estandarizados, y debidamente identificados con sus concentraciones.

Los parámetros a evaluar se presentan en cajas correspondientes a cada parámetro indicando los niveles: bajos, ideales y altos de acuerdo al color correspondiente en cada caso. Así también fueron preparadas las soluciones reactivas de cuantificación para cada parámetro: cloro, dureza, nitritos y pH

(Para cada uno de ellos se preparan las soluciones que en teoría se presentan en cuadros según el tipo de preparación). (Ver anexo N^{o} 2).

Las soluciones reactivas se presentan en frascos tipo gotero de plásticos blancos transparentes de una capacidad de 30 mL, con un largo de 10 cm, con una base de 2 cm de diámetro, el ancho de la boca del frasco por donde sale la gota es de 0.5 cm de diámetro; rotulados adecuadamente. Además posee cuatro tubos de ensayo para recolectar las muestras, cada tubo posee una marca de llenado.

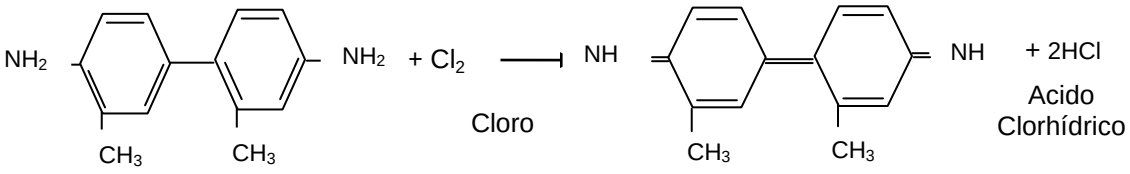
El kit posee una ficha de uso en la que indica a que nivel debe llenarse el tubo con la muestra y el área de la piscina donde se debe recolectar la muestra, la cantidad de reactivo adicionar para identificar cada parámetro físico-químico. El Kit se presenta en una base firme dentro de una caja cerrada. (Ver anexo N^{o}5).
Con los resultados obtenidos en las pruebas por medio de los parámetros a medir comparamos éstos con la recopilación de la investigación bibliográfica de normas internacionales de aguas recreativas en la que también se propone una norma de acuerdo a la forma más estricta y saludable que impidan la proliferación de enfermedades infectocontagiosas a los usuarios.

4.5. INVESTIGACIÓN DE LABORATORIO

4.5.1 Fundamento de identificación de cloro (2)

Este se basa en la coloración que conforman: orto-toluidina con el cloro a un pH determinado. (Ver anexo N^{o} 1 y 3).

La reacción que se obtiene es la siguiente:



O-Toluidina
Color: Amarillo

Color: Café Rojizo

Fig. N^{o} 4. Ecuación de reacción de Cloro con Orto-toluidina.

4.5.2. Método de identificación de cloro (2)

Este es un método colorimétrico el cual actúa a un pH menor de 4. El cloro reacciona con la O-toluidina dando un color que varía del amarillo tenue (a bajas concentraciones) al café rojizo (a elevadas concentraciones), interfieren en esta determinación los agentes oxidantes como los compuestos férricos, mangánicos y otros como los nitritos, algas, etc., que producen intensidad del color desarrollado por el cloro.

El método es apropiado para determinar cloro en aguas que contienen menos de 3 ppm de hierro ó 0.3 ppm de nitritos.

4.5.3. Fundamento de identificación de dureza (17)

La medición esta basada en la titulación complejométrica utilizando EDTA y NET como indicadores. (Ver anexo N^{o} 1 y 3).

La reacción de los iones calcio y magnesio puede representarse por las siguientes ecuaciones:

$$H_2Y^{-2} + Ca^{+2} \rightleftharpoons CaY^{-2} + 2H^{+}$$

$$H_2Y^{-2} + Mg^{+2} \rightleftharpoons MgY^{-2} + 2H^{+}$$

4.5.4 Método de identificación de dureza (9,17)

El EDTA o versenato reacciona primero en la valoración con los iones de calcio libres, luego con los iones de magnesio libres presentes en el complejo que se formó; este ion con el indicador formando complejos solubles coloreados tanto los de calcio como los iones de magnesio.

4.5.5. Fundamentos de identificación de nitritos (5)

Esta reacción se basa en la diazotación del ácido sulfanílico por el ácido nitroso y el compuesto resultante se copula con la α - naftilamina produciéndose un compuesto coloreado.

4.5.6. Método de identificación de nitritos (5)

Método de Acido Sulfanílico y α - naftilamina. (Ver anexo Nº 1 y 3).

La cuantificación y determinación es por el cambio de color de rojo a rosado indicando el nivel de concentración más estable.

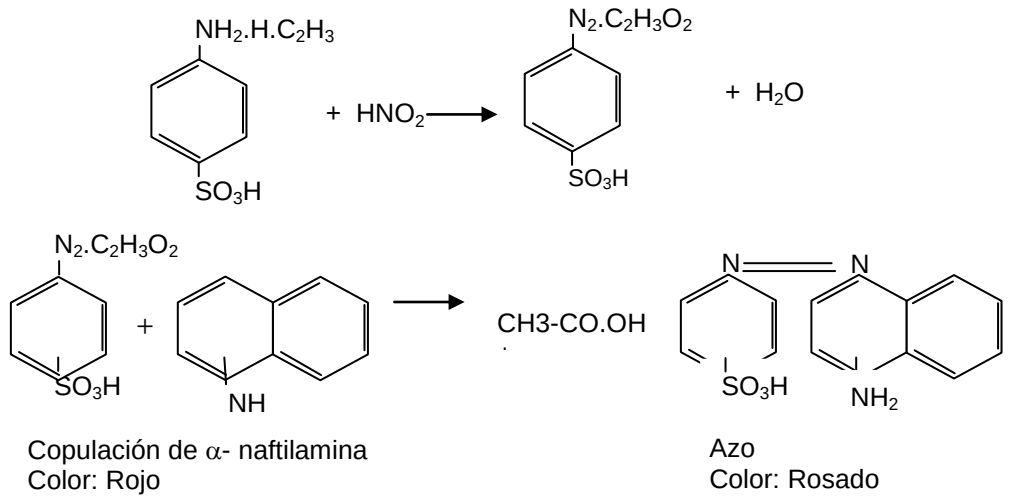


Figura N^{o} 5. Estructura de reacción de diazotación.

4.5.7. Fundamento de identificación de pH (7)

El pH es identificado usando indicadores que dan coloraciones como el rojo fenol cambiando de color ácido-base en amarillo a rojo y el rango de medición es entre 6.8 - 8.2. (Ver anexo No 1 y 3).

4.5.8. Método de identificación de pH (7)

La cuantificación y determinación de pH por la diferencia de color que varía de un color rojo a un color amarillo, indicando el color más estable.

V. RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

5.0 RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS.

5.1 Recopilación Bibliográfica de Normas Internacionales para Aguas Recreativas.

A continuación se presenta un resumen de las normativas consideradas más estrictas las cuales son: El Decreto del Diario Oficial de Catalunya. España y Las Guías para ambientes seguros en Aguas Recreativas-Piscinas realizadas en nuestra investigación bibliográfica.

5.1.1 Resumen Diario Oficial de Cataluña España.

Diario Oficial de la Generalitat de Catalunya Núm. 3092 – 6.3.2000

DEPARTAMENTO DE SANIDAD Y SEGURIDAD SOCIAL DECRETO

95/2000, de 22 de febrero, por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a las piscinas de uso público.

DECRETO:

CAPÍTULO 1.

Objeto, ámbito de aplicación y definiciones

Artículo 1

1.1 Este Decreto tiene por objeto establecer las normas sanitarias aplicables a las piscinas de uso público y regular las funciones de control y verificación de su cumplimiento.

1.2 Quedan excluidas del ámbito de aplicación de este Decreto las piscinas de aguas termales y de otras destinadas a finalidades exclusivamente medicinales, como también las piscinas de uso particular.

1.3 Los ayuntamientos podrán desarrollar mediante reglamento u ordenanza, en ejercicio de las competencias que les atribuye la normativa de régimen local, los preceptos de este Decreto con el fin de garantizar las medidas de protección de la salud que se contienen y el ejercicio de la actividad de control municipal.

Artículo 2

A efectos de este Decreto se entiende por:

Piscina: instalación que comporta la existencia de uno o más vasos artificiales destinados al baño colectivo o a la natación, y los equipos y servicios complementarios para el desarrollo de estas actividades.

Piscinas de uso público: todas las piscinas de titularidad pública, y las de titularidad privada cuya utilización está condicionada al pago de una cantidad en concepto de entrada o de cuota de acceso, directo o indirecto, así como todas aquéllas que son de uso particular.

Piscinas de uso particular: piscinas unifamiliares o de comunidades de vecinos de uso privativo para sus titulares.

Zona de baño: espacio que incluye el vaso o vasos de la piscina, la zona de playa y el solárium.

Zona de playa: superficie que circunda y da acceso al vaso o vasos de la piscina.

Aforo: número de personas que en un mismo espacio de tiempo se encuentran en las instalaciones de la piscina.

Aforo máximo: número máximo de personas que pueden utilizar al mismo tiempo las instalaciones de la piscina, sin que se derive un incremento del riesgo no controlable para su salud y seguridad.

Este aforo máximo debe garantizar, también, el bienestar de los usuarios permitiendo una utilización cómoda de las instalaciones.

Socorrista: persona que acredite una titulación en materia de socorrismo y salvamento acuático, y conocimientos de atención sanitaria inmediata, de acuerdo con la normativa aplicable.

CAPÍTULO 3. El agua

SECCIÓN 1. Características

Artículo 18

18.1 El agua de aprovisionamiento de las piscinas debe proceder, preferentemente, de una red de distribución pública. Se podrán utilizar

aguas de otros orígenes que presenten características sanitarias equivalentes, previa la autorización por parte del ayuntamiento correspondiente.

18.2 A los efectos autorizadores previstos en el apartado anterior, corresponde a los titulares de las piscinas presentar la correspondiente solicitud. Transcurrido un mes desde la fecha de esta presentación, sin que el órgano municipal competente haya resuelto la solicitud, se entenderá estimada.

Artículo 19

El agua de los vasos debe ser filtrada, desinfectada y con poder desinfectante, y cumplir, en todo caso, las siguientes características:

No ser irritante para los ojos, la piel y las mucosas. Estar libre de microorganismos patógenos. No hacer perceptible la presencia de sólidos en suspensión, espumas, aceites o grasas.

Artículo 20

Para el seguimiento de las correctas condiciones físico-químicas y microbiológicas del agua, se fijan los siguientes criterios:

Parámetro: márgenes mínimos y máximos.

Nivel de pH: 7,0-7,8.

Cloro libre* (*in situ*): 0,5-2 ppm (en puntos equidistantes).

Cloro combinado* (*in situ*): 0,6 ppm (en puntos equidistantes).

Bromo total*: 3-6 ppm (en puntos equidistantes).

Biguanidas*: 25-50 ppm.

Ácido isocianúrico*: < 75 ppm.

Ozono: vaso 0 ppm (en puntos equidistantes).

Antes de la desozonización 0,4 ppm.

Transparencia sin bañistas: ver el fondo desde cualquier punto de la piscina (con el agua en reposo).

Temperatura del agua (sólo en piscinas climatizadas): 24-30 ºC.

Temperatura del aire (sólo en piscinas cubiertas).

Medido a 1 metro de altura sobre la lámina de agua: entre dos y cuatro grados más elevada que la temperatura del agua del vaso.

Humedad (sólo en piscinas cubiertas): 60-70%.

Oxidabilidad al permanganato: no podrá superar en 4 ppm la correspondiente al agua de entrada, pudiendo considerarse este valor de acuerdo con el tipo de tratamiento.

Amoníaco (NH4+): <=0,5 ppm.

Coliformas fecales, *Stafilococcus aereus*, *Pseudomona auriginosa* y otros patógenos: ausencia.

*En caso de utilizar productos, para la desinfección del agua, con contenido de estas sustancias.

De acuerdo con los nuevos conocimientos científicos sobre los riesgos asociados al agua y a las nuevas tecnologías del tratamiento del agua, por 2338 orden del consejero de Sanidad y Seguridad Social se podrán modificar los parámetros y los márgenes establecidos en este artículo.

SECCIÓN 2.

Tratamiento

Artículo 21

Los equipos de tratamiento del agua deben poder garantizar que los vasos de las piscinas dispongan en todo momento de un agua de las características

indicadas en los artículos 19 y 20 de este Decreto.

Artículo 22

22.1 El agua de los vasos debe renovarse continuamente durante el período de apertura al público de la piscina, bien por recirculación, previa depuración, bien por entrada de agua nueva. Esta circulación del agua debe permitir una renovación total de la misma y a la vez asegurar el cumplimiento de las previsiones de los artículos 19 y 20 de este Decreto.

22.2 Los vasos deben disponer de un sistema de control de la aportación de agua nueva y del agua reciclada.

Artículo 23

23.1 Para el tratamiento del agua de las piscinas deben utilizarse sustancias y productos autorizados de acuerdo con la normativa vigente.

5.1.2 Resumen Guía de aguas recreativas seguras. Piscinas.

Guías para aguas recreativas seguras. Ambiente .2006

Vol. 2: Piscinas, Spas y Aguas recreativas similares. Ambiente

CAPITULO 3. RIESGOS MICROBIOLOGICOS.

Pseudomonas auriginosa.

El desinfectante adecuado y el mantenimiento de rutinas son los elementos claves para el control de *P.auriginosa* en las piscinas y balnearios .Las concentraciones de *P.auriginosa* debe ser menos de 1 por cada 100mL que

debe ser fácilmente alcanzable por la desinfección en forma continua para piscinas termales. Mientras que la concentración menos de 10 por cada 100mL es más realista para piscinas sin desinfección residual.

Microbacteria sp.

Gestión de riesgo.

Las microbacterias son más resistentes a la desinfección que la mayoría de las bacterias, debido al alto contenido de lípidos en su pared celular. Por lo tanto, se recomienda la desinfección en los balnearios y piscinas se mantengan en todo momento. Además la cloración de choques ocasionalmente puede ser necesaria para erradicar las microbacterias.

Estafilococcus aereus.

Gestión de riesgo.

La adecuada inactivación de patógenos potenciales como el *S.aereus* en las piscinas pueden ser alcanzados para mantener niveles de cloro residual libre desde 1.0mg/L o equivalente a la desinfección eficiente a una concentración máxima total admisible de *S. aereus* en las aguas de recreo debe ser menos de 100 por cada 100mL.

CAPITULO 5. EVALUACION DE AGUA Y CALIDAD DEL AIRE.

Desinfectantes

Una gama de desinfectantes se utilizan en las piscinas y entornos similares a fin de inactivar agentes patógenos y otros microorganismos molestos. El cloro, en una de sus diversas formas es el desinfectante que se utiliza ampliamente.

1. Desinfectante a base de cloro: Es el método de desinfección mas utilizado en el agua de piscinas. La práctica varía ampliamente alrededor del mundo, al igual que los niveles de cloro libre que se consideran actualmente aceptables a fin de lograr la adecuada desinfección, mientras que se minimice el malestar del usuario. Por ejemplo, los niveles de cloro libre menos de 1mg/L se considera aceptable en algunos países, mientras que en otros debe ser considerablemente mayor. El uso de niveles altos de cloro hasta 20 mg/L como dosis de choque es una medida preventiva o para corregir problemas; especificaciones que pueden ser parte de una estrategia adecuada en gestión.
2. Desinfectante a base de bromo: Al igual que ocurre con el cloro, la práctica varía y es aceptable una concentración de 10mg/L de bromo total. Aunque hay pocas pruebas de la toxicidad del bromo, se recomienda que no exceda 2.0- 2.5 mg/L.
3. Otros desinfectantes: Se pueden utilizar, especialmente en las piscinas pequeñas. El peróxido de hidrógeno se usa con la plata y iones de cobre,

normalmente se proporcionan niveles bajos de plata y iones de cobre en el agua. Sin embargo, es mas importante la debida consideración que se da a la sustitución de agua para prevenir la acumulación excesiva de los estos iones. Una situación similar se aplicaría a los biguanidas, que también se utilizan como desinfectantes en piscinas al aire libre.

4. Corrección de pH: Los químicos necesarios para la corrección de pH por lo general, dependerá de si el desinfectante utilizado es de por sí acida o alcalina. Desinfectantes alcalinos como por ejemplo Hipoclorito de sodio, normalmente sólo se requiere la adición de un ácido para la corrección de pH. Los desinfectantes ácidos como por ejemplo el gas de cloro, normalmente requiere la adición de un álcali, por lo general una solución de carbonato de sodio. No debe haber efectos adversos para la salud asociados con estas sustancias, siempre que sean correctamente dosificados y el pH se mantenga entre 7.2 y 8.0.

Al realizar ésta investigación bibliográfica sobre Normas Internacionales de Aguas Recreativas se encontró que los países que cuentan con este tipo de reglamento son: Cataluña (España), Perú, Venezuela, Cuba, y la Guía para Aguas Recreativas para piscinas, elaborada por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Estas Normativas Internacionales e investigación comprenden las reglamentaciones del diseño y construcción, la desinfección, vigilancia y la calidad sanitaria del agua de las piscinas.

En la tabla Nº 2 se presenta el resumen de los parámetros físico-químicos como: pH, nitritos, cloro, dureza, bromo, ácido isocianúrico y turbidez; de acuerdo a cada país que cuenta con Normas Internacionales para Aguas Recreativas.

En la tabla N^{o} 3 se presenta el resumen de los parámetros microbiológicos como: ***Eschericha coli, Staphylococcus aureus, Pseudomona auriginosa, Salmonella spp, Coliformes fecales;*** de acuerdo a cada país que cuenta con Normas Internacionales para Aguas Recreativas.

TABLA N^{o} 2. RESUMEN DE PARAMETROS FISICO-QUIMICOS OBTENIDOS DE NORMAS INTERNACIONALES PARA AGUAS RECREATIVAS.

PAIS	pH	NITRITOS	CLORO	DUREZA	BROMO	ACIDO ISOCIANURICO	TURBIDEZ
OMS*	7.2-7.8	-	1.0-5.0 ppm	-	2.0-2.5 ppm	50.0-100.0 ppm	0.5 UNT
Cataluña (España)	7.0-7.8	< 0.5 ppm	0.5-2.0 ppm	150.0 - 550.0 ppm	3.0-6.0 ppm	< 75.0 ppm	-
Cuba	7.0-7.9	0.1 ppm	0.5-2.0 ppm	150.0-550.0 ppm	-	-	-
Perú	6.5-8.5	Max 3.0 ppm	Max 1.8 ppm	-	1.0-3.0 ppm	≤ 75.0 ppm	5.0 UNT
Venezuela	6.0-8.5	10.0 ppm	0.2-1.0 ppm	500.0 ppm	-	-	>250.0 UNT

*Normas Oficiales más estricta.

TABLA N°3. RESUMEN DE PARAMETROS MICROBIOLOGICOS OBTENIDOS DE NORMAS INTERNACIONALES PARA AGUAS RECREATIVAS.

PAIS	***Eschericha coli***	***Staphylococcus aureus***	***Pseudomona auriginosa***	***Salmonella spp***	***Coliformes fecales***
Cataluña (España)	Ausencia/100mL	Ausencia/100mL	Ausencia/100mL	-	-
OMS*	10 x 100 mL	30 x 100 mL	10 x 100 mL	-	-
Cuba	Ausencia/100mL	Ausencia/100mL	Ausencia/100mL	28,9 NMP/100mL	≤ 200 UFC/100 mL
Perú	Ausencia por 100 mL	Ausencia por 100 mL	Ausencia por 100 mL	Ausencia/100 mL	Ausencia/100 mL
Venezuela	NMP/100mL	UFC / 100mL	UFC / 100mL	-	Menor 2000NMP/100 mL

* Normas Oficiales más estricta.

5.2 Propuesta de Norma para Aguas Recreativas de El Salvador.

De la recopilación de Normas Internacionales para Aguas Recreativas se elabora una Propuesta de Norma en la cual se establecen rangos sobre la medición de los parámetros físico-químicos como son: cloro, dureza, nitritos, y pH; así, como también parámetros microbiológicos como: ***Escherichia Coli*****,** ***Stafilococcus aereus*****,** ***Pseudomona auriginosa*****,** para mejorar el control del agua de las piscinas que se encuentran en el país.

Se tomaron en cuenta, criterios necesarios como por ejemplo el mantenimiento y desinfección del agua de la piscina para conservar la calidad de la misma y evitar riesgos en la salud de los usuarios.

La información que se presenta en la Propuesta de Norma fue redactada de acuerdo a los contenidos de las Normas Oficiales de los siguientes países: España, Perú, Venezuela, la Investigación de Cuba y de la Organización Mundial de la Salud (OMS); se comprobaron los parámetros propuestos, realizando pruebas físico-químicas con el agua de la piscina del Polideportivo de la Universidad de El Salvador.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

PROPUESTA DE NORMA SALVADOREÑA PARA

AGUAS RECREATIVAS

Tania Flores Molina - Diana Menéndez Zepeda

2009

PROPUESTA DE NORMA

Aguas recreativas

Propuesta de Norma para Aguas Recreativas.

1. OBJETIVOS

Esta propuesta de norma establece características, valores de rangos físico-químicos y microbiológicos permisibles que deben presentar las aguas recreativas para realizar un control adecuado y proteger la salud de los usuarios.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

La propuesta de Norma esta dirigida para Aguas Recreativas de uso turístico y deportivo en El Salvador. Deberá observarse el cumplimiento de los valores permisibles, establecidos en esta propuesta de norma, para mejorar el control de las aguas recreativas de forma que no causen efectos negativos en el cuerpo humano tales como resequedad, comezón e irritación en la piel, ojos y mucosas, afecciones en el aparato digestivo y otras alteraciones.

3. DEFINICIONES

1. Aguas Recreativas: conjunto de uno o más estanques artificiales, incluidos ríos, lagos; destinados al baño recreativo o deportivo los cuales

deben poseer equipamiento e instalación necesaria para garantizar su función adecuada y seguridad de los usuarios.

2. Cloro: Elemento Químico altamente reactivo fundamental para la desinfección del agua de las piscinas.

3. Cloro libre (ácido hipocloroso): es la forma de cloro activo en el agua como ácido hipocloroso. Según el pH y la cantidad de cloro libre, habrá más o menos de cloro activo.

4. Contaminación: es la alteración de la calidad física-química, biológica en determinados lugares.

5. Desinfección: conjunto de acciones dirigidas a eliminar los gérmenes nocivos o microorganismos patógenos que un objeto o ser puede contener o que puede acompañarlo.

6. Desinfectante: sustancia que tiene la propiedad de desinfectar.

7. Desinsectación: método de lucha contra los ácaros u otros insectos nocivos para las personas, animales y plantas.

8. Desratización: Técnica de saneamiento que se emplea para el control, la reducción o la exterminación de los roedores

9. Dilución: es el efecto de disminuir la concentración de soluto presente en una solución, aumentando la cantidad de disolvente.

10. Dureza del agua: característica del agua que representa la concentración total de los iones de calcio y magnesio expresados como carbonato y calcio.

11. *Escherichia coli*: Son bacilos gram negativos, no formadores de esporas que fermentan la lactosa con producción de gas. Cuando se utiliza un medio MUG se define como la bacteria coniforme que posee la enzima beta-D-glucoronidasa que hidroliza al substrato fluorogénico con MUG con producción de fluorescencia.

12. Estanque: infraestructura principal de la piscina que contiene el volumen de agua.

13. Filtro: Dispositivo que extrae mecánicamente los sólidos insolubles del agua de la piscina.

14. Floculación: Tratamiento a que se someten los sólidos disgregados, dispersos en el seno de un fluido, con el fin de formar agregados de partículas que hagan posible la separación del sólido por sedimentación.

15. Floculante: sustancia tenso-activa o electrolito que se utiliza para producir la floculación.

16. Material flotante: sustancias que permanecen temporal o permanentemente en la superficie del cuerpo de agua limitando su uso.

17. Nitritos: es la presencia de materia fecal o de compuestos nitrogenados en forma de urea, amoníaco, aminoácidos y creatinina.

18. Parámetro: aquellas características que puede ser sometida a medición.

19. pH: Potencial de Hidrógeno, mide la acidez o el carácter básico del agua.

20. Piscina: Es el conjunto de uno o más estanques total o parcialmente artificiales destinados al baño recreativo o deportivo, donde el uso que se haga del agua supone un contacto primario y colectivo con ésta, así como con los equipamientos e instalaciones necesarios que garantizan su funcionamiento adecuado.

21. Piscina descubierta: Es el conjunto de uno o más estanques total o parcialmente artificiales diseñadas de forma tal para estar al aire libre y sin condiciones climatizadas.

22. Tratamiento de aguas recreativas: es la utilización de procesos físico-químicos, biológicos definidos a través de operaciones unitarias: preliminares, primarios, secundarios o avanzados a fin de cumplir la propuesta de norma.

23. Tratamiento de choque: Práctica que consiste en añadir al agua una cantidad importante de un agente químico para eliminar contaminantes orgánicos y nitrogenados.

24. Turbiedad (turbidez): es la medida de la transparencia del agua debido a la presencia de partículas en suspensión.

25. Supercloración: Práctica habitual en muchas piscinas consistente en la adición de suficiente cantidad de un compuesto de cloro que satisfaga la demanda de compuestos combinados de cloro.

26. Valores máximos permisibles: son los valores, rango y concentraciones de los parámetros establecidos por una normativa o propuesta de norma que se deben cumplir.

27. Vertido: sinónimo de descarga.

4. ABREVIATURAS

mL: mililitros

mg/L: miligramos por litro

NMP: número más probable

OMS: Organización Mundial de la Salud

ppm: partes por millón, equivalente a miligramos por litro o un gramo por metro cúbico. (mg/L)

UFC: unidad formadora de colonias.

UNT: unidad nefelométrica de turbiedad

5. REQUERIMIENTOS

Los niveles permisibles de los parámetros de esta propuesta de norma deberán ser alcanzados por medio de los tratamientos respectivos.

5.1. Características físico-químicas del agua.

El agua de abastecimiento de las piscinas debe proceder, preferentemente, de una red de distribución pública u otra fuente de calidad comprobada. (7)

Luego deberá ser filtrada, desinfectada, y cumplir, en cualquier caso, las siguientes características:

1. No ser irritante para los ojos, la piel y las mucosas.
2. Estar libre de microorganismos patógenos.
3. No ser perceptible a la presencia de sólidos en suspensión, espumas, aceites o grasas.

Para el seguimiento de las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del agua, se fijan los siguientes criterios. (5)

Tabla N^{o} 4. Parámetros Físico-químicos permisibles por la propuesta de Norma Salvadoreña para aguas recreativas. (6)

PARAMETROS	Limites o Rangos Máximos
CLORO	0.5-5.0 mg/L
DUREZA	145.0 mg/L
NITRITOS	0.0-0.5 mg/L
pH	6.5-8.5
BROMO	1.0-3.0 mg/L
ACIDO ISOCIANURICO	<75.0 mg/L
TURBIDEZ	<25.0 UNT

Tabla N° 5. Parámetros microbiológicos permisibles y técnica de identificación por la propuesta de Normas Salvadoreñas para Aguas Recreativas (6)

PARAMETROS	**VALOR MAXIMO ADMISIBLE**		
	Técnica de identificación		
	Filtración por Membranas UFC/100mL	**Tubos Múltiples NMP/100mL**	**Placas Vertidas UFC/100mL**
Coliformes fecales	Ausencia/100mL	Negativo	Ausencia/100mL
Escherichia coli	Ausencia por 100mL	Ausencia por 100mL	-
Pseudomona auriginosa	-	Ausencia/100mL	Ausencia por 100mL
Salmonella sp	-	Ausencia/100mL	-
Stafilococcus aereus	-	-	Ausencia/100mL

Tabla N° 6. Parámetros y Métodos de Análisis.

PARAMETRO FISICO-QUIMICOS	**METODO DE ANALISIS**
Bromo, Cloro, Nitritos, Acido Isocianurico y pH	Colorimétrico
Dureza	Titulación con EDTA
Turbidez	Nefelométrico

5.2. Tratamiento del agua y estanque. (5)

- Para el tratamiento del agua de las piscinas deben utilizarse sustancias y productos autorizados.
- Deberá disponerse de dispositivos para la dosificación química de productos que funcionen conjuntamente con el sistema de recirculación y permitan la disolución total del químico para la desinfección del agua, a fin de proteger y mantener adecuadamente su calidad.
- Los productos que no se adicionaron directamente a la piscina, deberá también disponerse de sistemas de dosificación que funcionen conjuntamente con el sistema de recirculación y permitan la disolución total.
- Durante el tiempo que la piscina no se encuentre en funcionamiento, ésta deberá protegerse y mantenerse para impedir su deterioro, y evitar, un foco de contaminación sanitaria y ambiental.
- Los estanques de la piscina deberán ser vaciados totalmente por lo menos una vez cada 2 años, simultáneamente se hará el mantenimiento limpiando paredes y piso con agentes químicos para el control de algas, bacterias y hongos. (7)
- Los sistemas de filtrado y desinfección deben funcionar las 24 horas después del cierre de la temporada.

- Para mantener el agua en buenas condiciones debe también limpiarse periódicamente todo el entorno de la piscina para eliminar hojas, tierra, etc. (6)
- En el agua de las piscinas debe haber un seguimiento continuo de los niveles de desinfectantes dosificados.
- Las concentraciones de desinfectante deben ser verificada por un muestreo del agua de la piscina antes de que se abra y durante la apertura y de ser posible durante un período de uso.

5.3. Autocontrol

El personal de mantenimiento debe asegurar la salubridad de las piscinas, y contar con un sistema de autocontrol que debe incluir los siguientes planes:

1. Plan de limpieza y desinfección de todas las instalaciones.
2. Plan de tratamiento del agua de las piscinas donde se debe hacer constar los productos que se utilicen, las fichas de seguridad de estos productos, la forma de aplicación y los controles que se realicen para poder asegurar las características del agua.
3. Plan de desratización y desinsectación, con las previsiones de seguridad para su aplicación que sean necesarias, para evitar riesgos a los usuarios de las piscinas.
4. Plan de formación del personal de mantenimiento.
5. Planificación de los análisis microbiológicos del agua necesarios para conocer sus condiciones sanitarias. (6)

5.4. Normas de régimen interno

Las instalaciones de las piscinas deben disponer de normas de régimen interno para los usuarios, las cuales serán de carácter obligatorio y se expondrán en lugares visibles y de fácil acceso para éstos.

Estas normas de régimen interno deben contener, como mínimo, las siguientes indicaciones:

1. Es obligación utilizar las duchas antes del baño en la piscina.
2. Se prohíbe el acceso con calzado de calle a la zona de la piscina.
3. Se prohíbe fumar y comer en la zona de la piscina.
4. No se permite la admisión de animales domésticos. (6)
5. Es responsabilidad del usuario utilizar las duchas después del baño en la piscina.
6. No podrán hacer uso de la piscina las personas que padezcan de una enfermedad transmisible.
7. Otras que establezca la entidad administradora de la piscina. (7)

Todos los usuarios y el personal de la piscina deben cumplir con las normas elementales de higiene, estar consientes de las normas de seguridad y ser conocedores de los resultados de los controles sanitarios. (6)

5.5. Funciones de la entidad administradora.

Toda piscina deberá tener obligatoriamente personal capacitado para la operación, cuidado y vigilancia de la misma. (7)

6. BIBLIOGRAFIA

1. Normas Oficiales para la Calidad del Agua. Venezuela. Octubre, 1995.
2. Criterios para el perfeccionamiento de las Normas de calidad Sanitaria de las Aguas de uso Recreativo. Cuba. 1987-1990.
3. Indicadores, Bacterianos no habituales de la Calidad de Agua en piscinas Aragua, Venezuela, Febrero 1998.
4. Norma Salvadoreña Obligatoria para la Calidad del Agua Potable. Enero 1999. El Salvador.
5. Departamento de Sanidad y Seguridad Social. Decreto Oficial de la Generalidad de Cataluña. 2000
6. Manual Técnico de Piscinas. Cataluña. España. 2001.
7. Reglamento Sanitario de Piscinas, Piletas de Natación o Natatorios. Lima Perú Marzo 2003.
8. Guías para Ambientes Seguros en Aguas Recreativas. Organización Mundial para la Salud. OMS. 2006.

5.3. Elaboración de un kit colorimétrico para el control de cuatro parámetros físico-químicos: cloro, dureza, nitritos y pH.

La elaboración del kit colorimétrico comprende:

- Etapa teórica: Elaboración de codificación de reactivos y redacción de ficha de uso técnico para el kit colorimétrico.

- Etapa práctica: Preparación de reactivos para cuantificar los parámetros físico-químicos y preparación de las diluciones patrones para designar los límites de los parámetros.

Se procedió a elaborar los reactivos de cuantificación (ver anexo Nº 5) para la identificación de cada uno de los parámetros.

En el cuadro Nº 2 se presenta la codificación de los reactivos preparados; ésta codificación comprende la determinación de los parámetros, el reactivo que se utiliza y el número de codificación.

Luego se redactó una Ficha de Uso Técnico para el kit colorimétrico, indicando como deben ser utilizados los reactivos para cada una de las determinaciones.

Cuadro N^{o} 2. CODIFICACIÓN DE REACTIVOS.

Determinación de los parámetros	**Reactivo**	**Número**
CLORO	Orto Toluidina	Rx. # 1
DUREZA	Buffer de Amonio pH=10	Rx. # 3
	Indicador Negro de Eriocromo T (NET)	Rx. # 4
	Solución de EDTA 0.1M	Rx. # 5
NITRITOS	Biftalato de Potasio	Rx. # 6
	Acido Sulfanílico	Rx. # 7
	Alfa Naftalina	Rx. # 8
pH	Rojo Fenol	Rx. # 2

Cuadro Nº 3. FICHA DE USO PARA EL KIT COLORIMETRICO**.**

FICHA DE USO TECNOCO DEL KIT COLORIMETRICO PARA EL ANALISIS DEL AGUA.

Enjuagar y llenar con agua a los frascos para cada una de las pruebas, a una profundidad de 12" (30cm) retirar el exceso de agua hasta llegar a la línea de llenado. Seguir las siguientes indicaciones:

Prueba de Cloro: agregar 5 gotas de reactivo #1, tapar e inmediatamente invertir de 5 a 7 veces comparar la muestra con el patrón de color.

Prueba de Dureza: agregar 5 gotas de reactivo #2, agregar 1 gota de reactivo #3 (color rosado), tapar e inmediatamente invertir de 5 a 7 veces el tubo, y luego adicionar contando el numero de gotas de reactivo #4 hasta observar el cambio de color de rosa a azul; por cada 5 gotas adicionadas invertir el tubo hasta homogenizar el color. Cada 5 gotas equivalen a 10ppm. Multiplicar la cantidad de gotas por 2 (ejemplo: 55 gotas gastadas por 2 es igual a 110ppm).

Prueba de Nitritos: agregar 10 gotas de reactivo #5, agregar 1 gota de reactivo #6 y Luego agregar 1 gota de reactivo #7 tapar el tubo e invertir de 5 a 7 veces hasta su mayor intensidad de color, luego comparar la muestra con el patrón de color.

pH: agregar 3 gotas de reactivo #8, tapar el frasco inmediatamente invertir de 5 a 7 veces comparar la muestra con el patrón de color.

TABLA N^{o} 7. COMPARACIÓN DE COLORES PARA DETERMINACIÓN DE CLORO.

Patrón de dilución	**Limites de concentración de Cloro**	Reactivo de cuantificación del análisis del kit
1	1 ppm	Agregar 5 gotas de reactivo Nº 1 (Ver cuadro Nº2)
2	2 ppm	
3	3 ppm	
4	5 ppm	

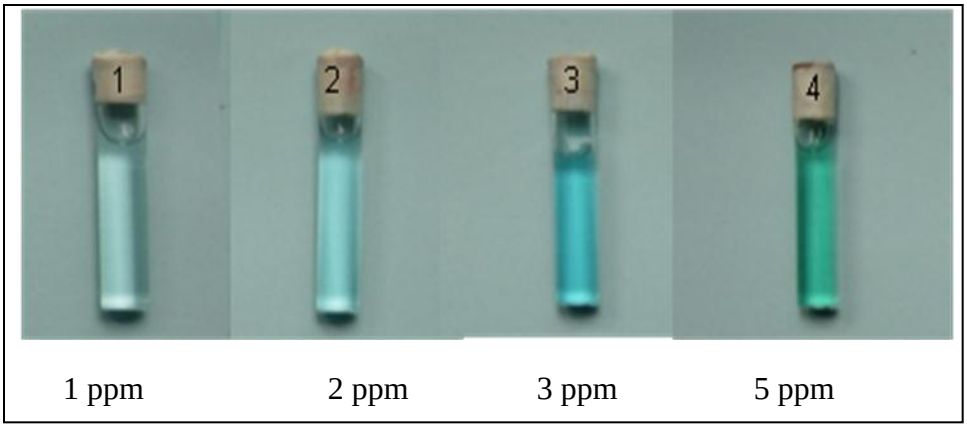


Figura Nº 6. Variación de color en la determinación de Cloro

TABLA N^{o} 8. COMPARACIÓN DE PARÁMETROS PARA LA DETERMINACIÓN DE DUREZA.

Patrón de dilución	**Limites de concentración de Dureza.**	**Reactivo de cuantificación del análisis de kit**	**Resultado**
1	300-800 ppm	Agregar 10 gotas de reactivo Nº 2. Agregar 1 gota de reactivo Nº 3. Adicionar gotas del reactivo Nº 4 hasta el cambio de color. (Ver cuadro Nº2)	Más de 100 gotas
2	180-300 ppm		36-60 gotas gastadas de reactivo Nº 4
3	80-180 ppm		16-36 gotas gastadas de reactivo Nº 4
4	10-80 ppm		5-16 gotas gastadas de reactivo Nº 4

Figura Nº 7. Viraje de color en la determinación de Dureza

TABLA Nº 9. COMPARACION DE COLORES PARA LA DETERMINACION DE NITRITOS.

Patrón de Dilución	**Limites de concentración de Nitritos**	**Reactivo de cuantificación del análisis del kit**
1	1 ppm	Agregar 10 gotas de reactivo Nº 5. Adicionar 1 gota de reactivo Nº 6 Agregar 1 gota de reactivo Nº 7 (Ver cuadro Nº 2)
2	2 ppm	
3	4 ppm	
4	5 ppm	

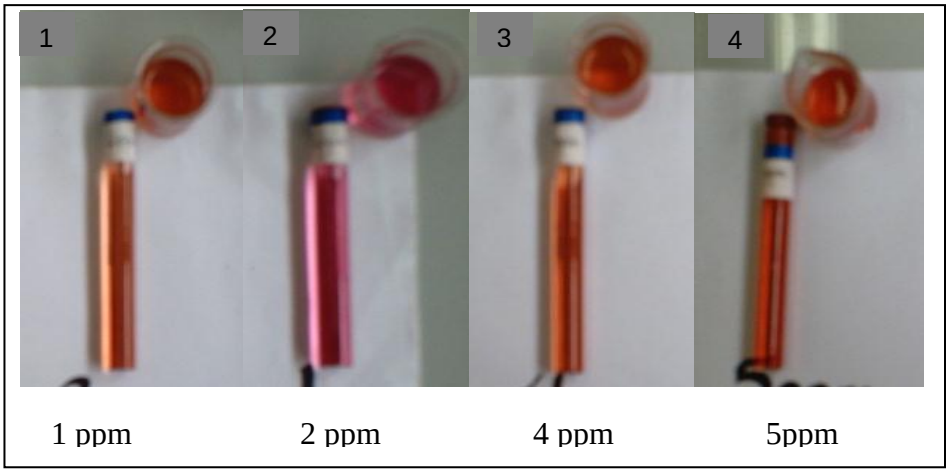


Figura. Nº 8 Variación de color en la determinación de Nitritos

TABLA N^{o} 10. COMPARACIÓN DE COLORES PARA LA DETERMINACIÓN DE pH.

Patrón de dilución	**Limites de parámetros de pH**	**Reactivo de cuantificación del análisis del kit**
1	5.0	Agregar 3 gotas del reactivo Nº 8 (ver cuadro Nª2)
2	6.0	
3	7.0	
4	8.0	

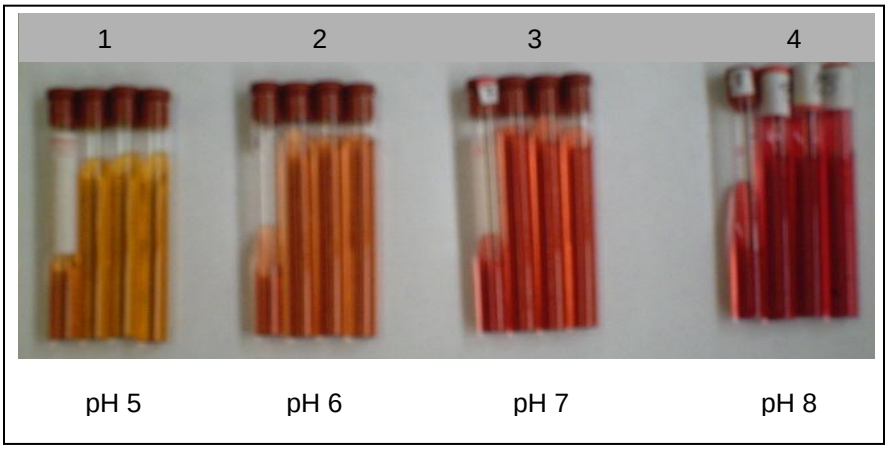


Figura. Nº 9. Variación de color para la determinación de pH

5.3.1. Discusión de resultados de la comparación de colores en los parámetros de cloro, dureza, nitritos y pH empleados en el kit.

(Ver anexo N^{o} 1y 2)

Para la elaboración del Kit colorimétrico se prepararon cuatro parámetros físico-químicos cloro, dureza, nitritos y pH cada uno con sus respectivas diluciones que son los patrones que designan los límites de concentración y que al adicionar el reactivo correspondiente cuantifica, produciéndose la variación de color. (Ver anexo N^{o} 5).

En la preparación del parámetro de Cloro:

Se presentan cuatro patrones de dilución en los que se asignaron concentraciones diferentes, cuantificándolos con el Rx. # 1 y presentando variaciones de color que identifican a cada una de las concentraciones: 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm y 5 ppm. (Ver tabla Nº 7).

En la figura Nº 6 demuestra la variación de color de Agua de cloro para cada patrón de dilución.

Preparación del parámetro de Dureza:

En la preparación del patrón de dilución para la determinación de dureza fue necesario el uso de un acidificante y un indicador, identificado por los Rx. # 2 y Rx. # 3 respectivamente que proporciona una coloración rojo claro y el Rx. # 4 cuantifica cuando el cambio es de rojo claro a azul claro y la dureza se da en ppm (mg/L). (Ver tabla Nº 8).

Para obtener el valor real debe contarse y luego multiplicarse las gotas gastadas de Rx. # 4 por 2. Esto se ha determinado según los datos de concentración establecidos para determinar las gotas del Rx. # 4 gastada hasta llegar al cambio de color, en este caso, (Ver cuadro Nº 2). Así, como en los casos siguientes:

1. Para 10.0 ppm se gastaron 5 gotas
2. Para 20.0 ppm se gastaron 10 gotas
3. Para 30.0 ppm se gastaron 15 gotas

Para realizar la prueba en la piscina se debe hacer lo siguiente: El número de gotas se va a multiplica por su valor equivalente que es 2 por las gotas gastadas, que producen el viraje de color, al dividir las ppm entre el número de gotas gastadas se obtiene el valor de 2, hablando en términos matemáticos, todos estos valores son múltiplos de 2. Ejemplo:

Retomemos el caso 1: Para 10 ppm se gastaron 5 gotas; entonces 10 entre 5 es igual a 2. Por lo tanto decimos:

5 gotas gastadas de reactivo N^{o} 4 por 2 es igual a 10, es decir: 10 mg/L (ppm).

En la figura Nº 7 demuestra el viraje de color de Agua dura para cada patrón de dilución.

Preparación del parámetro de Nitritos:

En la preparación de los valores de concentración para la determinación de nitritos por el Rx. # 6 y Rx. # 7, (Ver cuadro Nº 2), es cuantificado y determinado por el cambio diferente de color desde un tono rojo hasta un tono rosado depende de la concentración, la cantidad de las gotas agregadas, revelan los tonos de color más estable y semejante al patrón. (Ver tabla Nº 9)
En la figura Nº 8 demuestra la variación de color de los parámetros de nitritos para cada patrón de dilución.

En la preparación del parámetro de pH:
En la preparación de los valores de concentración para la determinación de pH por el Rx. # 8 es cuantificado y determinada por la diferencia de color que varia de un color rojo a un color amarillo de uno con otro nivel de concentración, la cantidad de gotas agregadas indica el color más estable (Ver tabla Nº 10).
En la figura Nº 9 demuestra la variación de color de los parámetros de pH para cada patrón de dilución.

5.4. Resultados obtenidos del análisis en el agua de la piscina del Complejo Polideportivo de la Universidad de El Salvador.

TABLA N^{o} 11. CONTROL DE PARÁMETROS.

Semana	Nivel de concentración en ppm									Niveles		
	CLORO			DUREZA			NITRITOS			pH		
	Antes*	Durante*	Después*	Antes*	Durante*	Después*	Antes*	Durante*	Después*	Antes*	Durante*	Después*
1	5.0	5.0	3.0	90.0	100.0	50.0	0.0	0.0	0.0	8.0	8.0	7.0
2	5.0	3.0	3.0	100.0	100.0	110.0	0.0	0.0	0.0	8.0	7.0	7.0
3	3.0	5.0	3.0	70.0	110.0	100.0	0.0	0.0	0.0	7.0	8.0	7.0
4	5.0	3.0	3.0	70.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	8.0	7.0	7.0

*Antes: del tratamiento;*Durante: se encuentren los atletas; *Después: del tratamiento

PRODUCTO/S UTILIZADO COMO DESINFECTANTE: **Cloro Gaseoso, Tri-cloro 90%, Hipoclorito de calcio granulado (control de choque).**

PRODUCTO/S UTILIZADO COMO REGULADOR: **Bicarbonato de sodio**

5.4.1 Discusión de resultados obtenidos en el análisis en el agua de la piscina del Complejo Polideportivo de la Universidad de El Salvador.

- En la cuantificación de cloro por el método colorimétrico al agregar el reactivo Nº 1 presento una coloración verde que indica 5 ppm. Este resultado se encuentra dentro de los rangos establecidos por la Propuesta de Normativa Salvadoreña.

- En la cuantificación de dureza por el método colorimétrico al agregar el reactivo Nº 2, agregando el reactivo Nº 3 verificando parámetro de color, al adicionar el reactivo Nº 4 hasta cambio de color, realizando un conteo de las gotas gastadas, cada gota gastada se multiplica por dos y el resultado que indica cuantas ppm hay en la muestra, este resultado y se encuentra dentro de los rangos establecidos por la Propuesta de Normativa Salvadoreña.

- En la cuantificación de nitritos por el método colorimétrico, al agregar el reactivo Nº 5, para acidular la muestra. Agregar el reactivo Nº 6 y el reactivo Nº 7. Da una coloración que varia de color rojo a color amarillo que indica la presencia de nitritos. La ausencia de color indica que no hay presencia de nitritos.

- En la cuantificación de pH por el método colorimétrico, al agregar el reactivo Nº 8 da una coloración roja indicando un valor de 7. Este resultado se encuentra dentro de los rangos establecidos por la Propuesta de Normativa Salvadoreña. (Ver anexo Nº 6)

5.5. Resultados de análisis de la muestra de agua de la piscina del Polideportivo de la Universidad de El Salvador comparados con las Normas Internacionales para Aguas Recreativas.

TABLA N° 12. RESULTADOS DE CLORO OBTENIDOS EN LA MUESTRA DE LA PISCINA COMPARADOS CON LAS NORMATIVAS INTERNACIONALES.

Parámetros	Actividad	Niveles obtenidos (ppm)			
		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
CLORO (0.5-5.0)*	Antes del tratamiento de la piscina	5.0	5.0	3.0	5.0
	Durante la estancia de atletas	5.0	3.0	5.0	3.0
	Después del tratamiento de la piscina	3.0	3.0	3.0	3.0

* España, Cuba, Venezuela, Perú, (OMS)

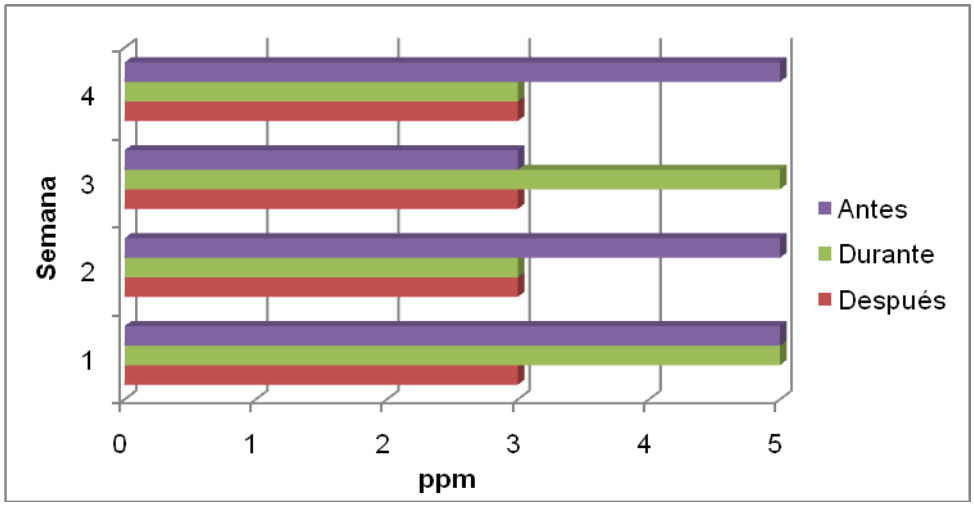


FIGURA N° 10. RESULTADOS DE CLORO OBTENIDOS EN LA MUESTRA DE LA PISCINA COMPARADOS CON LAS NORMATIVAS INTERNACIONALES.

*Antes: antes del tratamiento de la piscina; *Durante: la estancia de atletas; *Después: después del tratamiento de la piscina.

Límites Permisibles de cloro para aguas recreativas: 0.5 – 5.0 ppm

TABLA N° 13. RESULTADOS DE DUREZA OBTENIDOS EN LA MUESTRA DE LA PISCINA COMPARADOS CON LAS NORMATIVAS INTERNACIONALES.

Parámetros	Actividad	Valores obtenidos (ppm)			
		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
DUREZA (60.0-550.0)*	Antes del tratamiento de la piscina	90.0	100.0	70.0	70.0
	Durante la estancia de atletas	100.0	100.0	100.0	100.0
	Después del tratamiento de la piscina	50.0	110.0	100.0	100.0

* España, Investigación de Cuba, Venezuela, Perú, (OMS).

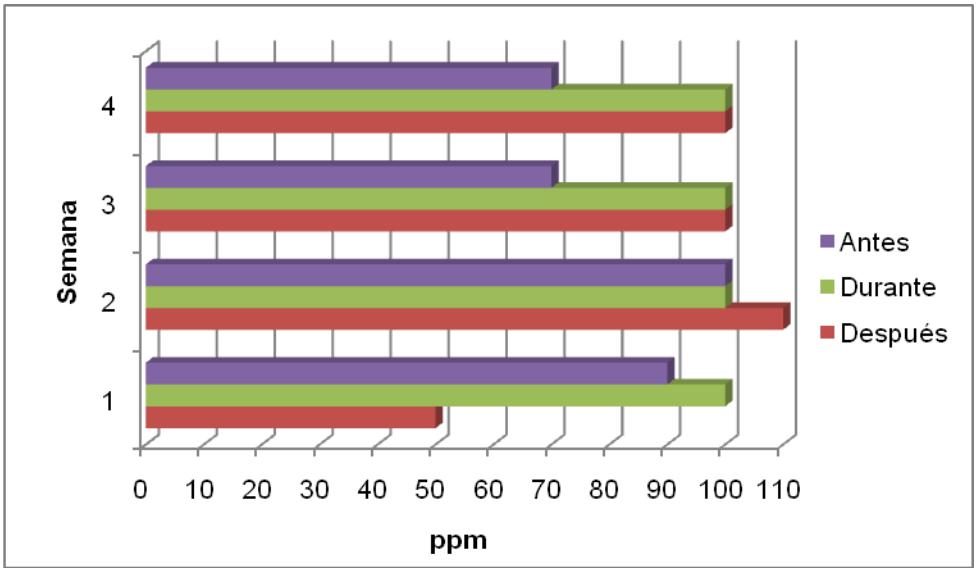


FIGURA N° 11. RESULTADOS DE DUREZA OBTENIDOS EN LA MUESTRA DE LA PISCINA COMPARADOS CON LAS NORMATIVAS INTERNACIONALES.

*Antes: antes del tratamiento de la piscina; *Durante: la estancia de atletas; *Después: después del tratamiento de la piscina.

Límite permisible de dureza para aguas recreativas: 60.0 –550.0ppm

TABLA N° 14. RESULTADOS DE NITRITOS OBTENIDOS EN LA MUESTRA DE LA PISCINA COMPARADOS CON LAS NORMATIVAS INTERNACIONALES.

Parámetros	Actividad	Valores obtenidos (ppm)			
		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
NITRITOS (0.0-3.0ppm)*	Antes del tratamiento de la piscina	0.0	0.0	0.0	0.0
	Durante la estancia de atletas	0.0	0.0	0.0	0.0
	Después del tratamiento de la piscina	0.0	0.0	0.0	0.0

* España, Cuba, Venezuela, Perú, (OMS)

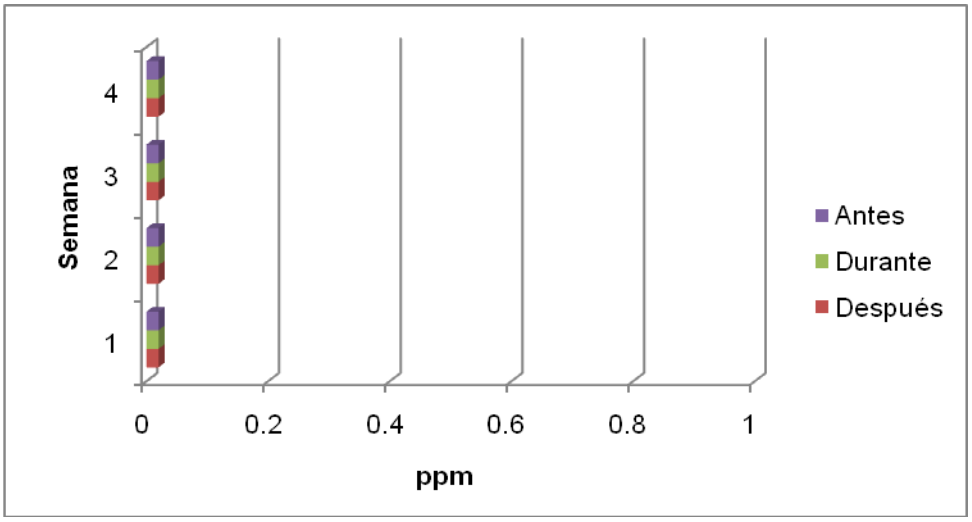


FIGURA N° 12. RESULTADOS DE NITRITOS OBTENIDOS EN LA MUESTRA DE LA PISCINA COMPARADOS CON LAS NORMATIVAS PARA AGUAS RECREATIVAS

*Antes: antes del tratamiento de la piscina; *Durante: la estancia de atletas; *Después: después del tratamiento de la piscina.

Límite permisible de nitritos para aguas recreativas: 0.0 – 3.0 ppm.

TABLA N° 15. RESULTADOS DE pH OBTENIDOS EN LA MUESTRA DE LA PISCINA COMPARADOS CON LAS NORMATIVAS INTERNACIONALES.

Parámetros	Actividad	Valores obtenidos (ppm)			
		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
pH (6.5-8.5)*	Antes del tratamiento de la piscina	8.0	8.0	7.0	8.0
	Durante la estancia de atletas	8.0	7.0	8.0	7.0
	Después del tratamiento de la piscina	7.0	7.0	7.0	7.0

* España, Cuba, Venezuela, Perú, (OMS)

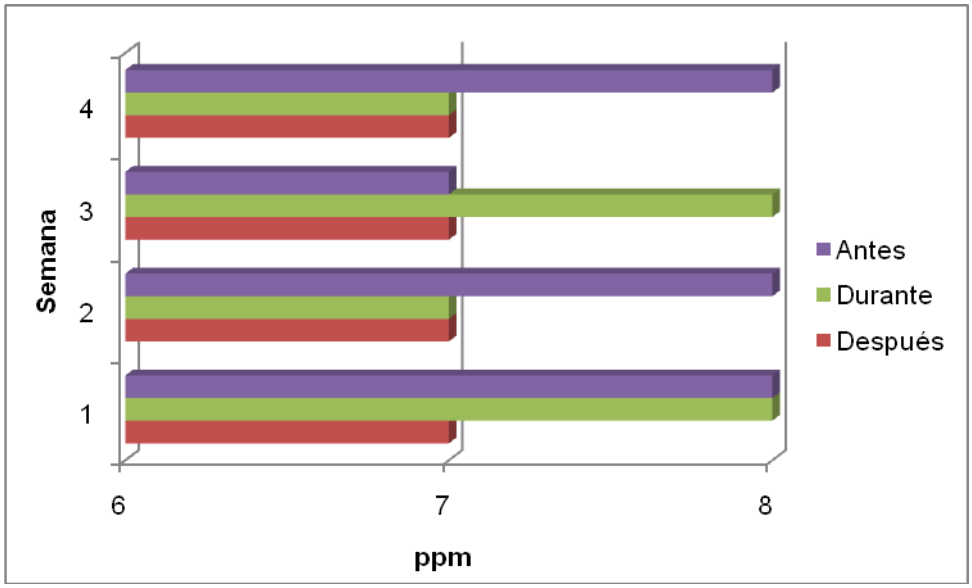


FIGURA N° 13. RESULTADOS DE pH OBTENIDOS EN LA MUESTRA DE LA PISCINA COMPARADOS CON LAS NORMATIVAS INTERNACIONALES.

*Antes: antes del tratamiento de la piscina; *Durante: la estancia de atletas; *Después: después del tratamiento de la piscina.

Limite permisible de pH para aguas recreativas: 6.5 – 8.5 ppm.

5.5.1. Interpretación de resultados de análisis de la muestra del Agua de la Piscina del Polideportivo de la Universidad de El Salvador comparados con las Normas Internacionales para Aguas Recreativas.

Se realizó un muestreo para la prueba del uso del kit propuesto por cuatro semanas en tres actividades las cuales son: Antes del tratamiento del agua de la piscina con productos químicos para observar los niveles en cada parámetro; durante la estancia de los atletas dentro de la piscina para determinar el contenido de los niveles de cada parámetro; después del tratamiento al agua de la piscina para verificar que los niveles de cada parámetro no se encuentren en bajo o alto nivel para cada caso. Estos parámetros no sobrepasen los niveles de las Normativas Internacionales razón por la cual se hace una comparación de los resultados obtenidos en la piscina y los investigados por las Normativas Internacionales para Aguas Recreativas.

En el análisis del agua de la piscina del Complejo del Polideportivo de la Universidad de El Salvador obtuvimos los siguientes resultados:

Para las pruebas de **cloro y pH** obtuvimos los rangos de 3.0 - 5.0 ppm y de 7.0 - 8.0, respectivamente, para las Normas Internacionales de Aguas Recreativas se encuentra dentro de los límites establecidos entre 0.5 – 5.0 ppm para cloro. Para el pH se obtuvieron los valores 6.5 – 8.5 que están dentro de los valores de las Normas Internacionales de Aguas Recreativas.

En la Guía para Aguas Recreativas de la Organización Mundial para la Salud (OMS), recomienda que los valores deben estar en 7.2-7.8 para pH y de 1-3 ppm para cloro; para la estancia de los usuarios y menor a estos valores debe considerarse un tratamiento químico al agua por lo que no debe ser razonable para el agua de la piscina del Complejo del Polideportivo de la Universidad de El Salvador ya que siempre se obtuvieron datos entre 3.0 -5.0 ppm.

En la prueba de **dureza** se obtuvieron los valores de 90.0-110.0 ppm, de los que las Normas Internacionales consideran un rango de dureza entre 150.0 – 550.0 ppm, el valor obtenido en la prueba indica que el agua es blanda.

De los valores obtenidos en la prueba de **nitritos** es de 0.0 ppm esto indica la ausencia de nitritos comparados con las Normativas para Aguas Recreativas que entra en el rango establecido entre 0.0 – 3.0 ppm.

A continuación presentamos en cuadros y gráficos los valores obtenidos en las muestras y rango de los valores de las Normativas Internacionales, luego se muestran en figuras graficas los valores obtenidos en los que cada barra de color indican las cuatro semanas respectivamente, en el eje “Y” se representan las actividades y en el eje “X” los niveles obtenidos en las muestras de la Piscina Complejo del Polideportivo de la Universidad de El Salvador, comparados éstos datos, con la Normativas Internacionales para Aguas Recreativas.

VI. CONCLUSIONES

6.0 CONCLUSIONES

1. Actualmente en el país no se cuenta con normativas sobre Aguas Recreativas para tener un mayor control de la calidad del agua de estanques, ríos o lagos; por lo que se propone una Normativa Salvadoreña.

2. La propuesta de Normativa salvadoreña se redactó de acuerdo a los contenidos y rangos de los valores presentados en los Decretos de Normativas Internacionales y de la Guía de Aguas Recreativas de la Organización Mundial de la Salud, (OMS).

3. El kit colorimétrico propuesto en este trabajo fue utilizado para el análisis y el control de los cuatro parámetros físico-químicos: cloro, dureza, nitritos y pH del agua de la piscina del Complejo Polideportivo de la Universidad de El Salvador.

4. Con el kit propuesto basado en el método colorimétrico se pueden determinar los parámetros como: cloro, dureza, nitritos y pH; para monitorear los rangos que estén establecidos por las Normas de Aguas Recreativas.

5. El agua de la piscina del Complejo Polideportivo de la Universidad de El Salvador cumple con los requerimientos establecidos por la Normativa de Aguas Recreativas Internacionales en los parámetros de cloro, nitritos y pH a excepción de la dureza en la que sus límites son bajos indicando que el agua es blanda.

6. Debido a la cloración y la constante filtración del agua de la piscina del Complejo Polideportivo de la Universidad de El Salvador no hay presencia de nitritos cumpliendo con los requisitos establecidos por las Normativas de Aguas Recreativas Internacionales.

7. En el monitoreo realizado con el kit colorimétrico propuesto se comprobó que los parámetros físico-químicos están dentro de los rangos seleccionados por la filtración constante y el control de cloro y pH en el agua de la piscina se evita la proliferación de bacterias y otros microorganismos.

8. El kit colorimétrico propuesto presenta cuatro parámetros que se han seleccionado a diferencia de otros kit que contienen de dos a tres parámetros como cloro-pH, cloro- bromo.

VII. RECOMENDACIONES

7.0 RECOMENDACIONES.

1. Que la Universidad de El Salvador de a conocer la Propuesta de Norma Salvadoreña para Aguas Recreativas descrita en el presente trabajo de graduación.

2. A la entidad competente gestionar la formación de los Comités técnicos para elaborar la Normativa de Aguas Recreativas del País.

3. Implementar el uso de las Normativas Internacionales para que exista un Monitoreo y Control de Calidad de las Aguas Recreativas mientras no se tenga Normativa Nacional.

4. Que las autoridades de la Universidad de El Salvador establezcan los planes de limpieza, mantenimiento y control de las Aguas de la Piscina del Complejo Polideportivo.

5. Mantener siempre el monitoreo constante de tres veces diarias del agua de la piscina del Complejo Polideportivo de la Universidad de El Salvador, para comprobar que los parámetros físico-químicos se mantengan dentro de los rangos establecidos por las Normativas Internacionales.

6. Que la dirección del Complejo Polideportivo de la Universidad de El Salvador proporcione capacitación al personal encargado del mantenimiento de la piscina y que se elaboren recomendaciones a los usuarios de cómo hacer uso de las instalaciones.

7. Que el usuario antes de manipular el kit colorimétrico se aconseja hacer uso de la ficha de uso, que indica como deben utilizarse los reactivos en cada análisis para cada uno de los parámetros así como la comparación de los patrones los cuales se representan con diferentes colores, que facilitarán su adecuada aplicación.

8. Que en futuras investigaciones se proporcione la estabilidad de los reactivos para obtener los niveles de color de los parámetros en partes por millón (ppm) y así evitar lecturas incorrectas.

BIBLIOGRAFIA

1. Blanxart, A. 2000. Exposición al Cloro en Piscinas. España. INSHT. Consultado 22 enero 2008. Disponible en: http://www.mtas.es
2. Clemente, J. 1966. Manual de Química Aplicada. 2 ed. México. P191-196.
3. Franco, G. y otros. 2003. Elaboración de Una Guía Práctica para la Preparación de Reactivos Químicos y Estándares de Uso Frecuente en el Análisis Químico. Tesis. Licenciatura en Química y Farmacia. El Salvador. Universidad de El Salvador.
4. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Norma Salvadoreña obligatoria para la calidad del agua. 30p.
5. Molina, V. 2005. Elaboración de un Set de Reactivos para la Identificación de Once Parámetros Físico-químicos en Agua Potable. Licenciatura en Química y Farmacia. El Salvador, Universidad de El Salvador. 75 p.
6. OMS (Organización Mundial para la Salud, GN).2006.Guías para ambientes seguros en aguas recreativas. Piscinas balnearias y ambientes de agua recreativas similares. Ginebra. Editorial WHO. V2.146p.
7. Skoog D. 1989. Química Analítica. 4 ed. España. Editorial Mc Graw Hill. p 612, 613, 617, 618.

8. Hall, W. 1949. Análisis Cuantitativo. 9ed. México. Editorial Hispano-américa VII.
9. Universidad de El Salvador. Facultad de Química y Farmacia. Manual de Química Analítica I y II.
10. Universidad de El Salvador. Facultad de Química y Farmacia. Manual de Química General II.
11. United States Pharmacopeial Convention, Inc., The United States Pharmacopeia Twenty-fifth Revision. USP25. The National Formulary Twentieth Edition. NF 20. USA. January 2002. V 2.
12. http://www.aquaclean.com. Consultado 12 enero 2008.
13. http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/e/cd-cagua/ref/text/43.pdf. Consultado 29 mayo 2008.
14. http://www.cepis.org.pe/bvsacd/eco/027205/027205-03.pdf. Consultado 29 mayo 2008.
15. http://www.gencats.com. Consultado 21 febrero 2008.
16. http://www.ingenieroambiental.com/4041/salazar.pdf. Consultado 21 mayo 2008.
17. http://www.hannainst.com. Consultado 5 enero 2008.
18. http://www.muniplibre.gob.pe/DS_007-2003%20piscinas.pdf. Consultado 21 mayo 2008.
19. http://www. piscinasagua.com. Consultado 22 enero 2008.

20. http://www.who.int/water_sanitation_health/bathing3/es/.Consultado 29 mayo 2008

21. http://es.wikipedia.org/wiki/piscina. Consultado 5 enero 2008.

GLOSARIO. (5,6,12,17,19,20,21)

1. **Agua:** (del latín Aqua) es un compuesto formado por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H_2O). El término agua se aplica en el lenguaje corriente únicamente al estado líquido de este compuesto. El agua es una sustancia química esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de la vida.

2. **Aguas recreativas:** Conjunto de uno o más estanques artificiales destinados al baño recreativo o deportivo los cuales deben poseer equipamiento e instalación necesaria para garantizar su función adecuada.

3. **Calidad del agua:** Esta referido a la composición del agua en la medida en que esta es afectada por la concentración de sustancias producidas por procesos naturales y actividades humanas.

4. **Cloro:** Elemento químico altamente reactivo fundamental para la desinfección del agua de las piscinas

5. **Colorimétrico:** es la ciencia que estudia la medida de los colores y que desarrolla métodos para la cuantificación del color, o sea para la obtención de valores numéricos del color.

6. **Control:** Actividad de monitorear los resultados de una acción y tomar medidas para hacer correcciones inmediatas y medidas preventivas para evitar eventos indeseables en el futuro

7. **Desinfección:** Sustancias que tienen la propiedad de desinfectar.

8. **Dureza del agua:** Característica del agua que representa la concentración total de los iones de calcio y magnesio expresados como carbonato y calcio.

9. **Estanque:** Infraestructura principal de la piscina que contiene el volumen de agua.

10. **Filtros:** Dispositivo que extrae mecánicamente los sólidos insolubles del agua de la piscina.

11. **Kit:** Es un conjunto de reactivos para el análisis cuantitativo, que ofrece un resultado dentro de un rango amplio, pero con suficiente precisión y exactitud para verificar si se cumple o no la especificación reglamentaria.

12. **Mantenimiento:** Acción eficaz para mejorar aspectos operativos relevantes de un establecimiento tales como funcionalidad, seguridad, productividad, creación, modificación o eliminación de un o varios elemento. Acción y efecto de reparar, mantener y conservar en buen estado los inmuebles e instalaciones destinados al abasto.

13. **Nitritos:** El contenido de compuestos nitrogenados que se encuentran en los bañistas principalmente en forma de urea, amoníaco, aminoácidos y creatinina.

14. **Norma:** Son documentos técnicos con las siguientes características: contienen especificaciones técnicas de aplicación voluntaria. Norma social es una regla que se debe seguir o a la que se deben ajustar las conductas, tareas y actividades del ser humano.

15. **Normativas:** se refiere al establecimiento de reglas o leyes, dentro de cualquier grupo u organización.

16. **Parámetros:** Aquellas características que pueden ser sometidas a medición.

17. **pH :** Potencial de hidrogeno, mide la acidez o el carácter básico del agua.

18. **Piscina:** Es el conjunto de uno o mas estanques total o parcialmente artificiales destinados al baño recreativo o deportivo, donde el uso que se haga del agua supone un contenido primario y colectivo con esta, así como con los equipamientos e instalaciones necesarias que garantizan su funcionamiento adecuado.

19. **Piscina abierta:** Es el conjunto de uno o mas estanques total o parcialmente artificiales diseñados de forma tal para estar al aire libre y sin condiciones climatizadas.

20. **Piscina cerrada:** Este tipo de piscinas diseñada para no estar en contacto con el aire libre, necesitan un plan de limpieza y mantenimiento el sistema de ventilación y calefacción que implique control de la temperatura y la humedad ambiental.

21. **Piscina climatizada:** Son aquellas piscinas diseñas con características especiales de temperatura, humedad ambiental, ventilación. Este tipo de piscina depende de las características solicitadas por el propietario.

22. **Piscina privada:** Llamadas también piscinas de uso particular, son piscina unifamiliares o de comunidades de vecinos de uso privativo para sus titulares.

23. **Piscina publica:** Todas las piscinas de titularidad pública, cuya utilización está condicionada al pago de una cantidad en concepto de entrada o de cuota de acceso, directo o indirecto.

24. **Reactivos:** es toda sustancia que interactuando con otra (también reactivo) en una reacción química da lugar a otras sustancias de propiedades, características y conformación distinta, denominadas productos de reacción o simplemente productos.

25. **Servicios de mantenimiento:** Las empresas constructoras de piscina ofrecen servicios de mantenimiento a cada cliente en el que incluye asesoramiento, asistencia técnica, mantenimiento preventivo, limpieza de filtros, regulación de niveles químicos, purificación del agua, corrección de pH, temperatura, etc.

26. **Tratamiento de choque:** practica que consiste en añadir al agua una cantidad importante de un agente químico para eliminar contaminantes orgánicos y nitrogenados.

27. **Turbiedad (turbidez):** Es la medida de la transparencia del agua debido a la presencia de partículas en suspensión.

28. **Vaso:** Sinónimo de piscina.

29. **Vertido:** Sinónimo de descarga

ANEXOS

ANEXO N° 1

PREPARACIÓN DE REACTIVOS

PARTE EXPERIMENTAL.

Preparación de Reactivos.

1. Ácido Acético al 30%[3]

Medir con probeta de 50mL, 30mL de ácido acético glacial al 100% p/p de pureza y d= 1.05 g/mL, colocar en un balón volumétrico de 1000mL aproximadamente 500mL de agua destilada fría y agregar el ácido lentamente con agitación constante, transferir la solución a balón volumétrico de un litro de capacidad, completar volumen, envasar y rotular.

2. Acido Clorhídrico 0.1M [3]

Medir con probeta de 10mL, 8.28mL de ácido clorhídrico al 37% pasar a un balón volumétrico de 1000mL, disolver con 500mL de agua destilada, llevar a volumen de un litro, transferir a un frasco de vidrio color ámbar y etiquetar.

3. Acido Clorhídrico (1:4) [11]

Diluir una parte de HCl en cuatro partes de agua destilada para un litro de solución, envasar y rotular.

4. Acido Sulfanílico al 1% (5)

Pesar 1 g de acido sulfanilico, agregarlos a un beaker de 150mL, luego adicionar 100 mL de ácido acético al 30%, agitar cuidadosamente, envasar y etiquetar.

5. α- naftilamina al 0.3% (5)

Disolver 0.3 g de α-naftilamina en 70mL de agua, agitar hasta disolución completa, filtrar si es necesario a través de un algodón absorbente perfectamente lavado y mezclar con 30 mL de ácido acético al 30%, envasar y etiquetar.

6. Carbonato de calcio 0.1M para estandarizar EDTA. (7)

Pesar en balanza analítica 2.5g $CaCO_3$ anhidro, pasar a un beaker de 50mL, disolver en la menor cantidad posible de HCl 0.1M, luego pasar a un frasco volumétrico de 1000mL, aforar con agua destilada, pasar a un frasco plástico y rotular.

7. Cloruro de Amonio, Solución Buffer pH 10. (9)

Disolver 67.5g de Cloruro de Amonio en 570mL de Amoniaco concentrado al 25%, diluir a un litro con agua destilada, envasar en un frasco plástico y rotular.

8. EDTA 0.1M (2)

Colocar 37.2g de sal disódica de EDTA en un balón volumétrico de 1000mL, adicionar 600 a 800mL de agua libre de CO_2, agitar periódicamente hasta que se disuelva, aforar y homogenizar, envasar en frasco plástico y rotular.

Para estandarizar el EDTA: Medir con pipeta volumétrica 10 mL de Solución Estándar de Carbonato de Calcio y colocarlo en un erlenmeyer de 250 mL. Diluir con agua destilada a un volumen de aproximadamente 25 mL. Agregar gotas de solución Buffer de Cloruro de Amonio hasta que la solución tenga un pH de 10, agitar y observar con papel pH. Agregar indicador (NET) de 4 a 6 gotas y valorar lentamente ésta solución con EDTA 0.1 M hasta un cambio de color de rojo vino a un azul permanente. Realizar tres valoraciones y calcular la molaridad de la solución de EDTA.

9. Hidróxido de sodio 0.1M (11)

Pesar en un beaker limpio, 1.0 g de NaOH en balanza analítica, adicionar aproximadamente 100mL de agua destilada libre de CO_2, agitar para disolver (si no se logra disolver adicionar otra cantidad similar de agua) pasar la solución a un balón volumétrico de 250 mL, aforar hasta la marca, envasar y rotular.

10. Hipoclorito de Sodio [11]

Pesar 74.5 g de hipoclorito de sodio al 90% de pureza, colocarlo en un balón volumétrico de 1000mL disolverlo en 500 mL de agua destilada, agitar, llevar a un volumen de 1000 mL y homogenizar; envasar en frasco plástico y rotular.

11. Indicador de Negro de Eriocromo T (NET) [11]

Disolver 200mg de Negro de Eriocromo T y 2g de hidroxilamina hidroclorhidrico en Metanol para preparar 50mL de la solución envasar y en frasco de vidrio color ámbar y rotular.

12. Indicador Rojo Fenol (Fenolsulfontaleína TS) [11]

Disolver 100 mg de Fenolsulfontaleína en 100mL de alcohol etílico al 96%, filtrar si es necesario envasar y rotular.

Para prepara a un pH 4.7: Disolver 33mg de Fenolsulfontaleina en 1.5mL de solución de NaOH 2M, diluir con agua a 100mL y mezclar (solución A). Disolver 25mg de Sulfato de Amonio en 235mL de agua, agregar 105mL de solución de NaOH 2M y 135mL de acido acético glacial, mezclar (solución B). Agregar 25mL de solución A a la solución B y mezclar. Si es necesario ajustar el pH de esta solución a 4.7

13. Nitrito de Sodio (11)

Pesar 7.5 g de nitrito de sodio, disolver en agua destilada, llevar a 1000mL y homogenizar, envasar y rotular.

14. O-toluidina (2)

Se coloca 1 g de o-toluidina en un mortero de porcelana, se añade 2 ml de HCl diluido (1 a 4) se tritura hasta obtener una pasta suave la cual se disuelve en 200ml de agua destilada y se transfiere a un matraz aforado de un litro. Se diluye hasta un volumen aproximado de 500mL con agua destilada y se completa hasta la marca con una solución de HCl diluido (1:4). Se mezcla bien y se guarda en un frasco de color ámbar con tapón esmerilado.

15. Solución estándar de Calcio y magnesio (11)

Disolver 1.25 g de carbonato de calcio y 3.2 g de nitrato de magnesio hexahidratado en agua destilada y llevar a 1000 mL homogenizar, envasar y rotular.

ANEXO N^{O} 2

RESUMEN DE PREPARACIÓN DE SOLUCIONES ESTANDARES Y SU ESTANDARIZACION Y PREPARACIÓN DE REACTIVOS

RESUMEN DE PREPARACIÓN DE SOLUCIONES ESTÁNDAR Y SU ESTANDARIZACIÓN. (6,9,10)

DETERMINA-CIONES	ESTANDARES	PREPARACION	ESTANDARIZACION
CLORO	HIPOCLORITO DE SODIO 5ppm	Disolver 74.5 g de NaClO al 90% en agua destilada y llevar a volumen de un litro.	Tomar 20mL de solución de NaClO luego agregar 1.5g de KI sólido, agregar 2mL de solución indicadora de almidón, realizar 3 valoraciones con solución de $Na_2S_2O_3$ 0.1 N hasta decoloración completa.
DUREZA	CARBONATO DE CALCIO 500ppm	Disolver 1.25g $CaCO_3$ en agua destilada y llevar a 500mL de solución para una concentración de 500ppm.	Pipetear 10mL de solución estándar de $CaCO_3$ y $MgNO_3$ colocar en un erlenmeyer de 250mL y agregar 25mL de agua destilada, adicionar gotas de solución buffer de Cloruro de Amonio hasta un pH de 10, agitar, agregar aproximadamente 0.1g de NET. Colocar en la bureta solución de EDTA 0.1 M, agregar gota a gota hasta un viraje de color de rojo vino a un azul permanente en toda la solución. (Realizar 3 valoraciones).
	NITRATO DE MAGNESIO 300ppm	Disolver 3.2 g $(MgNO_3).6H_2O$ en agua destilada y llevar a 500mL de solución para una concentración de 300ppm.	
NITRITOS	NITRITO DE SODIO 5ppm	Disolver 7.5 g de $NaNO_2$ en agua destilada y llevar a un litro de solución para una concentración de 5ppm.	Tomar 20mL de solución problema (Nitritos) acidular con Ftalato de potasio 0.1N agregando x mL. Luego agregar 1.5g de KI 2mL de solución de Almidón y retrovalorar con el Tiosulfato de Sodio hasta decoloración completa.

Continuación

pH	ACIDO CLORHIDRICO 0.1M	Diluir 8.28mL de HCl al 37% de pureza y d=1.19, con agua destilada y llevar a volumen de un litro.	Pipetear 10mL de solución de HCl 0.1 M y colocar en un erlenmeyer de 250mL, agregar 3 gotas de solución de Fenolftaleína 1% en Etanol, agitar. Titular con NaOH 0.1 M hasta que torne una leve coloración rosada que indique el punto final de la valoraciones. (Realizar 3 valoraciones).
	HIDROXIDO DE SODIO 0.1 M	Disolver 1.0 g de NaOH con agua destilada libre de CO_2, agitar y llevar a 250 mL de solución.	Ambientar una bureta con NaOH 0.1 M y llenarla, en un erlenmeyer de 250 mL adicionar con pipeta volumétrica 10 mL de Biftalato de Potasio 0.1 M agregar 2 gotas de Fenolftaleína y agitar. Titular con la solución de NaOH 0.1 M hasta que el color cambie de incoloro a rosado. (Realizar 3 valoraciones).

RESUMEN DE PREPARACIÓN DE REACTIVOS DE CUANTIFICACIÓN Y SU ESTANDARIZACIÓN. (2, 4,10)

REACTIVOS DE CUANTIFICACION	PREPARACION	ESTANDARIZACIÓN
O- Toluidina	Disolver 1 g de O-Toluidina en HCL (1:4), diluir con 250ml de agua destilada y llevar a 500mL con HCl (1:4).	-
EDTA 0.1 M	Disolver 37.2g de sal de EDTA en agua libre de CO_2 y llevar a un litro de solución.	Pipetear 10mL de solución estándar de $CaCl_2$ 0.1 M colocar en un erlenmeyer de 250mL y agregar 25mL de agua destilada, adicionar gotas de solución buffer de Cloruro de Amonio hasta un pH de 10, agitar, agregar aproximadamente 0.1g de NET. Colocar en la bureta solución de EDTA 0.1 M, agregar gota a gota hasta un viraje de color de rojo vino a un azul permanente en toda la solución. (Realizar 3 valoraciones).
EDTA 0.01M	Disolver 3.72 g de sal de EDTA en agua libre de CO_2 y llevar a un litro de solución.	Pipetear 10mL de solución estándar de $CaCl_2$ 0.1 M colocar en un erlenmeyer de 250mL y agregar 25mL de agua destilada, adicionar gotas de solución buffer de Cloruro de Amonio hasta un pH de 10, agitar, agregar aproximadamente 0.1g de NET. Colocar en la bureta solución de EDTA 0.01 M, agregar gota a gota hasta un viraje de color de rojo vino a un azul permanente en toda la solución. (Realizar 3 valoraciones).
Indicador: Negro de Eriocromo T (NET)	Disolver 0.2 g de NET con 2g de Hidroxilamina hidroclorhídrico en Metanol para 50mL de solución.	-

Continuación

α- Naftilamina 0.3%	Disolver 0.3 g α- Naftilamina en 70 mL de agua destilada, añadir 30mL de ácido acético al 30 %.	-
Acido Sulfanílico 1%	Disolver 1 g Acido Sulfanílico en 100mL de ácido acético al 30% y agitar.	-
Indicador: Rojo Fenol	Disolver 0.1g de Rojo Fenol en 100mL de alcohol etílico al 96% y filtrar con algodón.	-

RESUMEN DE PREPARACIÓN DE OTROS REACTIVOS. (3, 4, 8, 9)

REATIVOS	PREPARACIÓN
ACIDO ACÉTICO 30%	Diluir lentamente 30mL de Acido Acético al 100% p/p en 500mL de agua destilada fría y llevar a un litro de solución.
ACIDO CLORHIDRICO (1:4)	Diluir 125mL de HCl al 37% con agua destilada y llevar a un volumen de 500mL
CLORURO DE AMONIO (Buffer pH 10)	Disolver 67.5g de Cloruro de Amonio en 500mL de Amoníaco Concentrado al 25%, llevar a volumen de un litro de solución con agua destilada.
FENOLFTALEÍNA	Disolver 1.0g de Fenolftaleína en 25mL de Etanol, llevar a volumen de 100mL con Etanol y homogenizar.
FTALATO DE POTASIO 0.1N	Disolver 2.0422 g de Ftalato de Potasio en agua destilada y llevar a 100mL de solución.
YODURO DE POTASIO 0.1N	Disolver 16.6 g de la sal de KI en agua destilada y llevar a un litro de solución.
SOLUCIÓN DE ALMIDÓN	Hervir 100mL de agua destilada. Hacer a parte una mezcla de 1 g de Almidón con agua tibia y agregar la premezcla de almidón al gua hirviendo y agitar.
SOLUCION DE YODO	Disolver en 8 g de KI, 3.18 g de yodo p.a. mezclar bien, luego agregar 30mL de agua. Transferir a un balón de 250mL con tapón esmerilado y llevar a volumen, homogenizar, pasar a frasco de vidrio y rotular.
TIOSULFATO DE SODIO 0.1 N	Disolver 24.8 g de $Na_2S_2O_3.5H_2O$ en agua destilada hervida y enfriada, luego llevar a un litro de solución, envasar en frasco plástico.
TRIOXIDO DE ARSENICO 0.1 N	Disolver 4.946 g de la sal As_2O_3 en un beaker con una solución de NaOH 10 N gota a gota, luego diluir y neutralizar con HCl 12N gota a gota empleando Fenoftaleína 1% en alcohol como indicador. Trasferir a un balón de 100mL y llevar a volumen, homogenizar, envasar y rotular.

PREPARACION DE SOLUCIONES PATRON ACIDAS DE CONCENTRACION DE IONES HIDROGENO [H^+]. (10)

1. Medir con pipeta graduada de 10 mL, HCl 0.1M y agregar en un tubo de ensayo limpio y seco, rotular: $[H^+]=10^{-1}M$
2. De la solución anterior extraer 1 mL de HCl y transferir a otro tubo, agregar 9 mL de agua destilada, agitar para homogenizar la solución resultante y rotular así: $[H^+]=10^{-2}M$
3. De la solución anterior extraer 1 mL y colocarlo en otro tubo de ensayo, agregar 9 mL de agua destilada, agitar la solución y rotular así: $[H^+]=10^{-3}M$
4. Tomar 1mL de la solución anterior y transferir a otro tubo de ensayo, agregar 9mL de agua destilada, agitar la solución y rotular así: $[H^+]=10^{-4}M$
5. De la solución anterior extraer 1 mL y colocarlo en otro tubo de ensayo agregar 9 mL de agua destilada, agitar la solución y rotular así: $[H^+]=10^{-5}\,M$
6. De la solución anterior extraer 1 mL de HCl y transferir a otro tubo, agregar 9 mL de agua destilada, agitar la solución y rotular: $[H^+]=10^{-6}\,M$
7. De la solución anterior extraer 1 mL de HCl y transferir a otro tubo, agregar 9 mL de agua destilada, agitar la solución y rotular: $[H^+]=10^{-7}\,M$

8. De la solución anterior extraer 1 mL de HCl y transferir a otro tubo, agregar 9 mL de agua destilada, agitar la solución y rotular:
   $[H^+]=10^{-8}$ M
9. De la solución anterior extraer 1 mL de HCl y transferir a otro tubo, agregar 9 mL de agua destilada, agitar la solución y rotular:
   $[H^+]=10^{-9}$ M
10. De la solución anterior extraer 1 mL de HCl y transferir a otro tubo, agregar 9 mL de agua destilada, agitar la solución y rotular: $[H^+]=10^{-10}$ M
11. De la solución anterior extraer 1 mL de HCl y transferir a otro tubo, agregar 9 mL de agua destilada, agitar la solución y rotular: $[H^+]=10^{-11}$ M
12. De la solución anterior extraer 1 mL de HCl y transferir a otro tubo, agregar 9 mL de agua destilada, agitar la solución y rotular: $[H^+]=10^{-12}$ M
13. De la solución anterior extraer 1 mL y colocarlo en otro tubo de ensayo, agregar 9mL de agua destilada, agitar y descartar 1 mL de esta solución para obtener el mismo volumen en todos los tubos y rotular así:
   $[H^+]=10^{-13}$M

PREPARACION DE SOLUCION PATRON BASICA DE CONCENTRACION DE IONES OXHIDRILO [OH^-]. (10)

1. Medir con pipeta graduada 10 mL de NaOH 0.1M y agregar a un tubo de ensayo limpio y seco, rotular así: $[OH^-]=10^{-1}M$
2. De la solución anterior extraer 1mL de NaOH y agregar a otro tubo, agregar 9mL de agua destilada, agitar para homogenizar la solución resultante y rotular: $[OH^-]=10^{-2}M$
3. De la solución anterior extraer 1mL y colocar en otro tubo de ensayo agregar 9 mL de agua destilada, agitar la solución formada y rotular: $[OH^-]=10^{-3}M$
4. Tomar 1mL de la solución anterior, colocar en un tubo de ensayo, agregar 9 mL de agua destilada, agitar y rotular: $[OH^-]=10^{-4}M$
5. Tomar 1mL de la solución anterior, colocar en otro tubo de ensayo, agregar 9 mL de agua destilada, agitar y rotular: $[OH^-]=10^{-5}M$
6. Tomar 1mL de la solución anterior, colocar en otro tubo de ensayo, agregar 9 mL de agua destilada, agitar y rotular: $[OH^-]=10^{-6}M$
7. De la solución anterior extraer 1mL y colocar en otro tubo de ensayo agregar 9 mL de agua destilada, agitar la solución formada y rotular: $[OH^-]=10^{-7}M$
8. De la solución anterior extraer 1mL y colocar en otro tubo de ensayo agregar 9 mL de agua destilada, agitar la solución formada y rotular: $[OH^-]=10^{-8}M$

9. De la solución anterior extraer 1mL y colocar en otro tubo de ensayo agregar 9 mL de agua destilada, agitar la solución formada y rotular: $[OH^-]=10^{-9}$ M
10. De la solución anterior extraer 1mL y colocar en otro tubo de ensayo agregar 9 mL de agua destilada, agitar la solución formada y rotular: $[OH^-]=10^{-10}$ M
11. De la solución anterior extraer 1mL y colocar en otro tubo de ensayo agregar 9 mL de agua destilada, agitar la solución formada y rotular: $[OH^-]=10^{-11}$ M
12. De la solución anterior extraer 1mL y colocar en otro tubo de ensayo agregar 9 mL de agua destilada, agitar la solución formada y rotular: $[OH^-]=10^{-12}$M
13. De la solución anterior tomar 1 mL y colocar en un tubo de ensayo, agregar 9 mL de agua destilada, agitar y descartar 1 mL de esta solución para obtener el mismo volumen en todos los tubos, rotular: $[OH^-]=10^{-13}$M

PROBLEMAS

1. Encontrar el valor del pH de una solución cuya concentración de iones hidrogeno es 3.75 X 10^{-5} iones mol/L.

   Resolución:

   Aplicando la formula general se tiene:

   $$pH = \log_{10} \frac{1}{[H^+]}$$

   $$pH = \log_{10} \frac{1}{3.75 \text{ X } 10^{-5}} =$$

   $$= \log_{10} \frac{1 \text{ X } 10^{-5}}{3.75}$$

   $$pH = \log_{10} 10^{-5} - \log_{10} 3.75$$

   $$pH = 5 - 0.5740 = 4.4260$$

2. Encontrar el pH de una solución cuya concentración de iones hidrogeno es de 8.32 X 10^{-10} iones mol/L

   Resolución:

   $$pH = \log_{10} \frac{1}{[H^+]} =$$

$$\frac{1}{8.32 \times 10^{-10}} = \frac{1 \times 10^{10}}{8.32}$$

$pH = \log_{10}10^{10} - \log_{10}8.32$

$pH = 10 - 0.921 = 9.0799$

3. Encontrar la concentración de iones hidrogeno de una solución cuyo pH es de 4.75

   Resolución:

   Aplicando la ecuación se tiene:

   $$pH = \log_{10} \frac{1}{[H^+]}$$

   $$\text{Antilog } pH = \log_{10} \frac{1}{[H^+]}$$

   $$[H^+] = -\frac{1}{\text{antilog } pH}$$

   $$[H^+] = \frac{1}{\text{antilog } 4.75}$$

   $$\frac{1}{56230} = 1.77 \times 10^{-5} \text{ iones mol/L}$$

4. Encontrar la concentración de iones hidrogeno de una solución cuyo pH es de 9.13

   Resolución:

   Aplicando la ecuación se tiene:

$$[H^+] = \frac{1}{\text{antilog pH}}$$

$$[H^+] = \frac{1}{\text{antilog } 9.13} =$$

$$\frac{1}{0.1349 \text{ X } 10^{10}} = 7.41 \text{ X } 10^{-10} \text{ iones mol/L}$$

5. Encontrar el pH y la concentración de iones hidrogeno de una solución cuya concentración de iones hidroxilo es de $2.43 \text{ X } 10^{-7}$ iones mol/L

   Resolución:

   a) El agua se ioniza según la ecuación:

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

   La constante de ionización vale:

$$Ki = [H^+]\ [OH^-] = 1 \text{ X } 10^{-14}$$

$$[H^+] = \frac{1 \text{ X } 10^{-14}}{2.43 \text{ X } 10^{-7}} = 4.11 \text{ X } 10^{-6}$$

b) El pH de la solución será entonces:

$$pH = \log \frac{1}{4.11X\ 10^{-6}} =$$

$$\log 10^{-6} - \log 4.11$$

$$pH = 6 - 0.6138 = 5.3862$$

6. Encontrar el pH y la concentración de iones hidrogeno de una solución cuya concentración de iones hidroxilo es de $9.37\ X\ 10^{-11}$ iones mol/L

a)

$$[H^+] = \frac{1\ X\ 10^{-14}}{[OH^-]} =$$

$$\frac{1\ X\ 10^{-14}}{9.37\ X\ 10^{-1}} = 1.067\ X10^{-2}$$

b)

$$pH = \log_{10} \frac{1}{1.067X\ 10^{-2}} =$$

$$\log_{10}10^2 - \log_{10}1.067 = 2 - 0.0282 = 1.9718$$

7. Calcular el valor del pH de una solución 0.1 M de acido acético CH_3 – CO- OH que esta 1.3% ionizado

Resolución:

CH^3 - CO - OH $\rightleftharpoons$

CH^3 - CO – O^- + H^+

$[H^+]$ = 0.013 X 0.1 =

0.013 = 1.3 X 10^{-3} iones mol/L

Este valor se obtiene de la ionización del acido que es 1.3%, y considerando el volumen total que es de 1 litro se tiene:

$$\frac{1.3 \text{ X } 0.1 \text{ M}}{100} = 0.0013 \text{ iones mol/L}$$

$$pH = \log_{10} \frac{1}{[H^+]} =$$

$$\log_{10} \frac{1}{1.3 \text{ X } 10^{-3}}$$

$$pH = \log_{10} \frac{10^3}{1.3} =$$

$\log_{10}10^3 - \log_{10}1.3$

pH = 3 - 0.1130 = 2.8861

8. Encontrar el pH de una solución 1M de hidróxido de amonio (NH_4OH) que esta 0.4% ionizado

Resolución:

$NH_4OH \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$

$$OH^- = \frac{0.4 \text{ X } 1}{100} =$$

$0.004 = 4 \text{ X } 10^{-3}$ iones mol/L

$[H^+]\ [OH^-] = 1 \text{ X } 10^{-14}$

$$[H^+] = \frac{1 \text{ X } 10^{-14}}{4 \text{ X } 10^{-3}} =$$

$0.25 \text{ X } 10^{-11}$

ANEXO N^{o} 3

LISTA DE MATERIAL, EQUIPO Y REACTIVOS.

LISTA DE MATERIAL, EQUIPO Y REACTIVOS.

MATERIAL

Agitador de vidrio

Beaker de 25, 50, 100 mL

Balón volumétrico de 25, 250, 1000 mL

Bureta de 50, 100 mL

Erlenmeyer de 250 mL

Espátula

Frasco lavador

Goteros

Micro espátula

Papel filtro

Papel indicador de pH

Perilla

Pinza para bureta

Pinza de sostén

Pinza de extensión

Pipeta volumétrica de 1.0, 10.0 mL

Probeta de 10, 25, 100 mL

Soporte

Trípode

EQUIPO

Balanza analítica

Balanza granataria

Cámara extractora de gases

Hot plate

REACTIVOS

Acido Acético 100% AR

Acido Clorhídrico 37% AR

Acido Sulfanilico AR

Alfa Naftilamina AR

Alcohol Etílico 96% AR

Amoniaco concentrado 25% AR

Agua destilada

Carbonato de Calcio Anhidro AR

Cloruro de Amonio AR

Sal Disódica de EDTA AR

Hidróxido de Sodio AR

Hidroxilamina Hidroclorhidrica en Metanol

Hipoclorito de Sodio 90% USP

Nitrato de Magnesio AR

Nitrito de Sodio AR

Indicador Rojo Fenol AR

Indicador Negro de Eriocromo T AR

O-toluidina AR

Solución de Acido Clorhídrico (1:4)

Solución buffer de Cloruro de Amonio pH 10

Sulfato de Amonio AR

ANEXO N^{o} 4

CÁLCULOS PARA LA PREPARACIÓN DE SOLUCIONES MADRE Y

CALCULOS PARA PREPARACIÓN DE REACTIVOS

CÁLCULOS PARA LA PREPARACIÓN DE SOLUCIONES MADRE.

Preparación de soluciones madre para determinación de cloro producido por hipoclorito de sodio (2)

PM de NaClO = 74.5 g/mol

PM de Cl_2 = 71 g/mol

90g de NaClO ---------- 100g de NaClO

71.5g de NaClO ---------- X

X = 79.4 g de NaClO

79.4g NaClO ---------- 71.0g Cl_2

X ---------- 5 ppm

$$X = \frac{74.5 \times 5}{71.0} = 5.59 \text{ g de NaClO}$$

1. Para 5ppm de Cl_2 pesar 5.59 g de NaClO al 90% y llevar a 1000mL, homogenizar, envasar y rotular.
2. De la solución madre que tiene un volumen de 1000mL y una concentración de 5ppm, tomar una alícuota x mL para obtener una concentración de 3 ppm y llevar a un volumen de 250mL.

   $V_1C_1=V_2C_2$ $\qquad V_1 = \frac{V_2C_2}{C_1}$

   V_1= X
   C_1 = 5ppm
   V_2 =250 mL
   C_2 = 3ppm

$$V_1 = \frac{250 \times 3}{5} = 150 \text{ mL}$$

3. De la solución madre que tiene un volumen de 1000mL y una concentración de 5ppm, tomar una alícuota x mL para obtener una concentración de 1.5 ppm y llevar a un volumen de 250mL

$V_1C_1=V_2C_2$ $\qquad V_1 = \frac{V_2C_2}{C_1}$

V_1= X
C_1 = 5ppm
V_2 =250 mL
C_2 = 1.5ppm

$$V_1 = \frac{250 \times 1.5}{5} = 75 \text{ mL}$$

4. De la solución madre que tiene un volumen de 1000mL y una concentración de 5ppm, tomar una alícuota x mL para obtener una concentración de 1.0 ppm y llevar a un volumen de 250mL.

$V_1C_1=V_2C_2$ $\qquad V_1 = \frac{V_2C_2}{C_1}$

V_1 =x
C_1 = 5ppm
V_2= 250mL
C_2 = 1.0ppm

$$V_1 = \frac{250 \times 1.0}{5} = 50 \text{ mL}$$

5. De la solución madre que tiene un volumen de 1000mL y una concentración de 5ppm, tomar una alícuota x mL para obtener una concentración de 0.6 ppm.

$V_1C_1=V_2C_2$ $\qquad V_1 = \frac{V_2C_2}{C_1}$

V_1= X
C_1 = 5ppm
V_2 =250 mL
C_2 = 0.6ppm

$$V_1 = \frac{250 \times 0.6}{5} = 30 \text{ mL}$$

Preparación de solución madre para 1L DE 500 ppm DE $CaCO_3$ y 300 ppm de $MgCO_3$. 6 H_2O para determinación de dureza. (2)

CARBONATO DE CALCIO

PM Ca = 40 g/mol

PM $CaCO_3$ = 100g/mol

Concentración: 500ppm = 0.5 g

100 g $CaCO_3$ ---------- 40g Ca

X ---------- 0.5 g Ca

$$X = \frac{100 \times 0.5}{40} = 1.25 \text{ g de } CaCO_3$$

1.25 g $CaCO_3$ = 500ppm de Ca = 500 mg/L de Ca

NITRATO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO

PM de $Mg(NO_3)_2 . 6 H_2O$= 256.41 g/mol

PM de Mg = 24 g/mol

Concentración: 300ppm = 0.3 g

256.41g de $Mg(NO_3)_2 . 6 H_2O$ --------- 24 g de Mg

X --------- 0.3 g de Mg

$$X= \frac{100 \times 0.3}{24} = 3.2051 \text{ g de } Mg(NO_3)_2 . 6 H_2O$$

X= 3.2051 g de $Mg(NO_3)_2 . 6 H_2O$ = 300 ppm de Mg = 300 mg/L de Mg de Solución Madre.

1. Para 500ppm de Ca^{+2} pesar 1.25 g de $CaCO_3$ y para 300 ppm de Mg pesar 3.2051g de $Mg(NO_3)_2 . 6 H_2O$ y llevar a 1000mL.
2. De la solución madre que tiene un volumen de 1000mL y una concentración de 800 ppm, tomar una alícuota “X” mL para obtener una concentración de 600 ppm y llevar a un volumen de 250mL.

$V_1C_1=V_2C_2$ $\qquad V_1 = \frac{V_2C_2}{C_1}$

V_1= X
C_1 = 800ppm
V_2 =250 mL
C_2 = 600ppm

$$V_1 = \frac{250 \times 600}{800} = 187 \text{ mL}$$

3. De la solución madre que tiene un volumen de 1000mL y una concentración de 800 ppm, tomar una alícuota “X” mL para obtener una concentración de 400 ppm y llevar a un volumen de 250mL.

V_1= X
C_1 = 800ppm
V_2 =250 mL
C_2 = 400ppm

$$V_1 = \frac{250 \times 400}{800} = 125 \text{ mL}$$

4. De la solución madre que tiene un volumen de 1000mL y una concentración de 800 ppm, tomar una alícuota “X” mL para obtener una concentración de 300 ppm y llevar a un volumen de 250mL.

V_1= X
C_1 = 800ppm
V_2 =250 mL
C_2 = 300ppm

$$V_1 = \frac{250 \times 300}{800} = 93.7 \text{ mL}$$

5. De la solución madre que tiene un volumen de 1000mL y una concentración de 800 ppm, tomar una alícuota “X” mL para obtener una concentración de 150 ppm y llevar a un volumen de 250mL.

V_1= X
C_1 = 800ppm
V_2 =250 mL
C_2 = 150ppm

$$V_1 = \frac{250 \times 150}{800} = 46.9 \text{ mL}$$

6. De la solución madre que tiene un volumen de 1000mL y una concentración de 800 ppm, tomar una alícuota “X” mL para obtener una concentración de 60 ppm y llevar a un volumen de 250mL.

V_1= X
C_1 = 800ppm
V_2 =250 mL
C_2 = 60ppm

$$V_1 = \frac{250 \times 60}{800} = 18.7 \text{ mL}$$

7. De la solución madre que tiene un volumen de 1000mL y una concentración de 800 ppm, tomar una alícuota “X” mL para obtener una concentración de 30 ppm y llevar a un volumen de 250mL.

V_1= X
C_1 = 800ppm
V_2 =250 mL
C_2 = 30ppm

$$V_1 = \frac{250 \times 30}{800} = 9.3 \text{ mL}$$

8. De la solución madre que tiene un volumen de 1000mL y una concentración de 800 ppm, tomar una alícuota “X” mL para obtener una concentración de 20 ppm y llevar a un volumen de 250mL.

V_1= X
C_1 = 800ppm
V_2 =250 mL
C_2 = 20ppm

$$V_1 = \frac{250 \times 20}{800} = 6.25 \text{ mL}$$

9. De la solución madre que tiene un volumen de 1000mL y una concentración de 800 ppm, tomar una alícuota “X” mL para obtener una concentración de 10 ppm y llevar a un volumen de 250mL.

V_1= X
C_1 = 800ppm
V_2 =250 mL
C_2 = 10ppm

$$V_1 = \frac{250 \times 10}{800} = 3.1 \text{ mL}$$

Preparación de solución madre para 1L de 5 ppm de $NaNO_2$ para determinar nitritos. (2)

Partiendo de:

PM de $NaNO_2$: 69 g/mol

PM de NO^-_2: 46 g/mol

Concentración = 5ppm

$$\text{Se tiene: } \frac{5 \text{ ppm } NO^-_2 \times 69 \text{ g/mol de } NaNO_2}{46 \text{ g/mol de } NO^-_2} = 7.5\text{g } NaN0_2$$

1. Para 5ppm de pesar 7.5 g de $NaN0_2$ y llevar a 1L., homogenizar, envasar y rotular.
2. De la solución madre que tiene un volumen de 1000 mL y una concentración de 5 ppm, tomar una alícuota "X" mL para obtener una concentración de 4 ppm y llevar a un volumen de 250 mL.

$V_1C_1=V_2C_2$ $\qquad$ $V_1 = \frac{V_2C_2}{C_1}$

$V_1 = X$
$C_1 = 5$ ppm
$C_2 = 4$ ppm
$V_2 = 250$ mL

$$V_1 = \frac{250 \times 4}{5} = 200 \text{ mL}$$

3. De la solución madre que tiene un volumen de 1000 mL y una concentración de 5 ppm, tomar una alícuota “X” mL para obtener una concentración de 3.5 ppm y llevar a un volumen de 250 mL.

$V_1C_1=V_2C_2$ $\qquad\qquad$ $V_1 = \frac{V_2C_2}{C_1}$

V_1= X
C_1 = 5 ppm
V_2 =250 mL
C_2 = 3.5 ppm

$$V_1 = \frac{250 \times 3.5}{5} = 175 \text{ mL}$$

4. De la solución madre que tiene un volumen de 1000 mL y una concentración de 5 ppm, tomar una alícuota “X” mL para obtener una concentración de 3 ppm y llevar a un volumen de 250 mL.

$V_1C_1=V_2C_2$ $\qquad\qquad$ $V_1 = \frac{V_2C_2}{C_1}$

V_1= X
C_1 = 5 ppm
V_2 =250 mL
C_2 = 3 ppm

$$V_1 = \frac{250 \times 3}{5} = 150 \text{ mL}$$

5. De la solución madre que tiene un volumen de 1000 mL y una concentración de 5 ppm, tomar una alícuota “X” mL para obtener una concentración de 2.5 ppm y llevar a un volumen de 250 mL.

$V_1C_1=V_2C_2$ $\qquad$ $V_1 = \frac{V_2C_2}{C_1}$

V_1= X

C_1 = 5 ppm
V_2 =250 mL
C_2 = 2.5 ppm

$$V_1 = \frac{250 \times 2.5}{5} = 125 \text{ mL}$$

6. De la solución madre que tiene un volumen de 1000 mL y una concentración de 5 ppm, tomar una alícuota “X” mL para obtener una concentración de 2 ppm y llevar a un volumen de 250 mL.

$V_1C_1=V_2C_2$ $\qquad$ $V_1 = \frac{V_2C_2}{C_1}$

V_1= X
C_1 = 5 ppm
V_2 =250 mL
C_2 = 2 ppm

$$V_1 = \frac{250 \times 2}{5} = 100 \text{ mL}$$

7. De la solución madre que tiene un volumen de 1000mL y una concentración de 5 ppm, tomar una alícuota “X” mL para obtener una concentración de 1.5ppm y llevar a un volumen de 250mL.

$V_1C_1=V_2C_2$ $\qquad\qquad$ $V_1 = \frac{V_2C_2}{C_1}$

V_1= X
C_1 = 5ppm
V_2 =250 mL
C_2 = 1.5 ppm

$$V_1 = \frac{250 \times 1.5}{5} = 75 \text{ mL}$$

8. De la solución madre que tiene un volumen de 1000mL y una concentración de 5 ppm, tomar una alícuota “X” de concentración de 1ppm y llevar a un volumen de 250mL.

$V_1C_1=V_2C_2$ $\qquad\qquad$ $V_1 = \frac{V_2C_2}{C_1}$

V_1= X
C_1 = 5ppm
V_2 =250 mL
C_2 = 1ppm

$$V_1 = \frac{250 \times 1}{5} = 50 \text{ mL}$$

9. De la solución madre que tiene un volumen de 1000mL y una concentración de 5 ppm, tomar una alícuota “X” mL para obtener una concentración de 0.5ppm y llevar a un volumen de 250mL.

$V_1C_1=V_2C_2$ $\qquad\qquad$ $V_1 = \frac{V_2C_2}{C_1}$

V_1= X
C_1 = 5ppm
V_2 =250 mL
C_2 = 0.5ppm

$$V_1 = \frac{250 \times 0.5}{5} = 25 \text{ mL}$$

CÁLCULOS PARA PREPARACIÓN DE REACTIVOS. (3,5)

Preparación de Ácido Acético 30%

Pureza: 100% p/p de $HC_2H_3O_2$

Densidad: 1.05 g/mL

100 g $HC_2H_3O_2$ ---------- 100g $HC_2H_3O_2$

X ---------- 30 g $HC_2H_3O_2$

$$X = \frac{100 \times 30}{100} = 30\text{g } HC_2H_3O$$

mL de $HC_2H_3O_2$ para prepara una solución al 30% con $HC_2H_3O_2$ al 100% de pureza densidad 1.05 g/mL.

d=m/v

v=m/d

$$v = \frac{30.00 \text{ g.}}{1.05 \text{ g/mL}} = 28.6 \text{ mL de } HC_2H_3O_2 \text{ al } 100\%$$

Preparación de Ácido Clorhídrico 0.1M

Gramos de HCl para preparar una solución 0.1M a partir de HCl al 37% de pureza y densidad 1.19 g/L.

Pureza: HCl 37%

PM HCl: 36.46 g/mol

d=1.19 g/mL

37.00g HCl ---------- 100 g de HCl

36.46 g HCl ---------- X

$$X = \frac{100 \times 36.46}{37} = 98.54 \text{ g de HCl}$$

d=m/v

v=m/d

$$v = \frac{98.54 \text{ g.}}{1.19 \text{ g/mL}} = 82.80 \text{ mL de HCl al 37\%}$$

82.80mL ---------- 1000mL ---------- 1M

8.28 mL ---------- 1000mL ---------- 0.1M

Preparación de Ácido Clorhídrico (1:4)

1 parte de HCl al 37% de pureza en 4 partes de agua destilada

1000mL ---------- 250mL HCl = 1:4

500 mL ---------- 125mL HCl = 1:4

100 mL ---------- 25mL HCl = 1:4

1mL HCl ---------- 4mL de agua desmineralizada

X ---------- 1000mL de agua desmineralizada

$$X = \frac{1 \times 1000}{4} = 250 \text{ mL de HCl al 37\%}$$

Cálculos para preparación de solución de Carbonato de calcio

PM: 100g de $CaCO_3$

100 g $CaCO_3$ ----------1000mL ---------- 1M
10.0 g $CaCO_3$ ---------- 1000mL ---------- 0.1M

Para prepara 250mL de solución de carbonato de calcio al 0.1M

10 g $CaCO_2$ ---------- 1000 mL de agua desmineralizad

X ---------- 250 mL de agua desmineralizada

$$X = \frac{250 \times 10}{1000} = 2.5 \text{ g de } CaCO_3$$

Preparación de NaOH 0.1M con PM: 40.0g

1M --------- 40.0g -------- 1000mL

0.1M --------- 4.0g -------- 1000mL

Para preparar 250mL

4.0g NaOH -------- 1000mL de agua libre de CO_2

X -------- 250mL de agua libre de CO_2

$$X = \frac{250 \times 4.0}{1000} = 1.0 \text{ g de NaOH 1M}$$

Cálculos para preparación de solución de EDTA 0.01

1M = 1000mL = 372.24g EDTA

0.1M = 1000mL= 37.224g EDTA

0.01M = 1000mL= 3.7224g EDTA

Cálculos para determinación de pH y pOH (pH = -log $[H^+]$ (2)

Ph	pOH
HCl 0.1 M	NaOH 0.1 M
pH = 1	pOH = 1 PH = 13
1 x 0.1 / 10 = 1x 10^{-2}	1 x 0.1 / 10 = 1x 10^{-2}
pH = 2	pOH = 2 PH = 12
1x 1x 10^{-2} / 10 = 1x 10^{-3}	1x 1x 10^{-2} / 10 = 1x 10^{-3}
pH = 3	pOH = 3 PH = 11
1x 1x 10^{-3} / 10 = 1x 10^{-4}	1x 1x 10^{-3} / 10 = 1x 10^{-4}
pH = 4	pOH = 4 PH = 10
1x 1x 10^{-4}/ 10 = 1x 10^{-5}	1x 1x 10^{-4}/ 10 = 1x 10^{-5}
pH = 5	pOH = 5 PH = 9
1x 1x 10^{-5} / 10 = 1x 10^{-6}	1x 1x 10^{-5} / 10 = 1x 10^{-6}
pH=6	pOH=6 PH = 8
1x 1x 10^{-6} / 10 = 1x 10^{-7}	1x 1x 10^{-6} / 10 = 1x 10^{-7}
pH =7	pOH =7 PH = 7
1x 1x 10^{-7}/ 10 = 1x 10^{-8}	1x 1x 10^{-7}/ 10 = 1x 10^{-8}
pH =8	pOH =8 PH = 6
1x 1x 10^{-8}/ 10 = 1x 10^{-}9	1x 1x 10^{-8}/ 10 = 1x 10^{-}9
pH =9	pOH =9 PH = 5
1x 1x 10^{-9}/ 10 = 1x 10^{-10}	1x 1x 10^{-9}/ 10 = 1x 10^{-10}

Continuación

pH =10	pOH =10 PH = 4
$1x\ 1x\ 10^{-10} / 10 = 1x\ 10^{-11}$	$1x\ 1x\ 10^{-10} / 10 = 1x\ 10^{-11}$
pH =11	pOH =11 PH = 3
$1x\ 1x\ 10^{-11} / 10 = 1x\ 10^{-12}$	$1x\ 1x\ 10^{-11} / 10 = 1x\ 10^{-12}$
pH =12	pOH =12 PH = 2
$1x\ 1x\ 10^{-12} / 10 = 1x\ 10^{-13}$	$1x\ 1x\ 10^{-12} / 10 = 1x\ 10^{-13}$
pH =13	pOH =13 PH = 1

ANEXO N^{o} 5

FIGURAS DE LA PREPARACIÓN DE REACTIVOS, EQUIPO DE PURIFICACIÓN Y ANALISIS DEL AGUA DE LA PISCINA DEL POLIDEPORTIVO DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Figura Nº 14. PREPARACION DE REACTIVOS.

Figura Nº 16. Equipo de purificación: Motor, medidores de presión y arena con silica.

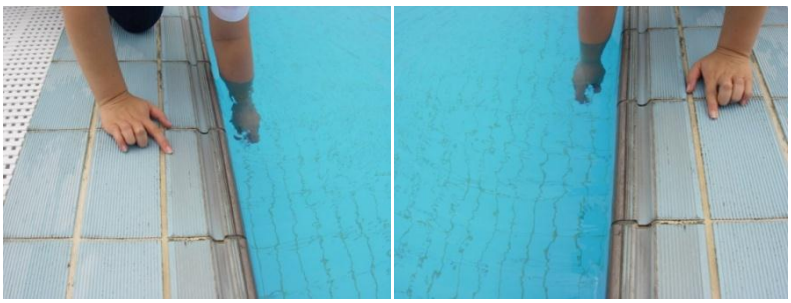


Figura Nº 17. Toma de muestra

Figura Nº 18. Determinación de cloro

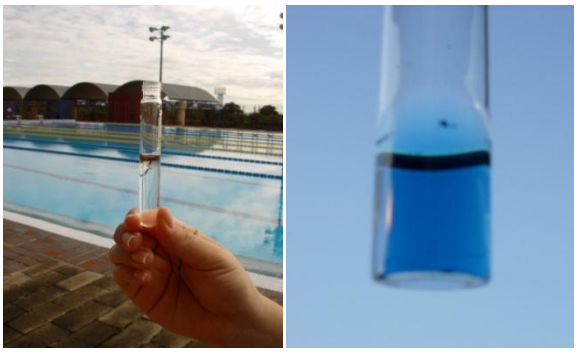


Figura Nº 19. Determinación de dureza

Figura Nº 20. Determinación de Nitritos

Figura Nº 21. Determinación de pH

FIGURA Nº 22. Kit de bajo costo

FIGURA Nº 23. Kit de alto costo

FIGURA Nº 24. KIT COLORIMETRICO PROPUESTO.

ANEXO N^{O} 6

CARTA DE PERMISO PARA REALIZAR LAS PRUEBAS EN EL AGUA DEL COMPLEJO DE POLIDEPORTIVO DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

COMPLEJODEPORTIVO UNIVERSITARIO

Ciudad Universitaria, 13 de octubre de 2008.

Licenciado
Arturo García Manzini
Docente Director
Facultad de Química y Farmacia
Presente.

Estimado Licenciado Manzini:

Reciba un cordial saludo de la Administración del Complejo Deportivo Universitario, por medio de la presente le informo que ya están autorizado para que las señoritas Tania Lissette Flores Molina y Diana Menéndez Zepeda, puedan realizar el trabajo de graduación denominado "Propuesta de un kit colorímetro para la determinación de cloro, Dureza, Nitritos y PH en la Piscina del Complejo Deportivo Universitario".

Sin otro particular me suscribo de usted,

Atentamente,

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR ADMINISTRACION GENERAL COMPLEJO DEPORTIVO UNIVERSITARIO

Lic. José Roberto Hernández
Administrador General CODE.

cc. Sr. Germán Mauricio López, Encargado Mantenimiento de Piscina
Lic. Fernando Antonio Carranza Aguirre, Sub Gerente Administrativo

Ciudad Universitaria, 14 de octubre de 2008.

Licenciado
JOSE ROBERTO HERNANDEZ
Gerente General Complejo
Deportivo de la Universidad de El Salvador.
Presente.

Universidad de El Salvador
Difusión y Desarrollo del Deporte
Complejo Deportivo Universitario
CORRESPONDENCIA RECIBIDA
Día 13/10/08
Hora 10:30 DMBR

Estimado Lic. Hernández:

Reciba un atento saludo del suscrito, deseándole éxitos en sus labores. El motivo de la presente es formalizar la solicitud planteada hace un tiempo; que se haría un Trabajo de Graduación titulado: " Propuesta de un Kit Colorimétrico para la Determinación de Cloro, Dureza, Nitritos y pH en la piscina del Complejo Deportivo de la Universidad de El Salvador " el cual es llevado a cabo por las señoritas: Tania Lissette Flores Molina y Diana Menéndez Zepeda.

Y a la vez solicitar la autorización de la toma de muestras los días en que se realicen las siguientes actividades:

i) Un día antes del tratamiento de las aguas de la piscina.
ii) Mientras se encuentren haciendo ejercicio los atletas en la piscina.
iii) Posteriormente al tratamiento de las aguas de la piscina.

Esperando una respuesta favorable en lo solicitado, me permito presentarle mis muestras de cordial estima.

" HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA "

Lic. Arturo García Manzini
Docente Director

cc. Licda. Odette Rauda Acevedo
Coordinadora General de Trabajos de Graduación

aeh*