

76

# GUÍA TÉCNICA PARA LA CLORACIÓN DEL AGUA EN CASO DE VERIFICAR QUE EL CLORO RESIDUAL LIBRE SEA MENOR A 0.5 PPM



UNIDAD DE EPIDEMIOLOGÍA  
Y SALUD AMBIENTAL

2022





"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

ÍNDICE

1. FINALIDAD .....2
2. OBJETIVOS .....2
2.1. Objetivo General .....2
2.2. Objetivos Específico .....2
3. AMBITO DE APLICACIÓN .....2
4. PROCEDIMIENTOS A ESTANDARIZAR.....2
5. CONSIDERACIONES GENERALES .....3
5.1. Definición de términos básicos .....3
5.2. Conceptos básicos .....4
5.3. Criterios a tener en cuenta en la dosificación del cloro de forma manual en las cisternas de agua.....4
5.4. Requerimientos básicos.....5
5.4.1. Recursos Humanos .....5
6. CONSIDERACIONES ESPECÍFICAS .....5
6.2.1. Cálculo del volumen del nivel del agua .....5
6.2.2. Dosificación con hipoclorito de sodio (líquido).....7
6.2.3. Dosificación con hipoclorito de sodio (granulado).....8
6.3. Cuadro comparativo a diferentes concentraciones del producto de cloro.....9
6.4. Límites máximos permisibles de cloro según el "Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano" .....9
7. RECOMENDACIONES .....10
8. BIBLIOGRAFÍA .....11
9. ANEXOS .....12





"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

**1. FINALIDAD**

Proteger y promover la salud del personal y pacientes del Hospital Carlos Lanfranco La Hoz brindándoles una calidad de agua en óptimas condiciones para realizar sus actividades correspondientes.

**2. OBJETIVOS**

**2.1. Objetivo General**

- Establecer los procedimientos para realizar la dosificación de cloro en el agua en los sistemas de abastecimiento del Hospital Carlos Lanfranco La Hoz, cuando se identifiquen concentraciones inferiores a 0.5 ppm.

**2.2. Objetivos Específico**

- Realizar el monitoreo del cloro residual libre en los sistemas de abastecimiento de agua.
- Determinar el volumen de agua en los sistemas de abastecimiento.
- Realizar un correcto cálculo de cloro para la dosificación.
- Mantener el cloro residual libre en el rango óptimo en los puntos de muestreo de cada servicio.

**3. AMBITO DE APLICACIÓN**

La presente guía técnica es de aplicación obligatoria en los diversos sistemas de abastecimiento de agua potable del Hospital Carlos Lanfranco La Hoz.

**4. PROCEDIMIENTOS A ESTANDARIZAR**

La guía técnica establece los siguientes procedimientos y el desarrollo de cada uno de ellos se incluye en el ítem de consideraciones específicas:

- a) Materiales e insumos a utilizar en la operación.
- b) Cálculo del volumen del nivel del agua.
- c) Dosificación con hipoclorito de sodio (líquido).
- d) Dosificación con hipoclorito de sodio (granulado).





## 5. CONSIDERACIONES GENERALES

### 5.1. Definición de términos básicos

- **Agua cruda:** Es aquella agua, en estado natural, captada para abastecimiento que no ha sido sometido a procesos de tratamiento.
- **Agua de consumo humano:** Agua apta para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal.
- **Cloración:** Es la aplicación de cloro al agua con el propósito de eliminar los microorganismos o gérmenes que producen enfermedades y que se encuentran contenidas en el agua. Es tratar el agua y hacerla apta para el consumo humano.
- **Cloro libre:** Es la cantidad de cloro disponible para la desinfección del agua. Queda como remanente después de reaccionar con los compuestos presentes en el agua y está disponible para eliminación de patógenos. Se determina como la suma del ácido hipocloroso más ion hipoclorito.
- **Cloro residual libre:** Cantidad de cloro presente en el agua en forma de ácido hipocloroso e hipoclorito que debe quedar en el agua de consumo humano para proteger de posible contaminación microbiológica, posterior a la cloración como parte del tratamiento.
- **Compuesto de cloro:** Cualquier producto que contiene cloro como uno de sus componentes. En la desinfección del agua los compuestos de cloro más utilizados son Cloro gas ( $Cl_2$ ), Hipoclorito de sodio ( $NaOCl$ ) e Hipoclorito de Calcio ( $Ca(OCl)_2$ ).
- **Consumidor:** Persona que hace uso del agua suministrada por el proveedor para su consumo.
- **Demanda de cloro:** Se denomina así a la cantidad de cloro que al entrar en contacto con el agua se consume, reaccionando con las sustancias presentes en ella y en la eliminación e inactivación de los microorganismos.
- **Inocuidad:** Que no hace daño a la salud humana.
- **Límite máximo permisible:** Son los valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua.
- **Monitoreo:** Seguimiento y verificación de parámetros físicos, químicos, microbiológicos, y de factores de riesgo en los sistemas de abastecimiento del agua.





"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

- **Tiempo de contacto:** Es el tiempo en que el cloro está en contacto con el agua. En la desinfección del agua se debe tener un tiempo de contacto suficiente para que pueda ejercer su función desinfectante.

### 5.2. Conceptos básicos

En Perú, el Ministerio de Vivienda ha dispuesto que antes de la distribución del agua para consumo humano, el proveedor deberá realizar la desinfección con un desinfectante eficaz para eliminar todo microorganismo y dejar un residual a fin de proteger el agua de posible contaminación microbiológica en la distribución, siendo el cloro uno de los desinfectantes adecuados para este fin.

Los valores de cloro residual están regulados por muchos organismos y dependen del uso final del agua. Así pues, para aguas potables, se recomienda que el cloro libre residual tenga una concentración superior a 0.5 mg/L según el "Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano."

Las técnicas convencionales utilizadas en la cloración del agua potable es la dosificación por goteo y de forma manual. Estas técnicas pueden ser aplicadas a nivel domiciliario usando materiales y productos de fácil manejo para la población.

La técnica de dosificación del cloro de forma manual consiste en preparar una solución de hipoclorito de sodio/calcio a cierta concentración a fin de verterla en los sistemas de abastecimiento de agua obteniendo un agua apta para el consumo directo, que sea utilizada prioritariamente para preparar los alimentos, las bebidas, lavar y desinfectar verduras y frutas de consumo crudo, lavar los utensilios de cocina y para la higiene de manos.

El hospital Carlos Lanfranco la Hoz cuenta con 6 cisternas de agua que son abastecidas por SEDAPAL (Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima) y a su vez estas son distribuidas a los diferentes servicios de la institución.

### 5.3. Criterios a tener en cuenta en la dosificación del cloro de forma manual en las cisternas de agua

Antes de emplear la dosificación del cloro se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Identificar que la concentración de cloro residual libre sea inferior a 0.5 mg/L.
- Contar con los insumos para la dosificación (hipoclorito de sodio o calcio).
- Tener las características de las cisternas de agua ( altura , ancho , área de la base, volumen ,etc)





## 5.4. Requerimientos básicos

### 5.4.1. Recursos Humanos

- Personal del servicio de mantenimiento capacitado para realizar la dosificación del cloro de forma manual en las cisternas de agua.
- Personal de la Unidad de Epidemiología y Salud ambiental encargado de capacitar y supervisar al personal de mantenimiento de realizar un correcto procedimiento.

## 6. CONSIDERACIONES ESPECÍFICAS

### 6.1. Materiales e insumos a utilizar en la operación

- Comparador colorimétrico
- Hipoclorito de sodio (líquido) o hipoclorito de calcio (granulo).
- Jarra de plástico graduada de 1L.
- Recipiente de plástico graduado de 20L.
- Regla u otro instrumento de medición para medir el nivel del agua.
- Agitador de madera o plástico.
- Planos de las cisternas y/o reservorios.
- Calculadora.
- Hoja y lápiz.
- Jeringas de 10 ml.

### 6.2. Procedimiento para la dosificación del cloro de forma manual en las cisternas de agua.

#### 6.2.1. Cálculo del volumen del nivel del agua

- i. Una vez identificado que el cloro residual del agua contenido en la cisterna y/o reservorio tenga un valor inferior a 0.5 mg/l, se procederá a cerrar la válvula del caudal de entrada como también apagar las bombas con el objetivo de que el volumen de agua de la cisterna se mantenga constante.
- ii. Con una regla u otro instrumento de medición, se procederá a medir la altura del nivel del agua que contiene la cisterna.
- iii. Una vez obtenido la altura del nivel del agua, se procederá hallar el volumen del agua teniendo en cuenta la siguiente ecuación:





"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

$$V_{agua} = A_{base} \times h_{agua}$$

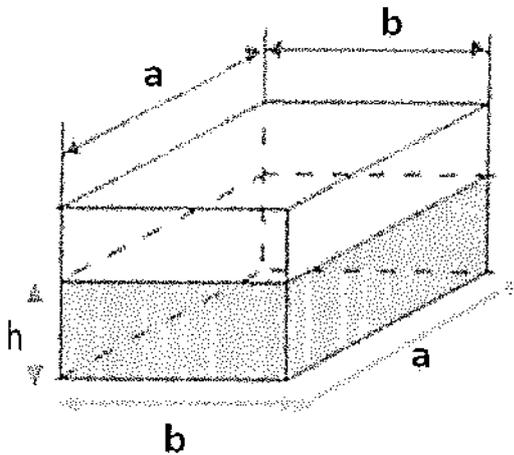
Donde:

$V_{agua}$  : Volumen del nivel del agua.

$A_{base}$  : Área de la base.

$h_{agua}$  : Altura del nivel del agua.

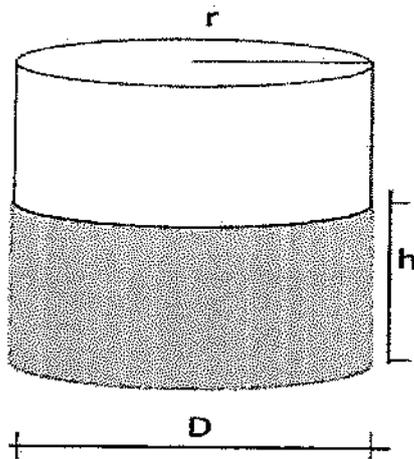
### Depósitos Rectangulares



Nota: El área de la base de la cisterna se obtiene multiplicando los lados de la base:

$$A_{base} = a \times b$$

### Depósitos Circulares



Nota: El área de la base del depósito circular se obtiene:

$$A_{base} = 3.1416 \times \frac{D^2}{4} = 3.1416 \times r^2$$

D: diámetro  
r: radio





"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

### 6.2.2. Dosificación con hipoclorito de sodio (líquido)

i. Luego de haber obtenido el volumen del agua en la cisterna, se procederá a realizar el cálculo de la cantidad de hipoclorito de sodio a utilizar para dosificar el agua, para ello se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Identificar el grado de concentración del producto que se tiene.
- Realizar la conversión de la concentración de % a mg/l (ppm), para ello se debe multiplicar por 10000.
- Calcular la cantidad de hipoclorito de sodio a utilizar utilizando la ecuación de dilución:

$$V_c = \frac{C \times V}{C_c}$$

Dónde:

**V<sub>c</sub>** = Cantidad de cloro líquido que se agregará al agua expresado en litros (l).

**C** = Concentración de cloro libre (mg/l) que se requiere.

**V** = Volumen del agua a dosificar en litros (l).

**C<sub>cloro</sub>** = Concentración del producto de cloro indicado por el fabricante expresado en (mg/l). La C<sub>cloro</sub> tiene que estar en mg/l; si la concentración estuviera en %, hay que pasar de % a mg/l, según la siguiente tabla:

C<sub>cloro</sub> = 0.3 % = 3000 mg/l

C<sub>cloro</sub> = 0.5 % = 5000 mg/l

C<sub>cloro</sub> = 1.0 % = 10000 mg/l

C<sub>cloro</sub> = 5.0 % = 50000 mg/l

- ii. Luego de agregar la cantidad de hipoclorito de sodio hallado, dejar actuar el desinfectante en el agua por 30 minutos.
- iii. Pasado los 30 minutos, se procederá a realizar la medición del cloro residual antes de ser distribuido en los servicios.

NOTA: Mientras se realiza este procedimiento, el tanque elevado deberá abastecer a los servicios hasta culminar la cloración del agua.





"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

### 6.2.3. Dosificación con hipoclorito de sodio (granulado)

- i. Luego de haber obtenido el volumen del agua en la cisterna, se procederá a realizar el cálculo de la cantidad de hipoclorito de calcio a utilizar para dosificar el agua, para ello se debe tener en cuenta lo siguiente:
  - El grado de concentración en % del producto que se tiene.
  - La concentración de cloro que se requiere en la cisterna y/o reservorio.

La ecuación a utilizar para determinar el peso del hipoclorito de calcio es:

$$P_{cl} = \frac{C \times V}{\% \times 10}$$

Donde:

**P<sub>cl</sub>**= Peso del producto (hipoclorito de calcio) en gramos a disolver.

**C** = Concentración de cloro libre (mg/l) que se requiere.

**V** = Volumen del agua a dosificar en litros (l).

**%**= Porcentaje de cloro libre del compuesto clorado (HTH : 65%, 70%)

**10**=Factor para que el resultado sea expresado en gramos del producto.

- ii. Obtenido el peso del hipoclorito de calcio, con la ayuda de una balanza se deberá pesar la cantidad determinada.
- iii. Posteriormente se deberá disolver el hipoclorito de calcio en un recipiente limpio (no metálico) de 20 L. de agua con la ayuda de un agitador de madera limpio y esperar 15 minutos (homogenizar la solución preparada).
- iv. Luego agregar la solución de hipoclorito de calcio a la cisterna o reservorio, dejar actuar el desinfectante en el agua por 30 minutos.
- v. Pasado los 30 minutos, se procederá a realizar la medición del cloro residual libre del agua antes de ser distribuido en los servicios.

**NOTA:** Mientras se realiza este procedimiento, el tanque elevado deberá abastecer a los servicios hasta culminar la cloración del agua.





"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

### 6.3. Cuadro comparativo a diferentes concentraciones del producto de cloro

Se debe tener presente y claro el producto de cloro a utilizar para la cloración del agua, en el caso del Hospital Carlos Lanfranco La Hoz, es muy común la lejía comercial a 7,5 % , pero en diferentes ocasiones nos encontraremos con productos a diferentes concentraciones como se muestra en las siguientes tablas :

Tabla 1

VOLUMEN DEL NIVEL DEL AGUA(LITROS)		CONCENTRACIONES DEL HIPOCLORITO DE SODIO(CLORO LÍQUIDO)					
		4%	4.5%	5%	6%	7%	7.5%
		CANTIDAD DE CLORO LÍQUIDO A UTILIZAR EXPRESADO EN MILILITROS.					
CISTERNA RECTANGULAR	24000L	600 ml	533 ml	480 ml	400 ml	343 ml	320 ml
RESERVOIRIO CIRCULAR	10600L	265 ml	236 ml	212 ml	177 ml	151 ml	141 ml

Tabla 2

VOLUMEN DEL NIVEL DEL AGUA(LITROS)		CONCENTRACION DEL HIPOCLORITO DE CALCIO (CLORO GRANULADO)		
		60%	65%	70%
		CANTIDAD DE CLORO SÓLIDO A UTILIZAR EXPRESADO EN GRAMOS		
CISTERNA RECTANGULAR	24000L	40.00 g	36.92 g	34.29 g
RESERVOIRIO CIRCULAR	10600L	17.67 g	16.31 g	15.14 g

Los cuadros presentados nos muestra como varia la cantidad de cloro a utilizar a diferentes tipos de concentraciones , por lo cual es de suma importancia conocer el % de concentracion del producto para realizar un correcto calculo.

### 6.4. Límites máximos permisibles de cloro según el "Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano"

La Organización Mundial de la Salud (OMS) señala que no se ha observado ningún efecto adverso en humanos expuestos a concentraciones de cloro libre en agua potable. No obstante, establece un valor guía máximo de cloro libre de 5. miligramos por litro, afirma explícitamente que se trata de un valor conservador.





"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Asimismo el DS N° 031-2010-SA: "Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano" en el ANEXO III señala lo siguiente:

ANEXO III		
LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS		
Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L <sup>-1</sup>	0,020
2. Arsénico (nota 1)	mg As L <sup>-1</sup>	0,010
3. Bario	mg Ba L <sup>-1</sup>	0,700
4. Boro	mg B L <sup>-1</sup>	1,500
5. Cadmio	mg Cd L <sup>-1</sup>	0,003
6. Cianuro	mg CN L <sup>-1</sup>	0,070
7. Cloro (nota 2)	mg L <sup>-1</sup>	5
8. Clorato	mg Cl <sup>-</sup>	0,7
9. Clorato	mg Cl <sup>-</sup>	0,7
10. Cromo total	mg Cr L <sup>-1</sup>	0,050
11. Flúor	mg F L <sup>-1</sup>	1,000
12. Mercurio	mg Hg L <sup>-1</sup>	0,001
13. Níquel	mg Ni L <sup>-1</sup>	0,020
14. Nitratos	mg NO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	50,00

Nota 2: Para una desinfección eficaz en las redes de distribución la concentración residual libre de cloro no debe ser menor de 0,5 mgL<sup>-1</sup>.

Para interpretar de manera correcta el cuadro se deberá tener en cuenta los siguientes términos:

- **COLORO LIBRE:** Es la cantidad de cloro disponible para la desinfección del agua. Queda como remanente después de reaccionar con los compuestos presentes en el agua y está disponible para eliminación de patógenos.
- **COLORO RESIDUAL LIBRE:** Cloro libre que queda disponible después de haber efectuado la desinfección del agua, es decir, la destrucción o inactivación de los microorganismos presentes.

Por lo tanto según el Anexo 3 del "Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano" el cloro libre no podrá exceder los 5 mg/l y el cloro libre residual no podrá ser menor de 0.5 mg/l.

## 7. RECOMENDACIONES

### DIRECCIÓN ADMINISTRATIVA

- Gestionar el abastecimiento de materiales e insumos necesarios para el procedimiento de la cloración del agua.





"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

#### UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES Y MANTENIMIENTO:

- Realizar la dosificación de cloro en los sistemas de abastecimiento de agua cuando se requiera siguiendo los procedimientos mencionados en la guía técnica.

#### UNIDAD DE EPIDEMIOLOGÍA Y SALUD AMBIENTAL:

- Realizar el monitoreo continuo del cloro residual del agua que llegan en los servicios hospitalarios.
- Supervisar y orientar al personal de mantenimiento a mantener los parámetros fisicoquímicos de la calidad de agua dentro de los límites máximos permisibles.
- Emitir informes con las recomendaciones a los servicios y oficinas administrativas en cada actividad de control a realizarse.

### 8. BIBLIOGRAFÍA

- **Decreto Supremo N° 031-2010-SA: Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano**  
[http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento\\_Calidad\\_Agua.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf)
- **Manual para la cloración del agua en sistemas de abastecimiento de agua potable en el Ámbito Rural**  
[https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/GIZ%202017.%20Manual%20para%20la%20cloraci%C3%B3n%20del%20agua%20en%20sistemas%20de%20abastecimiento%20de%20agua%20potable.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/GIZ%202017.%20Manual%20para%20la%20cloraci%C3%B3n%20del%20agua%20en%20sistemas%20de%20abastecimiento%20de%20agua%20potable.pdf)
- **Guías para la calidad del agua potable: Organización Mundial de la Salud**  
[https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwa/gdwq3\\_es\\_full\\_lowres.pdf](https://www.who.int/water_sanitation_health/dwa/gdwq3_es_full_lowres.pdf)
- **ACQUA TECNOLOGÍA: Ingeniería en tratamientos de aguas y procesos "Cloro Residual"**  
[http://acquatecnologiaiperu.com/wp-content/uploads/Cloro\\_residual\\_Acqua\\_Tecnologia.pdf](http://acquatecnologiaiperu.com/wp-content/uploads/Cloro_residual_Acqua_Tecnologia.pdf)
- **Guía Técnica para la Implementación, Operación y Mantenimiento del "Sistema de Tratamiento Intradomiciliario de Agua para Consumo Humano - MI AGUA"**  
<http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Guia%20Tecnica%20MI%20AGUA.pdf>





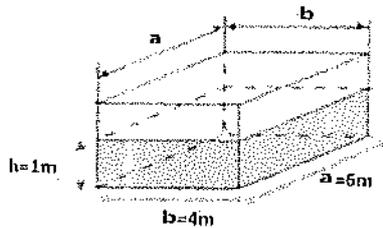
"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

9. ANEXOS

ANEXO 1:

EJEMPLO DE LA DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE HIPOCLORITO DE SODIO (CLORO LÍQUIDO) A DOSIFICAR

- Se quiere clorar el agua contenida en la cisterna tal como se muestra en la figura. ¿Qué cantidad de hipoclorito de sodio (cloro líquido) debe usarse para obtener una concentración de 1mg/l? La concentración del cloro que se va a usar es del 7.5%.



Solución:

- i. Comenzamos calculando el volumen del nivel del agua contenido en la cisterna.

V\_agua = A\_base x h\_agua

A\_base = 4m x 6m

A\_base = 24m^2

V\_agua = 24m^2 x 1m

V\_agua = 24m^3 = 24000L

- ii. Convertimos la concentración del cloro de % a mg/l:

C\_cloro = 7.5 % = 75000 mg/l

- iii. Calculamos la cantidad de hipoclorito de sodio con los datos del enunciado y volumen de agua hallado.

Vc = (C x V) / Cc

Vc = Cantidad de cloro líquido que se agregará al agua expresado en litros (l).

C = Concentración de cloro libre (mg/l) que se requiere (1mg/l).

V = Volumen del agua a dosificar en litros (24000L).

Vc = (1mg/L x 24000L) / 75000mg/L = 0.32L = 320ml

- iv. Finalmente se deberá agregar 320 ml de hipoclorito de sodio concentrado a la cisterna para obtener una concentración final de 1 mg/l.



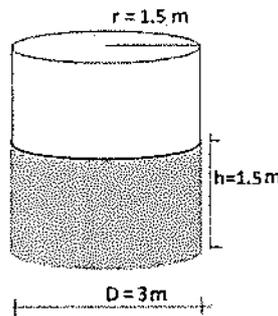


"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

**ANEXO 2:**

**EJEMPLO DE LA DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE HIPOCLORITO DE CALCIO (CLORO GRANULADO) A DOSIFICAR**

- Se quiere clorar el agua contenida en el reservorio circular como se muestra en la figura. ¿Qué cantidad, expresada en gramos, de hipoclorito de calcio (cloro granulado) al 65% debe usarse para obtener una concentración final de cloro libre a 1mg/l?



**Solución:**

- Comenzamos calculando el volumen del nivel del agua contenido en la cisterna.

$$V_{agua} = A_{base} \times h_{agua}$$

$$A_{base} = 3.1416 \times (1.5m)^2$$

$$A_{base} = 7.07m^2$$

$$V_{agua} = 7.07m^2 \times 1.5m$$

$$V_{agua} = 10.60m^3 = 10600L$$

- Calculamos la cantidad de hipoclorito de sodio a partir del volumen del agua obtenido utilizando:

$$P_{cl} = \frac{C \times V}{\% \times 10}$$

$$P_{cl} = \frac{1 \frac{mg}{L} \times 10600L}{\% \times 10} = 16.31g$$

$P_{cl}$  = Peso del producto (hipoclorito de calcio) en gramos a disolver.

$C$  = Concentración de cloro libre (mg/l) que se requiere (1mg/l).

$V$  = Volumen del agua a dosificar en litros (10600L).

$\%$  = Porcentaje de cloro libre del compuesto clorado (65%).

$10$  = Factor para que el resultado sea expresado en gramos del producto.

- Finalmente se deberá utilizar 16.31g de hipoclorito de calcio al 65% para obtener una concentración final en el reservorio de 1mg/l.





"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

**ANEXO 3:**

**MANEJO SEGURO DEL CLORO**

El manejo del cloro, en cualquiera de sus presentaciones, puede generar efectos nocivos a la salud del usuario que lo dispone. Cuánto más concentrado sea puede ser más dañino para la salud. Es por esto que el manejo del cloro requiere adoptar todas las medidas de seguridad que minimicen el riesgo al que se exponen las personas que lo manipulan.

OBJETIVO	PROCEDIMIENTO
<p><b>PREPARACIÓN DE SOLUCIONES</b></p>	<p>Las soluciones del Hipoclorito de Calcio se deben preparar en recipientes limpios de polietileno o de plástico, apropiados para tal uso.</p>
	<p>En el caso de hipoclorito de sodio al ser líquido no será necesario preparar una solución, si no será agregado directamente a la cisterna o reservorio a dosificar.</p>
	<p>Agregue primero el volumen de agua requerido. Luego agregue al agua la cantidad requerida del Hipoclorito de Calcio. No mezclar más de 200 gramos en 20 litros de agua.</p>
	<p>Mezclar el Hipoclorito de Calcio únicamente en agua fría y en lugares ventilados.</p>
	<p>Révuelva bien con un agitador limpio de madera, mantener la mezcla siempre alejada de la ropa, la piel y los ojos.</p>
<p><b>ALMACENAJE</b></p>	<p>Nunca agregue agua sobre el hipoclorito de calcio porque puede calentarse rápidamente la mezcla, generando salpicaduras o incluso una explosión si el recipiente está cerrado</p>
	<p>Siempre se debe almacenar en recipientes herméticamente cerrados y en un ambiente bien ventilado y seco.</p>
	<p>Mantener el producto alejado de niños o personas extrañas a su uso.</p>
	<p>Mantener alejado del fuego, de materiales combustibles y otras sustancias químicas.</p>
	<p>Tanto el hipoclorito de sodio como de calcio son agentes oxidantes fuertes, por tanto, no se debe almacenar cerca de materiales orgánicos, ácidos, líquidos corrosivos, otros oxidantes o materiales reactivos.</p>
<p><b>PROTECCION PERSONAL</b></p>	<p>El contacto del hipoclorito de calcio o sodio con ácidos, aceites, productos de pintura, agentes químicos (incluyendo pesticidas y herbicidas) podría causar fuegos intensos, explosiones o gases nocivos.</p>
	<p>Asegúrese de que ningún material que se esté quemando, tal como un cigarrillo encendido, entre en contacto con el Hipoclorito.</p>
	<p>Se debe evitar que el producto entre en contacto con los ojos, la piel o la ropa, y no debe aspirar el polvo.</p>
<p><b>DISPOSICIÓN FINAL</b></p>	<p>Use siempre ventilación adecuada, utilizar gafas protectoras anti salpicaduras, ropa enteriza, guantes para uso de sustancias químicas y botas de neopreno, así como una máscara protectora provista de filtros contra vapores y gases corrosivos.</p>
	<p>Quitarse el equipo de protección personal inmediatamente culminada el procedimiento.</p>
	<p>La disposición final debe prevenir la contaminación ambiental. No disponer en lugares no autorizados o que pueden ser accedidos por personas extrañas o animales. El frasco del hipoclorito de sodio por ser corrosivo deberá ser desechado como residuo especial cumpliendo con el manejo de residuos sólidos dentro del HCLLH.</p>





"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

ANEXO 4:

Efectos de la exposición al Hipoclorito de Calcio (65%) y medidas de primeros auxilios

Exposición	Daño	Medidas de primeros auxilios
Inhalación	La inhalación de los vapores puede producir irritación intersticial y daño a las mucosas.	Trasladar a la víctima al aire libre. Si la respiración es difícil, suministrar oxígeno. Buscar atención médica inmediata.
Ingestión	Corroe las membranas mucosas de la boca, garganta y estómago. Puede haber perforación gástrica y peritonitis, que pueden derivar en colapso circulatorio.	<b>¡No induzca el vómito!</b> Administre grandes cantidades de agua si la víctima está consciente. Nunca administre nada por la boca a una persona inconsciente.  Buscar atención médica inmediata.
Contacto con los ojos	Severa irritación, quemaduras o destrucción del tejido ocular.	Lave bien los ojos inmediatamente al menos durante 15 minutos, elevando los párpados superior e inferior ocasionalmente para garantizar la remoción del químico.  Buscar atención médica inmediata.
Contacto con la piel	Severa irritación.	Lave la piel inmediatamente con abundante agua y jabón, por lo menos durante 15 minutos, mientras se retira la ropa y zapatos contaminados.  Buscar atención médica inmediata.
Efectos sobre exposición aguda	Irritación y daños locales.	Buscar atención médica inmediata.
Efectos sobre exposición crónica	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	

fuente: Adaptado de la Hoja de datos de seguridad para hipoclorito de calcio al 65% de la empresa mexicana Grupo Transmérquim versión 2013.

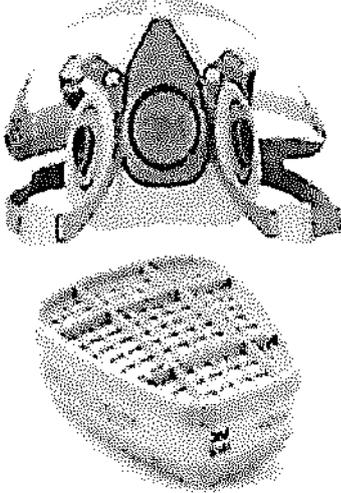
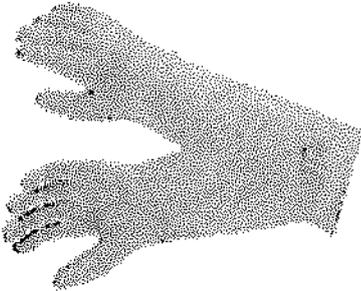




"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

### ANEXO 5:

#### Equipos de protección personal (EPP) de uso obligatorio durante la cloración

Equipo de Protección	Descripción y marcas recomendadas	
Mascarilla contra vapores corrosivos	<p>Máscara de Media Cara Serie 6000 de la marca 3M, fabricado en Elastómero Termoplástico (TPE).</p> <p>Es adecuado para proporcionar protección contra partículas y una amplia variedad de gases y vapores de acuerdo con las aprobaciones de NIOSH.</p> <p>Con la máscara se incluyen dos Cartuchos para Vapor Orgánico/Gas Ácido 3M™ 6002 (AAD).</p> <p>Fuente: <a href="http://solutions.3m.com.pe">http://solutions.3m.com.pe</a></p>	
Guantes largos de nitrilo para manejo de sustancias químicas	<p>Guantes de nitrilo de la marca Ansell modelo Sol Vex 37-185.</p> <p>Adecuado para el manejo de sustancias químicas.</p> <p>Fuente: <a href="http://industrialcatalogue.ansell.eu/es/sol-vex-37-185-37-655">http://industrialcatalogue.ansell.eu/es/sol-vex-37-185-37-655</a>.</p>	
Lentes de seguridad	<p>Se deben utilizar obligatoriamente lentes de seguridad preferiblemente antisalpicaduras.</p> <p>Fuente: <a href="http://solutions.3m.com.pe">http://solutions.3m.com.pe</a></p>	

Equipos de protección personal utilizados en los proyectos de PROAGUA y el FPA.

