



**ADAPTRES**

Uso Eficiente da Água e sua Reutilização para  
a Adaptação às Mudanças Climáticas na Macaronésia

# Procedimiento de trabajo

Guía para la toma de muestras de agua  
residual y seguridad laboral  
Objetivo 2 - Actividade 2.2

**Autor: Néstor Abreu**

**Revisado por: Gilberto Martel y Vanessa Millán**

**Parceiro: ITC**

**Fecha: octubre de 2020**

**Versión: 1**





# INDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	2
2.	TOMA DE MUESTRAS: PRINCIPIOS .....	2
2.1	LUGAR.....	2
2.2	MOMENTO .....	4
2.3	FRECUENCIA .....	5
2.4	TÉCNICA.....	6
2.4.1.	Muestra simple.....	6
2.4.2.	Muestra compuesta .....	6
2.4.3.	Muestra cualificada .....	6
2.4.4.	Muestra para un análisis microbiológico .....	7
2.5	OTROS ASPECTOS A TENER EN CUENTA.....	7
2.6	TOMA DE LAS MUESTRAS PASO A PASO .....	8
2.7	MATERIALES DE LOS FRASCOS/RECIPIENTES PARA LA TOMA DE MUESTRAS .....	9
3.	TRANSPORTE DE LAS MUESTRAS.....	9
4.	SEGURIDAD LABORAL.....	9
4.1	PRODUCCIÓN DE UN DESINFECTANTE .....	10
4.2	USO CORRECTO DEL DESINFECTANTE .....	11



## 1. INTRODUCCIÓN

La toma de muestras es el primer paso para establecer la calidad del agua residual/depurada, además de conocer el funcionamiento y la eficiencia de una Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR).

Tomar una muestra es una labor complicada y una fase fundamental en el proceso analítico, ya que los fallos durante el muestreo pueden acarrear graves errores en los resultados, llegando a ser incluso más importantes que los cometidos durante la fase analítica o la de preparación de las muestras. Para evitar estos errores es fundamental que los operarios que tomen las muestras tengan un perfecto conocimiento del proceso de muestreo.

Durante la toma de muestras y en el trabajo en una EDAR en general, es necesario que los operarios tomen una serie de medidas de protección. Esto es debido a que se encuentran en contacto con gran cantidad de microorganismos, mucho de los cuales son patógenos por sí mismos, u oportunistas, que pueden producir infección en personas susceptibles.

## 2. TOMA DE MUESTRAS: PRINCIPIOS

El objetivo de la toma de muestras es lograr una muestra de composición lo más representativa posible del estado promedio de la EDAR. Para ello existen cuatro principios que deben tenerse en cuenta para conseguir una muestra representativa:

1. Elegir el LUGAR más adecuado para tomar la muestra.
2. Considerar el TIEMPO más adecuado para tomar la muestra.
3. Tomar muestras con una FRECUENCIA adecuada.
4. Usar una TÉCNICA de muestreo adecuada.

### 2.1 LUGAR

El lugar elegido para la toma de muestras tiene gran influencia sobre los resultados finales de los análisis, de tal manera que, si la muestra se toma en un lugar inadecuado, los resultados podrían indicar que la EDAR, aún teniéndolo, no presenta un funcionamiento adecuado.

Normalmente para conocer la eficacia de una EDAR se toma una muestra del efluente y otra del afluente. La muestra de afluente se debe tomar después de la rejilla del desarenador o cualquier otro dispositivo que elimine los cuerpos gruesos y arena antes de la entrada a la EDAR. La muestra de

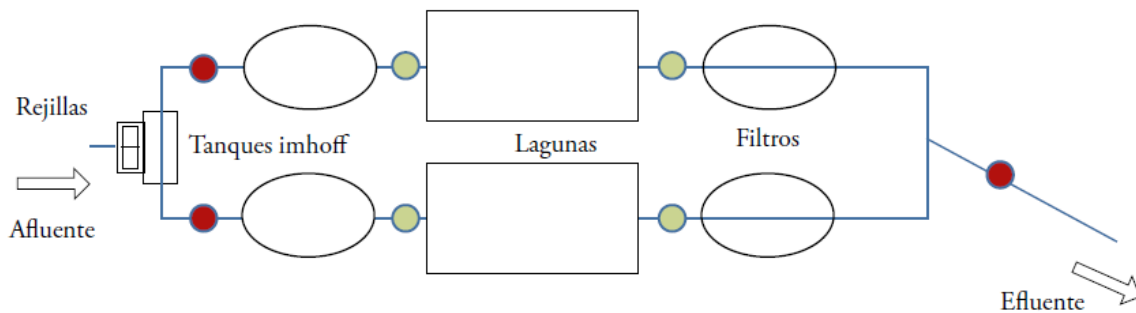


efluente se toma en el canal de salida que transporta el agua hacia el cuerpo receptor o depósito, si se fuera a almacenar para su reutilización posterior.

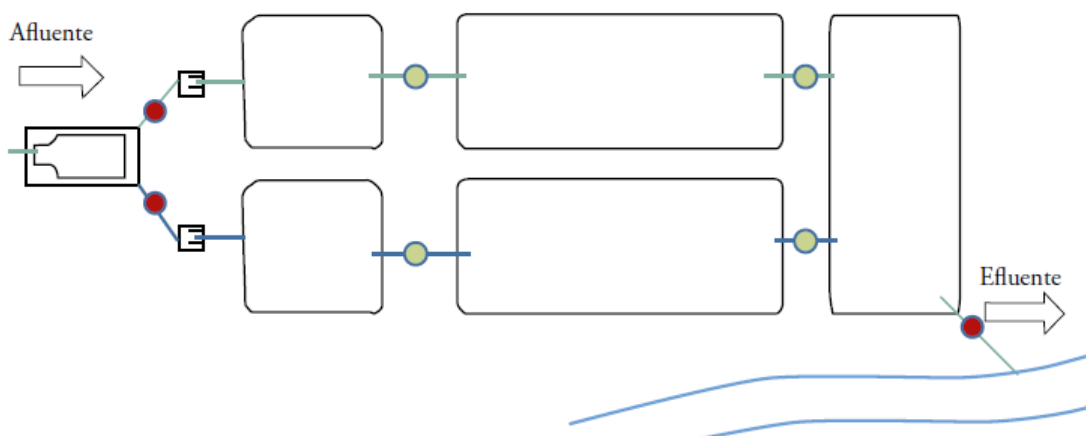
A veces también es necesario conocer la eficiencia de cada uno de los procesos del tratamiento, como por ejemplo en las lagunas, humedales o reactores. En este caso se aconseja tomar la muestra en la tubería o el canal de conexión entre dos dispositivos.

A modo de ejemplo, en los siguientes esquemas se identifican los puntos de muestreo idóneos. En rojo los puntos necesarios para caracterizar el funcionamiento general de la EDAR y en verde, los puntos para conocer el funcionamiento de las fases intermedias del tratamiento.

- EDAR de lagunas combinadas con otros dispositivos:



- EDAR de lagunas:





**ADAPTaRES**

Uso Eficiente da Água e sua Reutilização para a Adaptação às Mudanças Climáticas na Macaronésia



Para elegir el lugar de muestreo, se debe tener en cuenta los siguientes puntos:

- a) Elegir un lugar donde exista una buena mezcla del agua. Puede ser un lugar donde haya un corriente rápida o en una caída. De esta forma, se asegura que exista una buena mezcla que represente el agua de la EDAR. En el caso de que se quiera conocer el funcionamiento de una laguna o estanque, la muestra se debe tomar en el canal o tubería de conexión con el siguiente dispositivo, nunca directamente de laguna o estanque.
- b) El lugar elegido debe ser aquel donde no se toque el fondo o paredes con el recipiente de toma de muestra. Nunca se debe tocar una pared o el fondo de una tubería para evitar que los sedimentos entre al recipiente, ya que distorsionan los resultados finales.

## 2.2 MOMENTO

La importancia del estado del tiempo a la hora de la toma de las muestras muchas veces es subestimada. Se deben tener en cuenta distintos aspectos para encontrar el momento adecuado para el muestreo como el clima o la hora del día.

Las inclemencias del tiempo influyen negativamente a la hora de la toma de muestras, como por ejemplo, no se deben tomar muestras en días de lluvia, ya que la dilución influye en los resultados finales.

Una comunidad conectada a una EDAR tiene ciertas características que pueden causar una variación importante en el contenido del agua residual, y por lo tanto, influye en la calidad del efluente. Esas variaciones están causadas por la influencia de la actividad económica y por el ritmo de vida de los habitantes.

### Variaciones debidas al ritmo de vida

La población usuaria de un sistema de alcantarillado conectado a una EDAR tiene, en general, una jornada que empieza sobre las 6 de la mañana con el desayuno, al medio día el almuerzo, y por la noche se vuelve a casa para cenar y dormir. Este ritmo se refleja en la cantidad de agua utilizada, apreciándose caudales pico de consumo a ciertas horas del día.

En una comunidad pequeña sin industria, se puede ver como el caudal se incrementa a la hora en la que la población se levanta, cocina y come, mientras que por la noche apenas hay caudal, ya que la



mayoría de las personas duermen. En una ciudad pequeña, se pueden apreciar también los picos máximos del agua utilizada como en el caso de las pequeñas comunidades, aunque de forma menos marcada.

En una ciudad grande en la que existe industria y trabajos nocturnos, casi siempre se tiene el mismo caudal, con un pequeño pico al medio día, aunque no se puede percibir tan claramente como en los casos anteriores.

Por tanto, se debe tener en cuenta que por el ritmo de vida de la población y/o la industria conectada, existe un caudal máximo y mínimo que tienen una mayor influencia sobre las muestras y que pueden cambiar la composición. Esta es la causa por la que se toman muestras en distintos momentos, siendo la única manera de conocer las distintas composiciones del agua.

### 2.3 FRECUENCIA

Se recomienda alternar los días y el horario de los muestreos para que no se tome siempre la misma muestra.

Según el Decreto Regulamentar nº 4/2020, la frecuencia de toma de muestras para el análisis de los parámetros microbiológicos tenidos en cuenta son:

Parámetro	Frecuencia
<i>Escherichia coli</i>	Semanal
Huevos de nematodos	Mensual
<i>Legionella</i> spp.	Mensual (en el caso de aerosolización)

En esta guía se recomienda sin embargo, en base a la normativa española (RD 1620/2007), europea, la incidencia de enfermedades en Cabo Verde y el uso principal que se le va a dar al agua regenerada, las siguientes frecuencias de muestreo:

Parámetro	Frecuencia
<i>Escherichia coli</i>	2 veces por semana



Huevos de nematodos	Quincenal
<i>Legionella</i> spp.	Mensual (en el caso de aerosolización)

## 2.4 TÉCNICA

Existen diferentes técnicas de muestreo con sus ventajas y desventajas. Las más importantes en el campo de las aguas residuales son:

### 2.4.1. Muestra simple

Es la muestra tomada en un instante. Es rápida y muy fácil de realizar, ya que solamente se toma con un recipiente el agua de la tubería o de una caída. Tiene la desventaja que sólo indica la composición del agua en el instante en que fue tomada, y además los errores durante el muestreo no son relativos. Se utiliza la muestra simple si el agua no presenta alteraciones y cuando no hay tiempo para tomar una muestra compuesta.

### 2.4.2. Muestra compuesta

Es un término genérico que se le otorga a la mezcla de un número de muestras simples, tomada durante un cierto periodo de tiempo. Se las usa para conocer las condiciones promedio del agua, con el fin de controlar la eficiencia de una EDAR. En general, las muestras compuestas son aptas para indicar el promedio de las variaciones de la contaminación del agua.

Obtener muestras compuestas es más complicado que muestras simples, ya que se necesita más tiempo y equipo.

### 2.4.3. Muestra cualificada

Es un tipo de muestra compuesta que consiste en 5 muestras simples mezcladas y tomadas en, por lo menos, 8 minutos, por lo que cada muestra se toma en un intervalo de por lo menos 2 minutos. Para tomar este tipo de muestra se necesita más tiempo, paciencia y equipos como un muestreador, un balde limpio y una jarra de medición.



**ADAPTaRES**

Uso Eficiente da Água e sua Reutilização para a Adaptação às Mudanças Climáticas na Macaronésia



**MAC 2014-2020**  
Cooperação Territorial

**Interreg**   
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional

Este método presenta un promedio de la contaminación del agua en un periodo de tiempo razonable. Otra ventaja es que un error cometido durante el muestreo de una muestra simple es relativo por el volumen grande y la mezcla con las otras muestras simples.

#### 2.4.4. Muestra para un análisis microbiológico

Para la toma de una muestra microbiológica se necesita en primer lugar un recipiente estéril. Para este tipo de análisis, SIEMPRE se debe usar una muestra simple. Es importante no usar un muestreador ni otro recipiente, sino tomar la muestra directamente con el recipiente estéril.

Se aconseja tomar rápidamente la muestra para evitar una contaminación siguiendo los siguientes pasos:

1. Abrir el recipiente lo más cerca posible del flujo de agua.
2. Rellenar con agua dejando un pequeño espacio si llenar de aire para que los microorganismos no mueran y poder homogeneizar antes del análisis.
3. Cerrarlo inmediatamente después de tomar la muestra para evitar la contaminación de la muestra.

#### 2.5 OTROS ASPECTOS A TENER EN CUENTA

1. El recipiente con el que se toma la muestra se llama muestreador y siempre tiene que estar limpio y sin restos de agua de la muestra anterior.
2. Empezar siempre a tomar las muestras de agua menos contaminada (concentración más baja), y continuar con la segunda muestra de concentración más baja hasta llegar a la de concentración más alta. Ejemplo: Si se van a tomar 3 muestras de una EDAR, la primera sería la del efluente o salida, la segunda en el medio del sistema de tratamiento y la última se tomaría después del pretratamiento (eliminación de gruesos). Es de suma importancia realizar la toma de muestras de esta manera para evitar errores por contaminación del equipo toma muestras.
3. Tomar las muestras en a mitad del flujo de agua. Nunca tocar el fondo o las paredes para evitar que los sedimentos entren en la muestra y puedan provocar resultados erróneos. Por el contrario, el flujo superior contiene menos partículas que también lleva fallos en el resultado.
4. Tomar la muestra en contracorriente.
5. Si hay presencia de algas o grasas flotantes, intentar no tomarlas junto con el agua que se toma para la muestra.

7





**ADAPTaRES**

Uso Eficiente da Água e sua Reutilização para a Adaptação às Mudanças Climáticas na Macaronésia



6. Para que las muestras de diferentes días sean comparables, tomarlas en el mismo lugar de la misma manera.
7. Si fuera necesario entrar en la tubería para tomar la muestra, ésta debe tomarse por delante de donde este el operario para evitar que la muestra se contamine con el impacto del cuerpo.

## 2.6 TOMA DE LAS MUESTRAS PASO A PASO

1. Preparar todo el material necesario:
  - a. Guantes desechables y desinfectante para la protección del operario.
  - b. El muestreador con un recipiente limpio.
  - c. Un cubo limpio si se va a tomar una muestra cualificada.
  - d. La hoja para la toma de datos del muestreo (hoja de muestreo).
2. Etiquetar los frascos donde se van a tomar las muestras y rellenar la hoja de muestreo.
3. Si se requiere tomar una muestra del afluente y del efluente, empezar con el efluente. Este punto es muy importante para que no se contaminen las muestras de contaminación baja.
4. Elegir un lugar adecuado. En el caso de que no se pueda acceder al lugar de muestreo idóneo, se puede utilizar una pértiga telescópica con un recipiente toma muestra en su extremo.
5. Si la tubería está tapada, se debe abrir.
6. Enjuagar el recipiente muestreador y el cubo con el agua que se va a utilizar para la muestra, así se eliminan restos de la muestra anterior en el recipiente.
7. Tomar la muestra con la técnica adecuada.
8. Nunca llenar el frasco o recipiente completamente, especialmente si es una muestra para análisis microbiológico, para permitir la homogeneización de la muestra.
9. Cerrar el frasco lo más pronto posible y colarlo en una nevera portátil para conservar la muestra refrigerada hasta su llegada al laboratorio.
10. Recoger los guantes y cualquier otro residuo del lugar de muestreo. Es necesario llevar siempre una bolsa para introducir cualquier desecho producido durante el muestreo.
11. Es muy importante que durante todo el transporte, las muestras no se caliente y no reciban directamente la luz del sol. La radiación y el calor pueden influir en los resultados.



**ADAPTaRES**

Uso Eficiente da Água e sua Reutilização para a Adaptação às Mudanças Climáticas na Macaronésia



## 2.7 MATERIALES DE LOS FRASCOS/RECIPIENTES PARA LA TOMA DE MUESTRAS

Los frascos deben tener un volumen de al menos 500 ml a 1 litro y de un material que va a depender del parámetro a analizar. En el caso de que el parámetro a analizar sea aquellos que generalmente se usan para verificar el funcionamiento de la EDAR (DBO5, DQO, NH<sub>4</sub>-N y Sólidos en Suspensión), se debe tomar la muestra en frascos de vidrio o plástico muy limpios.

Para el análisis de parámetros microbiológicos como *E. coli* o coliformes fecales, se requiere un frasco estéril que debe ser de vidrio neutro o plástico. En el caso de que se sospeche de la presencia de trazas de agentes desinfectantes se deberían neutralizar en el momento del muestreo, para lo cual a los envases estériles se les añade al menos 20 mg de tiosulfato sódico por litro de agua. Para garantizar la esterilidad, a los envases se les añade el neutralizante antes de esterilizarlos por autoclave.

En el caso de la determinación de parámetros toxicológicos, como plaguicidas organoclorados, se necesita un frasco de vidrio de color ámbar limpio para evitar la entrada de luz y, por lo tanto, reacciones químicas.

## 3. TRANSPORTE DE LAS MUESTRAS

Se debe transportar las muestras con cuidado, prestando atención a que no se caigan o derramen, en una nevera portátil y lo antes posible. Las condiciones perfectas para transportar las muestras son oscuridad y una temperatura entre 4-8°C, pero nunca deben congelarse. En estas condiciones las muestras son estables hasta 24 horas.

Es preferible utilizar acumuladores de frío durante el transporte, ya que si se utiliza hielo, al derretirse puede provocar el borrado de las etiquetas o la contaminación de las propias muestras.

## 4. SEGURIDAD LABORAL

El agua residual y el lodo de una EDAR contienen gran cantidad de microorganismos patógenos (bacterias, virus, protozoos parásitos y huevos de helmintos). Cuando se trabaja en una EDAR, es imposible evitar el contacto con el agua residual o el lodo, por lo que los operarios de estas instalaciones siempre tienen riesgo de infectarse con alguno de los patógenos presentes en las aguas residuales.

Para evitar que el personal de una EDAR, o los operarios encargados de la toma de muestras, se contamine con microorganismos patógenos se recomienda cumplir las siguientes normas higiénicas:



**ADAPTaRES**

Uso Eficiente da Água e sua Reutilização para a Adaptação às Mudanças Climáticas na Macaronésia



1. Los operarios deben llevar ropa apropiada durante el trabajo que consiste en zapatos de seguridad, guantes de trabajo, pantalones, camisa de manga larga y es recomendable llevar un sombrero o similar. El operario debe quitarse esta ropa cuando termine su jornada laboral, nunca se llevará a casa para evitar trasladar gérmenes a la familia o a otras personas no relacionadas con la EDAR. Lo ideal sería que exista un vestidor donde el operario pueda ducharse y cambiarse de ropa, tanto antes como después del trabajo.
2. Llevar siempre guantes desechables durante:
  - a) Tareas de limpiezas de las distintas etapas de la EDAR.
  - b) Toma de muestras.
  - c) Contacto directo con el agua residual o lodo.
  - d) Uso de equipos sucios.
3. Desinfectar las manos después de los trabajos con el agua residual, lodo u otros residuos.
4. Lavar las manos regularmente con agua, jabón y cepillo, sobre todo antes de comer y antes de ir a casa.
5. Cualquier herida debe ser lavada con agua y jabón, desinfectada y protegida con un vendaje resistente al agua.
6. Se aconseja las vacunas de tétanos (imprescindible) y también de hepatitis B para personal que trabaja con agua residual.
7. Debe existir en las instalaciones de la EDAR un botiquín de primeros auxilios en perfectas condiciones.

#### 4.1 PRODUCCIÓN DE UN DESINFECTANTE

Existen diferentes tipos de desinfectante que se pueden utilizar en una EDAR para la desinfección del personal, o durante la toma de muestras. El más económico y efectivo es el alcohol de 70%.

El alcohol que se puede adquirir en farmacias es de 96% y usarlo directamente no tiene sentido, ya que la mejor desinfección se alcanza con 70%, por lo que hay que diluirlo.

Un desinfectante con un 70% de alcohol es bactericida, fungicida y también ayuda a eliminar la mayoría de los virus. Además, no provoca alergias. Un punto a tener en cuenta es que este desinfectante puede ayudar a ahorrar, ya que se puede comprar el alcohol de 96% en todas las farmacias y en los supermercados en volúmenes de 900 ml por un precio bajo.

Para hacer 1 litro de desinfectante de 70% se necesita 730 ml de alcohol de 96% mezclado con 270 ml de agua. Llenar la mezcla en botellas y puede usarse para desinfectar. También se puede hacer mezclas de volúmenes menores (tabla 1).



Tabla 1: Mezcla de alcohol de 96% y agua para obtener un desinfectante de 70%

Mezcla de..	Agua	Alcohol 96%
1 litro	270 ml	730 ml
750 ml	200 ml	550 ml
500 ml	135 ml	365 ml

Pasos:

- i. Medir el alcohol con una jarra de medida.
- ii. Verter el alcohol a una botella vacía y limpia.
- iii. Con una jarra medir el volumen requerido de agua potable.
- iv. Verter en la botella con el alcohol.
- v. Se aconseja etiquetar la botella para evitar equivocaciones. Se recomienda usar la señal de inflamable o escribir directamente en la botella Alcohol 70%.

## 4.2 USO CORRECTO DEL DESINFECTANTE

Para una desinfección correcta de las manos, es necesario que éstas estén secas y limpias (libres de suciedad), para lo cual, previamente se deben haber lavado con agua y jabón. Verter en una mano una cantidad de desinfectante adecuada y frotar con ambas. También es importante lavar los antebrazos y entre los dedos.

El desinfectante necesita de 3 a 4 minutos para hacer efecto. Después se puede lavar las manos con agua potable.