

PROCEDIMIENTO PARA LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE TANQUES PARA AGUA POTABLE

GUÍA EXCLUSIVAMENTE PARA LA LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE SUPERFICIES INTERNAS EN TANQUES PARA ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE, POR NINGÚN MOTIVO SE AUTORIZA REALIZAR TÉCNICAS NI LA APLICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS QUE PUEDAN MODIFICAR LA CALIDAD DEL AGUA.

Características;

Las fuentes de contaminación del agua pueden ser naturales (lluvia, materia vegetal en descomposición, erosión del suelo) o antropogénicas (actividad ganadera, subproductos de actividad industrial, aguas domésticas, etc), pero ambas dan lugar a un agua que no cumple con los requisitos necesarios para asegurar su potabilidad.

Los tanques de almacenamiento de agua potable con el paso del tiempo presentan fisuras, agrietamiento y filtraciones, por lo que se requiere de un mantenimiento preventivo de inspección, lavado y desinfección por lo menos dos (2) veces al año, dicho ejercicio debe ser realizado por personal capacitado e idóneo en el tema. (Resolución 378 del 2018), RAS 2000, Resolución 2115 de 2007, Decreto 1575 de 2007, resolución 0330 del 2017 art 121.

Personal Técnico y Operativo.

- Se presenta un supervisor residente con el fin de verificar y coordinar la labor.
- Se presentan Mínimo dos (2) operarios calificados con amplia experiencia para realizar dicha labor.
- Se presentan documentos exigidos por ustedes EPS y ARP, junto con sus respectivos elementos de protección personal EPP y certificación en trabajo de alturas y espacios confinados.

1. TANQUES SUBTERRANEOS (Concreto)

1.1 Equipos de Bioseguridad;

1.1.1 Overol Impermeable, Botas de caucho, Guantes de caucho.

1.2.2 Caretas, Monogafas, Casco, Cinturón de seguridad o Arnés y Cuerdas (línea de vida), trípode.

2. Normas de Seguridad;

- 2.1** Se debe observar las condiciones físicas y estructurales del tanque (Internas como Externas) para el alistamiento adecuado de los equipos a utilizar.
- 2.2** Se verifican las rejillas o sifones prestando especial atención a la capacidad de salida de agua para evitar posibles inundaciones en el área.
- 2.3** Se realiza la ubicación de tomas de corriente y llaves de agua para la conexión de los equipos (hidro lavadoras, reflectores, etc), si se requieren.
- 2.4** Se observa detenidamente las fuentes de entrada de aire o ventilación del tanque, para evitar posible asfixia.
- 2.5** Se diseña un plan de evacuación rápida del tanque, en caso de ser necesario, retirando cualquier tipo de obstáculo de los alrededores.
- 2.6** El ingreso y ejercicio debe ser ejecutado por dos operadores como mínimo, prestando atención uno del otro, o entrando por turnos si fuese necesario.

3. TANQUES AÉREOS (Plásticos)

3.1 Normas de Seguridad:

- 3.1.1** Se debe observar las condiciones físicas, climatológicas y estructurales alrededor del tanque para el acomodo de los operadores y alistamiento adecuado de los equipos a utilizar.
- 3.2.2** Se observa detenidamente los puntos de anclaje para el amarre de la línea de vida para garantizar la seguridad de los operadores.
- 3.3.3** Se verifican las canales o sifones prestando especial atención a la capacidad de salida de agua para evitar posibles filtraciones en el interior de las instalaciones.
- 3.3.4** Se realiza la ubicación de tomas de corriente y llaves de agua para la conexión de los equipos (hidro lavadoras, reflectores, etc), si se requieren.
- 3.3.5** Se diseña un plan de evacuación rápida del área, en caso de ser necesario, retirando cualquier tipo de obstáculo de los alrededores.

3.3.6 Antes de retirar las tapas de los tanques se debe tener claro un lugar cercano al tanque, donde se van a dejar reposar para evitar de ambulas con ellas y ser arrastrados por el viento.

3.3.7 El ejercicio debe ser ejecutado por dos operadores como mínimo, prestando atención uno del otro.

3.3.8 Los operadores deben mostrar una condición física adecuada para realizar dicha labor, por ningún motivo debe estar en estado de embriaguez o bajo efectos de drogas alucinantes.

4. Equipos y Herramientas de Trabajo

4.1 Equipo de medición de gases (Oxigeno)

4.2 Motobombas.

4.3 Mangueras de succión.

4.4 Hidro lavadora.

4.5 Herramientas de mano (Destornilladores, llaves, alicates, linternas, etc)

4.6 Elementos de aseo (recogedores, escobas, cepillos, esponjas zabra, baldes plásticos, lonas, lasos, etc)

4.7 Kit medición de cloro residual, temperatura y Ph

4.8 Maquinas aspersores plásticos 100%

5. Metodología de trabajo para la Limpieza de Tanques de Agua Potable;

5.1 Verificaciones previas: Se observará el buen funcionamiento de las partes de la instalación afectada a los trabajos.

5.1.1 Se verifican las instalaciones prestando especial atención a: revoques, ventilaciones, hermeticidad y posibles fuentes de contaminación.

5.1.2 Se verifican las válvulas de cierre y tubos de entrada como de salida de agua del tanque prestando especial atención a: Deterioro por corrosión, desgaste de empaques, roturas, etc.

5.1.3 En caso de existir deficiencias en la instalación se informará oportunamente al contratante, para su autorización e inmediata reparación.

5.2 El lavado del tanque: El orden a seguir de la limpieza y desinfección de los tanques de agua potable será en función del recorrido del agua, así;

5.2.1 Cuando los tanques de agua sean compartimentados, se comenzará por el depósito donde se produce el ingreso del agua (Primario).

5.2.2 Para evitar el derroche de agua, se utilizarán las dos terceras partes de la capacidad total del tanque a limpiar, en el circuito de agua corriente.

5.2.3 La limpieza del tanque se realizará por medio de presión de agua producida por moto bomba o por hidro lavadora, produciendo una limpieza profunda sin dañar el revestimiento impermeable del tanque. Si por alguna razón no se pudieran utilizar dichas máquinas, se realizará la limpieza del tanque por medio del escobillado y cepillado, eliminándose perfectamente los sedimentos, musgos, algas, óxido y demás que afecten la higiene y aptitud sanitaria del tanque.

5.2.4 El material producido por sedimentación y los efectos del cepillado, debe ser retirado con recogedor o espuma y ser depositado en lonas, para facilitar su secado por lixiviación y de esta manera facilitar su disposición final. **No** de debe drenar este material sedimentado por la tubería de descarga, puede generar taponamiento de la misma,

5.2.5 El enjuague de las caras internas del tanque se realizará desde el interior, con la ayuda de rociadores de alta presión o las máquinas aspersores de líquidos.

5.2.6 Si fuese necesario realizar trabajos de mantenimiento (plomaría, herrería, albañilería, hormigón, impermeabilización, etc.), estos se realizarán luego de hecha la limpieza gruesa.

5.2.7 Una vez finalizados los trabajos de mantenimiento se realizará nuevamente una limpieza en el interior del tanque con la ayuda de rociadores de alta presión o las máquinas aspersores de líquidos. Esta operación se realizará tantas veces como fuera necesario, hasta lograr un enjuague adecuado.

5.2.8 Realizada la respectiva limpieza profunda del interior del tanque se procede con la desinfección, previa preparación del agente desinfectante con la concentración de principio activo mencionada en la tabla No.1, con el fin de obtener el efecto residual buscado.

5.2.9 El agente desinfectante se aplicará con equipos rociadores presurizados, siguiendo la técnica de adentro hacia afuera y de arriba hacia abajo, tarea que deberá ser ejecutada en el menor tiempo posible.

5.2.10 Terminada dicha labor de desinfección y con el fin de aprovechar al máximo la eficiencia del cloro en los tiempos de contacto sugeridos, se colocarán las tapas.

5.2.11 Finalmente se cerrará la válvula de limpieza, para abrir posteriormente la válvula de entrada al colector. Estas operaciones se realizarán en cada uno de los tanques a limpiar, prestando atención en no permitir el ingreso de agua de un tanque que no ha sido tratado a uno que sí.

5.2.12 Para el proceso de desinfección de la red hidráulica, agregar 30 cm. de agua al tanque limpio, per clorar con hipoclorito de sodio o calcio según sea el caso y dejarla correr por toda la red, abriendo la mayor cantidad de grifos hasta verificar que las condiciones fisicoquímicas del agua den cumplimiento a la norma (0,3 ppm – 2,0 ppm), dicho análisis se realiza in situ por medio de colorimetría para Ph y Cl. residual.

5.2.13 Finalmente, y verificado que todo es sistema electromecánico como hidráulico este en correcto funcionamiento ponga a llenar el tanque y entregue al supervisor o contratante.

Nota. Por ningún motivo se debe utilizar tensos activos para el lavado de los tanques, puesto que dejan trazas en las paredes causando cambios físico – químicos en el agua.

Desinfección con hipoclorito en tanques en concreto para almacenamiento de agua potable

Producto utilizado: Hipoclorito de Sodio **200 ppm**

Los hipocloritos son los desinfectantes más ampliamente utilizados de los compuestos clorados, están disponibles como líquidos (Ej. hipoclorito de sodio) o sólido (Ej. hipoclorito de calcio). Tienen un amplio espectro de actividad antimicrobiana, no dejan residuos tóxicos, no son afectados por la dureza del agua, son baratos y de acción rápida, remueven los microorganismos y los biofilms secos o fijados en las superficies y tienen una incidencia baja de toxicidad. Es altamente corrosivo.

el cloro se consume a medida que los organismos se destruyen. Si se añade suficiente cloro, quedará un poco en el agua luego de que se eliminen todos los organismos; se le llama cloro libre.

El cloro libre permanece en el agua hasta perderse en el mundo exterior o hasta usarse para contrarrestar una nueva contaminación.

La calidad del agua potable no puede tener ningún cambio en su concentración de cloro libre diferente a la entregada por el acueducto (0.3 – 2.0 ppm) por efectos del mantenimiento de los tanques de almacenamiento, puesto que a concentraciones mayores puede generar efectos sobre la salud.

6. FORMULA DE DILUCIÓN DE HIPOCLORITO DE SODIO

CC de hipoclorito a adicionar = $\frac{\text{Vol. (Lt, a preparar)} \times \text{PPM. (Según el Caso)}}{\text{Concentración de Hipoclorito} \times 10}$

Concentración de Hipoclorito X 10.

Ejemplo: CC de hipoclorito a adicionar = $\frac{3 \text{ Lt} \times 200 \text{ ppm.}}{13\% \times 10} = \frac{600}{130} = 5$

Tabla 1. Dilución sugerida de solución hipoclorosa aplicar de acuerdo al área a tratar en las superficies del tanque.

DILUSIONES DE HIPOCLORITO DE SODIO A 13 %		
LT A PREPARAR	PPM	HIPOCLORITO SODIO CC
0,5	200	0,77
1,0	200	1,54
1,5	200	2,31
2,0	200	3,08
2,5	200	3,85
3,0	200	4,62
3,5	200	5,38
4,0	200	6,15
4,5	200	6,92
5,0	200	7,69

Fuente: Asesor

Nota: La concentración a aplicar del hipoclorito puede variar de acuerdo con el estado o diagnóstico del tanque frente al estado de limpieza o presencia de sustancias o animales muertos y/o excrementos.

7. AJUSTE DE PH EN SOLUCIÓN DE HIPOCLORITO DE SODIO A 200 PPM

Debido a la presencia de soda cáustica en el hipoclorito de sodio, el valor del PH aumenta. Cuando el hipoclorito de sodio se disuelva en agua, se generan dos sustancias, que juegan el papel de oxidantes y desinfectantes. Estos son ácido hipocloroso (HOCl) y el ion de hipoclorito el cual es menos activo (OCl⁻). El pH del agua determina la cantidad de ácido hipocloroso que se forma.

Cuando se utiliza hipoclorito de sodio, se sugiere disminuir el pH con ácido acético para obtener un pH óptimo entre 7,2 - 7,8 en la solución.

ACIDO ACETICO (Vinagre comercial al 5%), Es un líquido transparente e inoloro, con olor fuerte característico, soluble en agua, con pH promedio de 4,3 por lo que lo hace un excelente bactericida, es un ácido débil.

La cantidad sugerida para bajar el pH del hipoclorito de sodio a 200 ppm, con ácido acético al 5% el de 10 ml por litro de solución de hipoclorito,

Tabla 2. Volumen sugerido de ácido acético al 5% en solución hipoclorosa a 200 ppm.

AJUSTE DE PH EN HIPOCLORITO DE SODIO A 200 PPM

LT DE SOLUCION DE HIPOCLORITO DE SODIO	PH	ACIDO ACETICO 5% SUGERIDO EN (ml)
1,0	7,2 - 7,8	10,0
1,5	7,2 - 7,8	15,0
2,0	7,2 - 7,8	20,0
2,5	7,2 - 7,8	25,0
3,0	7,2 - 7,8	30,0
3,5	7,2 - 7,8	35,0
4,0	7,2 - 7,8	40,0
4,5	7,2 - 7,8	45,0
5,0	7,2 - 7,8	50,0
5,5	7,2 - 7,8	55,0

Fuente: Asesor

TIEMPO DE CONTACTO: La inactivación de microorganismos se ve afectada por la concentración del desinfectante (C), y el tiempo de contacto de este con el agua (T). En consecuencia, el producto C*T es un parámetro fundamental para evaluar la eficiencia de la desinfección. Dado que los cortocircuitos son comunes en los sistemas de tratamiento, para las reglamentaciones se utiliza el término T10 como

tiempo de contacto. T10 es definido como el tiempo en que el 90% del agua que ingresa a determinada unidad está todavía retenida en la misma, o lo que es lo mismo el tiempo en que el 10% del agua abandonó la unidad. En otros términos, T10 es el tiempo que demora en abandonar la unidad el 10% del volumen de agua que ingresó en ese tiempo.

C= concentración residual de agente desinfectante (mg/L)
T= tiempo mínimo de contacto (minutos) entre el material a desinfectar y el agente desinfectante. CT se expresa como mg.min/L

$$CT = \text{concentración desinfectante} \times \text{tiempo de contacto} = C(\text{mg/L}) \times T (\text{min})$$

Tabla 3. concentraciones de acuerdo al nivel de desinfección que se necesite

Materia Orgánica	Concentración de hipoclorito de sodio ppm	Concentración de hipoclorito de sodio (%)	Tiempo de la actividad
Alta	2500	0.5%	15
Baja	2000	0.2 – 0.5%	20 – 30

Fuente: Invima

Cuando se añade un desinfectante al agua, no solo reacciona con microorganismos patógenos, sino también con otras sustancias presentes en el agua, como impurezas, metales solubles, partículas, materia orgánica y otros microorganismos.

Tabla 4. Tiempos de contacto con diferentes concentraciones de cloro para lograr la inactivación de la Giardia a 20°C.

Concentración Cloro residual libre (mg/L)	INACTIVACION DE LA GIARDIA CYSTS A 15 °C (mg/L .min)								
	pH 6,5			pH 7,5			pH 8,5		
	90%	99%	99,9%	90%	99%	99,9%	90%	99%	99,9%
0,6	15	30	45	21	43	64	31	61	146
1	16	31	47	22	45	67	33	65	98156
1,4	16	33	49	23	47	70	34	69	165
1,8	17	34	51	25	49	74	36	72	173
2,2	18	35	53	26	51	77	38	75	181
2,6	18	37	55	27	53	80	39	78	188
3	19	38	57	28	55	83	41	81	195

Fuente. (Fuente: EPA, «Disinfection Profiling and Benchmarking Guidance Manual», Agosto 1999).

Ejemplo: Determinar la concentración de cloro residual libre medido en el tanque de almacenamiento, para inactivar el 90% de Virus y Giardia a una temperatura del agua a 15 °C, una concentración de cloro residual libre de 1,8 mg/L y pH de 6,5.

El tiempo de contacto medio se determina como. De acuerdo a la tabla Ct = 17 mg/L.min.

$$T = Ct/C = 17/1,8 = 9,4 \text{ minutos.}$$

Tabla 5. Volumen sugerido de solución hipoclorosa aplicar de acuerdo al área a tratar en las superficies del tanque con micro organismos.

**USO DE SOLUCION DE HIPOCLORITO DE SODIO X
M2**

LT DE SOLUCION DE HIPOCLORITO DE SODIO	PPM	SUPERFICIE A TRATAR EN M2	TIEMPO DE CONTACTO SUGERIDO (Min)
0,5	200	0,5 - 1,0	20
1,0	200	1,0 -15	20
1,5	200	16 - 25	20
2,0	200	25 -45	20
2,5	200	45 - 65	20
3,0	200	65 - 90	20
3,5	200	90 - 110	20
4,0	200	110 - 130	20
4,5	200	130 - 150	20
5,0	200	150 - 170	20

Fuente: Asesor

PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICOS

Parámetro	Expresadas en	Valor
Turbiedad	Unidades nefelométricas de	2
Alcalinidad Total	CaCO	200
Ph	Unidades	6.5-9
Color Aparente	Unidades de Platino Cobalto	≤ 15
Dureza Total	CaCO ₃	300
Conductividad	microohms/cm	1000
Cloro residual	mg/L	0.3 - 2.0
Cloruros	mg/L	250
Sulfatos	mg/L	250
Nitritos	mg/L	0.1
Nitratos	mg/L	10
Magnesio	mg/L	36
Hierro Total	mg/L	0.3

Fuente: Resolución 2115 de 2007

GLOSARIO

Agua potable: Agua tratada exenta de contaminantes, considerada apta para el consumo humano.

Tanque: Deposito diseñado para almacenar o procesar fluidos, generalmente a presión atmosférica o presión intentas relativamente bajas.

Limpieza: Acción que consiste en quitar o eliminar la suciedad o una mancha.

Lavado: El lavado es una de las formas de conseguir la limpieza, usualmente con agua más limpia

Hipoclorito de sodio: Compuesto químico, fuertemente oxidante, cuya composición le permite actuar como agente desinfectante; estas propiedades se aprovechan para el tratamiento de fibras y la eliminación de microorganismos.

Desinfección: Es el conjunto de operaciones que tiene como objetivo la reducción temporal del número total de microorganismos vivos y la destrucción de los patógenos y alterantes.

Solución: Combinación de un sólido o de un producto concentrado con agua, para obtener una distribución homogénea de cada uno de los componentes.

pH: es un factor logarítmico; cuando una solución se vuelve diez veces más ácida, el pH disminuirá en una unidad. Cuando una solución se vuelve cien veces más ácida, el pH disminuirá en dos unidades. El término común para referirse al pH es la alcalinidad. La norma establece un rango de 6.5 a 9. Fuera del rango permisible se puede provocar irritación del tracto digestivo.

Cloro residual: Actúa como agente preservante del agua, es un desinfectante del agua, ya que elimina toda actividad de microorganismos, la norma establece que se agua para consumo debe tener una proporción de 0.3 a 2.0 miligramo por cada litro¹. Es de gran importancia que sea medido, ya que la concentración en el agua potable puede ser aumentada al momento de la desinfección en el mantenimiento de los tanques

Tiempo de contacto: (contact time: CT) entre el agente desinfectante y los microorganismos y la concentración del agente desinfectante son factores importantes de la desinfección del agua. El parámetro CT se usa para calcular la cantidad de desinfectante necesaria para la desinfección del agua o superficies. Los

tiempos de desinfección varían significativamente cuando se tiene en cuenta protozoos como la Giardia y el Crystosporidium puede estar presentes en las paredes de los tanques de almacenamiento.

Giardia y crystosporidium: son protozoos que están protegidos por un caparazón exterior que los hace altamente resistentes a la desinfección con cloro, teniendo en cuenta que sus quistes respectivos tienen un tamaño que oscila entre 2 y 7 mm, podemos considerarles a efectos de su eliminación que está estrechamente ligada a la eliminación del resto de otras partículas y materias en suspensión, que tiene lugar en las diversas fases del proceso de tratamiento, ya que la gran resistencia de estos microorganismos a los procesos de desinfección normalmente usados, hace más difícil su inactivación por la vía de la desinfección.

Drenar: Facilitar la salida de líquidos acumulados en el interior de una estructura.

Color: Este indica la presencia de contaminantes de origen orgánico. La norma permite un valor menor o igual a 15 UPC para el consumo humano de acuerdo con la Resolución 2115 de 2007.

Abrasivo: Es una sustancia que tiene como finalidad actuar sobre otros materiales con diferentes clases de esfuerzo mecánico.

Alcalinidad: La alcalinidad en el agua tanto natural como tratada, usualmente es causada por la presencia de iones carbonatos ($\text{CO}_3^{=}$) y bicarbonatos (HCO_3^-), asociados con los cationes Na^+ , K^+ , Ca^{+2} y Mg^{+2} . Nos indica el contenido de las bases en el agua. Este parámetro es comparado de acuerdo con la Resolución 2115 de 2007 con un valor hasta 200 mg/Lt.

Cloruros: Mide el grado de salinidad del agua, en altas concentraciones actúa como laxante en el organismo humano y en las tuberías provoca corrosión. La Resolución 2115 de 2007 permite el valor de menos <250 mg/l.

Dureza total: La dureza puede ser temporal o de carbonatos, o permanente o de no-carbonatos. Los carbonatos pueden precipitar cuando la concentración de ácido carbónico disminuye, con lo que la dureza temporal disminuye, y si el ácido carbónico aumenta puede aumentar la solubilidad de fuentes de carbonatos, como piedras calizas, con lo que la dureza temporal aumenta. Da mal sabor al agua, para uso de labores domésticos, corta el jabón². Según el Resolución 2115 de 2007 es apto para consumo menor a 300 mg/l.

Sólidos totales: Son las sustancias sólidas que se hallan presentes en el agua, y están asociadas a la turbidez.

Sulfatos: Se encuentra en casi todas las aguas naturales. La mayor parte de los compuestos sulfatados se originan a partir de la oxidación de las menas de sulfato, la presencia de esquistos, y la existencia.

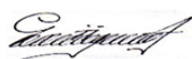
Turbiedad: La turbiedad o turbidez de una muestra de agua es la falta de transparencia debida a la presencia de partículas en suspensión, de naturaleza inorgánica u orgánica, y también a la presencia de algas o fitoplacton. Se mide como Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT) utilizando un aparato que mide la dispersión de un haz luminoso. La presencia de sólidos en suspensión y material de naturaleza coloidal incrementa la turbidez del agua, disminuyen el paso de radiación solar y llegan a depositarse en el fondo de los estanques. Como efectos apreciables, se produce una disminución del paso de la radiación solar, con la consiguiente disminución de la fotosíntesis. Las partículas disueltas también absorben la radiación solar, con lo que el agua incrementa la temperatura y disminuye la concentración de oxígeno³. Según la Resolución 2115 de 2007 es apto para consumo <2 UNT.

Nota: Información suministrada y respaldada única y exclusivamente para solicitud del concepto favorable de la empresa **ARCAS FUMIGACIONES SAS con Nit No 900.388.312-3**, ante la secretaria de Salud de Cundinamarca.

Dirección domicilio: Calle 17 a No 2 B – 22 este Mosquera

Representada por: CESAR RODRIGUEZ

Tel. 311 519 37 73



Q.I. CARLOS ALBERTO VARGAS

Director Técnico

T.P No 211 Consejo profesional de Química
