UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE DE CONCEPCIÓN – REY BALDUINO DE BÉLGICA

PROPUESTA DE GESTIÓN EN SEGURIDAD EN LA MANIPULACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS EN PISCINAS DE LA EMPRESA COSTAMAR

Trabajo de Titulación para optar al Título Profesional de INGENIERO EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES Y AMBIENTALES

Alumno:

Mauricio Esteban Hernandez Muñoz

Profesor Guía:

Víctor Lizama Molina

2019

Esta tesis está dedicada a mis padres, quienes me brindaron todos los medios para poder estudiar y crecer como persona, quienes estuvieron junto a mí en todo este proceso universitario cuya confianza y ayuda fue fundamental para cumplir esta etapa.
Gracias a mis abuelos por su preocupación, por siempre estar ahí para lo que pudiera necesitar.
También agradecer a mis compañeros por brindar su amistad y gran ayuda para terminar esta tesis.

Mauricio Hernández M.

RESUMEN

En el siguiente trabajo de titulación se analizan los procesos de manipulación de productos químicos en el tratamiento de aguas en las piscinas de la empresa Costamar, ubicada en la comuna de coronel.

El primer capítulo es sobre el rubro de la empresa, su ubicación misión y visión.

En el segundo capítulo encontrara información teórica sobre el contenido de esta tesis para poder comprender que se trata, así como también porque se realiza.

En el tercer capítulo, se encontrará el "Marco Legal", aquí podrá constatar el cumplimiento legal en cuanto al almacenamiento de productos químicos y parámetros de medición de calidad de agua en las piscinas, por lo tanto, gracias a este capítulo se logró crear el instructivo de recomendación para dosis ideal.

El capítulo cuatro "metodología" involucra el diagnostico a los procesos de manipulación de productos químicos que se utilizan en el tratamiento de aguas en las piscinas o piletas de la empresa Costamar, en base a este diagnóstico y con la información recopilada en el marco teórico se realizó la evaluación del riesgo, para determinar las medidas de control que se van a recomendar a la empresa. En base estos resultados se crearon los procedimientos pertinentes que podrá analizar en el "ANEXO A" y también en la metodología apartado "Propuesta de mejora". Así también podrá encontrar en propuesta de mejora las pruebas en laboratorio que se realizaron para un primer diagnóstico de la calidad de agua en piscinas basado en los límites permisibles de la legislación aplicable.

Las conclusiones son en base a los resultados obtenidos tanto de la evaluación del riesgo en el proceso como del diagnóstico sobre los parámetros de calidad de agua en las piscinas basados en la normativa legal aplicable.
En este último también podrá encontrar los resultados de las pruebas en laboratorio para la determinación de la dosis ideal que se debe aplicar para los químicos hidroxicloruro de aluminio e hipoclorito de calcio.

INDICE

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA....7
OBJETIVOS....8
OBJETIVO GENERAL....8
OBJETIVOS ESPECIFICOS....8
ALCANCE....9
PLAN DE TRABAJO....10
1. LA EMPRESA....12
1.1. COSTAMAR....12
1.1.1. MISION....12
1.1.2. VISION....12
2. SISTEMA DE GESTION EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL BASADA EN ISO 45001....14
2.1. Antecedentes....14
2.2. Objetivos de un sistema de gestión de la SST....14
2.2.1. Política de la SST....15
3. DEFINICIONES....16
3.1. Sistema de gestión....16
3.1.1. Sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo....16
3.2. Peligro....16
3.3. Riesgo....17
3.3.1. Riesgo para la seguridad y salud en el trabajo....18
3.4. Producto químico....18
3.5. Sustancia....18
3.5.1. Sustancias químicas peligrosas....18
3.5.2. Clasificación....19
3.6. Agentes químicos....20
3.6.1. Exposición a agentes químicos....21
3.7. Vías de ingreso....21
3.7.1. Vía respiratoria....21
3.7.2. Vía dérmica....21
3.7.3. Vía digestiva....22
3.7.4. Vía parental....22

3.8. Evaluación de la exposición 22
4. QUÍMICOS UTILIZADOS EN PISCINAS Y EFECTOS EN LA SALUD SEGÚN NTP 690 ..22
4.1. Cloro gas 22
4.2. Hipoclorito sódico 23
4.3. Dicloroisocianurato sódico 23
4.4. Ácido tricloroisocianúrico 24
4.5. Clorhidrato de polihexametileno biguanida 25
4.6. Ozono 25
4.7. Hipoclorito de calcio 26
4.8. Sulfato de cobre: 28
4.9. Cloruro de benzalconio 29
4.10. Hidroxicloruro de aluminio (decantador) 29
5. PARAMETROS EN LA CALIDAD DE AGUA EN PISCINAS 30
5.1. pH (Potencial de Hidrogeno) 30
5.2. Cloro libre residual 31
5.3. Turbidez 31
6. TRATAMIENTOS DE AGUAS EN PISCINAS 32
6.1. Agua cristalina 32
6.1.1. Floculación 33
6.1.2. Coagulación 34
6.2. Prevención de crecimiento de algas 36
6.3. Ajuste del pH 37
6.4. Desinfección del agua 37
7. MEDICIONES DE PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA EN PISCINAS 39
7.1. Medición de Transparencia (turbiedad) 39
7.1.1. Disco de Secchi. 39
7.1.2. Turbidímetro 40
7.2. Medición de Cloro 40
7.3. Medición de pH 42
8. LEGISLACION APLICABLE 45
8.1. DS. 594, APRUEBA REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES SANITARIAS Y AMBIENTALES BASICAS EN LOS LUGARES DE TRABAJO 45
8.2. DS. 40 APRUEBA REGLAMENTO SOBRE PREVENCION DE RIESGOS PROFESIONALES 46
8.3. DS. 43 REGLAMENTO DE ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS 47

8.4. DS. 209 REGLAMENTO DE PISCINAS DE USO PÚBLICO. 49
8.5. Nch.1333 REQUISITOS DE CALIDAD DEL AGUA PARA DIFERENTES USOS 51
8.6. CLASIFICACION DE SUSTANCIAS PELIGROSAS 52
9. IDENTIFICACION DE PELIGROS 54
9.1. Inspección del almacén de productos químicos para tratamiento en las piscinas 54
9.1.1. Inspección en la preparación y aplicación de productos químicos en piscinas 55
9.1.2. Inspección del procedimiento para la aplicación de productos químicos en piscinas. 58
9.1.3. Limpieza del área y retiro de residuos 59
9.2. EVALUACION DEL RIESGO 60
9.2.1. Matriz de riesgos 60
9.2.2. Interpretación del riesgo 61
9.2.3. Medidas de control 61
10. PROPUESTA DE MEJORA 62
10.1. Informar los riesgos al personal 62
10.2. Política de la seguridad y salud en el trabajo 63
10.3. Creación del procedimiento para la manipulación de sustancias químicas peligrosas en el tratamiento de aguas. 64
10.4. Establecer dosis recomendada 65
10.4.2. Establecer dosificación 69
10.4.3. Instructivo para aplicación de químicos en el tratamiento de aguas en piscinas 77
CONCLUSIONES 79
BIBLIOGRAFÍA 81
ANEXOS 85

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La seguridad en los procesos siempre será un tema de suma importancia para cualquier rubro, ya que de esta gestión es donde nacen los procedimientos, los instructivos, capacitación etc. La forma correcta de realizar la labor, hoy en día es difícil encontrar piscinas de uso público donde la seguridad en sus procesos sea gestionada, y en el caso de presentarse como un procedimiento no se encuentra documentada, lo cual puede generar problemas no solo para el personal que realiza las labores sino también para el público que utiliza las instalaciones (áreas de recreación y piletas), además la falta de gestión en seguridad puede generar multas debido a las constantes fiscalizaciones por el no cumplimiento legal sobre todo de los parámetros de calidad de agua para recreación de contacto directo como lo es el cloro, el pH y la transparencia.
Un control inadecuado sobre los parámetros del agua en piscinas (piletas) puede tener diversas consecuencias, al contacto con la piel o la ingesta del agua provocando irritaciones y/o enfermedades dependiendo también del tipo de químico que se utiliza para regular estos parámetros sin embargo como principal químico para la desinfección del agua se encuentra el cloro el cual es peligroso para la salud si no permanece dentro de los parámetros establecidos.

En el caso particular de las piscinas “Costamar” la falta de instructivos, procedimientos y capacitaciones recientemente genero un problema a las aguas en de las piletas (ANEXO B), de aquí la importancia de la creación de un sistema de gestión en seguridad para la manipulación de productos químicos.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Proponer un plan de gestión en seguridad en la empresa Costamar para la manipulación de sustancias químicas en el tratamiento de agua en piscina.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Diagnosticar los procedimientos de almacenamiento y aplicación de sustancias peligrosas para el tratamiento de aguas en piscinas.
2. Evaluar los riesgos presentes en cada actividad de la manipulación de sustancias peligrosas a través de una matriz de riesgo.
3. Proponer mejoras y medidas correctivas para los riesgos evaluados
4. Evaluar la calidad del agua en las piscinas mediante pruebas de laboratorio y establecer una dosis recomendada para el hipoclorito sodio, sulfato de aluminio y sulfato de cobre.

ALCANCE

Propuesta orientada y dirigida a todo el personal de Costamar que se encuentre involucrado o relacionado con la manipulación de productos químicos que se utilizan en el tratamiento de aguas de piscinas, desde su recepción hasta su aplicación, además dirigido también a la alta dirección para velar por el cumplimiento del sistema de gestión propuesto.

PLAN DE TRABAJO

El trabajo se realizará de la siguiente manera:

a. Revisión de la normativa legal nacional e internacional.

b. Análisis del diagnóstico situacional de la empresa Costamar respecto del cumplimiento legal en cuanto a la manipulación de productos químicos (almacenamiento y aplicación) a través de:

   - Lista de verificación
   - Inspecciones Visual
   - Revisión de la documentación actual en SSO en caso de tener

c. Desarrollo del diseño de planificación del Sistema de Gestión de Seguridad de las labores a realizar en la manipulación de productos químicos, identificando los riesgos y condiciones no seguras para establecer los procedimientos necesarios.

d. Desarrollo del diseño de implementación del Sistema de Gestión de Seguridad.

CAPÍTULO I:
DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

1. LA EMPRESA

1.1. COSTAMAR

Centro turístico recreativo y de eventos que posee una capacidad de 1200 personas, cuenta con 5 piscinas de tres niveles independientes, sector de picnic y camping, toboganes, salón de pool, áreas deportivas mesas de pin pon, camas elásticas y juegos de entretención además de vista al mar

1.1.1. MISIÓN

Satisfacer las necesidades de un mercado cambiante manteniendo los valores de calidad, honestidad, seriedad, orgullo por el trabajo bien hecho, cumpliendo compromisos y respetando las decisiones de nuestros clientes

1.1.2. VISIÓN

Es ser una empresa líder en la organización de eventos sociales y empresariales. Satisfaciendo las necesidades de nuestros clientes con calidad, oportunidad y servicio.
Reconociendo la importancia de nuestros colaboradores, contribuyendo así al desarrollo del turismo de la región.

CAPITULO II:
MARCO TEÓRICO

2. SISTEMA DE GESTION EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL BASADA EN ISO 45001

2.1. Antecedentes

Una organización es responsable de la seguridad y salud en el trabajo (SST) de sus trabajadores y de la de otras personas que pueden verse afectada por sus actividades. Esta responsabilidad incluye la promoción y protección de su salud física y mental.

La adopción de un sistema de gestión de la SST tiene como objetivo permitir a una organización promocionar lugares de trabajo seguro y saludable, prevenir lesiones y deterioro de la salud, relacionados con el trabajo y mejorar continuamente si desempeño de la SST

2.2. Objetivos de un sistema de gestión de la SST

El propósito de un sistema de gestión de la SST basado en ISO 45001 es proporcionar un marco de referencia para gestionar los riesgos y oportunidades para la SST. El objetivo y los resultados previstos del sistema de gestión de la SST son prevenir lesiones y deterioro de la salud relacionados con el trabajo a los trabajadores y proporcionar eliminar los peligros y minimizar los riesgos para la SST tomando medidas de prevención y protección eficaces

Cuando la organización aplica estas medidas a través de un sistema de gestión de la SST, mejoran su desempeño de la SST. Un sistema de gestión de la SST puede ser más eficaz y eficiente cuando toma acciones tempranas para abordar oportunidades de mejora del desempeño de la SST.

Implementar un sistema de gestión de la SST conforme a este documento permite a una organización gestionar sus riesgos de la SST y mejorar su desempeño de la SST. Un sistema de gestión de la SST puede ayudar a una organización a cumplir sus requisitos legales y otros requisitos

2.2.1. Política de la SST

La alta dirección debe establecer, implementar y mantener una política de la SST que:

a) incluya un compromiso para proporcionar condiciones de trabajo seguras y saludables para la prevención de lesiones y deterioro de la salud relacionados con el trabajo y que sea apropiada al propósito, tamaño y contexto de la organización y a la naturaleza específica de sus riesgos para la SST y sus oportunidades para la SST;

b) proporcione un marco de referencia para el establecimiento de los objetivos de la SST;

c) incluya un compromiso para cumplir los requisitos legales y otros requisitos;

d) incluya un compromiso para eliminar los peligros y reducir los riesgos para la SST

e) incluya un compromiso para la mejora continua del sistema de gestión de la SST;

f) incluya un compromiso para la consulta y la participación de los trabajadores, y cuando existan, de los representantes de los trabajadores.

- La política de la SST debe:
- Estar disponible como información documentada;
- Comunicarse dentro de la organización;
- Estar disponible para las partes interesadas, según sea apropiado;
- Ser pertinente y apropiada.

3. DEFINICIONES

3.1. Sistema de gestión

Conjunto de elementos de una organización interrelacionados o que interactúan para establecer políticas, objetivos y procesos para lograr estos objetivos
Un sistema de gestión puede abordar una sola disciplina o varias disciplinas.

Los elementos del sistema incluyen la estructura de la organización, los roles y las responsabilidades, la planificación, la operación, la evaluación del desempeño y la mejora.

El alcance de un sistema de gestión puede incluir la totalidad de la organización, funciones específicas e identificadas de la organización, secciones específicas e identificadas de la organización, o una o más funciones dentro de un grupo de organizaciones.

3.1.1. Sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo

Sistema de gestión o parte de un sistema de gestión utilizado para alcanzar la política de la SST, que consiste en prevenir lesiones y deterioro de la salud relacionados con el trabajo de los trabajadores y proporcionar lugares de trabajo seguros y saludables

3.2. Peligro

Fuente con un potencial para causar lesiones y deterioro de la salud

Los peligros pueden incluir fuentes con el potencial de causar daños o situaciones peligrosas, o circunstancias con el potencial de exposición que conduzca a lesiones y deterioro de la salud.

3.3. Riesgo

- Efecto de la incertidumbre

- Un efecto es una desviación de lo esperado positiva o negativa.

- Incertidumbre es el estado, incluso parcial, de deficiencia de información relacionada con la comprensión o conocimiento de un evento, su consecuencia o su probabilidad.

- Con frecuencia el riesgo se caracteriza por referencia a "eventos" potenciales (según se define en la Guía ISO 73:2009, 3.5.1.3), y "consecuencias" (según se define en la Guía ISO 73:2009, 3.6.1.3), o una combinación de éstos.

- Con frecuencia el riesgo se expresa en términos de una combinación de las consecuencias de un evento (incluidos cambios en las circunstancias) y la "probabilidad" (según se define en la Guía ISO 73:2009, 3.6.1.1) asociada de que ocurra.

- En este documento, cuando se utiliza el término "riesgos y oportunidades" significa riesgos para la SST oportunidades para la SST y otros riesgos y otras oportunidades para el sistema de gestión.

En términos generales, un riesgo es la posibilidad de que ocurra algo con consecuencias negativas, Todas las actividades conllevan importantes beneficios, pero también pueden tener consecuencias negativas con diferente grado de severidad. Una definición completa de riesgo tiene que comprender el concepto de exposición a un peligro. Ésta puede ser voluntaria: por ejemplo, el esquiar o saltar con un paracaídas son actividades peligrosas en las cuales se decide libremente correr el riesgo de llegar a sufrir un accidente. Pero también existe la exposición involuntaria a un peligro, como puede resultar la exposición a sustancias tóxicas presentes en el medio ambiente, en el aire que respiramos o en el agua y alimentos que ingerimos. Los efectos negativos de una exposición de este tipo dependerán de la toxicidad de la sustancia, de la dosis, y del tiempo y frecuencia de la exposición. (USEPA 2001)

3.3.1. Riesgo para la seguridad y salud en el trabajo

Combinación de la probabilidad de que ocurran eventos o exposiciones peligrosos relacionados con el trabajo y la severidad de la lesión y deterioro de la salud que pueden causar los eventos o exposiciones.

3.4. Producto químico

De acuerdo al Convenio de la OIT sobre la seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo, 1990 (núm.170) la expresión productos químicos designa los elementos y compuestos químicos, y sus mezclas, ya sean naturales o sintéticos, tales como los obtenidos a través de los procesos de producción.

Los Productos químicos peligrosos se clasifican en función del tipo y el grado de los riesgos físicos y los riesgos que entrañan para la salud. Las propiedades peligrosas de las mezclas formadas por dos o más productos químicos podrán determinarse evaluando los riesgos que entrañan los productos químicos que las componen. [1]

3.5. Sustancia

Un elemento químico y sus compuestos naturales o los obtenidos por algún proceso industrial, incluidos los aditivos necesarios para conservar su estabilidad y las impurezas que inevitablemente produzca el proceso, con exclusión de todos los disolventes que puedan separarse sin afectar a la estabilidad de la sustancia ni modificar su composición[2]

3.5.1. Sustancias químicas peligrosas

Es aquella que por su naturaleza produce o puede producir daños momentáneos o permanentes a la salud humana, animal o vegetal, a los bienes y/o al medio ambiente. Las sustancias peligrosas se conocen también como materiales peligrosos, mercancías o cargas peligrosas[3]

[1] (OIT, 2014)
[2] (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo , 2003)
[3] (INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION , 1998)

3.5.2. Clasificación

Las sustancias peligrosas se clasifican, atendiendo a los tipos de riesgos más significativos que encierran fundamentalmente las actividades de transporte, y además en las actividades de manipulación y almacenamiento relativos al transporte. (en este sentido, la operación de transporte así definida incluye actividades de manipulación y almacenamiento) Las sustancias peligrosas se clasifican en clases, y éstas, a su vez, pueden clasificarse en divisiones. Una sustancia peligrosa puede presentar más de un tipo riesgo distinto a la vez, pero su ubicación en la clase que corresponda estará determinada según su riesgo mayor:

Clase 1: Sustancias y objetos explosivos: Son sustancias que por la acción de choque, percusión, fricción, formación de chispas y/o acción de calor tienen efecto destructivo, por liberación violenta de energía.

Clase 2: Gases Comprimidos, licuados, disueltos a presión o criogénicos:
Pertenecen a esta Clase:

a) Los gases permanentes Gases que no se licuan a las temperaturas ambientes.
b) Los gases licuados Gases que pueden licuarse a presión a las temperaturas ambientes.
c) Los gases disueltos Gases disueltos a presión en un disolvente, que pueden estar adsorbidos por una sustancia porosa.
d) Los gases criogénicos Gases que en fase líquida tienen un punto de ebullición inferior a -90ºC a la presión absoluta de 1 atm. Por ejemplo: argón, nitrógeno y oxígeno en fase líquida. Para los efectos de estiba y segregación.

<u>La Clase 2 se subdivide en:</u>

I. División 2.1: Gases inflamables
II. División 2.2: Gases no inflamables
III. División 2.3: Gases venenosos (tóxicos)

- Clase 3: Líquidos Inflamables Son sustancias que a una temperatura igual o inferior a 61 ºC desprenden vapores inflamables.

- Clase 4: Sólidos Inflamables Son sustancias químicas no explosivas, fácilmente combustibles, que causan o contribuyen a producir incendios.

- Clase 5: Sustancias Comburentes y Peróxidos Orgánicos Son sustancias que desprenden oxígeno y favorecen la combustión.

- Clase 6: Sustancias Tóxicas y Sustancias Infecciosas Sustancias Tóxicas: Son sustancias que al introducirse por inhalación, ingestión o absorción en el organismo, a través de la piel o mucosas, pueden dar origen a trastornos orgánicos de carácter grave o mortal. Sustancias Infecciosas: Son sustancias que contienen microorganismos patógenos, que al entrar en contacto con los seres humanos pueden producir un estado de enfermedad.

- Clase 7: Sustancias Radiactivas Son aquellas sustancias que poseen la propiedad de producir la desintegración espontánea de sus núcleos atómicos, acompañada de emisión de partículas o de radiación electromagnética.
- Clase 8: Sustancias Corrosivas Son sustancias que causan destrucción de tejidos vivos o material inerte.

- Clase 9: Sustancias Peligrosas Varias Sustancias que presentan un riesgo distinto de los correspondientes a las demás clases[4]

3.6. Agentes químicos

Consideramos como agentes o contaminantes de naturaleza química a aquellas sustancias que al entrar en contacto con un individuo pueden ser absorbidas por las diferentes vías de entrada posibles (inhalatoria, dérmica, digestiva y parenteral), de las que hablaremos más adelante. Los agentes químicos pueden encontrase en diferentes formas en el entorno laboral sólido, líquido, gaseoso, determinando en muchas ocasiones su estado, la vía de entrada del agente químico. Cuando hablemos de agentes químicos nos referiremos tanto a sustancias y preparados utilizados en los procesos productivos de las empresas como a los residuos generados en los mismos:

[4] (ACHS)

- Polvos Partículas sólidas producto de la ruptura mecánica de sólidos.
- Gases Fluidos que normalmente se encuentran en estado gaseoso.
- Vapores Normalmente son líquidos que al vaporizarse se comportan en forma semejante a los gases.
- Rocíos Partículas líquidas producto de la fragmentación de líquidos.
- Humos metálicos Partículas sólidas que se generan de la condensación de vapores. Se producen generalmente después de la volatilización de metales fundidos.
- Nieblas Partículas líquidas producto de la condensación de vapores.[5]

3.6.1. Exposición a agentes químicos

Presencia de un agente químico en el lugar de trabajo que implica el contacto de éste con el trabajador. Se cuantifica en términos de la concentración de la agente obtenida de las mediciones de exposición, referida al mismo período de referencia que el utilizado para el valor límite aplicable.[6]

3.7. Vías de ingreso

Las vías de ingreso implicadas en la acción toxica de estas sustancias son: por inhalación de los gases o vapores presentes en el medio ambiente labora, por contacto con la piel y en forma líquida por ingestión accidental o voluntaria siendo absorbidos a través del tracto digestivo (Nolla. Et.al, 2001)

3.7.1. Vía respiratoria.

Es la vía de penetración de sustancias tóxicas más importante en el medio ambiente de trabajo, ya que respiramos aire y con el aire pueden venir todo tipo de sustancias: sólidos en forma de polvo, líquidos en forma de vapor y gases que se mezclan directamente con el aire.

3.7.2. Vía dérmica

Existen sustancias capaces de atravesar la piel, sin provocar alteraciones en ella, pasando a la

[5] (PRINCIPALES RIESGOS QUÍMICOS, ACHS)
[6] (AGENTES QUÍMICOS EN EL AMBITO SANITARIO, 2010)

sangre que será la que la distribuye por todo el organismo. Los factores que van a intervenir son: superficie total de piel expuesta, estado de la piel y las características de la propia sustancia

3.7.3. Vía digestiva

Es una vía de penetración poco corriente ya que las sustancias con las que trabajamos no nos las metemos en la boca, de todas formas, hay posibilidad de penetración por vía digestiva cundo se come en el puesto de trabajo, se fuma, se bebe y no se lava las manos antes de comer, aunque sea fuera del puesto de trabajo. Con unas adecuadas prácticas higiénicas personales, debe bastar para evitar esta penetración.

3.7.4. Vía parental

Se llama parenteral a la entrada de sustancias a través de una herida o llaga preexistente o provocada por un accidente como un pinchazo o un corte.[7]

3.8. Evaluación de la exposición

Es el cálculo de las concentraciones o dosis a las cuales están o van a estar expuestas las poblaciones humanas o los compartimentos del medio ambiente, resultado de la determinación de las emisiones, vías de transferencia y tasas de movimiento de una sustancia y de su transformación o degradación.[8]

4. QUÍMICOS UTILIZADOS EN PISCINAS Y EFECTOS EN LA SALUD SEGÚN NTP 690[9]

4.1. Cloro gas

Es un gas de color amarillo verdoso, de olor sofocante e irritante. Disuelto en agua, forma el equilibrio siguiente: Cloro + agua = ácido hipocloroso + ácido clorhídrico Presenta una acción muy irritante sobre los ojos y las vías respiratorias, ya que en contacto con la humedad forma ácido clorhídrico. Las exposiciones agudas a altas concentraciones pueden provocar

[7] (ATEXGA)
[8] (CSIC)
[9] (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2000)

inflamación en los pulmones con acumulación de líquido.
La inhalación de concentraciones superiores a 50 ppm puede ser mortal a causa de un edema pulmonar. Los síntomas pueden manifestarse de forma retardada hasta dos días después de la exposición al gas. El edema pulmonar se desarrolla más rápidamente en las personas que se hallan realizando un trabajo pesado debido al mayor ritmo respiratorio. Las personas expuestas durante largos periodos de tiempo a bajas concentraciones de cloro pueden presentar una erupción conocida como cloracné. El cloro es conducido en forma gas desde recipientes en los que se halla licuado y a presión a través de tuberías hasta el agua. En el funcionamiento de dichas instalaciones de cloración se producen a menudo accidentes por escape de cloro gaseoso. También puede generarse cloro gas "in situ" por reacción entre una sal de ácido débil y un ácido fuerte; por ejemplo, hipoclorito sódico y ácido clorhídrico, que es otro de los procedimientos empleados para mantener cloro libre en el agua del vaso de la piscina, evitando la manipulación de recipientes conteniendo cloro.
El cloro, en función del pH, se combina con las sustancias orgánicas formando las cloraminas (cloro combinado o compuesto) que tienen el poder desinfectante mucho menor que el cloro libre activo.

4.2. Hipoclorito sódico

Es una solución acuosa de color amarillo suave, con olor clásico a lejía y tacto jabonoso, reacciona con el agua de la siguiente forma: Hipoclorito sódico + agua = ácido hipocloroso + hidróxido sódico.
Es un producto irritante de ojos, piel y tracto respiratorio; el contacto prolongado o repetido puede producir sensibilización de la piel. Su uso regular aumenta el pH del agua y se descompone con el calor, lo que debe tenerse en cuenta porque aumenta su consumo. (Real Decreto 363/1995, España)

4.3. Dicloroisocianurato sódico

Es un producto en forma de gránulos blancos con olor a cloro; en el agua reacciona de la siguiente forma: Dicloroisocianurato sódico + agua = ácido hipocloroso + ácido isocianúrico
Es un producto irritante en contacto con los ojos y las vías respiratorias. Su uso continuado modifica poco el pH. Si se almacena correctamente, se asegura una estabilidad mínima de dos años.

Clasificada como comburente, nociva, irritante y peligrosa para el medio ambiente.

En agua a concentraciones a10% se clasifica como nocivo, nocivo por ingestión, en contacto con los ácidos libera gases tóxicos, irrita los ojos y las vías respiratorias. Las frases de seguridad asignadas son: manténgase el recipiente en lugar seco. En caso de contacto con los ojos, lávese inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico. En caso de incendio y/o de explosión, no respire los humos, elimínese el producto y su recipiente como residuos peligrosos y evítese su liberación al medio ambiente. Recábense instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad.

4.4. Ácido tricloroisocianúrico

Se presenta en polvo, granulado y en pastillas blancas con olor a cloro. Reacciona con el agua de la siguiente forma: Ácido tricloroisocianúrico + agua = ácido hipocloroso + ácido isocianúrico Es un producto irritante en contacto con los ojos y las vías respiratorias.

Clasificación de riesgos del producto químico
Salud: 3, Inflamabilidad: 0, Reactividad 2, Otros: OXY

Riesgos para la salud de las personas: Es un irritante fuerte de la piel y las mucosas, Al ser ingerido es moderadamente toxico.

Efectos de una sobreexposición aguada (por una vez):

- Inhalación: la inhalación de los vapores puede dañar temporalmente al sistema respiratorio, si la exposición de los vapores persiste o es más concentrado, el daño puede ser permanente.
- Contacto con la piel: La exposición prolongada al producto causa enrojecimiento de la piel. Si la exposición continua se puede causar destrucción de los tejidos.
- Contacto con los ojos: EL contacto con el producto causa quemaduras graves, daños a la visión y a la córnea.
- Ingesta: la ingestión causa irritación del tracto digestivo, náuseas y vómitos. Puede producirse asimismo quemaduras y heridas sangrantes en el estómago.
- Efectos de una sobreexposición crónica (largo plazo): se sabe que el producto no es cancerígeno.

Medidas de primeros auxilios

- Inhalación: lleve a la persona al aire libre y ayude a la respiración si es necesario. Si persisten síntomas molestos, consulte a un médico.
- Contacto con la piel: lleve de inmediato con grandes cantidades de agua corriente, si el enrojecimiento persiste consulte un médico.
- Contacto con los ojos: lave con grandes cantidades de agua corriente a lo menos por 15 minutos, consulte a la brevedad un medico
- Ingestión: de a beber a 2 a 4 vasos de agua o leche, no induzca los vómitos consiga de inmediato un medico

4.5. Clorhidrato de polihexametileno biguanida

Es un líquido inodoro; su acción bactericida se basa en la aglutinación de las proteínas solubles de las bacterias. Su poder bactericida no depende del pH del agua y su uso regular tampoco lo modifica. De cara a su utilización, debe tenerse en cuenta que es compatible con peróxido de hidrógeno, simazina, compuestos de sales de aluminio, ácidos, álcalis, bicarbonato sódico y cloruro cálcico.

Es incompatible con cloro y sus derivados (importante), algunos compuestos de amonio cuaternario, sales de cobre, secuestradores de la cal, persulfato sódico y bromo.
No se hallan descritas características de peligrosidad relevantes.

4.6. Ozono

El ozono (oxígeno triatómico) es un gas desinfectante muy activo, que actúa por oxidación. Es muy inestable a temperatura ambiente y tiene un olor penetrante característico. Es muy irritante de las vías respiratorias con importantes efectos secundarios a la irritación. Es irritante de los ojos y el tracto respiratorio y su inhalación puede originar edema pulmonar y reacciones asmáticas. La sustancia puede causar efectos en el sistema nervioso central, dando lugar a dolor de cabeza y disminución de la consciencia.

La exposición repetida puede provocar hiperreactividad bronquial. Se genera "in situ" con un generador eléctrico que transforma parte del oxígeno en ozono y proporciona aproximadamente 20 g de ozono/m3 de aire. La dosis mínima para su actividad desinfectante es 0,4 mg de ozono/l de agua con un contacto mínimo de 4 minutos. El agua que llena el vaso no puede contener ozono, por lo que después del tratamiento se ha de proceder necesariamente a una desozonización, mediante una filtración con carbón activo o por desgasificación con un dispositivo específico.

Para que el agua del vaso tenga poder desinfectante residual, es necesario una desinfección complementaria con otro desinfectante autorizado.

Por sus características de peligrosidad, se clasifica como comburente, irritante y peligrosa para el medio ambiente. Las frases de riesgo asociadas son: forma compuestos metálicos explosivos muy sensibles, peligro de explosión al mezclar con materias combustibles, muy tóxico por inhalación, peligro de efectos acumulativos, irrita las vías respiratorias muy tóxico para los organismos acuáticos tóxico para la flora, tóxico para la fauna, tóxico para los organismos del suelo, tóxico para las abejas y posibilidad de efectos irreversibles. En algunas fichas de seguridad se incluye la frase puede causar cáncer por inhalación, aunque no está clasificado como tal en la UE. Las frases de seguridad son: manténgase fuera del alcance de los niños, manténgase lejos de locales habitados, manténgase lejos de materiales combustibles, no fumar durante su utilización, no respirar el gas, úsese indumentaria protectora adecuada, en caso de ventilación insuficiente, úsese equipo respiratorio adecuado, úsese únicamente en lugares bien ventilados utilícese un envase de seguridad adecuado para evitar la contaminación del medio ambiente.

4.7. Hipoclorito de calcio

El hipoclorito de calcio es comúnmente conocido como cal clorada, aunque también se utiliza como agente blanqueador. Su principal aplicación es en el tratamiento de aguas. Su función es la de eliminar bacterias, algas, hongos, moho y microorganismos que viven en el agua.

Efectos de una sobreexposición aguda

- **Inhalación:** La inhalación de este material es irritante para la nariz, boca, garganta y pulmones. También podría provocar quemaduras en las vías respiratorias con la producción de edema pulmonar, lo cual podría dar como resultado falta de respiración, respiración dificultosa, ahogo, dolor de pecho y daño en el funcionamiento pulmonar. La inhalación de altas concentraciones puede provocar un daño pulmonar permanente.

- **Contacto con la piel**: La exposición dérmica puede provocar severas irritaciones y/o quemaduras caracterizadas por el color rojizo, inflamación y la formación de costras. La exposición prolongada a la piel puede provocar la destrucción de la dermis junto con un perjuicio a la regeneración de la piel en el lugar del contacto.

- **Contacto con los ojos**: La exposición ocular puede provocar severas irritaciones y/o quemaduras. El contacto puede dar como resultado deterioro en la vista o daño a la córnea.

- **Ingestión**: Se podría provocar irritación y/o quemaduras en todo el sistema gastrointestinal, incluido el estómago y los intestinos, caracterizándose por náuseas vómito, diarrea, dolor abdominal, sangrado y/o ulcera del tejido.

Efecto de una sobreexposición crónica (largo plazo)

- INHALACIÓN: El estar expuesto a una inhalación crónica (repetida) puede provocar un deterioro en el funcionamiento pulmonar, así como un daño permanente en los pulmones.

- CONTACTO CON LA PIEL: Los efectos de la exposición crónica de la piel podrían parecerse a aquellos provocados por una sola exposición excepto por los efectos secundarios a la destrucción del tejido
- INGESTIÓN: No existen efectos conocidos o datos acerca de ellos provocados por una exposición crónica.

4.8. Sulfato de cobre:

El Sulfato de Cobre disponible comercialmente más común es el Sulfato de cobre (II) pentahidratado, utilizado como fungicida para eliminación de hongos, como limpiador de algas de piscinas, se caracteriza por su color azul y sus rápidos cambios de temperatura al agregarle más agua. Su fórmula química: $CuSO_4 \cdot 5H_2O$. El mineral en donde se presenta en su estado natural es calcantita.

Efectos de una sobreexposición aguda (por una vez)

- Inhalación: Irritación en vías respiratorias.
- Contacto con la piel: Enrojecimiento.
- Contacto con los ojos: Causa irritación, dolor y enrojecimiento.
- Ingestión: Baja toxicidad en pequeñas cantidades, pero dosis mayores pueden causar náuseas, vómitos y diarrea.

Efectos de una sobreexposición crónica (largo plazo):

Puede causar daño en las plaquetas de la sangre.

Condiciones médicas que se verán agravadas

- Con la exposición al producto: Personas con enfermedades a la piel, ojos y vías Respiratorias.
- Efectos sobre el medio ambiente: En elevadas concentraciones es tóxico para peces y organismos acuáticos
- Riesgos específicos: Fuertemente irritante.

Resumen de tratamiento de emergencia

En caso de pequeños derrames evacuar y aislar área. Depositar residuos en envases de seguridad para descarte final.

4.9. Cloruro de benzalconio

Es una sal de amonio cuaternario. En solución (< 0,1%), es un líquido incoloro sin ningún olor apreciable, no inflamable.

Este producto es un irritante de ojos, piel y aparato digestivo y cuando se utiliza deben llevarse las protecciones adecuadas (guantes, gafas, etc.). Se utiliza como conservador de aguas. Esta sustancia, por sus características de peligrosidad se clasifica como nociva, con las frases de riesgo nocivo en contacto con la piel y por ingestión, provoca quemaduras y muy tóxico para los organismos acuáticos.

Las frases de seguridad son: en caso de contacto con los ojos, lávese inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico.
Use indumentaria protectora adecuada, guantes adecuados y protección para los ojos/la cara, en caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico, si es posible muéstrele la etiqueta evítese su liberación al medio ambiente. Recábense instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad.

4.10. Hidroxicloruro de aluminio (decantador)

Es un polinuclear de aluminio líquido (hidroxicloruro de aluminio, pac) que se desempeña efectivamente como coagulante inorgánico para aguas tanto potables como residuales, empleado como coagulante-floculante en clarificación para condiciones de alta turbiedad sin disminuir el pH, su presentación es en estado líquido, se despacha en tambores plásticos, garrafas y a granel en carrotanques.

Efectos sobre una sobreexposición aguda:

- Contacto con los Ojos: Produce ardor, Irritación y enrojecimiento. Lavar inmediatamente.
- Contacto con La Piel: Corrosivo. Produce ligera irritación o enrojecimiento. Lavar inmediatamente
- Ingestión: Causa irritación gastrointestinal, náuseas y vomito. Tomar abundante agua o leche, no inducir el vómito.
- Inhalación: Produce dolor en el pecho, tos, dificultad para respirar, dolor de garganta.

5. PARAMETROS EN LA CALIDAD DE AGUA EN PISCINAS

5.1. pH (Potencial de Hidrogeno)

El pH es una medida del contenido de ion hidrogeno en medio acuoso. Las aguas poseen un valor de pH superior a siete son alcalinas, y si es inferior son acidas. El agua de los ríos que no está afectada por la contaminación presenta un pH entre 6,5 y 8,5 dentro del cual los organismos acuáticos capturan y liberan dióxido de carbono durante la fotosíntesis y respiración, respectivamente[10]

El pH es un término universal para designar la condición acida o básica de una solución o una vía para expresar la concentración de iones de hidrógenos en una solución (o de un agua) y se expresa como logaritmo del reciproco ion hidrogeno: pH= - log [H+] o pH = -log [H3O+] Para el agua destilada o neutra el pH es 7. Si el agua tiene un pH inferior a 7 es acida, si es superior es básica. El pH tiene gran importancia en todos los procesos de tratamiento. Además, tiene una función fundamental en el aspecto corrosivo o incrustante del agua. Este parámetro tiene mucha influencia en una serie de reacciones que ocurren en el agua. Por lo general, un agua con pH menor de 6,0 es considerada agresiva y corrosiva para los metales. El pH tiene gran importancia en el tratamiento del agua, especialmente en la coagulación, desinfección y estabilización.[11]

La medición del pH debe realizarse in situ, ya que puede sufrir variación importante en el transcurso del tiempo, debido a diversas causas, entre las cuales se encuentran la sobresaturación de CO2, como consecuencia de la presencia de plantas acuáticas o su contenido en el aire, reacciones químicas, temperatura, etc. La variación del pH entre las mediciones en campo y las realizadas en el laboratorio puede llegar hasta la unidad, a pesar de haberse efectuado el mismo día.[12]

[10] (Hem, 1985)
[11] (Vargas, 1984)
[12] (Centro panoamericano de ingenieria sanitaria , 2004)

5.2. Cloro libre residual

Demanda de cloro, Corresponde a la cantidad de cloro utilizada o consumida por bacterias, algas, compuestos orgánicos y sustancias inorgánicas, tales como hierro, manganeso y amoniaco. Esta reacción es instantánea y al completarse la demanda comienza a aparecer el cloro residual libre, el cual se encarga de la desinfección desde su aparición, por lo tanto, la desinfección no se produce hasta que el cloro se combina con las sustancias presentes en el agua (Lindsay, 2004).

Cloro libre Cuando se añade cloro al agua, se forma por hidrólisis el ácido hipocloroso (HOCl), que luego se disocia en un protón (H+) y en ion hipoclorito (OCl-), Se indica las constantes de equilibrio (KH) y de ionización (Ki). las formas de cloro más efectivos para lograr la desinfección y forman lo que se conoce como “cloro libre”.

El cloro libre corresponde al cloro que está disuelto en el agua y que no está asociado a la materia orgánica. El grado de disociación del HOCl y OCl- es dependiente del pH. A un pH < 5,0 aproximadamente el 100% del cloro está en forma de HOCl, que cae a un 50% a un pH de 7,5 aproximadamente, mientras que a un pH > 9,0 el 100% de cloro se encuentra en forma de OCl-. Por otro lado, la temperatura también tiene efecto 29 sobre la disociación de estas especies[13]

5.3. Turbidez

La turbidez es una expresión de la propiedad o efecto óptico causado por la dispersión o interferencia de los rayos luminosos que pasan a través de una muestra de agua. Actualmente el método más usado para determinar la turbidez es el método nefelométrico en el cual se mide la turbidez mediante un nefelómetro y se expresan los resultados en unidades de turbidez nefelométrico, UTN. Con este método se compara la intensidad de luz dispersada por la muestra con la intensidad de luz dispersada por una suspensión estándar de referencia bajo las mismas condiciones de medida. Entre mayor sea la intensidad de luz dispersada mayor será la turbidez.[14]

[13] (Acevedo, 2014)
[14] (ROMERO, 2007)

La turbidez es originada por las partículas en suspensión o coloides (arcillas, limo, tierra finamente dividida, etc.). La turbidez es causada por las partículas que forman los sistemas coloidales; es decir, aquellas que, por su tamaño, se encuentran suspendidas y reducen la transparencia del agua en menor o mayor grado.

En la práctica, la remoción de la turbidez no es un proceso difícil de llevar a cabo en una planta de clarificación de agua; sin embargo, es uno de los que más influye en los costos de producción, porque, por lo general, requiere usar coagulantes, acondicionadores de pH, ayudantes de coagulación, etc.

Aunque no se conocen los efectos directos de la turbidez sobre la salud, esta afecta la calidad estética del agua, lo que muchas veces ocasiona el rechazo de los consumidores. Por otra parte, como señala Castro de Esparza, los estudios elaborados por Tracy y por Sanderson y Kelly han demostrado que, en el proceso de eliminación de los organismos patógenos, por la acción de agentes químicos como el cloro, las partículas causantes de la turbidez reducen la eficiencia del proceso y protegen físicamente a los microorganismos del contacto directo con el desinfectante. Por esta razón, si bien las normas de calidad establecen un criterio para turbidez en la fuente de abastecimiento, esta debe mantenerse mínima para garantizar la eficacia del proceso de desinfección.[15]

6. TRATAMIENTOS DE AGUAS EN PISCINAS

6.1. Agua cristalina

En una piscina pueden aparecer turbiedades. Las causas son por problemas de pH altos, filtración pobre, contra lavados de filtros inefectivos y formación de algas, se manifiesta en muchos casos por la presencia de partículas diminutas suspendidas en el agua. La adición de un floculante hace las partículas más grandes, de manera que el filtro las pueda retener, y así clarifica el agua, eliminando también los iones metálicos oxidados que el filtro por sí solo no es capaz de retener

[15] (Centro panoamericano de ingenieria sanitaria , 2004)

6.1.1. Floculación

Consiste en la aglomeración, mediante la agitación moderada del agua, de las partículas que se desestabilizaron durante la coagulación, formando otras de mayor tamaño y peso específico –flóculos-.

Los objetivos básicos de la floculación son reunir microflóculos para formar partículas con peso específico superior al del agua y compactar el flóculo disminuyendo su grado de hidratación para producir baja concentración volumétrica, lo cual produce una alta eficiencia en los procesos posteriores como sedimentación y filtración.

Cinética de la Floculación

Tan pronto como se agregan coagulantes a una suspensión coloidal, se inician una serie de reacciones hidrolíticas que adhieren iones a la superficie de las partículas presentes en la suspensión, las cuales tienen así oportunidad de unirse por sucesivas colisiones hasta formar flóculos que crecen con el tiempo. La rapidez con que esto ocurre depende del tamaño de las partículas con relación al estado de agitación del líquido, de la concentración de las mismas y de su "grado de desestabilización", que es el que permite que las colisiones sean efectivas para producir adherencia. Los contactos pueden realizarse por dos modos distintos:

- Floculación Pericinética: Contactos por bombardeo de las partículas producidos por el movimiento de las moléculas del líquido (movimiento browniano) que sólo influye en partículas de tamaños menores a un micrón. Sólo actúa al comienzo del proceso, en los primeros 6 a 10 s y es independiente del tamaño de la partícula.
- Floculación Ortocinética: Contactos por turbulencia del líquido, esta turbulencia causa el movimiento de las partículas a diferentes velocidades y direcciones, lo cual aumenta notablemente la probabilidad de colisión. Efectivo sólo con partículas mayores a un micrón. Actúa durante el resto del proceso, de 20 a 30 min.

Factores que influyen en la Floculación

- Concentración y naturaleza de las partículas
- La velocidad de formación del floc es proporcional a la concentración de partículas en el agua y del tamaño inicial de estas.
- Tiempo de detención

La velocidad de aglomeración de las partículas es proporcional al tiempo de detención. Debe estar lo más cerca posible al óptimo determinado por medio de ensayos de jarras, esto se puede lograr dividiendo la unidad de floculación en cámaras. Se puede decir que una eficiencia dada, se obtiene en tiempos cada vez menores a medida que se aumenta el número de cámaras de floculación en serie. Por razones de orden práctico el número de cámaras no puede ser muy grande, estableciéndose un mínimo de tres unidades.

- Gradiente de velocidad

Este es un factor proporcional a la velocidad de aglomeración de las partículas. Existe un límite máximo de gradiente que no puede ser sobrepasado, para evitar el rompimiento del floc. El gradiente a través de las cámaras debe ser decreciente y no se deben tener cámaras intermedias con gradientes elevados[16]

6.1.2. Coagulación

La coagulación puede entenderse como la desestabilización eléctrica de algunas partículas media te la adición de sustancia químicas que son los coagulantes. Esta operación se efectúa en unidades y tanques de mezcla rápida, en los cuales el agua se somete a agitación muy intensa para formar una solución homogénea de los coagulantes con el agua en el menor tiempo posible.

Este proceso se usa para:

- Remoción de turbiedad orgánica o inorgánica que no se puede sedimentar rápidamente.
- Remoción de color verdadero y aparente.
- Eliminación de bacteria, virus y organismos patógenos susceptibles de ser separados por coagulación.
- Destrucción de algas y plancton en general.
- Eliminación de sustancias productoras de sabor y olor, en algunos casos de precipitados químicos suspendidos en otros. El uso de cualquier otro proceso para la remoción de partículas muy finas, como la sedimentación simple, resulta muy poco económico y en ocasiones imposible, debido al alto tiempo requerido.

[16] (Restrepo, 2009)

Para la evaluación de este proceso es necesario tener en cuenta las características físicas y químicas del agua, la dosis del coagulante, la concentración del coagulante, el punto de aplicación del coagulante, la intensidad y el tiempo de mezcla y el tipo de dispositivo de mezcla.

Factores que influyen en la Coagulación

- Valencia: Entre mayor sea la valencia del ion, más efectivo resulta como coagulante.
- Capacidad de cambio: Es una medida de la tendencia a remplazar cationes de baja valencia por otros de mayor valencia, provocando la desestabilización y aglomeración de partículas en forma muy rápida. (modelo de Stern, 1924)
- Tamaño de las partículas: Las partículas deben poseer el diámetro inferior a una micra. Las partículas con diámetro entre una y cinco micras, sirven como núcleos de floc, en cambio de diámetro superior a cinco micras, son demasiado grandes para ser incorporadas en el floc. Temperatura: La temperatura cambia el tiempo de formación del floc, entre más fría el agua, la reacción es más lenta y el tiempo de formación del floc es mayor.
- Concentración de iones H+ o pH: Para cada coagulante hay por lo menos una zona de pH óptima, en la cual una buena floculación ocurre en el tiempo más corto y con la misma dosis de coagulante.
- Relación cantidad-tiempo: La cantidad de coagulante es inversamente proporcional al tiempo de formación del floc.
- Alcalinidad: La alcalinidad guarda la relación con el pH y por lo tanto el contenido de alcalinidad del agua es uno de los factores por considerar en la coagulación.

Clases de Coagulantes

Los coagulantes que se utilizan en la práctica para agua potable son los siguientes:

- Sales de Aluminio: Forman un floc ligeramente pesado. Las más conocidas son: El Sulfato de Aluminio, Al2(SO3) · 14H2O, que en la práctica se le denomina como Alumbre; el Sulfato de Aluminio Amoniacal y el Aluminato Sódico. El primero es el que se usa con mayor frecuencia dado su bajo costo y manejo relativamente sencillo.
- Sales de Hierro: Se utiliza el Cloruro Férrico, FeCl3, y los Sulfatos de Hierro Férrico y Ferroso, Fe (SO4)3 y FeSO4. Forman un floc más pesado y de mayor velocidad de asentamiento que las sales de aluminio.

- Polímeros o polielectrolitos: Son compuestos complejos de alto peso molecular que se utilizan no propiamente como coagulantes sino como ayudantes de coagulación. La dosificación de estas sustancias se lleva a cabo en concentraciones muy bajas, lo cual es una gran ventaja y compensa el costo del polímero. Están siendo ampliamente empleados en el tratamiento de aguas potables ya que se produce una menor cantidad de lodos, adicionalmente el lodo producido es más fácilmente tratable.[17]

6.2. Prevención de crecimiento de algas

Las algas son una planta de crecimiento rápido, con coloración verdosa y a veces parda, rojiza u oscura. Las algas enturbian el agua e incluso le dan olor y sabor desagradable al descomponerse. Se alimentan de la luz solar y de sustancias nitrogenadas. Pueden estar en suspensión o adheridas a las paredes y suelo de nuestra piscina. Tener el pH del agua de la piscina regulado es un punto muy importante para la prevención y el control de las algas.

En invierno dan menos problemas, pero en verano y con temperaturas elevadas son muy rápidas en su crecimiento en aguas no tratadas correctamente.

Es muy importante prevenir su crecimiento, ya que es más difícil eliminarlas una vez instaladas, por este motivo la utilización de un buen alguicida es primordial ya que a veces los desinfectantes normales no son suficientes para la prevención de algas.

Los alguicidas deben ser productos de amplio espectro y por lo tanto efectivos contra todo tipo de algas. Importante que no contengan cloro ni metales pesados para no dañar las superficies de la piscina. Su aplicación debe ser la adecuada según las indicaciones del producto y ser regular en su aplicación, primeramente, realizaremos un cepillado de las paredes y el vaso de la piscina para seguir con una cloración de choque local haciendo hincapié en las zonas más afectadas.

[17] (Restrepo, 2009)

6.3. Ajuste del pH

El primer paso para conseguir un agua limpia, clara y respetuosa con la piel consiste en regular el pH de la misma. El valor correcto debe situarse entre el 7,2 y el 7,6 (7.2 a 8.2 DS. 209) para garantizar que el resto de medidas aplicadas funcionen de forma efectiva. Si el pH del agua es demasiado elevado, los bañistas podrían sufrir irritación en la piel y los ojos, el efecto de los productos desinfectantes disminuirá, se formarán incrustaciones calcáreas y las aguas se enturbiarán. Por el contrario, si el valor del pH es demasiado bajo aumentará el riesgo de corrosión, habrá un deterioro del vaso, y también se producirá irritación de ojos y piel.

6.4. Desinfección del agua

En términos prácticos, desinfectar el agua significa eliminar de ella los microorganismos existentes, capaces de producir enfermedades.

En la desinfección se usa un agente físico o químico para destruir los microorganismos patógenos, que pueden transmitir enfermedades utilizando el agua como vehículo pasivo.

La desinfección es un proceso selectivo: no destruye todos los organismos presentes en el agua y no siempre elimina todos los organismos patógenos. Por eso requiere procesos previos que los eliminen mediante la coagulación, sedimentación y filtración.

Factores que influyen en la desinfección

- Los microorganismos presentes y su comportamiento: El tipo de microorganismos presentes en el agua tiene influencia definitiva en el proceso de desinfección. La reacción de los microorganismos frente a un desinfectante parece estar determinada por la resistencia de sus membranas celulares a la penetración de este y por la relativa afinidad química con las sustancias vitales del microorganismo.

- Las bacterias como las del grupo coliforme y las salmonelas son las menos resistentes a la desinfección, pues su respiración se efectúa en la superficie de la célula

- El número de microorganismos presentes en el agua no afecta el proceso de desinfección. Ello quiere decir que para matar una gran cantidad de microorganismos se requiere la misma concentración y tiempo de contacto del desinfectante que para eliminar una cantidad pequeña, siempre y cuando la temperatura y pH del agua sean los mismos.

- Cuando las bacterias forman aglomerados celulares, las que se encuentran protegidas en el interior pueden sobrevivir luego del proceso de dosificación del desinfectante. Para evitar que esto ocurra, es necesario favorecer la distribución uniforme de los microorganismos en el agua, lo cual se puede lograr mediante la agitación.

- La naturaleza y concentración del agente desinfectante Desinfectantes como el cloro y derivados pueden formar en el agua una serie de especies químicas cloradas, de diferente eficiencia desinfectante. Por otro lado, la concentración del desinfectante determinará el tiempo de contacto necesario para destruir todos los microorganismos presentes en el agua.

- La temperatura del agua Por lo general, la temperatura favorece el proceso de desinfección, Sin embargo, es necesario tener en cuenta que la solubilidad de los agentes desinfectantes en estado gaseoso es inversamente proporcional a la temperatura. Por tanto, en condiciones extremas de temperatura —por ejemplo, en lugares donde el agua llega a menos de 5 ºC o en otros donde puede tener 35 ºC—, la cantidad del desinfectante disuelto en el agua variará considerablemente; será menor a mayor temperatura y viceversa.

- La naturaleza y calidad del agua La materia en suspensión puede proteger a los microorganismos existentes en el agua e interferir en la desinfección. La materia orgánica puede reaccionar con los desinfectantes químicos y cambiar su estructura. En ciertos casos, si en el agua persisten compuestos orgánicos que no han sido removidos en los procesos previos a la desinfección, se pueden generar derivados tóxicos o compuestos que confieren sabor u olor al agua, muchos de ellos desagradables, lo que cambiaría su calidad organoléptica.

- El pH del agua es de suma importancia para la vida de los microorganismos acuáticos, ya que valores muy altos o bajos ofrecen a los microorganismos un medio adverso, con excepción de los quistes de amebas, que soportan pH tan altos como 13 ó tan bajos como 1. Por otra parte, la acción de los desinfectantes es fuertemente influenciada por el pH del agua.

De acuerdo con su naturaleza, cada desinfectante tiene un rango de pH de mayor efectividad. Sin embargo, la práctica demuestra que cuanto más alcalina es el agua requiere mayor dosis de desinfectante para una misma temperatura y tiempo de contacto.

- El tiempo de contacto Cuanto mayor es el tiempo de contacto, mayor será la posibilidad de destrucción de los microorganismos para una cierta dosis de cloro aplicado[18]

7. MEDICIONES DE PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA EN PISCINAS

7.1. Medición de Transparencia (turbiedad)

7.1.1. Disco de Secchi.

El disco Secchi en un instrumento estándar de 20 cm de diámetro que se encuentra dividido en cuadrantes pintados alternadamente de color blanco y negro el cual se encuentra atado a una cuerda graduada.[19]

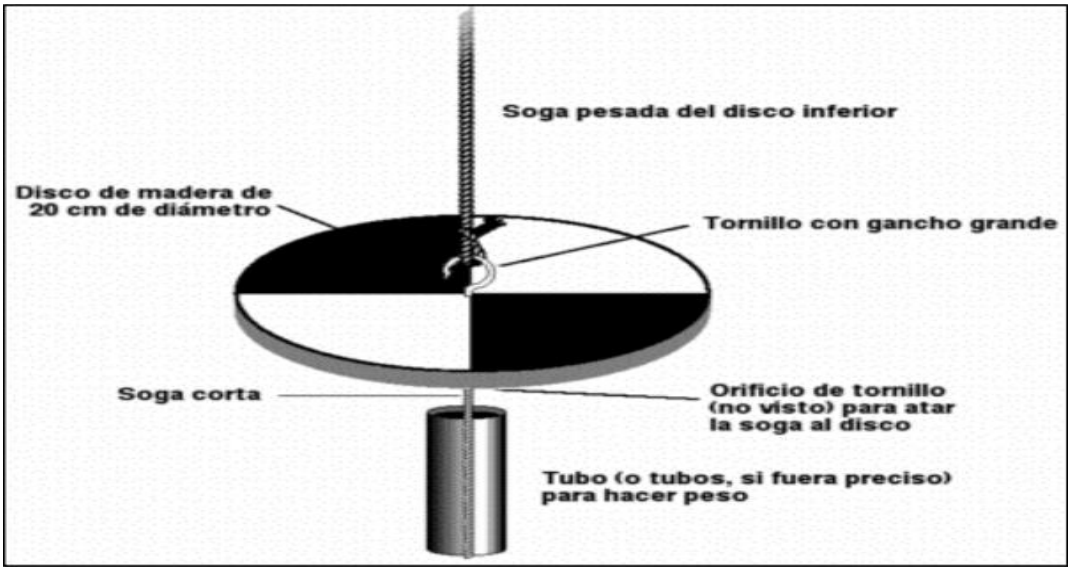

Fig. 1: Disco de Becchi

Fuente: https://muestreodeaguas.wordpress.com/2013/02/21/122/disco-de-secchi-2/

El disco Secchi se sumerge del lado sombreado de la embarcación hasta el momento que este deja de ser visible y mediante la cuerda graduada se anota la profundidad a la cual dejo de ser visible este proceso se lo realiza 3 veces para posteriormente promediar estas medidas para así

[18] (Arboleda V., 1976)
[19] (AGUIRRE, 2001)

obtener una medida dependiente de la transparencia del agua.

El Disco Secchi presenta dos grandes limitaciones:

- Este disco se debe usar desde una embarcación o desde un muelle que se encuentre cercano a la superficie del agua.
- En zonas con extensa cobertura de plantas acuáticas que se encuentran sumergidas, probablemente se deje de observar el disco al taparse con estas plantas y no porque la transparencia del agua sea baja.[20]

7.1.2. Turbidímetro

Instrumento que a través del análisis óptico determina la cantidad de sustancias en un líquido, se emplea en la medición de partículas en suspensión en un líquido o gas disuelto, tiene como principio de funcionamiento la detección de las partículas con una fuente de haz lumínico y un detector de luz fijado a 90 grados del haz original. Puede ser un instrumento portátil o fijo. También conocido como nefelómetro (del griego νεφέλη, nube, y μέτρον, medida), aunque puede haber diferencias entre los modelos de estos instrumentos, dependiendo del arreglo geométrico de la fuente luminosa con respecto a la fotocelda.[21]

7.2. Medición de Cloro

7.2.1. Test kit cloro

La prueba más común es el indicador de DPD (dietil-para-fenil-diamina) mediante un kit de comparación. Esta prueba es el método más rápido y sencillo para evaluar el cloro residual. En esta prueba, se añade una tableta de reactivo a una muestra de agua, que la tiñe de rojo. La intensidad del color se compara con una tabla de colores estándar para determinar la concentración de cloro en el agua. Entre más intenso el color, mayor es la concentración de cloro en el agua. Hay muchos kits disponibles en el comercio para analizar el cloro residual en el agua. Los kits son pequeños y portátiles.[22]

[20] (GUZMÁN, 2007)
[21] (Mingot, 1988.)
[22] (Organización Mundial de la Salud, 2009)

7.2.2. Fotometría

La forma más precisa de medir cloro es utilizando un equipo fotómetro, en el mercado existe una variedad de modelos, pero en general todos miden el contenido de cloro libre (Cl 2) en muestras de agua en el rango de 0,00 a 5,00 mg/l (ppm). El método es una adaptación del Método 330.5 de USEPA para aguas residuales, y del 4500-Cl G de Standard Method para agua potable. El reactivo es en polvo y se suministra en paquetes. La cantidad de reactivo está dosificada con precisión para garantizar la máxima repetibilidad.

Principio de funcionamiento

La absorción de la luz es un fenómeno típico de interacción entre la radiación electromagnética y la materia. Cuando un rayo de luz atraviesa una sustancia, parte de la radiación puede ser absorbida por átomos, moléculas o redes de cristales. Si tiene lugar una absorción pura, la fracción de luz absorbida depende tanto de la longitud de la distancia óptica a través de la materia como de las características físico-químicas de la sustancia según la ley Lambert-Beer:

$$-\log I/I_o = \varepsilon_\lambda \, c \, d$$

ó

$$A = \varepsilon_\lambda \, c \, d$$

Donde:

$-\log I/I_o$	=	Absorbencia (A)
I_o	=	intensidad del haz de luz incidente
I	=	intensidad del haz de luz tras la absorción
ε_λ	=	coeficiente de extinción molar a una longitud de onda λ
c	=	concentración molar de la sustancia
d	=	distancia óptica que la luz viaja a través de la sustancia

Por lo tanto, la concentración "c" puede calcularse a partir de la absorbencia de la sustancia, ya que los demás factores se conocen. El análisis químico fotométrico se basa en la posibilidad de desarrollar un compuesto absorbente a partir de una reacción química específica entre la muestra y los reactivos. Dado que la absorción de un compuesto depende estrictamente de la longitud de onda del haz de luz incidente, se deberá seleccionar un ancho de banda espectral.

7.3. Medición de pH

7.3.1. Ph-metro

PH-metro. Es un instrumento que tiene un sensor (electrodo) que utiliza el método electroquímico para medir el pH de una disolución

Principio de funcionamiento La determinación de pH consiste en medir el potencial que se desarrolla a través de una fina membrana de vidrio que separa dos soluciones con diferente concentración de protones. En consecuencia, se conoce muy bien la sensibilidad y la selectividad de las membranas de vidrio delante el pH.

Una celda para la medida de pH consiste en un par de electrodos, uno de calomel (mercurio, cloruro de mercurio) y otro de vidrio, sumergidos en la disolución de la que queremos medir el pH.

La varita de soporte del electrodo es de vidrio común y no es conductor, mientras que el bulbo sensible, que es el extremo sensible del electrodo, está formado por un vidrio polarizable (vidrio sensible de pH]).

Se llena el bulbo con la solución de ácido clorhídrico 0.1N saturado con cloruro de plata. El voltaje en el interior del bulbo es constante, porque se mantiene su pH constante (pH 7) de manera que la diferencia de potencial solo depende del pH del medio externo.

El alambre que se sumerge al interior (normalmente Ag/AgCl) permite conducir este potencial hasta un amplificador[23])

[23] (EcuRed contributors, 2013)

7.3.2. Papel tornasol

El papel tornasol es un material utilizado en las pruebas de pH para determinar si una solución es ácida o básica. Medir el pH es crucial al momento de reconocer las propiedades de un compuesto químico, y nos puede ayudar a realizar estudios de control de calidad en alimentos, agua y otras especies.

El papel tornasol tiene la propiedad interesante de que cambiará de color (gracias a la acción de tintas naturales en su composición) dependiendo del pH que tenga la sustancia en cuestión, siendo una de las formas más antiguas de medir esta propiedad

La parte activa del papel tornasol, llamado *litmus* por la palabra nórdica que significa "colorear" o "pintar", proviene de un material natural formado por los líquenes *Lecanora tartarea* y *Roccella tinctorum*, los cuales han sido utilizados para teñir telas por varios siglos.[24]

[24] (Anthony Muhye)

CAPÍTULO III:
MARCO LEGAL

8. LEGISLACIÓN APLICABLE

8.1. DS. 594, APRUEBA REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES SANITARIAS Y AMBIENTALES BÁSICAS EN LOS LUGARES DE TRABAJO

- **Artículo 53.** - el empleador deberá proporcionar a sus trabajadores, libres de costo, los elementos de protección personal adecuados al riesgo a cubrir y el adiestramiento necesario para su correcto empleo, debiendo, además, mantenerlos en perfecto estado de funcionamiento. Por su parte, el trabajador deberá usarlos en forma permanente mientras se encuentre expuesto al riesgo.

- **Artículo 3.** - la empresa está obligada a mantener en los lugares de trabajo las condiciones sanitarias y ambientales necesarias para proteger la vida y la salud de los trabajadores que en ellos se desempeñan, sean estos dependientes directos suyos o lo sean de terceros contratistas que realizan actividades para ella

- **Artículo 5.** - Los pavimentos y revestimientos de los pisos serán, en general, sólidos y no resbaladizos. En aquellos lugares de trabajo donde se almacenen, fabriquen o manipulen productos tóxicos o corrosivos, de cualquier naturaleza, los pisos deberán ser de material resistente a éstos, impermeables y no porosos, de tal manera que faciliten una limpieza oportuna y completa. Cuando las operaciones o el proceso expongan a la humedad del piso, existirán sistemas de drenaje u otros dispositivos que protejan a las personas contra la humedad. Para efectos del presente reglamento se entenderá por sustancias tóxicas, corrosivas, peligrosas, infecciosas, radiactivas, venenosas, explosivas o inflamables aquellas definidas en la Norma Oficial NCh 382.of 98.2

- **Artículo 21**. - Cuando la naturaleza del trabajo implique contacto con sustancias tóxicas o cause suciedad corporal, deberán disponerse de duchas con agua fría y caliente para los trabajadores afectados. Si se emplea un calentador de agua a gas para las duchas, éste deberá estar siempre provisto de la chimenea de descarga de los gases de combustión al exterior y será instalado fuera del recinto de los servicios higiénicos.

- **Artículo 32**. - Todo lugar de trabajo deberá mantener, por medios naturales o artificiales, una ventilación que contribuya a proporcionar condiciones ambientales confortables y que no causen molestias o perjudiquen la salud del trabajador.

- **Artículo 33.** - Cuando existan agentes definidos de contaminación ambiental que pudieran ser perjudiciales para la salud del trabajador, tales como aerosoles, humos, gases, vapores u otras emanaciones nocivas, se deberá captar los contaminantes desprendidos en su origen e impedir su dispersión por el local de trabajo. Con todo, cualquiera sea el procedimiento de ventilación empleado se deberá evitar que la concentración ambiental de tales contaminantes dentro del recinto de trabajo exceda los límites permisibles vigentes

- **Artículo 42.** - El almacenamiento de materiales deberá realizarse por procedimientos y en lugares apropiados y seguros para los trabajadores. Las sustancias peligrosas deberán almacenarse sólo en recintos específicos destinados para tales efectos, en las condiciones adecuadas a las características de cada sustancia y estar identificadas de acuerdo con las normas chilenas oficiales en la materia. El empleador mantendrá disponible permanentemente en el recinto de trabajo, un plan detallado de acción para enfrentar emergencias, y una hoja de seguridad donde se incluyan, a lo menos, los siguientes antecedentes de las sustancias peligrosas: nombre comercial, fórmula química, compuesto activo, cantidad almacenada, características físico químicas, tipo de riesgo más probable ante una emergencia, croquis de ubicación dentro del recinto donde se señalen las vías de acceso y elementos existentes para prevenir y controlar las emergencias.

8.2. DS. 40 APRUEBA REGLAMENTO SOBRE PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES

- **Artículo 21º.** - Los empleadores tienen la obligación de informar oportuna y convenientemente a todos sus trabajadores acerca de los riesgos que entrañan sus labores, de las medidas preventivas y de los métodos de trabajo correctos. Los riesgos son los inherentes a la actividad de cada empresa. Decreto 50, TRABAJO Especialmente deben informar a los trabajadores acerca Art. UNICO N° 3 de los elementos, productos y sustancias que deban utilizar D.O. 21.07.1988 en los procesos de producción o en su trabajo, sobre la identificación de los mismos (fórmula, sinónimos, aspecto y olor), sobre los límites

de exposición permisibles de esos productos, acerca de los peligros para la salud y sobre las medidas de control y de prevención que deben adoptar para evitar tales riesgos.

- **Artículo 22º. -** Los empleadores deberán mantener los equipos y dispositivos técnicamente necesarios para reducir a niveles mínimos los riesgos que puedan presentarse en los sitios de trabajo.

8.3. DS. 43 REGLAMENTO DE ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS

- **Artículo 1**°. - El presente reglamento establece las condiciones de seguridad de las instalaciones de almacenamiento de sustancias peligrosas. Estas disposiciones regirán preferentemente sobre lo establecido en materias de almacenamiento en el decreto Nº 157 de 2005, del Ministerio de Salud, Reglamento de Pesticidas de Uso Sanitario y Doméstico y de lo establecido en el artículo 42 del decreto Nº 594 de 1999, del Ministerio de Salud, Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo.

- **Artículo 2°. -** Se entenderá por sustancias peligrosas, o productos peligrosos, para efectos de la aplicación de este reglamento, aquellas que puedan significar un riesgo para la salud, la seguridad o el bienestar de los seres humanos y animales, siendo aquellas clasificadas en la Norma Chilena N° 382:2013, Sustancias Peligrosas - Clasificación (NCh 382:2013), correspondiendo a las siguientes:

Clase 1, sustancias explosivas.
Clase 2, gases.
Clase 3, líquidos inflamables.
Clase 4, sólidos inflamables; sustancias que pueden experimentar combustión espontánea, sustancias que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables.
Clase 5, sustancias comburentes y peróxidos orgánicos.
Clase 6, sustancias tóxicas y sustancias infecciosas.
Clase 7, sustancias radiactivas.
Clase 8, sustancias corrosivas.
Clase 9, sustancias y objetos peligrosos varios, incluidas las peligrosas para el medio ambiente.

Podrán eximirse del presente reglamento aquellas mezclas o sustancias que dada sus características, y de acuerdo a las metodologías y criterios de clasificación definidos en esta norma, no se consideren peligrosas. El interesado presentará los antecedentes que así lo acrediten ante el Ministerio de Salud, quien evaluará y se pronunciará al respecto.

- **Artículo 9**.- Las sustancias peligrosas deberán estar contenidas en envases, debidamente etiquetadas según lo estipulado en el Título XII del presente reglamento, excepto aquellas que se almacenen a granel.

  Los envases de las sustancias deberán estar diseñados de forma que impidan las pérdidas de contenido; deben ser adecuados para su conservación, ser de un material químicamente compatible con la sustancia, de difícil ruptura y que minimice eventuales accidentes.

- **Artículo 11**.- Toda instalación de almacenamiento de sustancias peligrosas deberá tener acceso controlado. Habrá un responsable quien será el encargado de vigilar el acceso de personas y maquinarias y de llevar el registro de los productos que entran y salen. En el caso de las bodegas de sustancias peligrosas, no podrá haber oficina en su interior.

- **Artículo 13**.- El personal que trabaje en una instalación de almacenamiento de sustancias peligrosas deberá recibir una capacitación anual como mínimo, por personal competente en la materia, que incluya información e instrucciones específicas, en forma oral y escrita, al menos de los siguientes temas:

  . Propiedades y peligros de las sustancias que se almacenan y su manejo seguro.
  . Contenidos y adecuada utilización de las Hojas de Datos de Seguridad.
  . Función y uso correcto de elementos y equipos de seguridad, incluidas las consecuencias de un incorrecto funcionamiento.
  . Uso correcto de equipos de protección personal y consecuencias de no utilizarlos.
  . Procedimiento de operación de la instalación de almacenamiento.

  La empresa deberá llevar el registro de las capacitaciones dadas a sus trabajadores con los respectivos participantes y mantenerlo a disposición de la Autoridad Sanitaria. Los trabajadores que presten servicios por primera vez en la instalación de almacenamiento deberán recibir, previo al inicio de su trabajo, la capacitación señalada en este artículo.

8.4. DS. 209 REGLAMENTO DE PISCINAS DE USO PÚBLICO.

- **Artículo 2°.** - Para los efectos de este reglamento los términos que se señalan a continuación tendrán el significado que para cada uno de ellos se indica:

a) Piscina: Centro deportivo, recreativo o terapéutico, que incluye una pileta y las instalaciones anexas necesarias para su buen funcionamiento, tales como camarines, áreas de esparcimiento, equipos de mantención, etc.

b) Pileta: Cualquier depósito de agua de construcción artificial utilizado para el baño de personas.

c) Piscina de uso público general: aquella destinada al uso colectivo, sea éste gratuito o pagado directa o indirectamente a través de cuotas a instituciones.

- **Artículo 10.-** Para la alimentación de las piletas deberá usarse agua potable obtenida directamente de un abasto público, siempre que sea posible. Si es necesario recurrir a una fuente distinta, ésta deberá ser autorizada previamente por el Servicio de Salud, el que determinará el tratamiento a que se deberá someter el agua, en su caso, y sobre su desinfección.
- **Artículo 11.-** El agua de la pileta deberá cumplir los siguientes parámetros de calidad:

➢ Ph	7,2 -8,2
➢ Cloro libre residual	0,5 -1,5 (ppm)
➢ Cobre (alguicidas)	Máximo 1,5 (mg/l)
➢ Bromo (desinfectante)	1-3 (mg/l)
➢ Espumas, grasas y partículas en suspensión	Ausencia
➢ Bacterias aeróbicas	< 200 colonias/ml
➢ Coliformes fecales	Ausencia
➢ Coliformes totales	< 20 colonias/ 100 ml
➢ Algas, larvas u otro organismo vivo	ausencia

Tabla I: Parámetros de calidad agua de pileta

Fuente: https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=217014

- **Artículo 12.-** La transparencia del agua de toda pileta debe ser tal que permita ver claramente un disco negro de 15 cm. de diámetro colocado sobre un fondo claro bajo 1,4 m. de agua mirando desde un ángulo de aproximadamente 45° desde la altura de los ojos de una persona de estatura media, situada al borde de la pileta.

  En toda piscina de uso público deberá efectuarse por lo menos 2 verificaciones diarias de la transparencia del agua, una al comienzo y la otra hacia la mitad de la jornada de apertura al público.

  En el caso de piscinas cuyo abasto provenga de fuentes termales o marinas, cuyas características físico-químicas no permitan cumplir con este requisito, este parámetro será evaluado por el Servicio de Salud, el que definirá el valor a cumplir.

  Artículo 13.- Ninguna pileta de vaciamiento periódico podrá autorizarse como piscina de uso público, salvo aquellas que se destinen al uso exclusivo de niños y que sean vaciadas y llenadas completamente al menos cada 6 horas.
  Las piletas de renovación continua y recirculación deberán vaciarse totalmente al menos una vez al año, a menos que la presencia de algas en el agua o en las paredes o una disminución progresiva de la calidad del agua obliguen a hacerlo con mayor frecuencia. En todos los casos el vaciamiento deberá completarse con una limpieza del fondo y las paredes interiores y una aplicación directa a estas superficies de solución de sulfato de cobre al 5% u otro alguicida de efecto similar.

  En las piletas de recirculación deberá efectuarse un aporte diario de agua fresca- no recirculada de al menos 1/30 del volumen de agua total de la pileta. La concentración de cloro de cloruros no deberá superar en más de 200 mg/l la concentración natural de cloruros de la fuente de agua. Para comprobar la concentración de cloruros, el administrador del recinto deberá disponer la realización de al menos 4 análisis del contenido de cloruros en el agua durante la temporada de funcionamiento, distribuidos uniformemente dentro de dicho lapso.

8.5. Nch.1333 REQUISITOS DE CALIDAD DEL AGUA PARA DIFERENTES USOS

El agua destinada a recreación con contacto directo (natación, buceo, esquí acuático) debe cumplir como mínimo con los requisitos que se indicar en la siguiente tabla

Requisitos del agua para recreación con contacto directo

Características	Requisito
pH	6,5 a 8,3 excepto si las condiciones naturales de las aguas muestren valores diferentes, pero en ningún caso menor de 5,0 ó mayor de 9,0
Temperatura, ºC, máximo	30
Claridad, mínimo *)	Visualización de discos Secchi a 1,20 m de profundidad
Sólidos flotantes visibles y espumas no naturales	Ausentes
Aceites flotantes y grasas, mg/l, máximo *)	5
Aceites y grasas emulsificadas, mg/l, máximo *)	10
Color, unidades Escala Pt-Co, máximo *)	100
	Ausencia de colorantes artificiales
Turbiedad, unidades Escala Sílice, máximo *)	50
Coliformes fecales / 100 ml, máximo *)	1 000
Sustancias que produzcan olor o sabor inconvenientes	Ausentes

Tabla II: Requisitos del agua para recreación con contacto directo

Fuente: https://ciperchile.cl/pdfs/11-2013/norovirus/NCh1333-1978_Mod-1987.pdf

8.6. CLASIFICACION DE SUSTANCIAS PELIGROSAS

- NCh2120/1 Sustancias peligrosas - Parte 1: Clase 1 - Sustancias y objetos explosivos.
- NCh2120/2 Sustancias peligrosas - Parte 2: Clase 2 - Gases comprimidos, licuados, disueltos a presión o criogénicos.
- NCh2120/3 Sustancias peligrosas - Parte 3: Clase 3 - Líquidos inflamables.
- NCh2120/4 Sustancias peligrosas - Parte 4: Clase 4 - Sólidos inflamables - Sustancias que presentan riesgos de combustión espontánea, sustancias que en contacto con el agua desprenden gases inflamables.
- NCh2120/5 Sustancias peligrosas - Parte 5: Clase 5 - Sustancias comburentes, peróxidos orgánicos.
- NCh2120/6 Sustancias peligrosas - Parte 6: Clase 6 - Sustancias venenosas (tóxicas) y sustancias infecciosas.
- NCh2120/7 Sustancias peligrosas - Parte 7: Clase 7 - Sustancias radiactivas.
- NCh2120/8 Sustancias peligrosas - Parte 8: Clase 8 - Sustancias corrosivas.
- NCh2120/9 Sustancias peligrosas - Parte 9: Clase 9 - Sustancias peligrosas varias

CAPITULO IV:
METODOLOGIA

9. IDENTIFICACION DE PELIGROS

9.1. Inspección del almacén de productos químicos para tratamiento en las piscinas

Características físicas del lugar:

- El sector utilizado como almacén se encuentra ubicado dentro de un galpón de dimensiones 5x8m
- Presenta un desnivel de 10° aproximadamente
- Contiene un ducto para derrame
- Contiene una ventilación natural favorable
- Presenta una entrada abierta de 2 x 1,5 m
- El sector de químicos peligrosos ocupa un espacio de ¼ del galpón, se encuentra perimetrado.
- Los productos se encuentran a nivel de piso, solo el cloro esta sobre un pálet

Señalética

- No el área no está señalizada como almacén de sustancias peligrosas
- No todos los químicos están rotulados
- No están presentes todas las hojas de seguridad

Observaciones generales

- Los químicos permanecen habitualmente sin tapa lo que genera polvos y vapores en el lugar
- El espacio dentro de la sala es muy estrecho lo que dificulta la preparación de dosificación
- Los químicos almacenamos son corrosivos e irritantes en especial el cloro, para su almacenamiento de debe utilizar los epp correspondientes y evitar el contacto con este
- No hay presente señaléticas de peligrosidad

Figura 1. Entrada a galpón vista frontal

Figura 2. Vista posterior galpón

Figura 3. Sala de químicos dentro del galpón

Figura 4. Químicos almacenados

9.1.1. Inspección en la preparación y aplicación de productos químicos en piscinas

Preparación de químicos para tratamiento en piscinas

- Dentro de la sala de químicos se prepara la dosificación del cloro granulado, alguicida y decantador
- La dosificación dependerá de la cantidad de bañistas
- No se utilizan EPP para preparan químicos
- Para la preparación es necesario 2 valdes de 25 lts, en estos valdes se prepararán las dosificaciones de cloro y alguicida
- El decantador es vertido en tarros de cloro de volumen 1 L al momento de su recepción, y estos son almacenados en la sala de productos químicos dentro de un estante sin cerraduras (figura 4.)

Para la dosificación

- Todos los químicos son transportados en tarros blancos de 1 litro de capacidad, estos tarros se utilizan comúnmente para almacenar decantador (hidroxicloruro de aluminio), y también para dosificar y aplicar los productos a las piscinas de forma manual, las dosis son expresadas en cantidad de tarros, no hay una medición por masa de producto, los tarros se reutilizan

Tarro de 1 L para preparar dosis

Dosis actual de productos para tratamiento de aguas en piscinas

DOSIS ENTRE 0 A 100 BAÑISTAS

PISCINAS	CLORO	DECANTADOR	ALGUICIDAS
CHICA	½ TARRO	½ TARRO	½ TARRO
MEDIANA	1 ½ TARRO	1 TARRO	1 ½ TARRO
GTRANDE	2 TARROS	1 ½ TARRO	2 TARROS

Tabla III: dosis actual de químicos en piscinas entre 0 a 100 bañistas

DOSIS ENTRE 300 A 1000 BAÑISTAS

PISCINAS	CLORO	DECANTADOR	ALGUICIDAS
CHICA	1 TARRO	½TARRO	1 TARRO
MEDIANA	3 TARRO	1 TARRO	3 TARROS
GTRANDE	4 TARROS	1 ½ TARRO	4 TARROS

Tabla IV: dosis actual de químicos en piscinas entre 300 a 1000 bañistas

Cantidad en masa para el cloro (hipoclorito de calcio)

- Densidad: 0.8 g/cm3 = 0.8 kg/l
- Masa: Densidad * Volumen

Cantidad en volumen para hidroxicloruro de aluminio

- Densidad: 1.4 g/ ml
- volumen: masa/ densidad

CANTIDAD EN MASA DE CLORO Y VOLUMEN DE DECANTADOR ENTRE 0 A 100 BAÑISTAS

PISCINAS	CLORO (masa)	DECANTADOR (volumen)
CHICA	0.4 kg	0.5 L
MEDIANA	1.2 kg	1 L
GTRANDE	1.6 kg	1.5 L

Tabla V: cantidad en masa y volumen según estado de químico utilizados en dosis 0 a 100

CANTIDAD EN MASA DE CLORO Y VOLUMEN DE DECANTADOR ENTRE 300 A 1000

PISCINAS	CLORO	DECANTADOR
CHICA	0.8 kg	0.5 L
MEDIANA	2.4 kg	1 L
GTRANDE	3.2 kg	1.5 L

Tabla VI: cantidad en masa y volumen según estado de químico utilizados en dosis 300 a 1000

9.1.2. Inspección del procedimiento para la aplicación de productos químicos en piscinas.

Cloro granulado (hipoclorito de calcio)

- Una vez preparada la dosificación se trasladan todos los químicos a las piscinas

- El cloro ya almacenado en los tarros blancos de capacidad 1 litro, son vertidos según su dosificación para cada piscina

- La forma de arrojar el cloro es con la tapa de del tarro, se vierte cloro granulado a la tapa del tarro y se arroja a la piscina hasta acabar el tarro (dependiendo de la cantidad de bañistas del día)

- No existe un instructivo que índice EPP necesario, y la forma de arrojar el producto.

Decantador (hidroxicloruro de aluminio)

- Para aplicar el decantador se utiliza el balde de 25 litros de capacidad, la mitad del balde se llena con agua y dependiendo la cantidad de bañistas se vierte decantador al balde

- Para arrojar el decantador a la piscina se utiliza un tarro blanco de capacidad 1 litro, se introduce al balde ya mezclado con agua y se llena, posteriormente se arroja a la piscina

- Se repite este proceso hasta acabar el agua con producto del balde

- No se utilizan EPP, no hay instructivos para la aplicación**.**

Alguicidas (sulfato de sodio)

- El sulfato de sodio es transportado hasta las piscinas en un balde de 25 L de capacidad, debido a que su forma es sólida es necesario mezclarlo con agua, para ellos se llena un balde con agua hasta la mitad de su capacidad

- Se introduce el producto y se revuelve hasta que quede disuelto en el agua
- Luego se toma el balde y se arroja el producto disuelto a la piscina
- No se utilizan EPP y no hay un instructivo para el procedimiento.

9.1.3. Limpieza del área y retiro de residuos

- Todos los tarros utilizados son enjuagados en el agua de la piscina
- Posteriormente te tapan y se trasladan a la sala de químicos
- Dentro de la sala son arrojados en un canasto cuya capacidad no permite el almacenamiento de todos los tarros
- Los tarros son utilizados nuevamente para el proceso o para almacenar decantador en los estantes
- No se utiliza EPP para este proceso

9.2. Evaluación del riesgo

Gracias a datos entregados por la empresa, inspecciones realizadas, teoría relacionada y normativa legal aplicable fue posible poder realizar una evaluación del riesgo, para si determinar medidas de control a aquellos riesgos no tolerables

9.2.1. Matriz de riesgos

PROCESO	ACTIVIDAD (Rutinaria - No Rutinaria)	Descripcion de la actividad	POR EMPRESA	POR E. SERVICIO	PUESTO DE TRABAJO (ocupación)	Nº TRABAJADORES	PELIGROS		INCIDENTES POTENCIAL	EVALUACIÓN DE RIESGOS			
										SEGURIDAD			
								FUENTE, SITUACIÓN		Probabilidad (P)	Severidad (S)	Evaluación del Riesgo	Nivel de Riesgo
1) Recepcion de productos quimicos (sustancias peligrosas	1.1) descarga de productos	1.1.1) tomar producto del furgon y bajar hasta el piso	X		Jornal	2	Mal manejo de materiales		Golpeado por	3	4	12	Bajo
	1.2) traslado de productos a sala de quimicos	1.2.1) levantar prodcutos del piso y trasladarlos a sala de quimicos	X		Jornal	2	Mal manejo de materiales		golpeado por	3	4	12	Bajo
									trastorno musculoesquelettico	3	4	12	Bajo
2) almacenamiento de productos	2.1) colocacion de productos	2.1.1) según el productor ubicar en palent o estanteria	X		Jornal	1	manejo manual de carga - Agente Ergonómico		trastorno musculoesquelettico	3	4	12	Bajo
							piso resbaloso		caida mismo nivel	3	4	12	Bajo
	2.2) realizar inventario	2.2.1) con lista de chequeo verificar cantidad de productos en envases	X		Supervision	1	Agentes Químicos en ambiente		exposicion a agentes quimicos	4	4	16	Bajo
3) Aplicaion de productos quimicos	3.1) Preparacion de quimicos	3.1.1) mezclaren un balde agua de piscina y el producto (alguicida o decantador)	X		Jornal	1	Agentes Químicos		exposicion a agentes quimicos	5	5	25	Moderado
	3.2) Aplicación sulfato de cobre	3.2.1) con tarro, tomar agua del balde yverter en piscinas	X		Jornal	1	Agentes Químicos		contacto con sustancias quimicas	4	5	20	Moderado
	3.3) Aplicación del hidroxicloruro de aluminio	3.3.1) con tarro, tomar agua del balde yverter en piscinas	X		Jornal	1	Agentes Químicos		contacto con sustancias quimicas	5	5	25	Moderado
	3.4) Aplicación de hipoclorido de calcio	3.4.1) verter el cloro granulado en las 3 piscinas según su dosificacion y candidad de bañistas	X		jornal	1	Agentes Químicos		exposicion a gases y plvo	7	6	42	Importante

Tabla VII: matriz de riesgo en la manipulación de productos químicos para la empresa Costamar

9.2.2. Interpretación del riesgo

En base a la matriz de riesgos y la evaluación realizada se puede concluir que las actividades en las cuales el personal está expuesto a riesgo son: preparación de químicos y la aplicación de químicos en piscinas, esto es debido principalmente a que el personal no conoce los riesgos a los cuales está expuesto, no utilizan los EPP correspondientes ni tampoco saben la forma adecuada de preparar y aplicar los químicos.

El hipoclorito de calcio es el más peligroso ya que es el más frecuente en la preparación y la aplicación.

9.2.3. Medidas de control

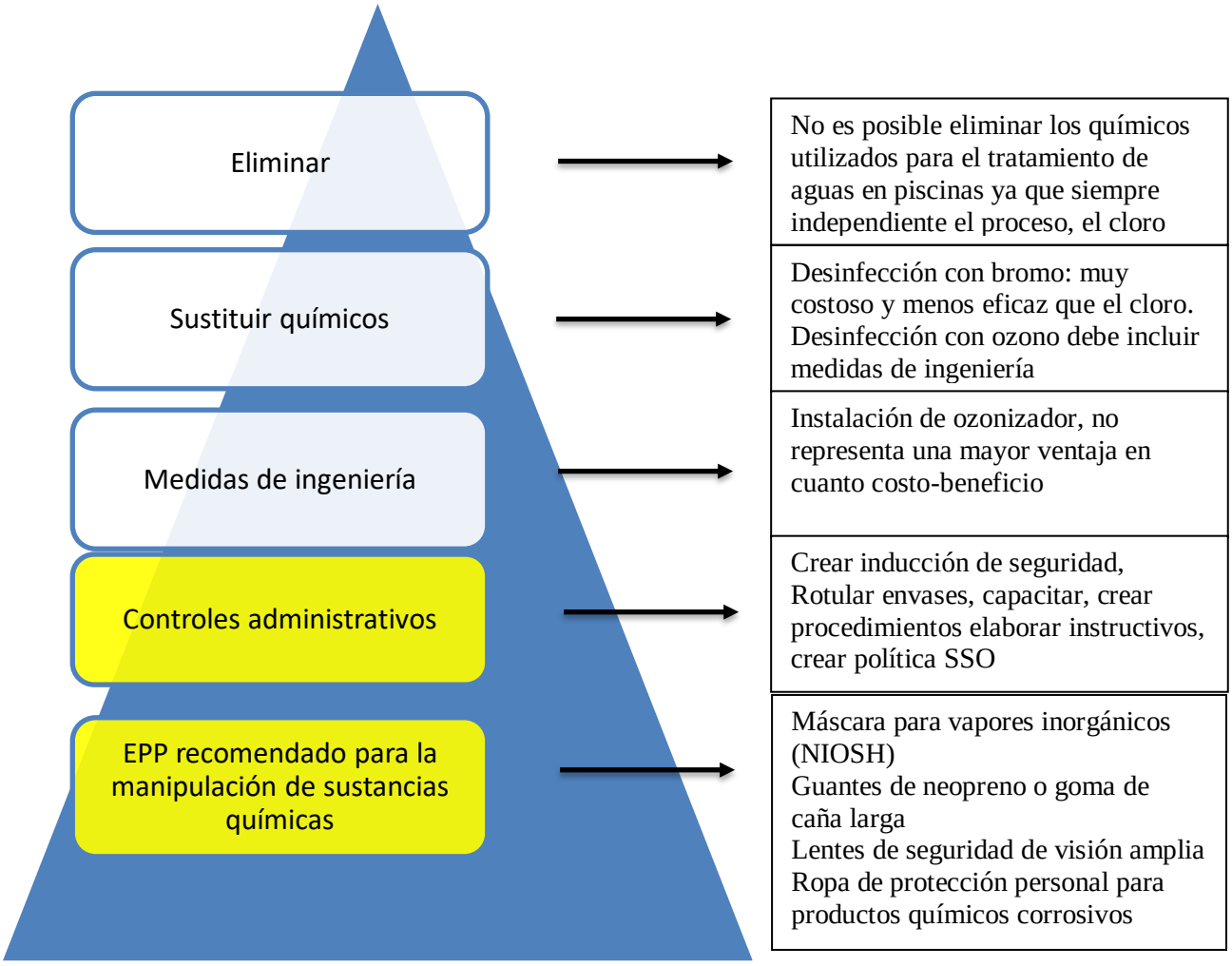

Figura 5: Jerarquía de los controles basado en ISO 45000 SST

10. PROPUESTA DE MEJORA

10.1. Informar los riesgos al personal

Inducción: Se deberá realizar de forma obligatoria una inducción de seguridad al personal que este expuesto a los riesgos establecidos como prioridad en la matriz de riesgo para la manipulación de productos químicos en el tratamiento de aguas en piscinas, así también se le entregaran los instructivos de almacenamiento, aplicación de químicos y EPP correspondientes según lo indicado en la "*Figura 5"*

INDUCCION DE SEGURIDAD

Como trabajador, certifico haber recibido la charla de inducción de seguridad entregado por asesor en prevención de riesgos, en representación de la empresa Costamar S.A. Rut: 78848180-2. Ubicada en: **Coronel KM. 15½ Villa Italia**

En la cual se trataron las siguientes disposiciones legales:

1. Organización de la empresa y Labores que desempeña
2. Normativa vigente con relación a la Ley 16.744, D.S. 594 y D.S. 40
3. Política de Prevención de Riesgos
4. Derecho a saber
5. Instructivo "Manipulación de productos químicos"
6. Elementos de protección personal

Datos del Trabajador

Nombre .....

Rut : ..... Empresa: .....

Cargo : .....

Fecha : ..... Firma: .....

FIRMA DEL EXPERTO

Nombre : Mauricio Hernandez M.
Cargo : Asesor en prevencion de riersgos

Firma

Tabla VII: Induccion de seguridad

10.2. Política de la seguridad y salud en el trabajo

La empresa concede el máximo apoyo a la seguridad para proteger la integridad y salud de las personas y trabajadores que en esta empresa desempeñen sus labores, es por esto que la empresa COSTAMAR se compromete a cumplir con los siguientes puntos:

- ✓ Proteger la seguridad y salud de todos los trabajadores tomando las medidas preventivas necesarias, realizando inducciones de seguridad, entregas de instructivos y epp

- ✓ Identificar todos los riesgos potencialmente existentes de forma continua y de esta forma poder evaluar poder evaluar los riesgos

- ✓ Otorgar los elementos de protección personal específico para la actividad, así como enseñar a elegir el EPP correcto y su buena utilización

- ✓ Cumplir con la legislación y reglamentación vigente en materia de seguridad y salud, así como también con otros requisitos a los que la empresa se subscriba.

- ✓ Capacitar a los trabajadores en los requisitos legales relacionados con la seguridad y salud laboral, los procedimientos internos y las buenas prácticas.

- ✓ Comprometida a de forma periódica hacer revisión de la matriz de riesgo de forma que los peligros puedan ser eliminados y los riesgos reducidos, así como también la revisión de las buenas prácticas y normas internas en cuanto a manipulación de químicos para piscinas.

- ✓ Integrar a los trabajadores a que participen en capacitaciones, charlas, inducciones en las que se fomente la correcta manipulación, almacenamiento y tratamiento de químicos de aguas en piscinas, así como también los riesgos generales de las labores.

10.3. Creación del procedimiento para la manipulación de sustancias químicas peligrosas en el tratamiento de aguas.

Esta actividad de aplicación y almacenamiento de productos químicos para el tratamiento de piscinas debe efectuarse basándose en los estándares definidos por Costamar, para el correcto y eficiente desarrollo del proceso de trabajo.

Por lo tanto, para cumplir con lo indicado anteriormente se ha diseñado el presente Procedimiento que tiene como objetivos:

- Contribuir a minimizar los riesgos derivados de la manipulación almacenamiento de los productos químicos de esta manera disminuir la posibilidad de lesión a las personas, o alteraciones del tratamiento

- Conocer, asociar y controlar los riesgos presentes en las actividades a desarrollar en el procedimiento de aplicación y almacenamiento de químicos

- Que el personal relacionado, conozca, asocie y utilice en forma adecuada los elementos de protección Personal específicos para esta actividad.

Beneficios del procedimiento:

- ✓ Identificación de riesgos en la seguridad y salud en el trabajo para eliminar y tomar medidas preventivas, reducir accidentabilidad y enfermedades profesionales
- ✓ Permite tener información documentada de seguridad y salud ocupacional, inducciones y capacitaciones además del compromiso de los trabajadores de seguir todas las indicaciones de seguridad lo que ayudara a la empresa en las fiscalizaciones.
- ✓ Ayudará a la empresa en el cumplimiento de los requisitos legales en seguridad y salud en el trabajo
- ✓ Finalmente, es una obligación de la empresa, implementar medidas de seguridad, realizar inducciones y capacitaciones, informar sobre los riesgos y cumplir con los requisitos legales por lo cual los beneficios de la propuesta son diversos y necesarios.

10.4. Establecer dosis recomendada

Para crear un instructivo de dosificación y aplicación de productos químicos a piscinas es necesario primeramente determinar si la dosis de químicos utilizada en la empresa Costamar es la adecuada, para los químicos hipoclorito de calcio y hidroxicloruro de aluminio (desinfectante y decantador)

10.4.1. Toma de muestras

Utilizando 2 bidones plásticos de 5 kg y con la autorización de la empresa Costamar, se extrajo de las piscinas mediana y grande un total de 10 litros de agua para su posterior análisis

Figura 6: Muestra de agua refrigerada

- Las muestras fueron tomadas a las 21:30 PM
- Fueron refrigeradas a 4 °C durante 7 horas
- Fueron transportadas hasta el laboratorio de la UTFSM
- La temperatura de las muestras en laboratorio fue de 16°C
- No se expusieron al ambiente hasta llegar al laboratorio
- No presentaron fugas
- Se realizaron pruebas para determinar parámetros establecidos en la legislación aplicable.

Figura 7: Muestras de químicos

- Con la autorización de Costamar, se tomó muestra de químicos usados en el tratamiento de aguas en piscinas
- Los químicos tomados son: hipoclorito de calcio y hidroxicloruro de aluminio ambos almacenados en tarros de 600 ml.
- Se mantuvieron por 7 horas a temperatura ambiente
- Fueron transportados al laboratorio de la UTFSM a las 07:00 am

10.4.1.1. Mediciones de calidad de agua de toma de muestras

Se realizaron mediciones para establecer el estado actual en cuanto a calidad de agua en las piscinas de la empresa costamar con el fin de determinar si las dosis aplicadas de hipoclorito de calcio y de hidroxicloruro de aluminio son las indicadas.

Consideraciones

- La toma de muestra se realizo un dia en el cual la cantidad de personas cupaba la capacidad maxima de las piscinas
- La comparacion de parametros sera en cuanto a la legislacion aplicable

<u>Medicion de parametros</u>

Medicion de pH

Figura 8: pH-metro digital

-Calibracion de equipo

-Verter muestra en vaso precipitado de 400 ml

-Se Introdujo el pH metro en el vaso

-Se esperó 1minuto hasta asegurar que la lectura se ha estabilizado

-El valor que te marco el Ph-metro es la medición

-Valor de pH: 6.7

Medición de cloro libre

Figura 8: Fotómetro

-Se llenó una civeta de 10ml con la muestra a analizar y se introdujo en el fotómetro

-Se realizó su medición y se retiró cubeta del equipo

-Se agregó a la cubeta el reactivo HI93701 y se agito por 20 segundos

-Se espera 1 minuto que el reactivo repose en la cubeta

-Se introdujo la cubeta en fotómetro y se realizó la medición

-Valor de cloro libre: 0.12 ml/L

Medición de turbidez

-Se realizó la calibración con las 4 muestras: 0.1, 15, 100 y 750 NTU

-Se vertió la muestra en una cubeta limpia y se agito por 20 segundos

-Se colocó tampón evitando siempre presencia de burbujas

-Se limpia la cubeta antes de insertarla en el orificio porta cubeta del equipo.

-Se coloca en el orificio dándole la orientación adecuada y se inicia la medición: ***Valor entregado de turbidez: 7.84 NTU***

Conductividad eléctrica

- Se vierte la muestra en un vaso precipitado de 400 ml

-Se enjuaga el sensor del conductímetro con agua destilada

-Se introduce el conductímetro en la muestra

-Los resultados fueron arrojados de forma inmediata en la pantalla

-Valor de conductividad eléctrica: 0.69 (µS/cm)

Comparación con legislación vigente

PARAMETROS	TEMPERATURA AMBIENTAL	RESULTADOS	LEGISLACION
pH	19°C	6.7	7.2 – 8.2
Turbidez	19°C	7.84 NTU	≤ 5 NTU
Cloro libre	19°C	0.12 ml/L	0.5 – 1.5

Tabla IX: comparación de parámetros obtenidos con legislación aplicable vigente

10.4.1.2. Análisis de resultados

En base a los resultados para las mediciones paramétricas y en comparación con lo establecido en la legislación vigente en el decreto supremo 209 “Reglamento piscinas públicas”, la Norma chilena 1333 “ Requisitos del agua para recreación con contacto directo” y el Decreto 742 “ Parámetros indicadores de calidad del agua” (ESPAÑA), se puede apreciar un margen de no cumplimiento para todos los parámetros, es decir la dosis aplicada para el tratamiento de agua en las piscinas no es efectiva en el cumplimiento de la normativas.
Cada producto químico utilizado en el tratamiento de agua en las piscinas contiene una dosis recomendada por el fabricante.

Dosis recomendada por el fabricante

Hipoclorito de calcio	15 a 30 gr / 10m3
Hidroxicloruro de aluminio	0.5L/100m3
Sulfato de cobre	0.5L/ 100m3

Tabla X: dosis que recomienda el fabricante de cada producto

En base a los resultados obtenidos, la legislación aplicable y la recomendación de dosis por el fabricante se procedió a realizar en laboratorio una dosis ideal para el hipoclorito de calcio y el hidroxicloruro de aluminio.

10.4.2. Establecer dosificación

10.4.2.1. Dosis ideal para hipoclorito de calcio

Para establecer una dosis ideal de cloro se utilizaron los rangos del fabricante y estimaciones según dosis aplicada actualmente en las piscinas, gracias los químicos facilitados por la empresa Costamar se pudieron realizar pruebas de laboratorio para establecer la dosis ideal de hipoclorito de calcio, los materiales utilizados fueron los siguientes:

- Vaso precipitado de 400 ml
- Agitador magnético
- Agua destilada
- Lote de reactivos HI 93701-01
- Lote de reactivos HI 93711-01
- Fotómetro HI 83099

Procedimiento para dosificación

Idealmente el cloro es arrojado a las piscinas luego del cierre de esta, aproximadamente a las 21:00 pm, justo en el momento donde se tomó las muestras de aguas por lo tanto las muestras son ideales para establecer la dosificación de hipoclorito de calcio.

- Paso 1: se establece la cantidad en masa de de hipoclorito de calcio para realizar la dosificación

- Paso 2: se crea un rango a partir de la dosis establecida por el fabricante y la dosis aplicada actualmente en las piscinas, el rango fue 0.0075 gr a 0.04 gr para 1 litro de muestra.

- Paso 3: pesar el cloro granulado, se utilizó una pesa analítica para lograr masar el cloro granulado en 4 paquetes, los rangos fueron, 0.04, 0.020, 0.0115, 0.0075 (gramos)

Para la medición de cloro libre se utilizó el Método DPD 330.5 de la EPA

- Paso 4: Se vierte en un vaso precipitado de 1000 ml la muestra de agua de la piscina

- Paso 5: se toma una cubeta de 10 ml y se limpia suavemente después de enjuagar con agua destilada y se introduce en fotómetro, se hace un zero y se retira

- Paso 6: se introduce 0.0075 gramos de cloro granulado (hipoclorito de calcio) en vaso precipitado de 1000 ml y se revuelve con agitador magnético por 1 minuto, luego se deja reposar por 30 minutos

- Paso 7: en vaso precipitado de 400 ml se toma 100ml de muestra y se vierte en cubera de 10 ml

- Paso 8: se agrega el reactivo DPD, se cierra y se agita por 1 minuto, luego se deja reposar y se introduce en Fotómetro

- Paso 9: se realiza la medición de cloro libre y se anotan los resultados, se realiza este proceso para las 4 nuestras de cloro granulado (0.04, 0.020, 0.0115, 0.0075 g/L).

Resultados cloro libre

DOSIS	TIEMPO DE DISOLUCIÓN	CLORO LIBRE
0.04 g/l	45 minutos	2.5 mg/l
0.020 g/l	40 minutos	2.2 mg/l
0.0115 g/l	35 minutos	2.0 mg/l
0.0075 g/l	30 minutos	1.12 mg/l

Tabla XI: resultados de pruebas en laboratorio para determinar dosis de hipoclorito de calcio

Finalmente, para poder establecer una dosis en base a los resultados obtenidos por las pruebas de cloro libre, se debe realizar una curva de ajuste, la cual indicara el rango ideal para una dosis de hipoclorito de calcio.

Curva de ajuste

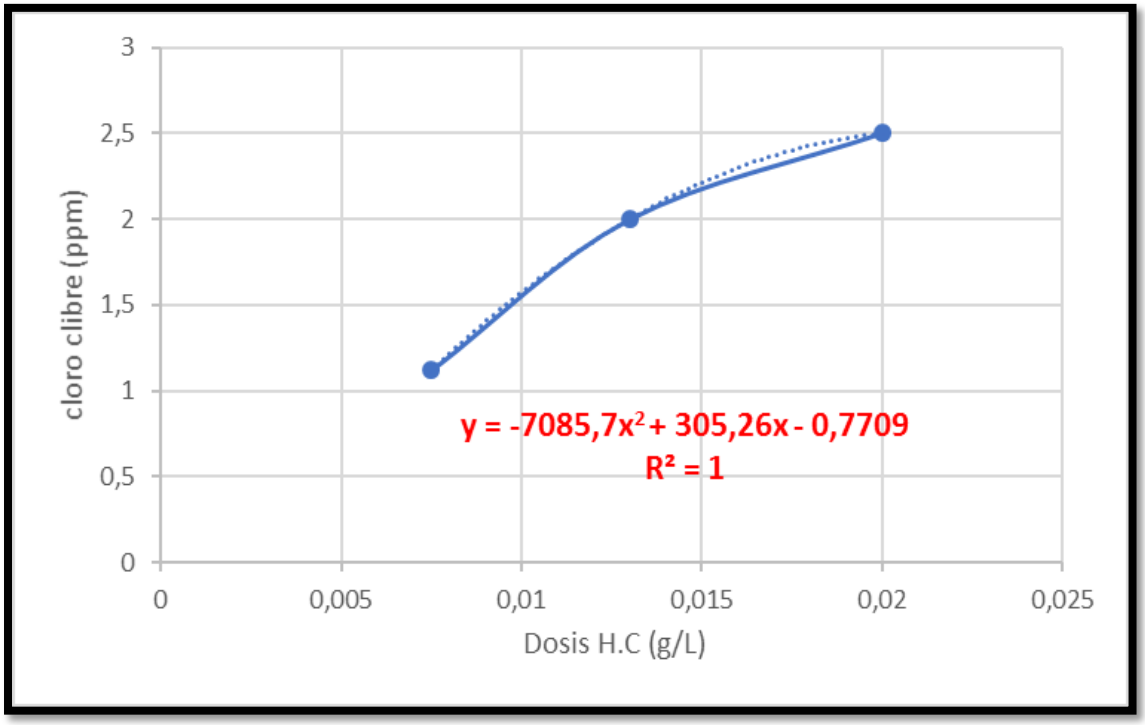

Gráfico I: curva de ajuste entre la cantidad de hipoclorito de calcio según los límites permisibles de cloro

- La grafica representa el limite permisible de cloro libre en ppm o mg/l según la legislación aplicable del Decreto supremo 209 Art. 11 vs la dosificación de hipoclorito de calcio en g/l

- Gracias a la ecuación en la curva de ajuste se logró determinar que, para permanecer en los límites permisibles, la dosis de hipoclorito de calcio debe estar entre los rangos de 0.0047 g/L y 0.01 g/l

- No obstante, se debe considerar que no se puede establecer una dosis que en los valores exactos de los limites superiores o inferiores por lo cual se considera una dosis intermedia levemente inclinada a la dosis inferior, ya que una sobredosis implica soluciones más drásticas y costosas.

Conclusión y determinación de dosis para hipoclorito de calcio

Considerando todo lo anterior la dosis ideal para el hipoclorito de calcio en el tratamiento de aguas en las piscinas Costamar es de 0.007 g/l

Figura 11: procedimiento de dosificación a través de medición colorimétrica

10.4.2.2. Dosis ideal para hidroxicloruro de aluminio.

Para establecer una dosis ideal de hidroxicloruro de aluminio se utilizaron los rangos del fabricante y estimaciones según dosis aplicada actualmente en las piscinas, gracias los químicos facilitados por la empresa Costamar se pudieron realizar pruebas de laboratorio para establecer la dosis ideal de hidroxicloruro de aluminio, para ello se utilizó el test de jarra con el objetivo de encontrar la dosis ideal en el proceso rutinario que produzca la mejor calidad de agua posible en las piscinas cumpliendo con las legislación aplicable a los menores costo.

Materiales utilizados:

- 3 jarras de 1 litro
- Agitador magnético
- Pipeta
- Hidroxicloruro de aluminio
- Paños de limpieza
- Guantes químicos

Procedimiento para dosificación

El hidroxicloruro de aluminio o decantador es arrojado a las piscinas aproximadamente a las 21:00 pm donde no hay presencia de bañistas, fue en este momento donde se tomaron las muestras de agua, considerar que la cantidad de bañistas el día de toma de muestras fue alta y que las condiciones climáticas eran favorables para obtener una muestra valida.

- Paso 1: se establece la cantidad de volumen de hidroxicloruro para realizar las pruebas que establecerán una dosis ideal.

- Paso 2: se crea un rango a partir de la dosis establecida por el fabricante y la dosis aplicada actualmente en las piscinas, el rango fue de 0,05 a 0,15 ml

- Paso 3: a partir de un test de goteo se estimó el volumen de una gota de decantador usando

una pipeta, por lo cual la dosis se extrapolo a 0.15, 0.1, 0.05 ml. (considerando que una gota equivale a 0.05 ml)

Para la medición de turbidez se utilizó el procedimiento con Turbidímetro y test de jarra

- Paso 4: se limpia con agua destilada los instrumentos a utilizar, vaso precipitado de 1000 ml y pipeta

- Paso 5: Se vierte en un vaso precipitado de 1000 ml la muestra de agua de la piscina

- Paso 6: se agrega a la muestra la primera dosis de decantador de 0.3 ml/l y se agita con agitador magnético durante 10 minutos, se realiza este paso para todas las dosis (0.30, 0.15, 0.1, 0.01), en cuanto a las dosis más pequeña de 0.01 ml/l se utilizó un test de goteo para determinar el volumen de una gota, el cual fue de 0.05 ml de esta manera y utilizando 5 litros de agua de piscina se dosifico.

- Paso 7: se retira de agitador magnético y se deja reposar la muestra por 30 minutos, simulando el procedimiento realizado en las piscinas al aplicar decantador.
- Paso 8: mientras las muestras reposan, se calibra fotómetro a utilizar, se introduce la cubeta <0.1 NTU en fotómetro alineando la marca de la cubeta, se cierra la tapa y se preciona READ, el equipo comenzara a leer el estándar, se extrae la cubeta y se realizar el mismo procedimiento para la cubeta de 15 NTU, debido a la baja turbidez registrada en la muestra de agua no es necesario calibrar con patrones más altos.

- Paso 9: limpiar con paño sin pelusas cubeta de 10ml realizar medición de turbidez en aguas dosificadas

- Paso 10: se extraen 10 ml de muestra a cubeta de fotómetro, se cierra la tapa y se inicia la medición, se realiza este paso para las 4 muestras (0.30, 0.15, 0.1, 0.01)

Se anotan los resultados de las mediciones de turbidez para los 3 rangos.

Resultados medición de turbidez

DOSIS	TIEMPO DE DISOLUCIÓN	TURBIDEZ
0.3 ml/l	30 minutos	3.63 NTU
0.15 ml/l	30 minutos	3.81 NTU
0.1 ml/l	30 minutos	4.42 NTU
0.01 ml/l	30 minutos	5.45 NTU

Tabla XII: resultados de turbidez para la determinación de dosis ideal

Finalmente, para poder establecer una dosis de decantador en base a los resultados obtenidos por las pruebas de turbidez, se realizó una curva de ajuste, la cual indica el rango ideal para una dosis de hidroxicloruro de aluminio

Curva de ajuste

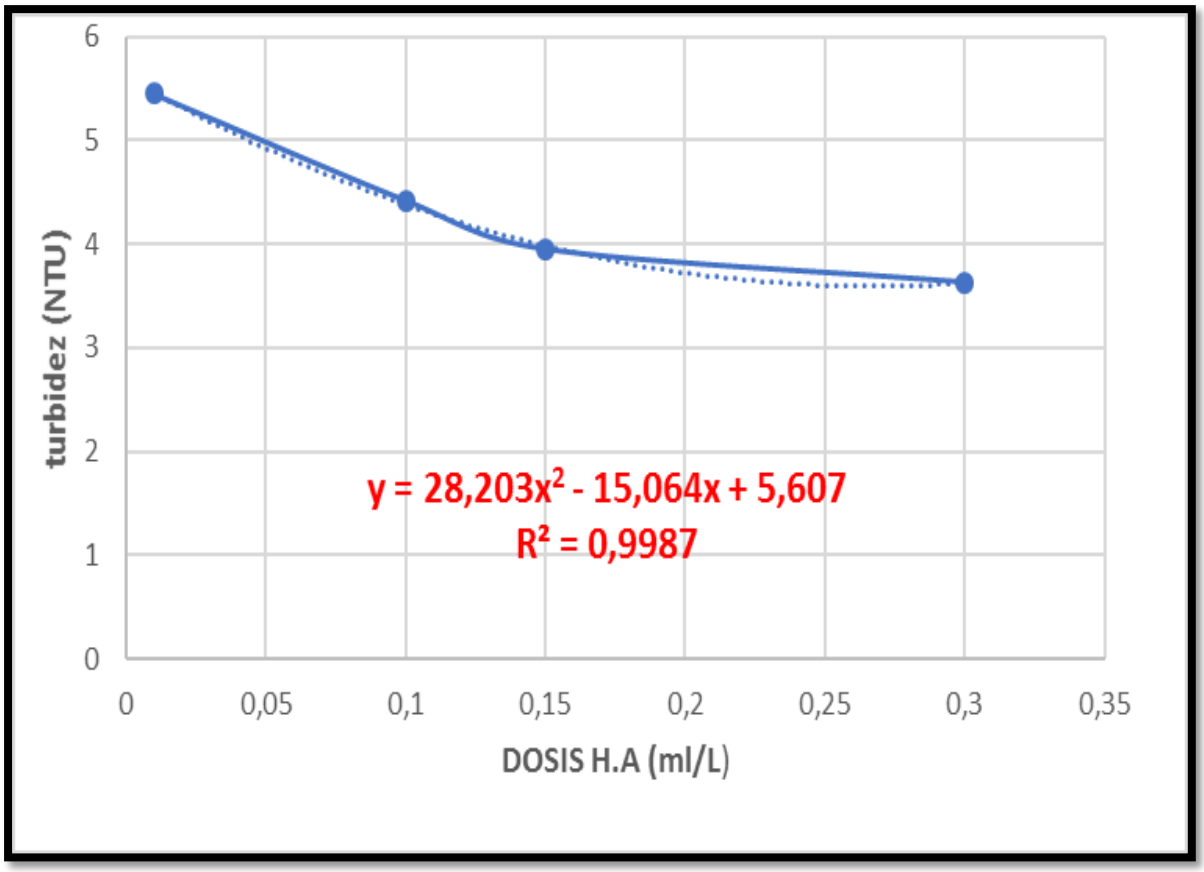

Gráfico 2: curva de ajuste entre la cantidad de hidroxicloruro de aluminio según los límites permisibles de turbidez

- La grafica representa los límites de Turbidez según decreto español vs la dosis de hidroxicloruro de aluminio.

- Al aplicar la formula generada en la curva de ajuste que permaneciera dentro de los límites permisibles, la dosis ideal debe ser de 0.01 ml/l lo que da como resultado una turbidez de 4.2 NTU considerando el limite permisible de 5 NTU

- Ya que la turbidez no tiene límites inferiores la dosificación puede ser aún mayor, pero se consideró el costo del químico para establecer la dosis

Figura 12: procedimiento de dosificación a través de test de jarra

10.4.3. Instructivo para aplicación de químicos en el tratamiento de aguas en piscinas

Una vez establecida la dosis ideal para hipoclorito de calcio y para hidroxicloruro de aluminio fue posible crear el instructivo para el personal de Costamar encargado del tratamiento de las aguas en piscinas, el cual guía al personal para aplicar las dosis de forma independiente es decir sin una inspección de jefe de turno a la piscina la cual fue siempre una problemática, consecuencias de no contar con un instructivo en el "ANEXO B".

Preparación de dosis

- Deberá consultar en recepción la cantidad de bañistas durante el día, luego usar la siguiente tabla para realizar la dosificación

QUIMICO	Piscina pequeña	Piscina Mediana	Piscina Grande
Hipoclorito de calcio 0 a 300 bañistas	Dosis: 0.7 kg	Dosis: 2.1 kg	Dosis: 3.5 kg
Hipoclorito de calcio Mas de 300 bañistas	Dosis: 1 kg	Dosis: 3 kg	Dosis: 4 kg
Hidroxicloruro de aluminio 0 a 300 bañistas	Dosis: 1 litro	Dosis: 2 litros	Dosis: 3 litros
Hidroxicloruro de aluminio Mas de 300 bañistas	Dosis: 1 litro	Dosis: 2 litros	Dosis: 3 litros

Tabla XIII: dosis ideal de hipoclorito de calcio e hidroxicloruro de aluminio

Distribución de cloro

- Utilizar contenedores vacíos de decantador y balanza de masa
- Verter cloro ya masado según "Tabla 1" en contenedores vacíos de decantador (tarro blanco)
- Transportar a piscinas para su aplicación
- Utilizar siempre los EPP: mascara para vapores inorgánicos, guantes de goma caña larga, lentes de seguridad de visión amplia y buzo de papel o tyvek

Distribución de decantador

- La distribución se realizará en piscina, se utilizará un balde de 25 L y los contenedores de decantador según dosis, considerar que el volumen de cada contenedor es de 1 L

- Extraer con balde agua de piscina 1/8| del balde aproximado, y agregar decantador según dosis.

- Utilizar siempre los epp: guantes de goma caña larga y lentes de seguridad

Aplicación de químicos

- Para aplicación de cloro, usar todos los EPP, utilizar la tapa del tarro para arrojar el cloro a las piscinas, verter cloro en tapa y arrojar a piscinas de forma uniforme y siempre a favor del viento

- Para aplicar decantador, se extraerá del balde con tarro blanco vacío y se arrojará de forma uniforme a las piscinas, siempre a favor del viento y utilizando todos los EPP

CONCLUSIONES

Dentro del análisis expuesto a través de un diagnóstico en terreno sobre los procesos fue posible determinar qué tan escaso se encontraba la empresa en cuanto a seguridad y salud ocupacional, estos datos fueron tabulados en una matriz de riesgos para así poder determinar el nivel de riesgos para cada actividad dentro de los procesos de "Costamar", los más relevantes fueron:

- Preparación de químicos: con un valor de riesgo "moderado"
- Aplicación de hidroxicloruro de aluminio: con un valor de riesgo "moderado"
- Aplicación de hidroxicloiruro de aluminio: con un valor de riesgo "moderado"
- Aplicación de hipoclorito de calcio: con un valor de riesgo "Importante"

La aplicación de cloro fue el riesgo potencial dentro de los procesos, se trabajó en medidas de control pensando en todos los riesgos, principalmente en la aplicación de cloro, de esta forma se crearon, procedimientos, instructivos inducciones y capacitaciones

Para la creación del instructivo se realizó una dosificación ideal en cuanto a los químicos utilizados que podrían generar algún daño en su aplicación en el tratamiento de agua en las piscinas, estos son: hipoclorito de calcio y hidroxicloruro de aluminio.

Primeramente, se analizó una muestra de agua de las piscinas en Costamar, el análisis se realizó en el laboratorio de la UTFSM, los resultados indicaron una anomalía en cuanto a los que establece la norma:

- pH: bajo los limites
- turbiedad: sobre los limites
- cloro: bajo los limites

esto quiere decir que no se realizó una buena gestión en cuanto a la aplicación de químicos para regular los parámetros en la calidad del agua ya sea por no contar con procedimientos, instructivos o inducciones.

Para establecer una dosis ideal se realizaron pruebas en laboratorio, estas dosis se ajustaron a lo establecido en la normativa referente a piscinas de uso público y a la recreación de contacto directo con agua tomando como referencia el Decreto Supero 209 Reglamento de piscinas de uso público, la Norma Chilena 1333 Requisitos de calidad del agua para diferentes usos y el Decreto 742 Normativa para piscinas públicas y privadas de España.

Los resultados a través de una curva de ajuste en base a los datos de las pruebas realizadas establecieron una dosis ideal (*Tabla XIII)* para el Hidroxicloruro de aluminio y el Hipoclorito de calcio.

Conociendo el nivel de riesgos de los procesos la empresa Costamar podrá tomar las medidas de control recomendadas para gestionar la seguridad en la manipulación de productos químicos en el tratamiento de aguas en sus piscinas, realizando las inducciones y capacitaciones, publicando la política, enseñando los instructivos para la dosificación de productos químicos en el tratamiento de aguas en piscinas y dando a conocer el procedimiento seguro de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Anthony Muhye.** lifeder. *Papel Tornasol: Origen, Funciones, Azul y Rojo.*

2. **Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo . 2003.** *Real decreto REAL DECRETO 363/1995 Reglamento sobre Notificación de Sustancias Nuevas y Clasificación, Envasado y Etiquetado de Sustancias Peligrosas.* s.l. : Ministerio de Presidencia, 2003.

3. **Acevedo, Loreto. 2014.** Evaluación de procesos de desinfección (Cloro y UV) en sistemas dede tratamiento de aguas servidas decentralizados. [aut. libro] Yates M., Williams D., Chalmers R., Gray N Percival S. *Microbiology of Waterborne Diseases.* 2014.

4. **ACHS.** *TALLER DE SUSTANCIAS PELIGROSAS.*

5. *AGENTES QUÍMICOS EN EL AMBITO SANITARIO.* **Arana Belloso, Daniel. Blanco Guerra, Carlos. Caldés Casas, Alberto. Gallego Piñol,. 2010.** MADRID : ESCUELA NACIONAL DE MEDICINA DEL TRABAJO, 2010.

6. **AGUIRRE, Raúl. 2001.** Los mares mexicanos a través de la percepción remota, p.58. 2001.

7. **Arboleda V., Jorge. 1976.** Manual de desinfección del agua. Bogotá, ACODAL : s.n., 1976.

8. **ATEXGA.** Atexga Prevencion. *Entorno virtual para la prevención de riesgos laborales en el sector textil.* [En línea] [Citado el: 18 de marzo de 2019.] http://www.atexga.com/prevencion/es/estudio-sustancias-nocivas/2_vias_de_entrada.php.
9. **Centro panoamericano de ingenieria sanitaria . 2004.** *Tratamiento de agua para consumo humano.* Lima : s.n., 2004.

10. **CSIC.** *AGENTES QUÍMICOS: CONCEPTOS BÁSICOS Y CLASIFICACIÓN* . Valencia : s.n.

11. **EcuRed contributors. 2013.** PH-metro. [En línea] EcuRed, 15 de Agosto de 2013. https://www.ecured.cu/index.php?title=PH-metro&oldid=2019767.

12. **GUZMÁN, EULER ELIECER TENELEMA. 2007.** VALIDACIÓN DE DATOS DE TURBIDEZ

13. OBTENIDOS CON EL METODO DE SECCHI . [aut. libro] Jairo. ROMERO. *Calidad del agua, pp. 67-68.* Bogotá-Colombia : s.n., 2007.

14. **Hem, J. D. 1985.** *Study and Interpretation of Chemical Characteristics of Natural Water.* . 1985.

15. **INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION . 1998.** *NORMA CHILENA OFICIAL NCh382.Of98, Sustancias peligrosas - Terminología y clasificación general.* 1998.

16. **Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. 2000.** *NTP 690: Piscinas de uso público.* 2000.

17. **Mingot, Galiana. 1988..** Pequeño Larousse de Ciencias y Técnicas, Pág.1024. s.l. : Editorial Científico-Técnica, 1988.

18. **OIT. 2014.** La seguridad y salud en el uso de productos quimicos en el trabajo . 2014.

19. **Organización Mundial de la Salud. 2009.** *Medición del cloro residual.* s.l. : Esta información fue preparada por WEDC, 2009.

20. *PRINCIPALES RIESGOS QUÍMICOS, ACHS.* **ACHS.**

21. **Restrepo, Hernan Alonso. 2009.** *Evaluacion de proceso de floculacion - coagulacion,*

pag 11. 2009.

22. **Restrepo, Hernan. 2009.** *Evaluacion de proceso de coagulacion - floculacion, pag 7,8,9,10.* 2009.

23. **ROMERO, Jairo. 2007.** calidad del agua pp. 67-68. Bogotá-Colombia : 2. ed, 2007.
24. **Tarragona, Aiguanet piscinas en.** Aiguanet piscinas en Tarragona. [En línea] https://www.piscinas-tarragona.es/prevencion-de-algas/.

25. **Vargas. 1984.** *Manual de Laboratorio para Análisis de Agua.* Maracaibo, Venezuela : Universidad del Zulia, 1984.

ANEXOS

Anexo A: Elaboración del procedimiento de trabajo seguro en la manipulación de productos químicos

COSTAMAR Para disfrutar... en familia	**PROCEDIMIENTO DE TRABAJO SEGURO EN LA MANIPULACION DE PRODUCTOS QUIMICOS**	
Preparado por: Mauricio Hernández M. **Revisado por:** **Aprobado por:**		

	Elaboró	**Revisó**	**Aprobó**
Nombre	Mauricio Hernández		
Cargo	Estudiante de ing. En prevención de riesgos laborales y ambientales		
Firma			

OBJETIVO

Esta actividad de aplicación y almacenamiento de productos químicos para el tratamiento de piscinas debe efectuarse basándose en los estándares definidos por Costamar, para el correcto y eficiente desarrollo del proceso de trabajo.

Por lo tanto, para cumplir con lo indicado anteriormente se ha diseñado el presente Procedimiento que tiene como objetivos:

- Contribuir a minimizar los riesgos derivados de la manipulación almacenamiento de los productos químicos de esta manera disminuir la posibilidad de lesión a las personas, o alteraciones del tratamiento
- Conocer, asociar y controlar los riesgos presentes en las actividades a desarrollar en el procedimiento de aplicación y almacenamiento de químicos
- Que el personal relacionado, conozca, asocie y utilice en forma adecuada los elementos de protección Personal específicos para esta actividad.

ALCANCE

El presente Procedimiento está orientado y dirigido a todo el personal de Costamar que se encuentre involucrado o relacionado con la manipulación de productos químicos que se utiliza en piscinas, desde su recepción hasta su aplicación.

RESPONSABILIDADES

- **“” POR DEFINIR””**: Es el responsable de que se cumpla y se respete este procedimiento a todo nivel de la organización. Deberá verificar y dejar constancia de la toma de conocimiento del Jefe de Turno.

- **Jefe de Turno**: Será responsable de instruir a la supervisión sobre la correcta aplicación del procedimiento y dejara constancia de ello, corroborando en el terreno lo anterior y aplicando las medidas correctivas si detectase tanto el no-cumplimiento como nuevos potenciales peligros y Riesgos.

- **Jornales:** Dar cumplimiento a este procedimiento, tomando todas las precauciones para realizar las distintas tareas que conlleve su labor.

GENERALIDADES

En primer lugar, antes de comenzar a realizar la actividad, se deben tomar en cuenta los riesgos presentes, entre los cuales se encuentran: **LOS RIESGOS ESTAN POR DETERMINAR.** Durante la realización de la labor, se deberán utilizar los implementos necesarios para evitar cualquier tipo de accidente, de los cuales se pueden mencionar los siguientes: **LOS EPP ESTAN POR DETERMINAR**

RIESGOS POTENCIALES

RIESGO	*CONSECUENCIAS*	**MEDIDAS PREVENTIVAS**

QUIMICOS ALMACENADOS EN SALA DE QUIMICOS

- ***Ceniza de soda***: se utiliza para aumentar el PH del agua
- ***Oxido de sodio*:** en reacción con el agua forma soda cautica o hidróxido de sodio el cual sirve para subir el PH
- ***Dicloroisocianurato de sodio***: Desinfectante clorado granular, es altamente eficaz, ya que, soluciones habituales tienen un pH cercano a la neutralidad

- ***Hipoclorito de calcio:*** Es ampliamente utilizado en tratamiento de aguas por su alta eficacia contra bacterias, algas, moho, hongos y microorganismos peligrosos para la salud humana

- ***Hipoclorito de sodio:*** es un compuesto que puede ser utilizado **para** desinfección del agua. **Se usa** a gran escala **para** la purificación de superficies, blanqueamiento, eliminación de olores y desinfección del agua

- ***Sulfato de cobre pentahidratado*:** se utiliza en la piscina como alguicida

- ***Hidroxicloruro de aluminio:*** empleado como coagulante-floculante en la clarificación para condiciones de alta turbiedad sin disminuir el pH

CONCEJOS DE SEGURIDAD RESPECTO AL USO DE PRODUCTOS QUIMICOS

- Lea siempre la etiqueta del recipiente y no trasvasije hacia recipientes sin rotular adecuadamente.
- Nunca utilice envases de bebidas o de alimentos para almacenar productos químicos, ya que algunos se asemejan en su aspecto, al contenido original de estos envases y pueden ser injeridos por error.
- Emplee los productos químicos en áreas bien ventiladas.
- Todo envase debe tener tapa.
- Mantenga los productos fuera de la vista y alcance personas que desconozcan las medidas de seguridad para su manipulación como el público en general.
- Conozca los peligros físicos del producto, estos estarán visibles en la sala de químicos

- La hoja de datos de seguridad indica todas las precauciones a seguir. Si desea tener la hoja de seguridad, puede solicitarla en administración a su supervisor o jefe de patio.
- Use el equipo de protección personal apropiado
- Conozca los peligros para la salud. ¿Causa irritación en la piel u ojos?
- Nunca deberá mezclar los productos químicos. La combinación de algunos químicos puede causar reacciones adversas.

- Reemplace las etiquetas que se ensucien o se rompan, para ello debe dar aviso a su supervisor
- No debe mantener productos no identificados en su puesto de trabajo.
-

PROCEDIMIENTO PARA EL ALMACENAMIENTO

Recepción de sustancias peligrosas

- Chequear el orden de compra al recibir los productos (sustancias peligrosas)
- Verificar que la HDS cumple con los 16 puntos que exige la NCh 2245 Of. 2002 "Sustancias Químicas – Hojas de Datos de Seguridad – Requisitos"
- Devolver el producto y cancelar el pago si este no posee HDS.
- No recibir productos en malas condiciones
- Se deberá contar con un registro de las sustancias peligrosas de la bodega y ser actualizado cada vez que se decepcionen S.P
- Archivar una copia de la HDS impresa al interior de la bodega y una segunda copia fuera de ella, en un lugar debidamente identificado para tal fin.

Almacenamiento de sustancias peligrosas

- Una vez recepcionada una sustancia peligrosa se debe revisar la etiqueta y verificar que cumpla con los requisitos establecidos en el "Procedimiento de Etiquetado de Sustancias Peligrosas".

- Revisar la HDS de la sustancia y comprobar la clase de peligrosidad de la sustancia y las incompatibilidades, con el fin de definir el lugar de almacenamiento según su clase de peligrosidad.

- Ubicar la sustancia peligrosa en la estantería o lugar de almacenamiento destinado a su clase de peligrosidad, verificar que las condiciones sean las adecuadas, es decir un lugar limpio, seco y en condiciones según compatibilidad.

SANCIONES

Las personas que no cumplan con este procedimiento serán debidamente sancionadas de acuerdo con las políticas y disposiciones de Costamar

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Declaro haber sido informado por la empresa Costamar, de los riesgos inherentes que implican las labores que se realizan, así como las medidas preventivas necesarias para controlarlos.

Así mismo se me señaló el objetivo de **mi Trabajo** y lo que se esperaba de mí, enfatizando que debo tener una conducta de **autocuidado** para evitar los accidentes e incidentes dentro de la empresa resguardando mi **Seguridad** y la de quienes puedan verse afectados por mi trabajo tanto compañeros como el público.

Por lo anterior, me comprometo a cumplir todas las normas de seguridad, acatar las instrucciones de la jefatura, hacer correcto y permanente uso de mis elementos de Protección Personal y velar que los trabajos se ejecuten de manera eficiente y **SEGURA.** Así también, declaro haber leído y comprendido a cabalidad el presente procedimiento.

Nombre : **RUN:**

Ocupación : **Firma: .....**

Fecha :

ANEXO B: Piscinas con exceso de algas producto de mala gestión en la aplicación de químicos

ANEXO C: Exceso de cloro producto de mala gestión en la aplicación de químicos