

# Protocolo y recomendaciones para la distribución de agua regenerada para riego mediante camiones cisterna

## Cabo Verde

Autor: Néstor Abreu

Revisado por: Gilberto Martel y Vanessa Millán

Parceiro: ITC

Fecha: octubre de 2020

Versión: 1

Em concertação com:



**ADAPTaRES**  
Uso Eficiente da Água e sua Reutilização para  
a Adaptação às Mudanças Climáticas na Macar



## ÍNDICE

1. Introducción.....	3
2. Calidad del agua regenerada. ....	4
3. Peligros .....	5
3.1. Riesgos para la salud.....	5
3.2. Otros peligros .....	6
4. Requerimientos generales que deberían cumplir los camiones cisternas para el transporte de agua regenerada.....	6
4.1. Formación obligatoria.....	6
4.2. Documentación: .....	6
4.3. Requerimientos para acceder a las EDARs para el llenado de agua regenerada. ....	7
5. Requisitos/precauciones de manejo y uso del agua regenerada.....	7
6. Procedimiento de trabajo seguro.....	9
7. Desinfección de cisternas .....	16
7.1. ¿Por qué desinfectar las cisternas? .....	16
7.2. ¿Cómo preparar la solución de cloro?.....	17
7.2.1. Hipoclorito de sodio o lejía líquida:.....	18
7.2.2. Hipoclorito de calcio .....	18
7.3. Eliminación del agua de lavado .....	18
7.4. Control microbiológico de los camiones cisterna.....	19

Em concertação com:



**ADAPTares**  
Uso Eficiente da Água e sua Reutilização para  
a Adaptação às Mudanças Climáticas na Macar



## 1. Introducción

En este documento se recoge una serie de recomendaciones basadas en otras de varios países con una larga y exitosa experiencia en la reutilización de aguas regeneradas para distintos usos, dentro de los cuales se encuentra el riego agrícola. Este documento debería ser entregado para su comprensión a los conductores de los camiones cisterna, así como a los operarios de las plantas depuradoras de aguas residuales (EDARs) a partir de las cuales se vaya a tomar el agua para su distribución, antes de que comiencen con los trabajos de llenado de los camiones, transporte y aplicación en el lugar de reutilización. Estas recomendaciones persiguen que todo el personal involucrado de alguna manera en la reutilización para riego de las aguas regeneradas en Cabo Verde, lo haga de la forma más segura posible, tanto para su salud como para el medio ambiente.

Las aguas regeneradas son aguas residuales depuradas. Las aguas residuales incluyen todo lo que baja por el fregadero de la cocina, la lavandería, el lavabo y el inodoro. Estas aguas residuales son vertidas al sistema de alcantarillado y transportadas a una planta de tratamiento de aguas residuales (EDAR). En estas plantas de tratamiento se reduce el contenido de contaminantes (físicoquímicos y microbiológicos) hasta niveles que cumplan con los estándares de calidad establecidos por la autoridad competente para verterlas o reutilizarlas. Una vez tratada, el agua es segura si se usa de forma apropiada. El agua regenerada es un producto valioso que se puede utilizar para el riego de parques, jardines, riego agrícola y otros muchos usos dependiendo de su calidad.

El agua regenerada se produce y utiliza porque:

- Se reduce la carga de nutrientes que llegan al medio ambiente que pueden producir un grave problema ambiental.
- Se reduce la demanda de almacenamiento de agua potable existente y en el futuro, particularmente a medida que la población crece.
- Supone una fuente de agua segura, alternativa, sostenible y que puede llegar a ser la única para el riego agrícola en lugares con escasos recursos hídricos como Cabo Verde.

El agua regenerada es segura tanto para las personas como para el medio ambiente si se usa adecuadamente. Es importante que se sigan cuidadosamente los protocolos de seguridad, por lo que, sólo las personas capacitadas deberían usarla.

Em concertação com:



**ADAPTaRES**  
Uso Eficiente da Água e sua Reutilização para  
a Adaptação às Mudanças Climáticas na Macar



**MAC 2014-2020**  
Cooperação Territorial

**Interreg**   
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional

## 2. Calidad del agua regenerada.

La calidad del agua regenerada disponible para el riego y, por tanto, para ser transportada en camiones cisterna hasta el punto de su utilización en riego en Cabo Verde, debe ser la recogida en el Decreto Regulamentar nº 4/2020. En este Decreto, desde el punto de vista microbiológico se definen dos categorías:

- Categoría 1: Cultivos para el consumo en forma cruda y para la alimentación animal.
  - Huevos de nematodos: 1 huevo/10 litros.
  - *Escherichia coli*: 100 ufc/ 100 ml.
  - *Legionella* spp.: 1000 ufc/ litro (en el caso de que el agua regenerada se vaya a utilizar en riego por aspersión).
- Categoría 2: Cultivos ingeridos cocinados y para procesamiento industrial, espacios verdes, bosques y cultivos ornamentales.
  - Huevos de nematodos: 1 huevo/10 litros.
  - *Escherichia coli*: 10.000 ufc/ 100 ml.
  - *Legionella* spp.: 100 ufc/ litro (en el caso de que el agua se vaya a utilizar en riego por aspersión).

Los conductores del camión cisterna deben conocer la clase de agua regenerada que transportan, y asegurarse de que los receptores también conozcan la calidad de la misma y los usos permitidos. Los conductores deberían proporcionar un documento con los datos del agua regenerada al receptor en cada entrega.

Em concertação com:



**ADAPTRES**  
Uso Eficiente da Água e sua Reutilização para  
a Adaptação às Mudanças Climáticas na Macar



MAC 2014-2020  
Cooperação Territorial



Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



### 3. Peligros

Para asegurar que todos los conductores de los camiones y otros operarios estén protegidos mientras trabajan con el agua regenerada, es importante conocer los peligros que existen aunque el agua regenerada se ha utilizado de forma segura durante años por todo el mundo.

#### 3.1. Riesgos para la salud

El agua regenerada contiene algunos patógenos, pero los riesgos de éstos son bajos si se usa correctamente cumpliendo con los requisitos que se describen en este documento.

Algunos de los peligros del agua reciclada para la salud son:

- La manipulación de artículos después de estar en contacto con el agua regenerada.
- El uso de equipos contaminados con agua regenerada.
- La existencia de conexiones cruzadas de agua regenerada con el suministro de agua potable de la comunidad.
- Beber accidentalmente agua regenerada u otros usos inadecuados, como puede ser la preparación de alimentos.
- Recibir salpicaduras o ser rociado con agua regenerada.
- Respirar gotas de agua regenerada (aerosoles).
- El contacto de agua regenerada con heridas abiertas.

Las personas que trabajan con agua regenerada deben asegurarse de que la salud y la seguridad del resto de personas están garantizadas. Algunos ejemplos de cómo personas ajenas al agua regenerada pueden verse afectadas son:

- La existencia de conexiones cruzadas de agua regenerada al suministro de agua de la ciudad/comunidad.
- Beber accidentalmente o usar agua regenerada incorrectamente.
- Rociado con agua de un camión cisterna.

Em concertação com:



**ADAPTaRES**  
Uso Eficiente da Água e sua Reutilização para  
a Adaptação às Mudanças Climáticas na Macar



**MAC 2014-2020**  
Cooperação Territorial

**Interreg**   
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional

### 3.2. Otros peligros

Otro peligro por el uso incorrecto del agua regenerada sería el daño ambiental por derrames o escorrentías producido durante el llenado, el transporte o la aplicación para el riego que se puede traducir en:

- Erosión.
- Contaminación de aguas subterráneas/estancadas (encharcamiento).
- Contaminación de vías de agua.
- Floraciones de algas.
- Salinidad del suelo.
- Sodicidad del suelo (aglutinación).
- Desequilibrios de nutrientes.
- Daño a la imagen pública del agua regenerada.

## 4. Requerimientos generales que deberían cumplir los camiones cisternas para el transporte de agua regenerada

### 4.1. Formación obligatoria

Antes de que los camiones se puedan llenar por primera vez con agua regenerada, todos los conductores de los camiones deberían recibir a una breve orientación/capacitación sobre el procedimiento de la toma segura de agua en las EDARs y el uso seguro del agua regenerada (que se encuentra descrito en este documento). También se debería requerir una actualización anual de la capacitación de los conductores/propietarios.

### 4.2. Documentación:

Una vez que se complete la orientación/capacitación, un inspector debería verificar que el camión cisterna cumpla los requisitos para el transporte del agua regenerada y el espacio de aire requerido en la cisterna. Una vez verificado, el conductor debería recibir el permiso de uso del agua regenerada, tres letreros para colocar en el camión (dos laterales y uno en la parte trasera de “agua no potable” o “agua regenerada”), y una pegatina de permiso

Em concertação com:



**ADAPTares**  
Uso Eficiente da Água e sua Reutilização para  
a Adaptação às Mudanças Climáticas na Macar



**MAC 2014-2020**  
Cooperação Territorial

**Interreg**   
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional

colocado en el parachoques trasero del lado del conductor, además de las llaves necesarias para acceder a la toma de agua (si fuera necesario).

#### 4.3. Requerimientos para acceder a las EDARs para el llenado de agua regenerada.

1. Los camiones deberían estar claramente identificados con carteles de “agua no potable” y tener una pegatina de permiso emitida por la autoridad competente y letreros de agua regenerada colocados apropiadamente.
2. Para acceder al punto de llenado de la EDAR, el conductor del camión debería presentar una copia del permiso de transporte de agua regenerada al encargado de la EDAR para cada llenado de agua y haber completado la capacitación.
3. El conductor debería comprobar que durante el llenado de la cisterna no haya fugas a través de las tuberías o mangueras de llenado.
4. Se debe apagar el motor del camión mientras se llena o espera el turno de llenado.
5. Está prohibido terminantemente fumar en el momento del llenado. Fumar es un peligro para la seguridad ya que puede haber presencia de gases inflamables.
6. No dejar basura o escombros en el lugar de la toma de agua regenerada.
7. No bloquear las áreas de entrada/salida cuando esté esperando o llenando en las EDARs.

#### 5. Requisitos/precauciones de manejo y uso del agua regenerada.

1. No llenar demasiado las cisternas.
2. No beber agua regenerada ni utilizarla para la preparación de alimentos. Además, el conductor del camión debería notificar a los trabajadores y/o al público del lugar de reutilización, que no deben beber agua regenerada o usarla en la preparación de alimentos.
3. Los conductores u otros operarios que intervengan en las distintas etapas del transporte de agua regenerada (llenado del camión en la EDAR, transporte y aplicación en el punto de reutilización) deben utilizar ropa apropiada, que sólo se utilice en estas labores y en perfecto estado de limpieza. En ningún caso, esta ropa debe utilizarse para otras labores.

Em concertação com:



**ADAPTares**  
Uso Eficiente da Água e sua Reutilização para  
a Adaptação às Mudanças Climáticas na Macar



4. Los usuarios del agua regenerada deben aplicarse un desinfectante para manos o lavarse las manos con jabón y agua potable después de trabajar con agua regenerada y antes de comer y fumar.
5. Todos los usuarios del agua regenerada deben utilizar guantes para su manipulación, y en la medida de lo posible, gafas protectoras.
6. Se deben tomar precauciones para evitar que los alimentos entren en contacto con el agua regenerada o lugares que hayan estado en contacto con ella y no se hayan desinfectado en condiciones adecuadas.
7. Los conductores de camiones deberían estar equipados con un botiquín de primeros auxilios adecuado. Los cortes o abrasiones deben lavarse, desinfectarse y vendarse con prontitud.
8. El conductor del camión debería llevar un libro de registro que debería estar disponible para su inspección en todo momento. El libro de registro debería incluir:
  - a. Volumen de agua recogida.
  - b. Fecha y EDAR de recogida.
  - c. Fecha de entrega/uso.
  - d. Volumen de agua suministrada/utilizada.
  - e. Uso previsto del agua.
  - f. Nombre y dirección del destinatario/cliente.
9. No se permitirá que el agua regenerada se vierta en fuentes de agua potable externas.
10. No se aplicará agua regenerada donde pueda entrar en contacto con vehículos que circulan cercanos al lugar de utilización, desagües de pluviales, edificios o áreas donde se manipulan o consumen alimentos.
11. Los usuarios de agua regenerada deben tomar las medidas adecuadas para evitar el exceso de pulverización, el encharcamiento o el escurrimiento del agua regenerada del área autorizada de uso del agua.
12. No se permite irrigación o embalse de agua regenerada dentro de un mínimo de 16 metros de cualquier pozo doméstico (agua potable).
13. Los vehículos utilizados para el transporte y distribución de agua regenerada deben ser inspeccionados por los conductores antes de cada uso para asegurarse de que las válvulas y resto de accesorios sean herméticos, que no tengan fugas y que los tanques estén limpios de contaminantes. Una cisterna que haya contenido material de un tanque séptico o pozo negro no puede usarse para transportar agua regenerada.

Em concertação com:



**ADAPTARES**  
Uso Eficiente da Água e sua Reutilização para  
a Adaptação às Mudanças Climáticas na Macar



**MAC 2014-2020**  
Cooperação Territorial

**Interreg**   
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



14. No se debe introducir agua regenerada en ningún sistema de tuberías permanente y no se debe realizar ninguna conexión entre el tanque y cualquier parte de un sistema de agua potable.
15. Los camiones cisterna una vez llenos de agua regenerada deben mantener un espacio de aire de tamaño aprobado por la autoridad competente.
16. Los camiones cisterna utilizados para el transporte de agua regenerada nunca se utilizarán para transportar agua potable, independientemente de la fuente de agua.
17. Las mangueras utilizadas para la aplicación de agua regenerada deben ser extraíbles y deben almacenarse desconectadas durante el transporte. Las mangueras deben inspeccionarse antes de llenarlas para asegurarse de que estén en buenas condiciones y que no tengas fugas.
18. Es necesario etiquetar todos los depósitos, tuberías, grifos, etc., en contacto con el agua regenerada con letreros de seguridad.
19. Cada cierto tiempo, la autoridad competente debería realizar visitas a las áreas de reutilización para garantizar el uso adecuado del agua regenerada. Esto podría incluir llamadas telefónicas de seguimiento o encuestas sobre cómo se lleva a cabo el proceso de llenado, transporte y aplicación del agua regenerada.

## 6. Procedimiento de trabajo seguro

Las distintas etapas del trabajo con el agua regenerada presentan una serie de peligros y riesgos para los cuales se deben aplicar una serie de medidas de control, que los conductores de los camiones cisterna y el resto de operarios deberían conocer.

### Etapas previas: Establecimiento de medidas de protección de la salud.

1. La presencia de patógenos supone un riesgo evidente para la salud.
2. *Medidas de control:* Todo el personal relacionado con el proceso de toma de agua en la EDAR, transporte, vaciado y reutilización para riego deberán seguir las siguientes prácticas de seguridad.
  - a. No beber agua regenerada.
  - b. Evitar el contacto directo con el agua regenerada de camiones cisterna, aerosoles y áreas húmedas en el lugar de trabajo.

Em concertação com:



**ADAPTRES**  
Uso Eficiente da Água e sua Reutilização para  
a Adaptação às Mudanças Climáticas na Macar



**MAC 2014-2020**  
Cooperação Territorial

**Interreg**   
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional

- c. Usar el equipo apropiado para las tareas que se están realizando, por ejemplo: usar guantes de goma si el contacto con agua regenerada es inevitable. Es recomendable el uso de gafas protectoras.
- d. No consumir alimentos ni bebidas y no fumar mientras se trabaja con agua regenerada.
- e. Mantener las manos y los dedos alejados de la nariz, boca, ojos y oídos.
- f. Lavarse bien las manos con agua potable y jabón y/o gel a base de alcohol antes de comer, beber o fumar y al final de la jornada laboral.
- g. Cualquier herida abierta debe cubrirse con vendajes a prueba de agua.
- h. Informar de todos los cortes y rasguños y recibir tratamiento de primeros auxilios si fueran necesarios.

#### Etapa 1: Preparativos para el uso del agua regenerada.

##### *1. Peligros y riesgos durante esta etapa:*

- a. La presencia de equipos defectuosos puede llevar consigo riesgos para la salud y/o daño ambiental.
- b. Los incidentes medioambientales o de salud relacionados con el transporte de agua regenerada pueden llevar consigo problemas de salud a largo plazo.

##### *2. Medidas de control:*

- a. El conductor debe tener el permiso de conducir adecuado para el transporte de agua regenerada.
- b. Realizar siempre una inspección previa del camión, mangueras, tubo de llenado, tanque, válvulas y demás accesorios que intervienen en el proceso de llenado, transporte y vaciado en el lugar de reutilización.
- c. El camión debería disponer de agua potable y jabón desinfectante suave para el lavado de manos y otras zonas del cuerpo que reciban salpicaduras de agua regenerada.
- d. Los conductores deberían recibir instrucciones y documentación sobre el uso, manejo y almacenamiento del agua regenerada (este documento).

Em concertação com:



**ADAPTaRES**  
Uso Eficiente da Água e sua Reutilização para  
a Adaptação às Mudanças Climáticas na Macar



MAC 2014-2020  
Cooperação Territorial



Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



- e. Los camiones utilizados para transportar agua reciclada NO pueden usarse para transportar agua potable y deben estar equipados con letreros de advertencia que indiquen “Agua no potable” o “Agua regenerada”.

## Etapa 2: Llenado del tanque del camión.

### *1. Peligros y riesgos durante esta etapa:*

- a. El sobrellenado de un tanque o equipo defectuoso puede traer consigo riesgos para la salud y/o daños ambientales.
- b. La presencia de fugas en el punto de toma del agua regenerada puede producir riesgos para la salud y/o daños al medio ambiente.
- c. El encharcamiento del agua regenerada o la escorrentía por un derrame importante en el punto de toma puede suponer riesgos para la salud y/o daño ambiental.
- d. La ropa del conductor mojada con agua regenerada o el derrame de ésta sobre el conductor u otro operario, puede suponer riesgos para su salud, sobre todo si presenta heridas abiertas o si se produce contacto con los ojos.
- e. La colocación de mangueras y sus conexiones puede producir en los operarios lesiones en la espalda, esguinces y distensiones.
- f. La presencia de superficies resbaladizas o desiguales en el punto de toma del agua puede causar resbalones, tropiezos y caídas, llegando en ocasiones a provocar lesiones graves.

### *2. Medidas de control:*

- a. Usar guantes de goma. Se recomienda usar gafas de seguridad.
- b. Mantener una posición del cuerpo adecuada en las distintas labores para minimizar lesiones en la espalda.
- c. El operario debe trabajar sobre una superficie estable y razonablemente nivelada con una base segura.
- d. Las mangueras se deben conectar previamente, revisando el buen estado de todas las conexiones.
- e. Antes de retirar las mangueras es necesario drenarlas para evitar derrames.

Em concertação com:



**ADAPTARES**  
Uso Eficiente da Água e sua Reutilização para  
a Adaptação às Mudanças Climáticas na Macar



**MAC 2014-2020**  
Cooperação Territorial

**Interreg**   
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional

- f. Cerrar todas las válvulas y grifos antes de mover el camión.
- g. No llenar demasiado el tanque de agua.
- h. Tener disponible agua potable y jabón y/o gel a base de alcohol para lavarse las manos.
- i. Tener una botella para el lavado de ojos que contenga agua potable para enjuagar los ojos en caso de salpicaduras de agua regenerada.
- j. Verificar si hay fugas en el camión cisterna o en el equipo y asegurarse de que la tubería de la toma de agua está cerrada antes de mover el camión.
- k. El conductor de camión cisterna debe informar de cualquier problema al responsable de la planta de tratamiento.

### Etapa 3: Transporte del agua regenerada.

#### 1. Peligros y riesgos durante esta etapa:

- a. Mala conducción por parte del conductor del camión o la presencia de tráfico, que puede acarrear accidentes, con las consiguientes lesiones y daños materiales y ambientales por el derrame del agua regenerada.
- b. La presencia de otros vehículos y personas en el lugar de la toma de la muestra y en el de reutilización. Esto puede provocar colisiones que lleven consigo lesiones a personas y/o daños a la propiedad.
- c. La utilización de equipos defectuosos puede suponer riesgos para la salud y/o daño ambiental.

#### 2. Medidas de control:

- a. Cumplir todas las normas de tráfico.
- b. Mientras se circule detrás de otro vehículo, dejar suficiente distancia para poder frenar con seguridad.
- c. La cisterna debería ir equipada con un sistema de prevención de reflujos certificado y con un mantenimiento adecuado.
- d. Vigilar los derrames durante el transporte.
- e. No utilizar la cisterna, mangueras y otros accesorios para agua potable después de que hayan contenido agua regenerada.

Em concertação com:



**ADAPTARES**  
Uso Eficiente da Água e sua Reutilização para  
a Adaptação às Mudanças Climáticas na Macar



**MAC 2014-2020**  
Cooperação Territorial

**Interreg**   
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional

- f. El conductor del camión cisterna debe garantizar que se proporcione información de seguridad sobre el agua regenerada a la persona responsable a cargo del lugar de aplicación en la primera entrega o cuando cambie la calidad del agua.
- g. El conductor del camión cisterna no debe suministrar agua en el lugar de aplicación sin conocimiento de la calidad del agua.

#### Etapa 4: Almacenamiento del agua regenerada en el lugar de aplicación o en la cisterna.

##### *1. Peligros y riesgos durante esta etapa:*

- a. Puede producirse el recrecimiento de patógenos durante el almacenamiento, lo que implica riesgos para la salud y/o daños ambientales por derrames.
- b. La ingestión de agua supone riesgos para la salud.

##### *2. Medidas de control:*

- a. Todos los camiones, contenedores, mangueras y grifos deben estar etiquetados con letreros de advertencia que indiquen “agua no potable” “o agua regenerada”.
- b. El agua regenerada no debe permanecer en el camión cisterna más de 24 horas.
- c. Se requiere una desinfección adecuada si el agua permanece en el camión cisterna más de 24 horas.
- d. Si el agua regenerada se va a almacenar, se deberían hacer analíticas antes de su utilización en riego para comprobar su calidad.

#### Etapa 5: Aplicación del agua regenerada.

##### *1. Peligros y riesgos durante esta etapa:*

- a. La presencia de otros vehículos y personas en el lugar de la toma de la muestra y en el de reutilización puede provocar colisiones que lleven consigo lesiones a personas y/o daños a la propiedad.
- b. La aplicación inapropiada o excesiva de agua regenerada puede traer asociados riesgos para la salud y/o daño ambiental.

Em concertação com:



**ADAPTRES**  
Uso Eficiente da Água e sua Reutilização para  
a Adaptação às Mudanças Climáticas na Macar



- c. Los operarios u otras personas ajenas mojadas o con la ropa saturada con agua regenerada, por un exceso de rociado o fugas, están sujetas a riesgo para la salud, sobre todo cuando presentan heridas abiertas o por contacto con los ojos.

2. *Medidas de control:*

- a. Respetar los límites de velocidad del lugar de trabajo y conducir de manera segura según las condiciones locales.
- b. No invadir la zona de trabajo de otro vehículo sin obtener primero el permiso del otro conductor u operador.
- c. Asegurar zonas de exclusión apropiadas utilizando señalización, barreras, etc., según sea necesario, teniendo en cuenta las condiciones del sitio, la velocidad del viento, la altura de pulverización del agua regenerada, el patrón de pulverización y validado mediante la observación del área que bordea la zona de exclusión durante el inicio de la pulverización a identificar cualquier exceso de pulverización (todo esto en el caso de riego por aspersión).
- d. Instalar letreros portátiles en el área de trabajo que indiquen “Agua reciclada en uso”.
- e. Utilizar un observador o una guía para posicionar/localizar el vehículo si fuera necesario.
- f. Asegurarse de que las luces intermitentes y las alarmas de marcha atrás estén operativas en el camión.
- g. Restringir la aplicación de agua regenerada cerca de escuelas y centros de cuidado infantil a los horarios en los que los niños están dentro (cuando se aplique riego por aspersión).
- h. No rociar cuando haya peatones o automóviles en el área de trabajo.
- i. No aplicar agua regenerada a los senderos, lo que puede resultar en escorrentía hacia los desagües de aguas pluviales.
- j. No aplicar agua regenerada en mesas de picnic/para comer, instalaciones de barbacoa y bebederos.
- k. Dejar que el agua se absorba en el suelo antes de una segunda aplicación.
- l. Utilizar solo una manguera de mano en el caso de aplicar agua regenerada en parques, jardines, etc.

Em concertação com:



**ADAPTRES**  
Uso Eficiente da Água e sua Reutilização para  
a Adaptação às Mudanças Climáticas na Macar



- m. Utilizar guantes de goma y gafas de seguridad.

#### Etapa 6: Limpieza y salida del lugar de aplicación.

1. *Peligros y riesgo durante esta etapa:*

- a. La limpieza deficiente y el desorden conlleva riesgos para la salud, lesiones y daños a la propiedad.
- b. El tráfico y la presencia de otras personas puede provocar accidentes que acarreen lesiones y daños materiales/ambientales.

2. *Medidas de control:*

- a. Cerrar todas las válvulas y grifos antes de salir del área.
- b. Limpiar en la medida de lo posible todos los elementos utilizados en el vaciado del agua reciclada en el lugar de reutilización.
- c. Asegurarse de que el sitio esté limpio, ordenado y que se hayan eliminado todos los letreros y barreras antes de abandonar el área de trabajo.
- d. Asegurarse de que el área de trabajo sea segura para el tráfico de vehículos.

#### Etapa 7: Revisiones periódicas del equipamiento.

1. *Peligros y riesgo durante esta etapa:*

- a. La presencia de otros vehículos puede provocar accidentes.
- b. Los fallos en la higiene de los equipos provocan riesgos para la salud y el medio ambiente.

2. *Medidas de control:*

- a. El conductor del camión cisterna comprobará que la señalización del camión sea legible.
- b. El encargado del lugar de aplicación el agua regenerada y el conductor del camión deben asegurarse de que los equipos para el lavado de manos/cara, que deben estar en el lugar de aplicación del agua regenerada, se utilicen bien y se mantengan en condiciones de uso. Siempre deben seguirse unas buenas prácticas de higiene.

Em concertação com:



**ADAPTares**  
Uso Eficiente da Água e sua Reutilização para  
a Adaptação às Mudanças Climáticas na Macar



**MAC 2014-2020**  
Cooperação Territorial

**Interreg**   
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional

## 7. Desinfección de cisternas

### 7.1. ¿Por qué desinfectar las cisternas?

Hay ocasiones en las que un conductor/propietario de un camión cisterna dedicado al transporte de agua regenerada debería limpiar o desinfectar, tanto la cisterna como mangueras y demás componentes. Algunas de las razones para la desinfección podrían ser:

- Cuando el camión cisterna haya transportado agua regenerada de categoría 2 y se quiera transportar posteriormente agua regenerada de categoría 1 para un uso que solo sea adecuado para esa clase.
- Cuando el camión cisterna desprenda malos olores.
- Cuando exista recrecimiento de microorganismos o un crecimiento excesivo de biopelícula (incluidas las mangueras y resto de accesorios).
- Cuando exista evidencia de la acumulación de sólidos en el camión cisterna.
- Cuando se realice una limpieza general.

Para el proceso de desinfección hay que tener en cuenta:

- Utilizar un desinfectante adecuado.
- Asegurarse de que la mezcla desinfectante sea lo suficientemente activa como para matar/inactivar los patógenos.
- Retirar los sólidos del camión cisterna antes de desinfectarlo, para que la eficacia del desinfectante sea la adecuada.

El hipoclorito de sodio (cloro de piscina) es uno de los desinfectantes más utilizados, razonablemente eficaz y económico pero, como todos los desinfectantes, debe entrar en contacto con los patógenos para que pueda inactivarlos. La presencia de residuos sólidos puede proteger a los organismos de la acción del desinfectante, por lo que para minimizar esto, el operador debe eliminar los sólidos enjuagando con agua a presión antes de aplicar el desinfectante.

Otro factor muy importante es el tiempo necesario que tiene que estar el desinfectante en contacto con los microorganismos patógenos para matarlos/inactivarlos. Este tiempo varía

Em concertação com:



**ADAPTRES**  
Uso Eficiente da Água e sua Reutilização para  
a Adaptação às Mudanças Climáticas na Macar



**MAC 2014-2020**  
Cooperação Territorial

**Interreg**   
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



mucho, desde poco minutos para los más sensibles, hasta horas para los más resistentes. Dentro de este grupo de patógenos resistentes nos encontramos con el caso de los protozoos parásitos *Giardia* o *Cryptosporidium*, que se encuentran entre los más resistentes. Los ooquistes de *Cryptosporidium* son difíciles de inactivar, necesiéndose una concentración de 15 mg/l. de cloro libre, y un tiempo de contacto de aproximadamente 12 horas para inactivarlos y, por lo tanto, desinfectar adecuadamente el tanque.

Cuando se hayan eliminado los sólidos, se debe aplicar el desinfectante al tanque y accesorios. Hay muchas combinaciones de dosis y tiempo de retención que podrían resultar efectivas, aunque es difícil concretar. Como guía, aproximadamente 600 ml de cloro de piscina en un tanque de 5000 l. sería una dosis de aproximadamente 15 mg/l. Para una mejor mezcla, primero se debe agregar el cloro. Si se deja durante la noche, esta dosis debe proporcionar un nivel razonable de desinfección. Una forma de comprobar si se ha agregado suficiente cloro sería verificar si hay cloro residual después de aproximadamente 1 hora. Se puede utilizar un kit de cloro de piscina para esta tarea. Si se produce un color rosa indicará que hay cloro activo, mientras que la ausencia de este color, indica que el cloro dosificado se ha agotado.

## 7.2. ¿Cómo preparar la solución de cloro?

Hay varias formas de desinfectar los camiones cisterna, pero la más común es usar cloro. Las dos formas de cloro adecuadas para desinfectar estos vehículos son el hipoclorito de calcio y el de sodio.

El manejo y el mantenimiento del equipo para la dosificación del cloro deben ser realizados por personal capacitado y autorizado. El cloro es una sustancia peligrosa, que en solución es altamente corrosivo y las salpicaduras pueden causar quemaduras y dañar los ojos. Al manipular soluciones de cloro concentradas se deben tomar precauciones adecuadas, como el uso de guantes y gafas protectoras. En caso de salpicaduras, especialmente en los ojos, es importante enjuagar inmediatamente con abundante agua.

Todos los contenedores en los que se almacene cloro deben estar etiquetados, identificando el contenido y con una advertencia de peligro en una forma que se entienda fácilmente a nivel local. Los lugares de almacenamiento de cloro en cualquier forma deben ser seguros contra el acceso no autorizado y especialmente contra los niños.

Em concertação com:



**ADAPTARES**  
Uso Eficiente da Água e sua Reutilização para  
a Adaptação às Mudanças Climáticas na Macar



**MAC 2014-2020**  
Cooperação Territorial

**Interreg**   
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional

### 7.2.1. Hipoclorito de sodio o lejía líquida:

El blanqueador líquido se compra normalmente en botellas o bolsitas. La concentración normal de cloro en el blanqueador líquido es del 5%, pero puede ser menor si la botella se ha abierto o almacenado durante mucho tiempo. Para una cuba de 5000 litros:

- Capacidad de la cuba: 5000 litros de agua = 5.000.000 mililitros.
- Se necesita 15 mg (0,015 g) de cloro por litro.
- Por tanto:  $(5.000.000 \text{ ml} \times 0,015 \text{ g}) / 1000 \text{ ml} = 75 \text{ g}$  de cloro.
- El blanqueador líquido contiene 4% o 4 g de cloro / 100 ml.
- Por lo tanto:  $(75 \text{ g} \times 100 \text{ ml}) / 4 \text{ g} = 1875 \text{ ml}$  de una solución al 4% de blanqueador líquido a una cuba de 5000 litros para obtener una concentración de unos 15 mg/l.

### 7.2.2. Hipoclorito de calcio

El hipoclorito de calcio se presenta en forma de gránulos blancos y, a menudo, se pueden obtener de almacenes comerciales y farmacias. El hipoclorito de calcio es mucho más activo que el blanqueador líquido y no pierde actividad tan rápidamente. El hipoclorito de calcio se presenta en varias formas que pueden tener de un 20 a un 70% de cloro. Para una cuba de 5000 litros:

- Capacidad de la cuba: 5000 litros de agua = 5.000.000 mililitros.
- Se necesita 15 mg (0,015 g) de cloro por litro.
- Por tanto:  $(5.000.000 \text{ ml} \times 0,015 \text{ g}) / 1000 \text{ ml} = 75 \text{ g}$  de cloro.
- Si se utiliza una presentación de hipoclorito de calcio del 50% tendremos 50 g. de cloro/100 g.
- Por lo tanto:  $(75 \text{ g} \times 100 \text{ g}) / 50 \text{ g} = 150 \text{ g}$  de hipoclorito de calcio al 50% para obtener una concentración de unos 15 mg/l.

### 7.3. Eliminación del agua de lavado

Se debe tener muy en cuenta la eliminación de los sólidos presentes en la cisterna y el agua usada contaminada con los desinfectantes. Para su eliminación se debería descargar al sistema de alcantarillado u otro lugar alternativo y no descargar ningún material en el sistema de aguas pluviales.

Em concertação com:



**ADAPTares**  
Uso Eficiente da Água e sua Reutilização para  
a Adaptação às Mudanças Climáticas na Macar



MAC 2014-2020  
Cooperação Territorial



Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



#### 7.4. Control microbiológico de los camiones cisterna

Los camiones cisterna utilizados para transportar agua regenerada deberían someterse a pruebas mensuales de contaminación bacteriológica, varios días después de haber realizado la desinfección. Si una cisterna presentara todavía altos niveles de contaminación, se debería repetir el proceso de desinfección.

Los parámetros a analizar deberían ser, como mínimo, los mismos que se recogen en el Decreto Regulamentar nº 4/2020 (*Escherichia coli*, huevos de nematodos y *Legionella sp*).

Em concertação com:



**ADAPTaRES**  
Uso Eficiente da Água e sua Reutilização para  
a Adaptação às Mudanças Climáticas na Macar



**MAC 2014-2020**  
Cooperação Territorial

**Interreg**   
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional