



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Politécnica Superior de Gandia

IMPACTO DE LA APLICACIÓN DEL REAL DECRETO
3/2023, DE CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO
HUMANO, EN EL LABORATORIO DE UNA E.T.A.P.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ciencias Ambientales

AUTOR/A: Aliaga Tejero, Carolina

Tutor/a: González Romero, Juan Andrés

Cotutor/a: Mengual Cuquerella, Jesús

Cotutor/a externo: Soler Serena, Patricia

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024

RESUMEN

El RD 3/2023 establece los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, control y suministro. Fue publicado el 10 de enero de 2023, derogando, por tanto, el antiguo RD 140/1003. Este estudio tiene como objeto recopilar las modificaciones referentes al capítulo II del 3/2023 en el cual se tratan las características del agua de consumo y control que han tenido relevancia en el laboratorio de la ETAP La Presa. Además de analizar su impacto y adaptación desde un enfoque práctico.

Por tanto, para llevar a cabo este análisis del RD 3/2023 se ha centrado en aquellos cambios que han influido en el análisis de los parámetros, relacionando con lo trabajado en el laboratorio de la ETAP La Presa donde se han realizado las prácticas, de este modo se ha conseguido realizar una comparación entre los cambios realizados en el marco legislativo y lo que supone a nivel analítico, obteniendo una revisión general de los diferentes parámetros que se analizan en el laboratorio. No obstante, también se han tenido en cuenta modificaciones como la introducción de nuevos tipos de análisis y el cálculo de la frecuencia de muestreo, teniendo un efecto directo a la hora de analizar un tipo de parámetro u otro y la frecuencia en la que se analizan. A lo largo del trabajo se han abordado las adaptaciones de nuevos parámetros que han sido introducidos, Colifagos Somáticos y Ácidos Haloacéticos y de parámetros que han sufrido modificaciones en sus valores paramétricos, Turbidez y Magnesio, en el laboratorio La Presa. Las adaptaciones constan de los métodos que se realizan para su análisis y que cambios se deben realizar en los métodos para su validación.

Palabras clave

Agua de consumo, ETAP La Presa, Análisis de laboratorio, Valores paramétricos, adaptación, RD 3/2023.

ABSTRACT

RD 3/2023 establishes the technical-sanitary criteria for the quality of water for consumption, control, and supply. It was published on January 10, 2023, therefore repealing the old RD 140/1003. The purpose of this study is to compile the modifications referring to Chapter II of 3/2023, which addresses the characteristics of consumption and control water that have been relevant in the La Presa ETAP laboratory. In addition to analyzing its impact and adaptation from a practical approach.

Therefore, to carry out this analysis of RD 3/2023, the focus has been on those changes that have influenced the analysis of the parameters, relating them to the work carried out in the La Presa ETAP laboratory where the practices have been carried out. In this way, a comparison has been made between the changes made in the legislative framework and what it means at an analytical level, obtaining a general review of the different parameters that are analyzed in the laboratory. However, modifications such as the introduction of new types of analysis and the calculation of the sampling frequency have also been considered, having a direct effect when analyzing one type of parameter or another and the frequency at which they are analyzed. Throughout the work, the adaptations of new parameters that have been introduced, Somatic Coliphages and Haloacetic Acids and parameters that have undergone modifications in their parametric values, Turbidity and Magnesium, in the La Presa laboratory have been addressed. Adaptations consist of the methods used for analysis and the changes that must be made to the methods for validation.

Keywords

Drinking water, La Presa ETAP, Laboratory analysis, Parametric values, adaptation, RD 3/2023.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. EL AGUA DE CONSUMO.	1
1.2. ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE.	1
1.3. MARCO LEGISLATIVO.....	1
1.4. DESCRIPCIÓN DE LA ETAP LA PRESA.	2
1.4.1. <i>Selección de la ETAP La Presa.</i>	2
1.4.2. <i>Localización y características.</i>	2
1.4.3. <i>Etapas de tratamiento en la ETAP La Presa.</i>	3
1.4.4. <i>Muestras analizadas en la ETAP La Presa.</i>	4
1.5. ACREDITACIÓN ENAC.....	4
2. OBJETIVOS.	6
3. REVISIÓN DE LOS PRINCIPALES CAMBIOS DEL REAL DECRETO 3/2023.	7
3.1. OBJETO DEL RD 3/2023.	7
3.2. ESTABLECIMIENTO DE LOS TIPOS DE ZONAS DE ABASTECIMIENTO.	7
3.3. INTRODUCCIÓN DE NUEVOS PARÁMETROS Y VALORES PARAMÉTRICOS.....	8
3.4. INTEGRACIÓN DE LA LISTA DE OBSERVACION.	8
3.5. NUEVAS CATEGORÍAS DE ANÁLISIS.....	9
4. DETERMINACIÓN DE LOS ANÁLISIS REQUERIDOS EN LA ETAP LA PRESA.	10
4.1. MEDIDAS DE CONTROL INTRODUCIDAS EN EL RD 3/2023.....	10
4.2. TIPOS DE ANÁLISIS.	10
4.2.1. <i>Control de rutina.</i>	10
4.2.2. <i>Análisis de control.</i>	10
4.2.3. <i>Análisis completo.</i>	11
4.2.4. <i>Control de radiactividad.</i>	11
4.2.5. <i>Control operacional.</i>	11
4.2.6. <i>Caracterización del agua.</i>	11
4.2.7. <i>Control en grifo.</i>	11
4.2.8. <i>Control en buque.</i>	12
4.3. RESUMEN DE LOS ANÁLISIS DE CONTROL REQUERIDOS EN LA ETAP LA PRESA. 12	
5. CALCULO DE LA FRECUENCIA DE MUESTREO EN LA ETAP LA PRESA.....	13
5.1. FRECUENCIA MÍNIMA DE MUESTREO POR ZONA DE ABASTECIMIENTO.	13
5.1.1. <i>Cálculo de la frecuencia mínima de análisis completo en La Presa.</i>	14
5.2. FRECUENCIA MÍNIMA DE MUESTREO POR INFRAESTRUCTURA.	14
5.2.1. <i>Cálculo de la frecuencia de muestreo por infraestructura en La Presa.</i>	14
5.3. FRECUENCIA MÍNIMA DE MUESTREO EN FUNCIÓN DEL TIPO DE CONTROL.	17
5.3.1. <i>Control operacional.</i>	17
5.3.2. <i>Control en grifo por zona de abastecimiento.</i>	17
5.3.3. <i>Control en grifo para los edificios prioritarios.</i>	18
5.4. RESUMEN DEL CÁLCULO DE LA FRECUENCIA DE MUESTREO.....	18
6. ACTUALIZACIÓN DE PARÁMETROS Y VALORES PARAMÉTRICOS EN LA ETAP LA PRESA.	20
6.1. PARÁMETROS QUÍMICOS.	20
6.1.1. <i>Modificación de valores paramétricos.</i>	22
6.1.2. <i>Introducción de nuevos parámetros químicos en el RD 3/2023.</i>	23
6.2. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS.	25

6.2.1.	<i>Medio de cultivo Agar Chromocult.</i>	26
6.2.2.	<i>Número más probable (NMP).</i>	26
6.2.3.	<i>Medio de cultivo Agar Slanetz-Bartley.</i>	27
6.2.4.	<i>Medio de cultivo Agar Triptosa-sulfito-cicloserina (TSC).</i>	28
6.2.5.	<i>Legionella spp.</i>	28
6.3.	PARÁMETROS INDICADORES DE CALIDAD.	29
6.3.1.	<i>Aerobios a 22 °C.</i>	30
6.3.2.	<i>Aluminio.</i>	31
6.3.3.	<i>Cloro libre residual.</i>	31
6.3.4.	<i>Detección de materia orgánica.</i>	31
6.3.5.	<i>Cloruros.</i>	32
6.4.	CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS.	32
6.5.	CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS.	32
6.6.	SUSTANCIAS RADIATIVAS.	33
7.	ADAPTACIÓN METODOLÓGICA DE DETERMINACIONES ANALÍTICAS EN EL LABORATORIO LA PRESA.	34
7.1.	PARÁMETROS CON CAMBIO EN EL VALOR PARAMÉTRICO.	34
7.1.1.	<i>Turbidez.</i>	34
7.1.2.	<i>Magnesio.</i>	36
7.1.3.	<i>Acreditación del método.</i>	40
7.2.	INTRODUCCIÓN DE NUEVOS PARÁMETROS.	41
7.2.1.	<i>Ácidos Haloacéticos.</i>	41
7.2.2.	<i>Colifagos somáticos.</i>	43
7.2.3.	<i>Validación de los nuevos métodos.</i>	45
7.3.	TRANSPARENCIA Y ACCESO A LA INFORMACIÓN.	46
8.	CONCLUSIONES.	47
9.	BIBLIOGRAFÍA	48
	ANEXO I. RELACIÓN DEL TRABAJO CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA AGENDA 2030	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de las zonas de abastecimientos en zonas en función del volumen de agua tratada.	8
Tabla 2. Parámetros analizados en cada uno de los controles.....	12
Tabla 3. Consideraciones para el cálculo de la frecuencia mínima, en función a la zona de abastecimiento en la que se encuentre la ETAP.	13
Tabla 4. Cálculo de la frecuencia mínima según los criterios del RD 3/2023 para el análisis completo, en función de la zona de abastecimiento.	14
Tabla 5. Cálculo de la frecuencia mínima según los criterios del RD 3/2023 para el análisis de control, en función de la zona de abastecimiento.	14
Tabla 6. Criterios para la frecuencia anual de análisis completo por infraestructura	15
Tabla 7. Criterios para la frecuencia anual de análisis de control por infraestructura	15
Tabla 8. Consideraciones de frecuencia de análisis completo por infraestructura en la ETAP, La Presa, según los criterios de RD 3/2023.....	16
Tabla 9. Consideraciones de frecuencia de análisis completo por infraestructura en la ETAP, La Presa, según los criterios de RD 3/2023.....	16
Tabla 10. Frecuencia de muestreo anual para el control operacional en función del volumen de agua tratada.	17
Tabla 11. Frecuencia de muestreo de la turbidez dentro de los controles operacionales según el volumen de agua tratada o distribuida en el día.	17
Tabla 12. Frecuencia de muestreo para el control en grifo por zona de abastecimiento, en función de los habitantes suministrados.	18
Tabla 13. Número mínimo de muestreo al año para el control en grifo en los edificios prioritarios en función de los puntos de acceso al agua.	18
Tabla 14. Resumen de las frecuencias de muestreo realizadas en la ETAP La Presa.	19
Tabla 15. Parámetros químicos y sus valores paramétricos (RD 3/2023).	21
Tabla 16. Parámetros individualizados, teniéndose en cuenta como un único parámetro sumatorio.	21
Tabla 17. Modificación de los valores paramétricos en ciertos parámetros.	22
Tabla 18. Introducción de los nuevos parámetros y sus valores paramétricos.	23

Tabla 19. Los 4 primeros PFAs incluidos en laboratorio y sus valores paramétricos.....	24
Tabla 20. Valores paramétricos de los parámetros microbiológicos y las normas empleadas para su detección.....	25
Tabla 21. Valores Paramétricos de los parámetros indicadores de calidad (RD 3/2023).....	30
Tabla 22. Rango de valores del cloro para la determinación del sabor y olor.	32
Tabla 23. Valores paramétricos de las sustancias radiactivas (RD, 3/2023).	33
Tabla 24. Valores paramétricos para cada una de las infraestructuras.	35
Tabla 25. Límite de cuantificación para cada una de las infraestructuras, la cual se deben detectar cada uno de los valores paramétricos.....	35

1. INTRODUCCIÓN.

Antes de comenzar a describir las diferentes modificaciones por las que ha pasado el RD 3/2023, se hará una breve introducción sobre la zona de trabajo en la que se centrará este estudio.

1.1. EL AGUA DE CONSUMO.

Según el RD 3/2023 se considera agua de consumo, el agua para uso humano ya sea en su estado original o después del tratamiento, utilizadas para beber, cocinar, preparar alimentos, higiene personal u otros fines domésticos, tanto en locales públicos como privados y se suministra desde redes de distribución desde cisternas o en depósitos móviles y que le agua sea salubre y limpia.

Estas son algunas de las características que el agua se considere de calidad y por lo tanto apta para el consumo humano. Para que el agua sea salubre y limpia debe estar libre de microorganismos, parásitos o sustancias en cantidades o concentraciones que puedan suponer un riesgo para la salud.

1.2. ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE.

La calidad del agua se consigue mediante el tratamiento del agua en las estaciones de tratamiento del agua potable (ETAP). Una ETAP son un conjunto de procesos unitarios de tratamiento de potabilización, los cuales transforman el agua bruta procedente de ríos, embalses, pozos en un agua potable, apta para el consumo humano.

Todas las ETAPS están obligadas a que el agua obtenida tras el tratamiento de potabilización debe cumplir con los criterios sanitarios de calidad del agua de consumo humano establecido en el RD 3/2023.

1.3. MARCO LEGISLATIVO.

El nuevo Real Decreto 3/2023 de aguas de consumo, de 10 de enero, sustituye al Real Decreto 140/2003 por el que se establecieron los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, una legislación que ha servido en España en control de la calidad del agua potable durante los últimos 20 años. El RD 140/2003 no fue la primera legislación destinada a las aguas de consumo, ya que antes transpuso la Directiva 98/83/CE relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano

No obstante, a lo largo de los últimos 20 años se han ido realizando modificaciones de la propia legislación, como forma complementaria de la misma.

- En 2005 se publicó la Orden 1591/2005 sobre el sistema de Información Nacional de agua de consumo (SINAC, s.f.), ya que está se menciona previamente en el RD 140/2003, describiendo así sus características generales y las particularidades de la aplicación informática con el fin de conocer y prevenir los posibles riesgos para la salud de la población.
- Posteriormente en 2015 se publicó la Directiva (UE), que esta a su vez volvió a ser actualizada en 2018, mediante la publicación del RD 902/2018 en la que se modificaron los anexos II y III de la Directiva 98/83/CE, relativa a la calidad de

las aguas destinadas al consumo humano, como forma de actualización sobre los métodos debido a los avances técnicos y científicos.

- El RD 314/2016 modifica el RD 140/2003, incorporando así nuevos criterios para la protección de la salud en relación con los peligros derivados por las sustancias radiactivas para las aguas de consumo, además de los requisitos de control de estas.
- En 2020 se publicó la Directiva 2020/2184 relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano, con el objetivo de establecer a escala de la Unión los requisitos que deben cumplir las aguas destinadas al consumo humano. La Directiva 2020/2184 es la versión refundida, unificando así todas las modificaciones que se han hecho en la Directiva 98/83/CE, derogando así la Directiva del 98.

Por lo tanto, tras todas estas modificaciones que se han ido realizando, el RD 3/2023 unifica todos los cambios que se han hecho y derogando, por lo tanto, sus versiones antiguas

1.4. DESCRIPCIÓN DE LA ETAP LA PRESA.

A lo largo de los siguientes subapartados se hará una breve explicación sobre la ETAP en la que nos vamos a centrar durante el trabajo, de sus características y de las diferentes etapas que se llevan cabo en ella.

1.4.1. Selección de la ETAP La Presa.

La ETAP La Presa (Manises) es la estación de tratamiento de aguas potables en la cual se han realizado las prácticas de empresa, y es en la ETAP en la que nos vamos a centrar durante el estudio. De forma que se podrá ver de un modo más concreto los tipos de fases que se llevan a cabo en una ETAP, la forma de trabajar en ella y la manera en la que se implanta el RD 3/2023.

1.4.2. Localización y características.

La ETAP La Presa se sitúa en Manises, más concretamente en el parque natural del Turia con una extensión de 12,5 hectáreas. Dispone de 3 fuentes de captación; el Rio Turia, Canal del Júcar-Turia y de pozos propios.

Tiene una capacidad de tratamiento de 3,4 m³/s lo que permite abastecer a un promedio de 800.000 habitantes. Sin embargo, la propia empresa EMIVASA, consta de otra ETAP El Realón, el cual su principal fuente de captación es el Canal Júcar-Turia. Entre las dos ETAPS se llega a producir 6,4 m³/s y una producción que permite abastecer tanto a la ciudad de Valencia como a 51 municipios diferentes.

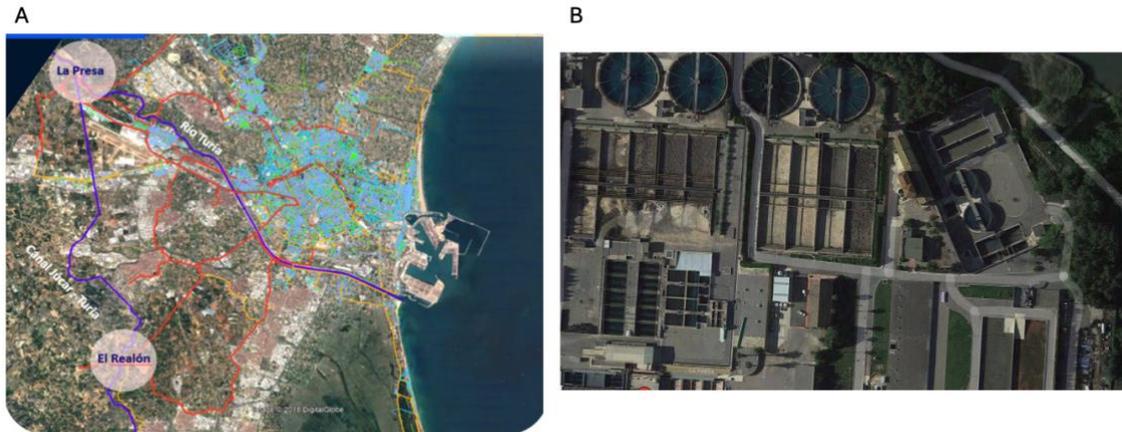


Figura 1. Líneas de abastecimiento de la ETAP La Presa y el Realón (A). Estación de tratamiento de agua potable La Presa. (B) (EMIVASA, s.f.)

1.4.3. Etapas de tratamiento en la ETAP La Presa.

A continuación, se explicarán cada una de las etapas que se llevan a cabo en la ETAP La Presa para el tratamiento del agua.

- **Captación.**

El agua que se capta proviene principalmente del Río Turia y del Canal Júcar-Turia. Tras la captación el agua pasa por rejillas con el fin de filtrar las macropartículas, partículas de gran tamaño, que pueda haber presentes en el agua y se realiza una pre-oxidación para eliminar la mayor posible materia orgánica.

- **Coagulación-Floculación.**

En la primera fase, se realiza la coagulación y floculación, el objetivo de estas dos fases que van seguidas es que durante la decantación se consiga una eliminación completa de la presencia de partículas. Mediante la coagulación las micropartículas se unen formando partículas de mayor tamaño facilitando su decantación.

- **Decantación.**

La decantación consiste en la eliminación de las partículas de mayor tamaño generadas durante la coagulación-floculación por sedimentación, extrayéndolas posteriormente en forma de fango de purga.

- **Filtración.**

Durante la filtración, en La Presa se utiliza el método de carbón activo granular, que hace doble efecto. Por una parte, hace de barrera filtrante y además favorece la adsorción de las sustancias orgánicas, mejorando así el sabor del agua.

- **Desinfección.**

Finalizando con el tratamiento el agua pasa por dos fases de desinfección. En la primera se desinfecta mediante radiación ultravioleta y la segunda es la desinfección residual que se hace por normativa española. La desinfección residual consta de la inyección de cloro

con el objetivo de que quede cloro residual durante toda la red de distribución, de manera que la desinfección pueda mantenerse hasta el final de la red de abastecimiento.

- **Vertido cero.**

La ETAP La Presa presenta vertido cero, debido a que cuenta con una línea de tratamiento de fangos, permitiendo así no generar ningún vertido de rechazo. Todo el fango generado en el proceso de decantación y lavado de filtros se dirige a una línea de tratamiento para concentrar y deshidratar el fango y poder recuperar el agua.

El agua recuperada es redirigida al principio de las etapas de tratamiento, es decir, a la zona de captación.

1.4.4. Muestras analizadas en la ETAP La Presa.

La misma ETAP La Presa cuenta con un laboratorio propio, en el cual se realizan analíticas para llevar un control interno de las diferentes fases que se llevan a cabo en La Presa. Se toman muestras de los diferentes puntos de muestreo que sean representativos de las fases, pudiendo llevar un seguimiento, y por lo tanto prevenir ante cualquier fallo durante el tratamiento del agua. Además, se toma muestra del agua que sale tras el tratamiento, es decir, se toma muestra del grifo de un consumidor, como referente para controlar que realmente el agua que se abastece cumple con los requisitos de calidad.

Por lo tanto, las muestras analizadas dentro de laboratorio son la entrada, que puede ser del Río Turia o del Canal Júcar-Turia, la decantada y filtrada, la salida y de la recuperación de la línea de fangos.

1.5. ACREDITACIÓN ENAC.

Durante este estudio es importante tener en cuenta, que los laboratorios de La Presa están acreditados por ENAC (Entidad Nacional de Acreditación en España).

La acreditación, es la herramienta establecida a escala internacional para generar confianza sobre la correcta ejecución de un determinado tipo de actividades denominadas Actividades de Evaluación de la Conformidad y que influye ensayo, calibración, certificación o verificación entre otras.

Para un laboratorio como es el caso de La Presa, la acreditación supone el reconocimiento formal y público de su competencia técnica. Para acreditar a un laboratorio es necesaria la realización de evaluaciones que declaren que el laboratorio es competente para la realización de los ensayos a los que se haya sometido bajo evaluación. (ENAC)

Una acreditación por ENAC implica una constante implantación y mantenimiento de los sistemas de mejora en el laboratorio.

La ETAP La Presa decidió acreditarse para generar confianza en los consumidores asegurándoles que el agua que consumen cumple con los requisitos de calidad fomentando un mayor consumo del agua del grifo.

Con la implantación del nuevo RD 3/2023, obliga la acreditación de las ETAPs llevando un seguimiento y un control de las competencias de cada una de las ETAPs. El RD 3/2023 pone fechas límites para el cumplimiento de las acreditaciones ya que esto lleva un largo procedimiento, por lo tanto, hay diferentes fechas de cumplimiento que varían en función de las dimensiones de la ETAP y de la población a la que abastecen.

2. OBJETIVOS.

En primer lugar, cabe señalar que se ha tenido la oportunidad de trabajar en el propio laboratorio La Presa como parte de las prácticas académicas. Ello ha permitido conocer de manera más cercana la forma de proceder a nivel de laboratorio, así como la gestión que se ha llegado a hacer en ciertos parámetros analíticos como consecuencia de la implantación del nuevo marco normativo. Por lo tanto, el objetivo principal de este trabajo pretende analizar y determinar los principales cambios conllevados por el RD 3/2023, así como establecer su impacto y relevancia en el laboratorio de un ETAP. En este sentido, se pretende establecer un enfoque aplicado de los cambios derivados por la aplicación del RD 3/2023.

No obstante, si bien los cambios que introduce la nueva normativa abarcan diferentes ámbitos temáticos, en este trabajo se pretende establecer las principales modificaciones que se han realizado en el laboratorio La Presa, Manises, como resultado del nuevo RD 3/2023, desde un enfoque más relacionado con el ámbito analítico de los parámetros del agua. En concreto, se pretende revisar los cambios referentes al capítulo 2 del RD 3/2023, el cual trata de las características del agua de consumo y su control. En este sentido, principalmente, el trabajo relacionará con la actividad práctica realizada en el laboratorio durante el período de prácticas. Para ello, este análisis se ha centrado en la introducción de nuevos parámetros, Colifagos Somáticos y Ácidos Haloacéticos (HAH), así como en otros parámetros que han sufrido un cambio en su valor paramétrico, como es el caso de la Turbidez y el Magnesio.

Además, para poder alcanzar el objetivo general, se han propuesto los siguientes objetivos secundarios:

- ⇒ Revisar los principales cambios en el RD 3/2023 con respecto al antiguo RD 140/2003.
- ⇒ Determinar los nuevos tipos de análisis y los requeridos de análisis en el laboratorio La Presa.
- ⇒ Calcular las frecuencias de muestreo en la ETAP La Presa en función de las zonas de abastecimiento, infraestructuras y de los diferentes tipos de análisis.
- ⇒ Actualizar los parámetros y valores paramétricos determinados en el laboratorio La Presa como consecuencia del RD 3/2023.
- ⇒ Analizar la adaptación de los métodos de determinación de aquellos parámetros que ha conllevado una mayor dificultad de adaptación en el laboratorio La Presa.
- ⇒ Analizar la importancia de la transparencia y el acceso a la información sobre la calidad del agua.

3. REVISIÓN DE LOS PRINCIPALES CAMBIOS DEL REAL DECRETO 3/2023.

Durante este capítulo, se hará una introducción general de los cambios que se han realizado en el RD 3/2023 con respecto al antiguo RD 140/2003, y de cómo han influido dentro de un laboratorio.

3.1. OBJETO DEL RD 3/2023.

El Real Decreto 3/2023, de 10 de enero, tiene como objetivo establecer los criterios técnicos y sanitarios de las aguas de consumo, de suministro y de distribución, desde las masas de agua hasta el grifo del consumidor, así como el control de su calidad, garantizando y mejorando su acceso, disponibilidad, salubridad y limpieza, con la finalidad de proteger la salud de las personas de los efectos adversos derivados de cualquier tipo de contaminación (RD 3/2023).

3.2. ESTABLECIMIENTO DE LOS TIPOS DE ZONAS DE ABASTECIMIENTO.

El RD 3/2023 define las zonas de abastecimiento como el área geográficamente definida y censada por la autoridad sanitaria, no superior al ámbito provincial, en la que el agua de consumo provenga de una o varias captaciones y cuya calidad de las aguas distribuidas pueda considerarse homogénea en la mayor parte del año. (RD 3/2023)

Una zona de abastecimiento incluye el conjunto de instalaciones desde la toma de captación, conducción, tratamiento de potabilización, almacenamiento, transporte y distribución del agua de consumo hasta las acometidas o punto de entrega a los usuarios.

Una de las novedades del RD 3/2023, fue la clasificación de las zonas de abastecimiento en función del volumen de agua suministrada por día, dividiéndose así en 7 tipos de zonas diferentes. Esta clasificación influyó durante el cálculo de las frecuencias de muestreo, ya que, dependiendo del tipo de zona a la que pertenecía cada ETAP su frecuencia de muestreo varió.

En la Tabla 1 se muestra los diferentes tipos de zonas que se dividen en función del volumen de agua abastecida. La zona tipo 0 se diferencia del tipo 1 porque en esta zona no presenta actividad pública o comercial, siendo controlada por la autoridad sanitaria para el cumplimiento de los requisitos.

Tabla 1. Clasificación de las zonas de abastecimientos en zonas en función del volumen de agua tratada.

Tipos de zonas	Volumen de agua suministrada (m³)
Zona tipo 0	Suministrado ≤ 10 m ³ /día agua de consumo
Zona tipo 1	Suministrado ≤ 10 m ³ /día agua de consumo
Zona tipo 2	Se suministra > 10 m ³ /día y < 100 m ³ /día
Zona tipo 3	Se suministra > 100 m ³ /día y < 1.000 m ³ /día
Zona tipo 4	Se suministra > 1.000 m ³ /día y < 10.000 m ³ /día
Zona tipo 5	Se suministra > 10.000 m ³ /día y < 100.000 m ³ /día
Zona tipo 6	Se suministra más de 100.000 m ³ /día

3.3. INTRODUCCIÓN DE NUEVOS PARÁMETROS Y VALORES PARAMÉTRICOS.

Con la implantación del nuevo RD 3/2023 se han visto la incorporación de nuevos parámetros como los Ácidos Haloacéticos, los Colifagos Somáticos, la Legionella spp, el Bisfenol A, los PFAs y por otro lado la modificación de ciertos valores paramétricos como el de la Turbidez, Magnesio, Boro, Antimonio.

La modificación de valores paramétricos u introducción de nuevos parámetros han llegado a tener cambios significativos a nivel analítico, lo que ha supuesto la adaptación y/o modificación de ciertos métodos analíticos.

3.4. INTEGRACIÓN DE LA LISTA DE OBSERVACION.

En la Directiva 2008/105/CE se define por primera vez la lista de sustancias prioritarias, causantes de la contaminación ambiental acuática con el fin de poder suprimir o interrumpir sus emisiones. No obstante, es en 2015 cuando se realiza la primera Lista de Observación, para recabar los datos de seguimiento y poder determinar las medidas necesarias para afrontar el riesgo a nivel de la Unión en el ámbito de la política de aguas. (MITECO, 2022)

En la misma Lista de Observación se encuentran tanto los métodos analíticos indicativos como los límites máximos aceptables de detección de los métodos. La Comisión Europea se encarga de actualizar la Lista de Observación cada dos años, puesto que, al haber tantas innovaciones en la ciencia, se debe tener una actualización de las posibles sustancias prioritarias que pueda haber en el agua.

En el nuevo RD 3/2023 es la primera vez que se introduce una Lista de Observación con aquellas sustancias prioritarias (Estradiol, Nonilfenol), ya que estas se encontraban

mayoritariamente en las aguas de consumo, para tener un mayor control y por lo tanto una prevención de los posibles riesgos en la salud humana

3.5. NUEVAS CATEGORÍAS DE ANÁLISIS.

En el laboratorio se realizan diferentes tipos de análisis, y con la implantación del nuevo RD 3/2023 estas se ampliaron. Entre los nuevos tipos de análisis, nos encontramos con los controles en buque, el control en grifo en edificios prioritarios, control de rutina, control operacional y por último el control organoléptico. De esta manera se puede tener un mayor control de la calidad del agua que consumimos y, por lo tanto, tomar medidas correctoras más rápidas.

4. DETERMINACIÓN DE LOS ANÁLISIS REQUERIDOS EN LA ETAP LA PRESA.

El RD 3/2023 expone los diferentes tipos de análisis que se pueden hacer en un laboratorio con el objetivo de verificar que las medidas establecidas funcionan de manera efectiva y que el agua es salubre y limpia en los diferentes puntos de muestreo.

4.1. MEDIDAS DE CONTROL INTRODUCIDAS EN EL RD 3/2023.

Entre las modificaciones que hubo con el nuevo RD 3/2023 se destaca la inclusión de nuevos tipos de análisis, como el control operacional, el control de rutina, la caracterización del agua y los controles en buque.

Durante el RD 140/2003 los tipos de análisis se realizaban para tener un autocontrol de la propia ETAP, como los exámenes organolépticos midiendo el color, sabor, olor. Pero con el nuevo RD 3/2023 este tipo de análisis pasaron a ser un control de rutina realizado semanalmente, revisando las características organolépticas del agua, además de controlar su desinfección.

Por otra parte, en el RD 140/2003 además del examen organoléptico, se realizaban análisis de control, análisis completos y control en el grifo de consumidor. Lo que se pretende con la inclusión de nuevos tipos de análisis en el RD 3/2023 es tener un mayor control y seguimiento de la calidad del agua y de las eficacias de los tratamientos.

4.2. TIPOS DE ANÁLISIS.

En el anexo II del RD 3/2023 se hace referencia a los 8 tipos diferentes de análisis existentes. A continuación, se realiza una revisión de los mismos.

4.2.1. Control de rutina.

El control de rutina se realiza principalmente para valorar las características organolépticas y por lo tanto un control de la desinfección del agua. El control de rutina se realiza en puntos de muestreo como la red distribución, el grifo del usuario o en los grifos de buques de pasaje, es importante realizar el análisis semanalmente, ya que, con los resultados que se obtienen se puede controlar el agua que sale tras el tratamiento verificando que la calidad del agua que se obtiene está limpia y salubre.

4.2.2. Análisis de control.

El análisis de control como dice su nombre, se realiza un control sobre la eficacia del tratamiento de potabilización, mediante el análisis de las características organolépticas del agua (sabor, olor, color) y de los parámetros microbiológicos (E.coli, Enterococo intestinal, bacterias coliformes, recuento colonias a 22 °C).

4.2.3. Análisis completo.

El análisis completo consta de un análisis con todos los parámetros descritos en el RD 3/2023 con la simple finalidad de verificar que se cumplen los valores paramétricos de cada uno de los parámetros. Los puntos de muestreo son la Salida de ETAP o Depósito, en el depósito de regulación y en la Red de Distribución.

4.2.4. Control de radiactividad.

Con el control de radiactividad lo que se pretende es la detección de sustancias radiactivas ya sean naturales o artificiales en el agua de consumo en puntos de muestreo como en la toma de captación, es decir, en la entrada, en la salida de la planta de tratamiento, o en las salidas de depósitos y en la red de distribución.

Los parámetros controlados son los nombrados en la Tabla 23.

4.2.5. Control operacional.

Se suele hacer para tener una visión más clara sobre la eficacia del tratamiento y los posibles problemas que pueda haber en la calidad del agua permitiendo así tener una acción correctora rápida, evitando que el problema se agrave. El objetivo de este tipo de control es poder identificar los peligros o eventos peligrosos (fuertes lluvias) para la realización de evaluaciones de riesgo y poder actuar ante esos riesgos. Es por eso, que durante este control se suele analizar parámetros indicadores (turbidez, Colifagos Somáticos) con el fin de tener información sobre la calidad del agua

4.2.6. Caracterización del agua.

Como indica el nombre del análisis se analizan los parámetros que engloban la caracterización del agua (dureza, magnesio, calcio). Este tipo de control se hace para que el ciudadano tenga información sobre las características generales del agua que consume.

4.2.7. Control en grifo.

El control en grifo se realiza en las instalaciones interiores para la determinación de la calidad del agua, los muestreadores se encargan de tomar la muestra en el grifo del consumidor para verificar la calidad del agua dentro de las viviendas, sin embargo, el RD 3/2023 introduce por primera vez los edificios prioritarios, edificios distintos a las viviendas particulares con un elevado número de usuarios que pueden verse expuestos a la calidad del agua engloba hospitales, residencias, edificios turísticos, instalaciones deportivas. En el caso de los edificios prioritarios, los propietarios son los encargados de hacerse el control en el grifo.

La aparición del control en grifo en edificios prioritarios se hizo principalmente para controlar la aparición de *Legionella* spp, una bacteria propensa a expandirse en este tipo de edificios sobre todo en los centros sanitarios.

4.2.8. Control en buque.

Aporta información sobre la calidad del agua en los interiores de los buques de pasaje, barcos utilizados para el transporte de mercancías.

4.3. RESUMEN DE LOS ANÁLISIS DE CONTROL REQUERIDOS EN LA ETAP LA PRESA.

En el laboratorio La Presa se realizan de forma diaria el control de rutina para tener un seguimiento de las características que pueda tener el agua (turbidez, sabor, olor, color), además del control operacional para tener información rápida sobre la eficacia del tratamiento y la calidad del agua. Estos controles se van alternando con el análisis de control o el análisis completo ya que son análisis mucho más amplios obteniendo así una visión más general de los parámetros y por tanto, de la eficacia del tratamiento y de la calidad del agua. De esta manera también se cumplen con e las frecuencias de muestreo.

En el caso de la caracterización del agua es un análisis que se realiza una vez por semana, para que el ciudadano siempre esté actualizado sobre la caracterización que presenta el agua que consume.

No obstante, a lo largo del año se van haciendo análisis completos, que recoge todos los análisis nombrados anteriormente, la cantidad de estos análisis va en función de la frecuencia de muestreo obtenida en la tabla.

Sin embargo, tanto el control el buque como el control de radiactividad son análisis que no se realizan en el laboratorio La Presa, ya que no influyen en la calidad de nuestra agua.

Tabla 2. Parámetros analizados en cada uno de los controles.

Control de rutina	Color, Sabor, Olor, Turbidez, pH
Control operacional	Turbidez, Clostridium perfringens
Análisis de control	E.coli, Enterococo Intestinal, Bacterias coliformes, Aerobios 22°C, Color, Sabor, Olor, pH, Conductividad, Turbidez, Cloro libre residual, Nitritos, Aluminio, Nitratos, Amonio.
Control en el grifo del consumidor	Escherichia coli, Aerobios 22°C, Color, Turbidez, pH, conductividad, Cloro libre residual
Caracterización del agua	Dureza, Calcio, Magnesio
Análisis completo	Todos los parámetros mencionados en la Tabla 15..

5. CALCULO DE LA FRECUENCIA DE MUESTREO EN LA ETAP LA PRESA.

La frecuencia de muestreo es la cantidad de veces que se debe hacer un análisis en 1 año. Para el cálculo de las frecuencias de muestreo se deben seguir unos criterios que varían en función del tipo control que se quiera calcular, las zonas de abastecimiento a la que pertenezca la ETAP o de las infraestructuras.

En relación con el nuevo RD 3/2023 se han visto la introducción de nuevos análisis, entre ellos el control en grifo de los edificios prioritarios o el control operacional, es por eso por lo que durante el cálculo de las frecuencias se verán los nuevos cambios que se han hecho en relación con estos controles. No obstante, en comparación con el RD 140/2003 el RD 3/2023 presenta los mismos criterios para la obtención de las frecuencias tanto para el análisis completo como el análisis de control, con la única diferencia de la aparición de una nueva zona de abastecimiento, tal y como se ha indicado en el apartado 3.2.

Durante los siguientes apartados se verán los criterios para obtener la frecuencia para cada uno de los tipos de análisis que se explican en el anexo II, parte C del RD 3/2023 con ejemplos de la propia ETAP La Presa

5.1. FRECUENCIA MÍNIMA DE MUESTREO POR ZONA DE ABASTECIMIENTO.

En la tabla 3 se muestran los criterios que establece el RD 3/2023 para obtener la frecuencia de muestreo, por lo tanto, cada ETAP independientemente debe obtener su propia frecuencia de muestreo en función del volumen que suministre al año y del tipo análisis.

Tabla 3. Consideraciones para el cálculo de la frecuencia mínima, en función a la zona de abastecimiento en la que se encuentre la ETAP.

Tipo de ZA	Análisis de control	Análisis completo	Control de radiactividad
Zona tipo 1 < 10 m ³	A criterio de la autoridad sanitaria		
Zona tipo 2 >10 m ³ y <100 m ³	3	1	1 cada 5 años
Zona tipo 3 >100 m ³ y <1.000 m ³	4	2	1
Zona tipo 4 >1.000 m ³ y <10.000 m ³	4 por los primeros 1.000 m ³ + 3 por cada 1.000 m ³ adicional o fracción del volumen total	1 por los primeros 1.000 m ³ + 1 por cada 4.500 m ³ adicional o fracción del volumen total	1 por los primeros 1.000 m ³ + 1 por cada 3.300 m ³ adicional o fracción del volumen total
Zona tipo 5 >10.000 m ³ y <100.000 m ³		3 por los primeros 10.000 m ³ + 1 por cada 10.000 m ³ adicional o fracción del volumen total	3 por los primeros 10.000 m ³ + 1 por cada 10.000 m ³ adicional o fracción del volumen total
Zona tipo 6 Más de 100.000 m ³		12 por los primeros 100.000 m ³ + 1 por cada 25.000 m ³ adicional o fracción del volumen total	12 por los primeros 100.000 m ³ + 1 por cada 25.000 m ³ adicional o fracción del volumen total

5.1.1. Cálculo de la frecuencia mínima de análisis completo en La Presa.

En la tabla 4 y 5 se muestra el cálculo de la frecuencia mínima de muestreo para un análisis completo y un análisis de control durante un año en la ETAP La Presa. Utilizando los criterios del RD 3/2023 la ETAP La Presa pertenece a la zona tipo 6, ya que suministra más de 100.000 m³, concretamente 180.000 m³. Por lo tanto, siguiendo los criterios de la tabla 3 se puede obtener que para el caso del análisis completo se deben realizar 16 análisis por año, mientras que en el análisis de control se han obtenido 541 análisis.

Tabla 4. Cálculo de la frecuencia mínima según los criterios del RD 3/2023 para el análisis completo, en función de la zona de abastecimiento.

Análisis de control	Frecuencia
12 por los primeros 100.000 m ³	12
1 por cada 25.000 m ³ adicional	$(80.000/25.000) \times 1 = 4$
Total	16 análisis completos

Tabla 5. Cálculo de la frecuencia mínima según los criterios del RD 3/2023 para el análisis de control, en función de la zona de abastecimiento.

Análisis de control	Frecuencia
4 por los primeros 1.000 m ³	4
3 por cada 1.000 m ³ adicional	$(179.000/1.000) \times 3 = 537$
Total	541 análisis completos

5.2. FRECUENCIA MÍNIMA DE MUESTREO POR INFRAESTRUCTURA.

No obstante, la frecuencia de muestreo también se debe calcular por las diferentes infraestructuras presentes en una ETAP (Salida de la ETAP, depósitos de regulación, redes de distribución). El cálculo de la frecuencia por infraestructura se tiene en cuenta tanto en el análisis completo como para el de control.

En la tabla 6 se ven los criterios establecidos para cada una de las infraestructuras en función del volumen de agua (m³) tratado en cada uno de ellos

5.2.1. Cálculo de la frecuencia de muestreo por infraestructura en La Presa.

Para el cálculo de la frecuencia de muestreo por infraestructura tanto en el análisis completo como en el análisis de control, se deben seguir las pautas establecidas en las tablas 6 y 7.

Tabla 6. Criterios para la frecuencia anual de análisis completo por infraestructura

Volumen de agua (m ³)	Salida de ETAP volumen de agua tratada al día (m ³)	Depósitos de regulación Capacidad de depósito (m ³)	Red de distribución Volumen de agua distribuida (m ³)
< 10 m ³	A criterio de la autoridad sanitaria		
>10 m ³ a <100 m ³	A criterio de la autoridad sanitaria		1
>100 m ³ a <1.000 m ³	1	1	1
>1.000 m ³ a <10.000 m ³	1 por cada 5.000 m ³ /día y fracción del volumen total	2	1 por cada 5.000 m ³ /día y fracción del volumen total
>10.000 m ³ a <100.000 m ³	2+1 por cada 20.000 m ³ /día y fracción del volumen total	4	2+1 por cada 20.000 m ³ /día y fracción del volumen total
Más de 100.000 m ³	5+ 1 por cada 50.000 m ³ /día y fracción del volumen total	6	5+ 1 por cada 50.000 m ³ /día y fracción del volumen total

Tabla 7. Criterios para la frecuencia anual de análisis de control por infraestructura

Volumen de agua (m ³)	Salida de ETAP volumen de agua tratada al día (m ³)	Depósitos de regulación Capacidad de depósito (m ³)	Red de distribución Volumen de agua distribuida (m ³)
< 10 m ³	A criterio de la autoridad sanitaria		
>10 m ³ a <100 m ³	1	1	1
>100 m ³ a <1.000 m ³	1	1	2
>1.000 m ³ a <10.000 m ³	1 por cada 1.000 m ³ /día y fracción del volumen	12	1 por cada 1.000 m ³ /día y fracción del volumen total
>10.000 m ³ a <100.000 m ³		18	
Más de 100.000 m ³		24	

En la Tabla 8 se ha calculado para cada una de las infraestructuras que forman la ETAP La Presa su frecuencia en función de su volumen tratado. Una de las condiciones que el RD 3/2023 destaca es que el número de análisis por infraestructura que se obtenga debe ser superior a la frecuencia obtenida en la Tabla 4, ya que, en caso contrario se debe incrementar el número de muestras en red de distribución para cumplir los criterios establecidos en la tabla 3.

En este caso, se han obtenido 44 análisis completos entre todas las infraestructuras superando así la frecuencia por zona de abastecimiento por lo que se cumple con lo establecido en el RD 3/2023.

Tabla 8. Consideraciones de frecuencia de análisis completo por infraestructura en la ETAP, La Presa, según los criterios de RD 3/2023.

Salida ETAP	m ³ / día	Criterio	frecuencia
ETAP, La Presa	130.000	5	5
		1 por cada 50.000 restantes	(130.000/50.000) = 3
ETAP, el Realón	141.000	5	5
		1 por cada 50.000 restantes	(141.000 / 50.000) = 3
Depósito de regulación	m³		
Dep. ETAP Picassent	150.000	Más de 100.000 m ³	6
Dep. collado	20.000	>10.000 m ³ a <100.000 m ³	4
Dep. Perellonet	900	>100 m ³ a <1.000 m ³	1
M.M 4	30.000	>10.000 m ³ a <100.000 m ³	4
M.M. 5	40.000	>10.000 m ³ a <100.000 m ³	4
Red de Distribución	m³ / día		
Red de distribución Valencia	180.000	5	5
		1 por cada 50.000 restantes	(180.000/50.000) = 4
Total			44 muestras

Puesto que, los criterios pueden variar en función del tipo de análisis en la tabla 9 se muestra cómo realizar el cálculo en el análisis de control para cada una de las infraestructuras. En este caso, también se cumple con la normativa del RD 3/2023 la frecuencia de muestras por infraestructuras (543 muestras) supera la frecuencia por zona de abastecimiento mostrada en la tabla 7.

Tabla 9. Consideraciones de frecuencia de análisis completo por infraestructura en la ETAP, La Presa, según los criterios de RD 3/2023.

Salida ETAP	m ³ / día	Criterio	frecuencia
ETAP, La Presa	130.000	1	1
		1 por cada 1.000 restantes	(130.000/1.000) = 131
ETAP, el Realón	141.000	1	1
		1 por cada 1.000 restantes	(141.000 / 1.000) = 142
Depósito de regulación	m³		
Dep. ETAP Picassent	150.000	Más de 100.000 m ³	24
Dep. collado	20.000	>10.000 m ³ a <100.000 m ³	18
Dep. Perellonet	900	>100 m ³ a <1.000 m ³	12
M.M 4	30.000	>10.000 m ³ a <100.000 m ³	18
M.M. 5	40.000	>10.000 m ³ a <100.000 m ³	18
Red de Distribución	m³ / día		
Red de distribución Valencia	180.000	1	1
		1 por cada 1.000 restantes	(180.000/1.000) =181
Total			543 muestras

5.3. FRECUENCIA MÍNIMA DE MUESTREO EN FUNCIÓN DEL TIPO DE CONTROL.

Los criterios para el cálculo de las frecuencias de muestreo en función del tipo de control fueron introducidos por el RD 3/2023, exigiendo así a las ETAPs a llegar a un número mínimo de muestras al año para cada uno de los controles. Por lo tanto, en este apartado se detallarán los criterios a seguir los cuales se encuentran en las tablas del anexo II parte C del RD 3/2023.

5.3.1. Control operacional.

Su frecuencia de muestreo anual se calcula en función del volumen de agua tratada en las zonas de captación de la ETAP y en aquellos depósitos que se realicen la cloración. En la tabla 10 se incluye las diferentes categorías existentes y si se tiene en cuenta el volumen de agua tratada en la ETAP La Presa, se obtendría una frecuencia de muestreo de 52.

Tabla 10. Frecuencia de muestreo anual para el control operacional en función del volumen de agua tratada.

Volumen de agua tratada (m ³ /día)	En toma de captación o en ETAP y en los depósitos donde se relore
≤100	6
>100 ≤1.000	12
>1.000 ≤10.000	24
>10.000	52

Excepto para la turbidez, que sigue el criterio establecido en la tabla 11.

Tabla 11. Frecuencia de muestreo de la turbidez dentro de los controles operacionales según el volumen de agua tratada o distribuida en el día.

Volumen de agua tratada (m ³) o volumen de agua distribuida /día	Frecuencia mínima
≤ 1.000	Semanal
>1.000 a ≤10.000	Diaría
>10.000	En línea

Para el caso de la ETAP, La Presa, como se ha comentado en apartados anteriores el volumen de agua que trata y se distribuye en el día supera los 10.000 m³, por lo que, la turbidez se debe medir de forma continua para un mayor control de los valores en cada uno de los puntos de muestreo.

5.3.2. Control en grifo por zona de abastecimiento.

Los controles en grifo son aquellos realizados por los propios muestreadores como forma de control en la calidad del agua dentro de las instalaciones, como pueden ser viviendas particulares. Siguiendo los criterios de la Tabla 12 se podría obtener la frecuencia mínima de muestreo.

En el caso de la ETAP La Presa, sí que se toma de referencia una muestra en el grifo del consumidor como control de la calidad del agua que sale por La Presa, pero sin cumplir con los criterios de la tabla 12.

No obstante, si se tomara de referencia La Presa se obtendría 1.950.006 muestras al año, ya que suministra a más de 1.600.000 perteneciendo a la zona de abastecimiento 6.

Tabla 12. Frecuencia de muestreo para el control en grifo por zona de abastecimiento, en función de los habitantes suministrados.

Número de habitantes suministrados	Número mínimo de muestras al año
Zona de abastecimiento tipo 1.	1
Zona de abastecimiento tipo 2.	4
Zona de abastecimiento tipo 3.	6
Zona de abastecimiento tipo 4, 5 o 6	6 por los 5.000 primeros + 1 por cada 5.000 hab restantes.

5.3.3. Control en grifo para los edificios prioritarios.

Como se dijo en el apartado 4.2.7 el control en grifo de los edificios prioritarios es un análisis introducido con el nuevo RD 3/2023. El control de los edificios prioritarios se hace sobre todo para el control de los parámetros microbiológicos, ya que estos edificios presentan un alto riesgo de contagio analizando así cada uno de los puntos de acceso del agua, con ello incluye todo aparato que consumo agua (duchas).

El control en grifo para los edificios prioritarios no se realiza en el laboratorio La Presa, puesto que es un análisis que debe ser realizado por el responsable del propio edificio.

Tabla 13. Número mínimo de muestreo al año para el control en grifo en los edificios prioritarios en función de los puntos de acceso al agua.

N.º de puntos de acceso al agua	Análisis anuales por edificio
< 50	2
>50 a <100	4
>100 a <200	6
>200	6 por los primeros 200 +1 por cada 100 0 fracción

5.4. RESUMEN DEL CÁLCULO DE LA FRECUENCIA DE MUESTREO.

En la tabla 14 se presenta un breve resumen de las frecuencias de muestreo que se deberían de realizar para aquellos análisis que se llevan a cabo en la ETAP La Presa.

La ETAP La Presa es una de las principales estaciones de potabilización del agua de la Comunidad Valenciana, abasteciendo a gran parte de la ciudad de Valencia por lo que aplicando estas frecuencias de muestreo a cada uno de los controles se puede llevar un seguimiento seguro de la calidad del agua. La Presa en ocasiones sobrepasa el número de muestras para anticiparse a los problemas, como posibles fugas o errores durante el abastecimiento o tratamiento pudiendo realizarse medidas correctoras.

Tabla 14. Resumen de las frecuencias de muestreo realizadas en la ETAP La Presa.

Tipos de control /análisis	Frecuencia de muestreo
Análisis completo por abastecimiento	16
Análisis completo por infraestructura	541
Análisis de control por abastecimiento	44
Análisis de control por infraestructura	543
Control operacional	52
Control en la turbidez	En línea

6. ACTUALIZACIÓN DE PARÁMETROS Y VALORES PARAMÉTRICOS EN LA ETAP LA PRESA.

Uno de los principales cambios en el Real Decreto es la actualización de los parámetros y de los valores paramétricos para la calidad del agua de consumo. La actualización de estos parámetros y sus valores se han basado también en las nuevas directrices que se han establecidos en la Directiva (UE) 2020/2184.

Para un mayor entendimiento de los diferentes parámetros, se debe tener claro el concepto de valor paramétrico, y valor de referencia. (RD 3/2023).

El valor paramétrico es el nivel máximo o mínimo fijado para cada uno de los parámetros a controlar.

Mientras que el valor de referencia es el nivel máximo o mínimo de parámetros que no tienen definido un valor paramétrico.

El valor paramétrico es uno de los cambios más importantes a nivel analítico, el cual ha afectado a ciertos parámetros teniendo que modificar el método de análisis para poder ser capaces de poder medir una concentración tan baja.

Midiendo los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos se puede determinar la calidad del agua, y con ello las características de esta. Como se menciona en el apartado 3 entre las modificaciones del RD 3/2023, se encuentran nuevos parámetros o cambios de ciertos valores paramétricos que se irán viendo a lo largo de los siguientes apartados.

6.1. PARÁMETROS QUÍMICOS.

La finalidad de medir los parámetros químicos es determinar si están presentes en el agua y en qué concentración se encuentran. En la tabla 15 se muestra una visión general de los parámetros químicos con sus respectivos valores paramétricos. La modificación de los valores paramétricos o la introducción de nuevos parámetros van variando en función de la concentración en la que estos se encuentran en el agua.

Dentro de los mismos parámetros químicos hay parámetros sumatorios, es decir, que su valor paramétrico es la suma de todos los valores obtenidos en cada una de las sustancias que lo conforman.

Tabla 15. Parámetros químicos y sus valores paramétricos (RD 3/2023).

Parámetros	Valor paramétrico	Unidad
Acrilamida	0,10	µg/L
Antimonio	10	µg/L
Arsénico	10	µg/L
Benceno	1,0	µg/L
Benz (a)pireno	0,010	µg/L
Bisfenol a	2,5	µg/L
Boro	1,5	mg/L
Bromato	10	µg/L
Cadmio	5,0	µg/L
Cianuro total	50	µg/L
Clorato	0,25	mg/L
Clorito	0,25	mg/L
Cloruro de Vinilo	0,50	µg/L
Cobre	2,0	mg/L
Cromo total	25	µg/L
1,2-Dicloroetano	3,0	µg/L
Epiclorohidrina	0,10	µg/L
Fluoruro	1,5	mg/L
Mercurio	1,0	µg/L
Microcistina – LR	1,0	µg/L
Níquel	20	µg/L
Nitrato	50	mg/L
Nitritos	0,50	mg/L
Plaguicida individual	0,10	µg/L
Plomo	5	µg/L
Selenio	20	µg/L
Uranio	30	µg/L

En la tabla 16 se muestran los parámetros químicos que se consideran como un único parámetro sumatorio, por el cuál su valor paramétrico se obtiene tras sumar las concentraciones las sustancias que lo conforman.

Tabla 16. Parámetros individualizados, teniéndose en cuenta como un único parámetro sumatorio.

Parámetros sumatorios	Valor paramétrico	Unidad
Σ5 Ácidos Haloacéticos HAH	60	µg/L
Σ4Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos	0,10	µg/L
Σ20 PFAS	0,10	µg/L
Σn Plaguicidas totales	0,50	µg/L
Σ52 Tricloroetano + Tetracloroetano	10	µg/L
Σ4Trihalometanos (THM).	100	µg/L

Para todos aquellos plaguicidas que fueron controlados y autorizados el año pasado se les estableció un valor paramétrico 0,10 µg/L, mientras que el resto de los plaguicidas su valor paramétrico debía estar por debajo de 0,03µg/L.

Esto causo problemas ya que la publicación de la lista de los plaguicidas no autorizados o prohibidos no se hizo hasta un tiempo después del RD 3/2023, por lo que durante este tiempo no se tuvo un valor referencia para saber si se cumplía o no el valor paramétrico.

6.1.1. Modificación de valores paramétricos.

En la tabla 17 se muestran cuáles de los parámetros químicos de la tabla 15 tuvieron una modificación en su valor paramétrico.

Tabla 17. Modificación de los valores paramétricos en ciertos parámetros.

Nuevos valores	
Antimonio	De 5 a 10 µg/L
Boro	De 1 a 1,5 mg/L
Cromo total	Hasta el 2 de enero de 2030 el valor será de 50 µg/L y luego pasará a 25 µg/L
Plomo	De 10 a 5 µg/L
Selenio	De 10 a 20 µg/L

El cambio de los valores paramétricos se puede ver influido por el uso o la presencia de estos en el agua puesto que desde el antiguo RD 140/2003 el estilo de vida ha cambiado.

No obstante, aunque el valor paramétrico sea el indicado en la tabla 17 el RD 3/2023 permite la aplicación de valores paramétricos alternativos en caso de que factores externos como internos a la ETAP puedan alterar la presencia de sustancias en el agua.

Entre esos casos se encuentra el Selenio, el cual se permite un valor de 30 µg/L en zonas de abastecimiento cuyas condiciones geológicas de las masas de agua subterráneas pueden tener altos niveles de selenio.

O el caso de boro en el que se puede aplicar un valor de 2,4 mg/L cuando en el origen total del agua sea de transición o costera y el tratamiento de potabilización sea de desalación o bien en zona de abastecimiento que tengan captaciones en aguas subterráneas cuyas condiciones geológicas puedan provocar niveles altos.

La variación de los valores paramétricos mostrados en la tabla 17 no ha supuesto un cambio a nivel analítico dentro del laboratorio La Presa, puesto que al no influir en la calidad del agua y no ser un riesgo en la no son analizas en la ETAP La Presa.

6.1.2. Introducción de nuevos parámetros químicos en el RD 3/2023.

En la tabla 18 se presentan los 6 nuevos parámetros introducidos por el nuevo RD 3/2023.

Tabla 18. Introducción de los nuevos parámetros y sus valores paramétricos.

Nuevos parámetros	
Bisfenol A	2,5 µg/L
Clorato	0,25 mg/L
Clorito	0,25 mg/L
Uranio	30 µg/L
Σ20 PFAs	0,10 µg/L
Σ5 Ácidos Haloacéticos HAH	60 µg/L

La introducción de la mayoría de ellos, fueron una novedad para el laboratorio La Presa suponiendo un cambio en su sistema de calidad para la inclusión de los parámetros en ella. Entre estos parámetros se incluyeron tanto los cloratos y cloritos, el Bisfenol A, como el sumatorio de los 5 Ácidos Haloacéticos HAH.

La Presa al ser una estación de tratamiento de agua potable en la que se lleva un control de calidad del agua que se trata en ella, se tiene un seguimiento de cuáles son los parámetros que están presentes en el agua o de cuales pueden generar un riesgo para la salud, por lo que en cierta manera parámetros como los Ácidos Haloacéticos o Cloritos y Cloratos sí que han sido vigilados por precaución y control.

Pero introduciéndolos como parámetros químicos causa un cierto cambio analítico imponiendo el cumplimiento de su valor paramétrico con el fin de cumplir la legislación.

- **Bisfenol A.**

Es una sustancia química usada como un revestimiento para la fabricación de ciertas latas metálicas de comida, resinas y tapones de botellas y frascos. Especialmente, está presente en los plásticos de policarbonato, como botellas de agua, platos, baterías de cocina, recipientes "tupper" para guardar alimentos o hervidores de agua electrónicos. Su presencia se asocia también en menor medida, a plásticos de cloruro de polivinilo, es decir, PVC, y en mayor, a algunos papeles térmicos.

Estos desempeñan un papel esencial en nuestros mecanismos inmunitario-celulares y un incremento podría dar lugar al desarrollo de inflamación pulmonar alérgica y trastornos autoinmune.

Sustancias químicas como el BPA (Bisfenol A), utilizadas en envases de alimentos, pueden migrar en cantidad pequeñas a los alimentos y bebidas que contienen. Tras los avances tanto técnicos como científicos, es importante el control de estas sustancias en el agua, ya que la ingesta de agua que presente Bisfenol A podría provocar un alto riesgo para la salud provocando así enfermedades. (EFSA, 2023)

- **Cloritos y cloratos.**

Los cloratos y cloritos están relacionados en cierta parte con la determinación de los ácidos Haloacéticos. Durante el año, el sistema que se utiliza dentro de la planta de

potabilización para desinfectar es la cloración, dejando una cierta concentración de cloro residual, para que la desinfección del agua se mantenga a lo largo de las redes de distribución.

Sin embargo, durante el verano no se puede seguir el mismo método, ya que, con la llegada del calor, esta concentración de cloro residual aumenta, dejando bastante sabor al agua y siendo algo perjudicial para la salud.

Es por eso, que en esta época se utiliza el dióxido de cloro para la desinfección del agua, el problema al usar este método es que hay que tener un control en la aparición de cloritos y cloratos, siendo estos subproductos del dióxido de cloro. La aparición de estos, reaccionan con la materia orgánica presente en el dando lugar a los ácidos Haloacéticos y por lo tanto a los Trihalometanos. (Metrohm, 2022)

- **PFAs.**

Los PFAs, son un parámetro sumatorio en el que se determinan sustancias perfluoroalquiladas y polifluoroalquiladas, considerándose contaminantes de preocupación emergente en aguas de consumo. A pesar de que este parámetro conste del sumatorio de 20 PFAs, el Real Decreto puso como fecha límite el 2 de enero de 2024 para introducir los 4 primeros PFAs, considerados los más importantes para aguas de consumo. Los 4 PFAs que se introdujeron junto con sus valores paramétricos (VP) se muestran en la tabla 19.

Tabla 19. Los 4 primeros PFAs incluidos en laboratorio y sus valores paramétricos.

PFAs	Valor paramétrico
Ácido perfluorooctanoico PFOA	0,07 µg/L
Ácido perfluorooctanosulfónico PFOS	0,07 µg/L
Ácido perfluorononanoico PFNA	0,07 µg/L
Ácido perfluorohexanosulfónico (PFHxS)	0,07 µg/L

El límite de detección siempre será inferior a 0,07 µg/L y los valores solo serán válidos hasta el 2 de enero de 2026. La detección de los PFAs es muy importante ya que químicamente se caracterizan por contener enlaces carbón-flúor, es decir, los enlaces más fuertes de la química orgánica y proporciona su gran resistencia. A su vez, esta propiedad resulta en que una vez liberados al medio sean muy persistentes, manteniéndose durante años en los diferentes compartimentos ambientales

- **Ácidos Haloacéticos (HAH).**

Los Ácidos Haloacéticos es otros de los parámetros que se introdujeron en el laboratorio La Presa. Los Ácidos Haloacéticos se controlan ya que al ser agua de consumo y se utilizan productos que generan o liberan cloro activo, como método de desinfección del agua. Por lo tanto, es un parámetro sumatorio tras la determinación de 5 sustancias:

- Ácido monocloraacético
- Ácido dicloroacético
- Ácido tricloroacético
- Ácido monobromoacético

- Ácido dibromoacético

Los Ácidos Haloacéticos son compuestos halogenados no-volátiles, al igual que los trihalometanos son subproductos de la cloración, es por eso por lo que uno de los métodos usados para la determinación de este parámetro se realiza mediante cromatografía líquida, sin embargo, dentro del laboratorio de La Presa, se realiza mediante una derivatización de gases con espectrometría de masas (GC/MS).

Este es otro método que se utiliza para la determinación de estos, y al ser tan complejo, se ha creído interesante, poder dar un apartado entero, para la descripción detallada del método y como se lleva a cabo en el laboratorio de La Presa. (Methrom, 2022)

6.2. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS.

En el caso de los parámetros microbiológicos, son indicadores de la posible contaminación biológica que pueda haber en el agua. Al tratarse de un agua de consumo, es importante cumplir los valores límites, ya que en caso contrario podría suponer un riesgo para la salud. En la tabla 20 se pueden ver los diferentes parámetros analizados dentro del laboratorio.

Tabla 20. Valores paramétricos de los parámetros microbiológicos y las normas empleadas para su detección.

Parámetro	Valor paramétrico	Unidad	Normas
Escherichia coli.	0	UFC o NMP en 100 mL	UNE-EN ISO 9308-1
Enterococo intestinal	0	UFC o NMP en 100 mL	UNE-EN ISO 7899 - 2
Clostridium perfringens	0	UFC o NMP en 100 mL	UNE-EN ISO 14189
Legionella spp.	100	UFC en 1L	UNE-EN ISO 10705-2

A diferencia de los parámetros químicos, los parámetros microbiológicos deben analizarse siguiendo el método descrito en cada una de las normas nombradas en la tabla 20 autorizadas por el Real Decreto, porque los métodos que se describen han sido evaluados y aprobados por el Ministerio de Sanidad.

Los métodos utilizados en laboratorio deben ser validados, evaluando la capacidad del laboratorio para la detección y recuento de cada uno de los parámetros. Para llevarlo a un enfoque más analítico, en los subapartados siguientes se describirán los métodos acreditados en el laboratorio La Presa para cada uno de los parámetros.

En primer lugar, se ha de tener claro que el método utilizado es el mismo para todos los parámetros microbiológicos, denominado filtración por membrana que consiste en filtrar un volumen determinado de la muestra a analizar.

Los medios de cultivo microbiano son una mezcla de sustancias, con un cierto contenido de nutrientes que permiten el crecimiento de los microorganismos, ya que dependiendo del tipo de microorganismo que se quiera detectar se utiliza un tipo de medio, con las condiciones más favorables para el crecimiento de estos, durante el tiempo de incubación y la temperatura necesaria.

6.2.1. Medio de cultivo Agar Chromocult.

Agar Chromocult: es el medio de cultivo utilizado para el crecimiento de coliformes. Este tipo se incuba durante 24 h y a 37 °C, pasado este tiempo el medio nos permite tanto la detección, como la diferenciación de *Escherichia coli* y de los coliformes totales que hay presentes en las muestras de agua potable. Esta diferenciación se debe a una selección meticulosa de los inhibidores utilizados en el medio.

Al ser un medio de cultivo cromógeno, se utiliza una enzima característica (Tergitol 7) como inhibidor de las bacterias grampositivas, no teniendo efecto negativo sobre el crecimiento de los coliformes ni de *E. Coli*. Por lo tanto, esta enzima rompe un sustrato cromógeno en un componente azúcar y un cromógeno y en presencia de oxígeno, el cromógeno forma un dímero que hace que el caldo se coloree (Merck millipore, 2024).

En la figura 2, se puede ver el crecimiento bacteriano de los *E. Coli*, con un color rosado y de los coliformes totales de color azul, pudiendo distinguirlos de forma muy clara, permitiendo así su recuento instantáneo



Figura 2: Medio de cultivo E. Coli y coliformes totales (Fuente: elaboración propia).

6.2.2. Número más probable (NMP).

El agar Chromocult, como se ha dicho anteriormente es un medio de cultivo utilizado para el crecimiento de coliformes, este es uno de los métodos autorizados por el RD 3/2023, pero, por otra parte, se pueden encontrar otros métodos autorizados por el Real Decreto, llamados métodos alternativos. Dentro del laboratorio La Presa, se utilizan dos métodos diferentes, pero con la misma finalidad para la detección de coliformes. Este método alternativo se utiliza sobre todo para las salidas o depósitos de esta ETAP, ya que,

al ser salidas no se deberían detectar bacterias, sin embargo, un analista siempre se debe anticipar a los hechos.

Este método se denomina NMP (número más probable), un método mucho más rápido. Se basa en la obtención de datos cuantitativos, una estrategia mucho más eficiente para la estimación de densidades de población, en este caso de la presencia de bacterias coliformes totales y *Escherichia coli*, mediante el uso de Colilert-18, el cual permite la detección de coliformes.

En la figura 3 se muestran el resultado de la detección de Coliformes totales y *E.coli* por NMP (número más probable) en bolsas *Quanty-Tray*. Las bolsas se utilizan específicamente para este método y constan de 51 pocillos. La figura 3A corresponde al resultado que se obtiene en caso de que la muestra de positivo en coliformes totales tras el proceso de incubación los pocillos viran a un color amarillo, pero para determinar la presencia de *E.coli* se utiliza la lámpara UV, de esta manera los pocillos amarillos si son positivo en *E.coli* viran a un color fluorescente como se muestra en la figura 3B (Chordá, 2016)

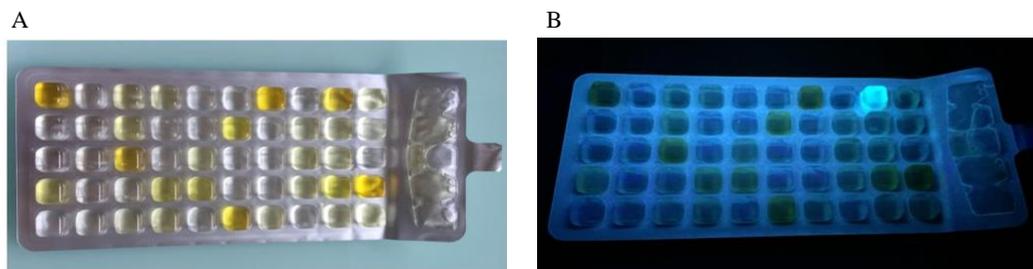


Figura 3: Bolsas *Quanty-Tray*. *Detección de los coliformes totales (A). Detección de los E.coli mediante lámpara UV (B).* (Chordá, 2016)

6.2.3. Medio de cultivo Agar Slanetz-Bartley.

Agar Slanetz-Bartley, el medio de cultivo utilizado para el crecimiento de Enterococos intestinales se basa en la resistencia a la azida sódica y en la capacidad que tienen los enterococos de reducir el TTC a formazán, coloreándose las colonias de enterococos intestinales a rojo, como se muestra en la figura 4. Este color se puede ver tras la incubación a 36 ± 2 °C durante 44 horas.

Las colonias se vuelven de ese color rojo/púrpura debido a la reducción de cloruro de trifeniltetrazolio hasta formazán insoluble. (VWR, 2022).

Tras la incubación y la obtención de las colonias de enterococos, siempre se deben confirmar las colonias, haciendo uso de la Esculina ácida, confirmando así de que se tratan de Enterococos intestinales.



Figura 4. Detección y recuento de Enterococos fecales con Agar Slanetz-Bartley. (Biokar 2022)

6.2.4. Medio de cultivo Agar Triptosa-sulfito-cicloserina (TSC).

El Agar de triptosa-sulfito-cicloserina (TSC) es un medio base selectivo para el aislamiento y recuento de *C.perfringens* ya que estos presentan una alta tolerancia para la D-cicloserina, una producción de lecitinasa y una capacidad para reducir el sulfito, esto fue la clave para obtener una casi completa recuperación de las cepas de *C.perfringens*. (Harmon, 1971). Tras el tiempo de incubación se detectan en el medio TSC de un color negro-marrón como se muestra en la figura 5.

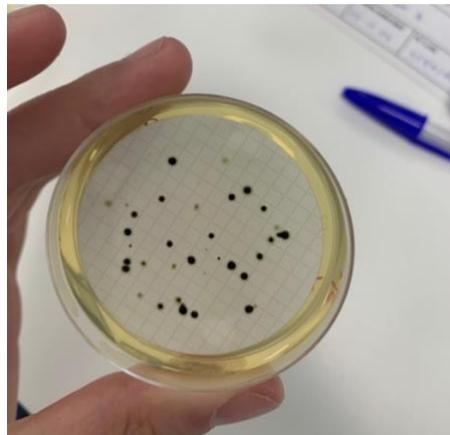


Figura 5. Crecimiento de Clostridium perfringens en TSC. (Fuente: elaboración propia)

6.2.5. Legionella spp.

La Legionella spp, fue uno de los parámetros microbiológicos que se introdujeron en el RD 3/2023 de manera obligatoria para los edificios prioritarios que engloban hospitales centros sanitarios, residencias geriátricas, guarderías y centro educativos. Sin embargo, La Presa tomó la decisión de introducirla como parámetro en su sistema de calidad, puesto que, al ser los responsables de abastecer a los edificios prioritarios, debe haber un control y anticipación a posibles infecciones de microbacteria en el agua siendo necesaria el cumplimiento del valor paramétrico RD 3/2023 de 100 UFC en 1 L.

La Legionella spp. es una bacteria ambiental capaz de sobrevivir en un amplio intervalo de condiciones fisicoquímicas siendo los 37 °C su óptimo crecimiento, se suele encontrar

en aguas superficiales colonizando así las redes de abastecimiento a través de las redes de distribución.

Tras varios brotes de *Legionella* spp en centro sanitarios el RD 3/2023 ha creído necesario su control en las aguas sanitarias, evitando posibles contaminaciones futuras. (BOE, 2022).

El método autorizado para la detección de *Legionella* spp y por el cual el laboratorio La Presa está acreditado es el descrito en la norma UNE-EN ISO 11371: 2017, donde se especifica los métodos de cultivo para el aislamiento de la *Legionella* spp y su recuento en muestras de agua.

El método descrito es el de filtración por membranas utilizando el medio Agar BCYE el cual está elaborado con extracto de levadura, carbón activo y agar, además de ser suplementado con L-Cysteina, pirofosfato férrico y α -glutarato, unos factores imprescindibles para el crecimiento de *Legionella*. Durante su incubación de 10 días a 37 °C se realizan recuentos tanto en el 3 día como en el 7 día de incubación llevando un control del crecimiento.



Figura 6: Legionella en medio BCYE (Fisher, 2024)

6.3. PARÁMETROS INDICADORES DE CALIDAD.

Los indicadores de calidad son aquellos parámetros que nos aporta información sobre la calidad del agua que se está muestreando, dentro de los indicadores de calidad, se encuentran tanto parámetros químicos, biológicos, como físicos, con la única diferencia de que estos se miden para tener información sobre la calidad, ya que estos no tienen efecto directo sobre la salud o lo tienen a niveles superiores del valor paramétrico. En la Tabla 21 se puede ver los diferentes parámetros utilizados como indicadores sobre la calidad del agua.

Entre los cambios que se produjeron en los parámetros indicadores, se destaca la introducción de los Colifagos Somáticos como nuevo parámetro y la modificación del valor paramétrico de la Turbidez.

Estos dos cambios tuvieron una elevada relevancia dentro del laboratorio a nivel analítico, por lo que en el capítulo 7 se indagará en la forma en la que el laboratorio La Presa trabaja y los métodos utilizados para su análisis.

No obstante, en los siguientes subapartados se comentarán aquellos parámetros indicadores que son significativos tanto para la calidad del agua como en el análisis del laboratorio La Presa.

Tabla 21. Valores Paramétricos de los parámetros indicadores de calidad (RD 3/2023).

Parámetro	Valor paramétrico	Unidad
Bacterias coliformes	0	UFC o NMP / 100 ml
Recuento de colonias a 22 °C	100	UFC / 1ml
Colifagos somáticos	0	UFP / 100 ml
Aluminio	200	µg/L
Amonio	0,50	mg / L
Carbono Orgánico total (COT)	5,0	mg / L
Cloro combinado residual	2,0	mg / L
Cloro libre residual	1,0	mg / L
Cloruro	250	mg / L
Conductividad	2500	µS/cm a 20°C
Hierro	200	µg/L
Manganeso	50	µg/L
Oxidabilidad	5,0	mg / L
pH	6,5 a 9,5	Unidades pH
Sodio	200	mg / L
Sulfato	250	mg / L
Turbidez	4,0	UNF
Índice de Langelier	+/- 0,5	Unidades de pH

6.3.1. Aerobios a 22 °C.

Tanto las bacterias coliformes como el recuento de colonias a 22°C (aerobios) son considerados indicadores microbiológicos. Al ser indicadores nos pueden dar una idea de cómo de contaminada puede estar nuestra agua y una idea aproximada de la cantidad de microorganismos presentes en nuestra agua. Dentro de la planta de tratamiento, se analizan diferentes puntos de muestro, y el objetivo de analizar cada punto, es medir la eficacia de los procesos de tratamiento de agua potable. Si él durante el proceso no ha habido fallos, en las salidas no se deben detectar bacterias En caso contrario de que diesen niveles altos de microorganismos, puede indicar que hay un foco de contaminación durante alguna fase del tratamiento. (Obón de Castro, 2015).

Las bacterias aerobias engloban todas las bacterias capaces de crecer en un medio agar. El método más eficaz y utilizado para la detección de aerobios, es por siembra en placa, es decir, que las muestras se plaquean en profundidad. Para una mayor claridad, 1 ml de muestra es pipeteada directamente en la placa y posteriormente es depositado el medio de cultivo preparado anteriormente. El medio empleado es el YEA (agar extracto de levadura), este nos permite una recuperación alta de mohos, bacterias y levaduras. La incubación se hace bajo una temperatura de 22°C (Condalab, 2024).

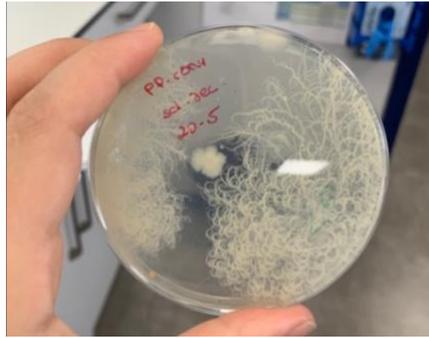


Figura 7: Recuento colonias 22 °C en el laboratorio La Presa (Fuente: elaboración propia).

6.3.2. Aluminio.

En el caso de los parámetros indicadores físico-químicos, caben destacar entre ellos el aluminio, usado como coagulante durante la decantación para facilitar la aglomeración de partículas finas pasando a ser estas más grandes, de manera que, durante el proceso de filtración haya una mayor capacidad de extracción de partículas.

Unos niveles altos de Aluminio pueden causar cambios en el agua, como el color, la turbidez cambios que pueden perjudicar la calidad del agua, indicios de una mala gestión durante la decantación pasando a ser no apta para el consumo (Higiene Ambiental, 2018).

En la tabla 21 se puede ver que el valor paramétrico es de 200 $\mu\text{g/L}$, pero el RD 3/2023 recomienda que a partir de 300 $\mu\text{g/L}$, en las salidas de tratamiento, se apliquen de forma rápida medidas correctoras para evitar problemas.

6.3.3. Cloro libre residual.

Entre los parámetros físico-químicos considerados indicadores, es el cloro libre residual. El cloro se utiliza como desinfectante y aquel que queda remanente en el agua tras el proceso de desinfección sería el cloro libre residual, del cual se tiene que llevar un control. Este cloro libre residual se encuentra sobre todo en las salidas de la ETAP, asegurando así que el agua que llega a los grifos del consumidor sigue desinfectada, el RD 3/2023 recomienda que los niveles de cloro que debe haber en las redes de distribución son de 0,2 mg/L (RD 3/2023). Por lo tanto, midiendo el control del cloro en las salidas, se puede identificar si el cloro inyectado supera estos límites o es necesario la inyección de más cantidad de cloro.

6.3.4. Detección de materia orgánica.

Por último, otros parámetros físico-químicos que cabrían destacar son, el Amonio, Oxidabilidad y Carbono Orgánico Total (COT). Estos parámetros presentan algo en común y es que son indicadores de la materia orgánica del agua, con la única diferencia de que, el amonio detecta aquella materia orgánica en descomposición. Durante la descomposición la materia orgánica usa como fuente el oxígeno que hay presente en el agua. sin embargo, tanto la Oxidabilidad como el COT nos permite detectar la materia orgánica total, es decir, la cantidad de oxígeno en el agua.

Es por eso por lo que con la determinación de ambas se puede detectar si hay presencia de contaminación microbiana o de degradación en el agua (Higiene Ambiental, 2018).

Un dato importante del amonio y que el RD 3/2023 comenta es que a elevadas concentraciones de amonio la eficacia del cloro puede reducir, siendo el valor de no aptitud 1 mg/L.

6.3.5. Cloruros.

En la tabla 21 se encuentran los cloruros, un parámetro que es analizado en el laboratorio La Presa mediante volumetrías para identificar la presencia de sales en el agua. Los cloruros le dan un sabor salado al agua, una característica que no causa un daño directo a la salud, pero que a grandes concentraciones puede llegar a deteriorar tuberías o incluso estructuras.

6.4. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS.

Las características organolépticas son unos de los nuevos parámetros que se han añadido en el nuevo RD 3/2023, compuesto por el color, sabor y olor del agua, es decir, características que pueden ser percibidas por nuestros sentidos, en el antiguo RD 140/2003 se analizaba como examen organoléptico

A diferencia de los demás parámetros, no es necesaria su acreditación por ENAC, debido a que cada agua presenta características diferentes, no influyendo directamente en la calidad del agua.

En el laboratorio La Presa, mientras que el color es analizado mediante la espectrofotometría, el sabor y el olor se obtiene en función del cloro. Durante la toma de muestras, los muestreadores miden el nivel del cloro en el momento, y mediante el rango de valores que se muestran en la Tabla 22 se obtienen un valor u otro de sabor y olor. Se puede ver a medida que la concentración de cloro es mayor el olor y el sabor del agua también aumenta.

Tabla 22. Rango de valores del cloro para la determinación del sabor y olor.

Valor de cloro	Sabor y olor
0-0,70 mg/L	0
0,70- 1,0 mg/L	1
1,01-1,39 mg/L	2
>1,40 mg/L	3

6.5. CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS.

Es un análisis realizado principalmente en las redes de distribución obteniendo un análisis de las características que pueda tener el agua entre ellos se mide el calcio, magnesio, dureza total, potasio. En el laboratorio La Presa se analizan por volumetrías.

La dureza total (CaCO_3) es la suma de las sales de calcio y de magnesio, es por eso por lo que, para la obtención de magnesio, se obtiene la concentración de la dureza total y la concentración de calcio y mediante la diferencia de estas dos concentraciones se obtiene la de magnesio.

La presencia de dureza en el agua no presenta problemas directos en la salud, sin embargo, sí que puede tener un gran impacto corrosivo en tuberías, o electrodomésticos como la

lavadora e incluso la ingesta de agua dura durante largos periodos de tiempo puede generar problemas en la salud

Durante la revisión del RD 3/2023 para incluir los cambios producidos en el laboratorio se pudo ver que el límite de cuantificación en el método del magnesio paso a ser 9 mg/L. Esto se debe a que, aunque el valor paramétrico sea de 30 mg/L, el límite de cuantificación debe ser el 30% de este, siendo 9 mg/L la concentración más baja que se puede cuantificar.

En el capítulo 7 se podrá ver de una forma más detallada la gestión que hubo a nivel analítico, para conseguir alcanzar este límite de cuantificación en cuánto al parámetro del magnesio.

6.6. SUSTANCIAS RADIATIVAS.

El objetivo del análisis de la radiactividad es poder identificar la presencia de sustancias radiactivas, ya sean naturales o artificiales, en el agua de consumo.

Durante las modificaciones del anterior RD 140/2003, se sacó un Real Decreto específicamente para las sustancias radiactivas, y con la llegada del nuevo RD 3/2023, lo que se hizo fue toda la información sobre las sustancias radiactivas y dejar un solo apartado para ellas.

Como es uno de los parámetros que ya no se analiza en este laboratorio, no se le dará tanta importancia como igual a los anteriores parámetros, pero, sin embargo, es importante saber cuáles son los parámetros que se analizan dentro del análisis del agua de consumo. En la tabla 23 se indican los parámetros con sus respectivos valores paramétricos.

Tabla 23. Valores paramétricos de las sustancias radiactivas (RD, 3/2023).

Parámetro	Valor paramétrico	Unidad
Actividad alfa total	0,1	Bq/L
Actividad beta resto	1	Bq/L
Radón	500	Bq/L
Tritio	100	Bq/L
Dosis Indicativa	0,1	MSv

7. ADAPTACIÓN METODOLÓGICA DE DETERMINACIONES ANALÍTICAS EN EL LABORATORIO LA PRESA.

Durante el presente apartado, se comentarán cuatro de los parámetros que han llegado a tener un mayor cambio dentro del laboratorio La Presa. Entre ellos se encuentran parámetros que con la implementación del RD 3/2023 han sido modificados sus valores paramétricos (Turbidez, Magnesio) y otros parámetros que han sido introducidos como nuevos en el laboratorio La Presa (Ácidos Haloacéticos y Colífangos Somáticos)

La elección de estos parámetros ha sido, principalmente, por su gran importancia a nivel analítico, ya que a pesar de que tras su gran gestión para su inclusión como nuevo parámetro, o la modificación de su valor paramétrico, se sigue trabajando en la perfección de sus métodos analíticos.

Además, por otra parte, estos parámetros pueden servir como ejemplo de la forma de trabajar en un laboratorio, al implicar diferentes departamentos diferentes y analizando cómo se gestionan los cambios en cada uno de los ámbitos.

7.1. PARÁMETROS CON CAMBIO EN EL VALOR PARAMÉTRICO.

Durante el siguiente apartado, se detallarán aquellos parámetros que han sufrido un cambio en el valor paramétrico, y la forma en la que se adoptaron los cambios en el método

7.1.1. Turbidez.

La turbidez mide el grado de transparencia del agua. Por lo tanto, a mayor turbidez mayor presencia de partículas en suspensión, conllevando una mayor contaminación del agua, por la posible presencia de microbiológica u compuestos tóxicos. (Higiene Ambiental, 2018)

La turbidez es considerada uno de los parámetros indicadores de calidad más importantes, ayudando a identificar la calidad del agua, puesto que la turbidez del agua es un fenómeno óptico producido por las partículas sólidas en suspensión.

En la ETAP La Presa la turbidez se mide en línea, como control operacional, pero además se mide en laboratorio. El laboratorio La Presa, se encarga de llevar un control y un seguimiento de los diferentes tratamientos que se llevan a cabo. Por dicho motivo, la turbidez se mide desde la captación del agua, en el Río Turia o en el Canal Júcar-Turia, hasta la salida del agua para su abastecimiento por la red de distribución.

- Método utilizado en el laboratorio La Presa.

El método empleado para la medición de la turbidez en el laboratorio La Presa es el descrito en la norma UNE-EN ISO 7027-1: 2016.

En la Norma ISO 7027 se especifican dos métodos cuantitativos para la determinación de la turbidez del agua en el que se emplean turbidímetros o nefelómetros ópticos. Este último es el método empleado en el laboratorio La Presa, ya que es un procedimiento en el que se mide la turbidez por radiación difusa. Es decir, para aguas con una baja turbidez, expresando sus resultados en unidades nefelométricas de turbidez (NTU).

El método nefelométrico se basa en la comparación de la intensidad de la luz dispersada a 90° por la muestra en condiciones definidas y la dispersada también a 90° por una solución patrón de referencia de idénticas condiciones. Cuanto mayor intensidad de la luz dispersada, más intensa es la turbidez.

- Modificación en el valor paramétrico y límite de cuantificación.

El RD3/2023 hace hincapié en la turbidez, ya que adopta distintos rangos en función de la infraestructura de la ETAP. En la tabla 24 se muestran los valores paramétricos establecidos para cada una de las infraestructuras.

Tabla 24. Valores paramétricos para cada una de las infraestructuras.

	Valor paramétrico
En la red de distribución	4 UNT
Salida de la ETAP	0,8 UNT
Tras la filtración	0,3 UNT

Sin embargo, el RD 3/2023 exige que cada uno de los analistas deben ser capaces de medir para cada uno de los parámetros fisicoquímicos, de la tabla 15, concentraciones con el mismo valor paramétrico o el valor de referencia con un límite de cuantificación igual o inferior al 30 % del valor paramétrico, es decir, tener la habilidad para detectar y cuantificar la concentración mínima (límite de cuantificación). En la tabla 25 se muestran cuáles serían los límites de cuantificación para cada uno de los puntos de muestreo.

Tabla 25. Límite de cuantificación para cada una de las infraestructuras, la cual se deben detectar cada uno de los valores paramétricos.

	Límite de cuantificación
En la red de distribución	1,2 UNT
Salida de la ETAP	0,24 UNT
Tras la filtración	0,09 UNT

Ser capaces de medir límites de cuantificación tan bajos supuso un gran cambio para el laboratorio La Presa, ya que debía ser capaz de conseguir que la matriz, es decir, que el agua de consumo midiera igual o inferior a 0,09 UNT. Conseguir esta concentración es un reto, ya que, es imposible que un agua no presente turbidez, pero al final se consiguió obtener una matriz que consiguiera obtener este límite de cuantificación, mediante una dilución del agua de consumo al 40%. Siendo, por lo tanto, nuestro intervalo de aplicación de 0,30-1000 UNT. Para la medición de la turbidez se utiliza el turbidímetro que se muestra en la figura 8.



Figura 8: Turbidímetro utilizado en el laboratorio La Presa. (Fuente: elaboración propia)

7.1.2. Magnesio.

La dureza total es una característica del agua que nos indica la concentración de minerales que puede haber en nuestra agua. La dureza está formada principalmente por las sales de calcio y magnesio. De ahí se obtienen la denominación agua dura, por la elevada concentración de minerales y de agua blanda que las contiene en muy poca cantidad.

La presencia de minerales en el agua no afecta de una manera directa a la salud, no obstante, es importante tener un control de la dureza en el agua, puesto que, elevadas concentraciones de la dureza pueden tener efectos adversos en las tuberías de abastecimiento, por la formación de incrustaciones calcáreas, lo que se conoce como la cal (FACSA, 2017).

La caracterización del agua es uno de los análisis que se realiza con el fin de que las personas que consumen agua del grifo puedan estar al tanto sobre el tipo de agua que consumen, es por eso, que cada cierto tiempo los resultados obtenidos en laboratorio se actualizan, siendo así pública la información sobre la dureza del agua.

En el laboratorio La Presa, la determinación del magnesio se realiza de forma teórica, es decir, dado que la dureza es la suma del calcio y el magnesio, se determina tanto la dureza como el calcio, para la determinación del magnesio. Por ello, por una parte, se explicará la determinación de la dureza y en segundo lugar la determinación del calcio.

- **Determinación de la dureza total.**

En el laboratorio La Presa, la determinación de la dureza total se basa en el método descrito en el Standard Methods 2340-C (Edición 24). El cual se realiza por volumetrías mediante la formación de complejos a pH 10 y con el indicador Negro de Eriocromo T, causando una coloración rojo vino, como se presenta en la figura 9.



Figura 9. Muestra de agua con indicador Negro de Eriocromo T. (Fuente: elaboración propia)

El EDTA es un ácido etilendiaminotetraacético, el cuál forma complejos tanto con los iones Ca^{+2} como con el Mg^{+2} , en función del pH en el que se encuentra el medio. En este caso, lo que se pretende es la determinación de la concentración de CaCO_3 mediante la adicción de EDTA. El complejo de Mg^{+2} con el indicador es menos estable, por lo que reaccionará en primer lugar todo el calcio de la muestra y posteriormente el magnesio formando complejos de color rojo vino (como se observa en la figura 9). De esta manera, al añadir el suficiente volumen de EDTA, se consigue la liberación de todos los iones de calcio y magnesio, virando la muestra a verde (figura 10).



Figura 10. Determinación de la dureza total (CaCO_3) $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$. (Fuente: elaboración propia).

El volumen que se ha añadido hasta la determinación de la dureza total corresponde a la concentración de $\text{Ca} + \text{Mg}$ en la muestra.

- **Determinación del calcio.**

Una vez determinada la dureza total ($\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$), mediante la determinación de calcio, se pasa a determinar la concentración de Mg, presentes en la muestra.

Para la determinación de calcio en el laboratorio La Presa, se emplea un procedimiento complexométrico, es decir, una valoración por complexona descrita en la norma UNE 77013-1989, para ello la muestra se vuelve a pH 12- 13, mediante la adicción de NaOH. Para ello se hace uso del calcón, un indicador de calcio, virando la muestra a un color rosado (figura 11).

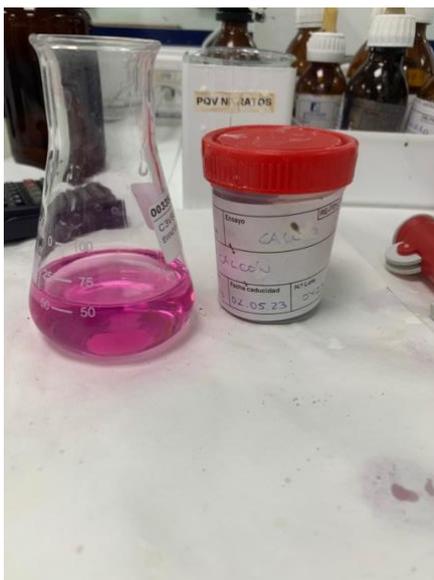


Figura 11. Indicador de calcio, mediante el uso del Calcón. (Fuente: elaboración propia)

La base de la reacción es la formación de complejos de los iones de Ca^{+2} , mediante la adicción de EDTA. De esta manera se determina la concentración de Ca^{+2} que hay presente en la muestra, ya que el EDTA, forma los complejos con los iones de Ca^{+2} que hay presentes hasta la liberación de todos ellos. Una vez adicionado el volumen de EDTA para la liberación completa de los iones de Ca^{+2} la muestra vira a un morado azulado (figura 12).



Figura 12. Liberación completa de los iones de Ca^{+2} tras la adición de EDTA. (Fuente: elaboración propia)

Una vez obtenidas las concentraciones de dureza total y de calcio en una misma muestra, la concentración de magnesio presente en la muestra se obtiene mediante la diferencia de estas dos concentraciones, ya que, la dureza total corresponde a la suma de los iones de $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$.

- Modificación del límite de Cuantificación en el RD 3/2023.

La caracterización de las aguas fue en uno de los parámetros incluidos en el nuevo RD 3/2023, ya que con el antiguo RD 140/2003, las características del agua no se tenían en cuenta dentro de la calidad del agua de consumo.

Por otra parte, tal y como se ha comentado en el subapartado 7.1.1, los límites de cuantificación fueron modificados, puesto que, ahora se exige ser capaz de medir igual o inferior al 30 % del valor paramétrico o valor de referencia.

En el caso del Magnesio, su valor paramétrico es de 30 mg/L, siendo por lo tanto su límite de cuantificación de 9 mg/L.

En el laboratorio La Presa, supuso un cambio en el intervalo de aplicación 9-500 mg/L, siendo 500 mg/L el valor paramétrico de la dureza total.

Al determinar el magnesio a partir de la dureza y del calcio, esta modificación implicó que el laboratorio La Presa hiciera una revisión de los métodos empleados para ambos parámetros, lo que conllevó un cambio en la concentración de los patrones usados para la calibración y por lo tanto la modificación del rango de aplicación. Al realizar cambios en los métodos se debe volver a validar, demostrando que el laboratorio presenta la capacidad suficiente para cumplir los requisitos establecidos en el RD 3/ 2023.

7.1.3. Acreditación del método.

El objetivo de un laboratorio es la aportación de datos que visualicen la calidad del agua, mediante el uso de métodos analíticos que sean precisos y adecuados sometiéndose a una validación del proceso, garantizando así la calidad de los datos (Suárez, 2009). Cada uno de los métodos químicos que se realizan en el laboratorio La Presa son métodos que han sido validados asegurando que el intervalo de aplicación y la precisión del método aporta resultados confiables.

Sin embargo, un cambio en el valor paramétrico o en el límite de cuantificación supone una validación secundaria del método, reuniendo las evidencias necesarias acerca de la capacidad del laboratorio para cumplir con lo establecido en el RD 3/2023. Entre las características que se valoran son la precisión, exactitud, límite de detección.

Entre los cambios que realizó el laboratorio La Presa, fue el reajuste del rango de aplicación para el cuál el método se validó, que es el intervalo de concentraciones de analito dentro del cual se considera el método validado, implicando un cambio en la precisión y la exactitud del método.

Es por ello, que tras el cambio del nuevo rango de aplicación del método se debe realizar la repetitividad y la reproducibilidad del método, mediante el uso de los patrones que entran dentro del rango. Los diferentes analistas, que trabajan en el laboratorio La Presa, son los encargados de las mediciones sucesivas de los diferentes patrones del método que se quiera reevaluar, obteniendo diferentes resultados que permiten establecer la nueva precisión y exactitud con la que se medirá el método.

En el laboratorio La Presa se lleva un control de las calibraciones y verificaciones de cada uno de los métodos en hojas de cálculo pudiendo conocer el cumplimiento de los rangos de aplicación, utilizando siempre errores de incertidumbre que caracteriza la dispersión de los valores. Con los mismos datos obtenidos en el laboratorio durante un año, se recalcula tanto la recta de calibración, la incertidumbre, la precisión y la exactitud del método, de esta manera se tiene una validación del método constante.

7.2. INTRODUCCIÓN DE NUEVOS PARÁMETROS.

Durante el siguiente apartado, se detallarán aquellos parámetros que fueron incluidos en el sistema de calidad del laboratorio La Presa, y la forma en la que se adoptaron los nuevos métodos analíticos.

7.2.1. Ácidos Haloacéticos.

Con la implantación del RD 3/2023 los Ácidos Haloacéticos aparecen por primera vez como un parámetro a controlar en la calidad del agua de consumo y por lo tanto estableciendo así un valor paramétrico, sin embargo, nosotros al ser un laboratorio encargados de tener un seguimiento de las diferentes fases de tratamiento en la misma ETAP y un control de la calidad del agua que se abastece, ya había un previo seguimiento de los Ácidos Haloacéticos puesto que, son compuestos halogenados no-volátiles subproductos de la cloración.

Los Ácidos Haloacéticos junto con otros parámetros ya comentados en la tabla 16, son parámetros sumatorios, es decir, que el valor paramétrico es la suma de los valores tras la determinación de las sustancias que conforman los Ácidos Haloacéticos.

- Método empleado en el laboratorio La Presa.

En el laboratorio La Presa, la determinación de los Ácidos Haloacéticos se realiza mediante una cromatografía de gases con espectrometría de masas (GC/MS) de triple cuadrupolo, basada en el método 552.3. En la figura 13 se muestra el cromatógrafo de gases utilizado en La Presa.



Figura 13. Cromatógrafo de gases con espectrometría de masas de triple cuadrupolo (Fuente: elaboración propia).

En el laboratorio La Presa, se lleva a cabo un método en el que se basa en la extracción de los Ácidos Haloacéticos mediante el uso de sulfato de sodio con el objetivo de que el medio de la muestra pase a un medio ácido, sobresaturando el agua y facilitando que las sustancias menos solubles pasen a otra fase. Como lo que se pretende es la extracción de los ácidos Haloacéticos, se hace uso del metil tert-butil éter (MTBE), para que se adhiera

a la parte metil de los Haloacéticos, obteniendo una fase orgánica (figura 14) y por lo tanto una extracción.

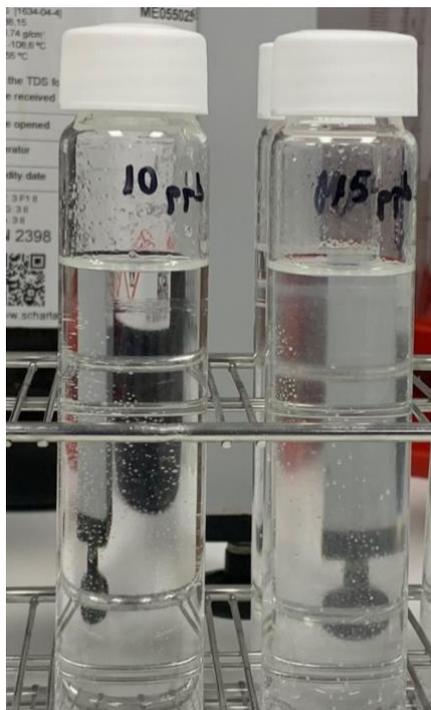


Figura 14. Distinción de la fase orgánica en las muestras. (Fuente: elaboración propia)

Tras la extracción de los ácidos Haloacéticos se procede a la derivatización de estas, es decir, pasar los Ácido Haloacéticos en compuestos volátiles para conseguir su identificación y cuantificación, para ello se añade el metanol ácido para provocar una metilación de los Haloacéticos, es decir, que pasen a ser esteres metílicos. Por último, para poder separar los Haloacéticos del metanol, se añade sulfato sodio que permite que haya un equilibrio entre las dos fases.

- Resumen del método para la determinación de los Ácidos Haloacéticos.

Con todo este método se obtiene tanto la extracción de los Ácidos Haloacéticos como la derivatización de estos en medio acuoso, para poder identificarlo y cuantificarlo en el cromatógrafo de gases-masas de triple cuadrupolo. Los resultados que se obtienen es un espectro de masas que representa la abundancia de los diferentes tipos de iones en función de la relación masa/carga de cada uno de ellos.

Como se ha visto durante este procedimiento, la determinación de los Ácidos Haloacéticos es un proceso largo y difícil de obtener, un método el cual el laboratorio La Presa ha conseguido determinar, no obstante, aunque se puedan identificar los Haloacéticos todavía se está trabajando para el cumplimiento de los valores paramétricos en ciertas sustancias y, por lo tanto, de una futura acreditación del método.

7.2.2. Colifagos somáticos

Los Colifagos Somáticos fueron unos de los parámetros indicadores de calidad introducidos por el nuevo RD 3/2023, debido a que son indicadores clave para la calidad del agua, ya que son excelentes marcadores de contaminación como el recuento de coliformes totales o de E.coli (Toribio, 2021).

Los Colifagos Somáticos, son bacteriófagos que infectan bacterias especialmente las del grupo coliforme y mediante su análisis se identifican si hubo contaminación de estas bacterias anteriormente.

Su introducción por el nuevo RD 3/2023 como parámetro indicador, es debido a su gran importancia como indicador vírico por las características que presenta como su resistencia a los tratamientos físicos y químicos convencionales (desinfección UV, cloración) o por su precisión para detectar la presencia de contaminantes fecales o por su resistencia para permanecer en el ambiente, siendo por lo tanto el más adecuado para el control microbiológico de las aguas y los procesos de potabilización, tratamiento, reutilización de aguas, lodos y biosólidos.

Como ya se comentó, otros de los cambios que hubo en el nuevo RD 3/2023 fue que todos los métodos de los parámetros microbiológicos debían ir por norma, es decir, que todos los laboratorios debían ser capaces de analizar los parámetros microbiológicos por los métodos descritos en las normas.

- **Método empleado en el laboratorio La Presa.**

La determinación de Colifagos Somáticos se realiza mediante la técnica de doble capa, por mezclado con un medio de cultivo específico, procedimiento el cual está descrito en la norma UNE-EN ISO 10705-2. Para llevar a cabo la determinación de los Colifagos Somáticos se han seguido los criterios establecidos en las siguientes normas, facilitadas por el RD 3/2023.

- Norma UNE-EN ISO 10705-2. Calidad del agua. Detección y recuento de bacteriófagos. Parte 2: Recuento de Colifagos Somáticos
- Norma UNE-ISO 10705-3 Calidad del agua. Detección y recuento de bacteriófagos. Parte 3: Validación de métodos para la concentración de bacteriófagos en agua.

El método se basa en la determinación de la concentración viral mediante el conteo de las zonas de aclaramiento circular que se producen en la capa bacteriana producida por la lisis bacteriana, es decir, la destrucción de la cepa huésped (E.coli) mediada por los Colifagos, como se ve en la figura 15. Esto se debe, a que los Colifagos infecta a la bacteria hospedera, se replica y posteriormente se disemina, generando una zona circular sin crecimiento de la bacteria.



Figura 15. conteo Colifagos Somáticos mediante las calvas de lisis sobre la cepa huésped (E.coli). (Universidad de Costa Rica, 2021)

Para la determinación de los Colifagos Somáticos se emplea un medio de cultivo en específico, el medio Scholtens (MS). Sin embargo, se emplea el mismo medio, pero con diferentes nutrientes para favorecer el crecimiento de cada una de las bacterias, obteniendo así los tres medios diferentes.

- Caldo modificado de Scholtens (MSB), es el medio de cultivo que nos permite el crecimiento de la cepa huésped, que en este caso se utiliza como huésped a la bacteria E.coli, ya que los Colifagos las infectan indicando la posible contaminación fecal en el agua.
- El Agar semi-sólido modificado de Scholtens (ssMSA) utilizado principalmente para la detección y enumeración de los colifagos somáticos.
- Pero para que las condiciones del cultivo sean adecuadas y se dé el paso de infección, ambos medios son plaqueados en una placa de MSA (Agar de Scholtens) un medio nutritivo que favorece el crecimiento de las bacterias gram positivas.

- **Fundamento del método.**

El fundamento del método de doble es la mezcla de nuestra muestra, con la cepa huésped y el agar semi-sólido (ssMSA), en la placa de Scholtens, con el fin de detectar y enumerar los Colifagos Somáticos en nuestra muestra.

7.2.3. Validación de los nuevos métodos.

La implantación de un nuevo parámetro en el laboratorio La Presa, a diferencia de los otros métodos ya comentados en el apartado 7.3, supone la adquisición de nuevas competencias técnicas necesarias para la determinación y cuantificación, de manera que se puedan integrar en el sistema de calidad y por lo tanto de la validación, que garantiza que toda la información obtenida de los resultados de los procedimientos analíticos va a ser correcto y de confianza, de forma que se puedan calificar como adecuados, reproducibles y seguros los métodos de ensayo empleados en el laboratorio.

La validación de los parámetros microbiológicos, como es el caso de los Colifagos Somáticos, se trata de una validación primaria mediante el uso de métodos de referencia pudiendo realizar una intercomparación con los resultados obtenidos en el laboratorio La Presa, permitiendo una garantía de que los resultados son fiables. El objetivo de la validación primaria es establecer los límites y las características del método mediante un esquema de ensayo, obteniendo así el propio método descrito por el laboratorio La Presa, por el cual se realizará la cuantificación y detección de los Colifagos Somáticos.

Para garantizar que los resultados que se obtienen en laboratorio son fiables y que el laboratorio está capacitado para realizar el método de una forma rutinaria, se deben presentar, junto con el método, los diferentes ensayos que se han realizado durante la práctica. Consiste en la repetición del método con el objetivo de obtener una precisión y exactitud que demuestre la fiabilidad de los resultados, siendo adquiridos por tanto las competencias necesarias para la cuantificación y detección de los Colifagos Somáticos.

7.3. TRANSPARENCIA Y ACCESO A LA INFORMACIÓN

El Sistema de Información Nacional de Agua de Consumo (SINAC) es un sistema de información sanitario que recoge los datos sobre las características de los abastecimientos y la calidad del agua de consumo humano que suministra a la población española. (SINAC, s.f.)

En el artículo 30 del RD 140/2003 se determinó el uso obligatorio del SINAC para todas las partes implicadas en el suministro de agua de consumo, siendo el Ministerio de sanidad y la autoridad sanitaria encargados de administrar y gestionar el sistema informático.

El laboratorio La Presa utiliza el SINAC para registrar cada uno de los resultados obtenidos tras analizar las muestras, recopilando así la calidad del agua en cada uno de los puntos del tratamiento del agua. De esta manera, se crea una transparencia de la calidad del agua que se abastece, pudiendo la población acceder a información actualizada sobre la calidad del agua de consumo en todos los puntos de abastecimiento con el fin de conocer y prevenir los posibles riesgos para la salud por posibles contaminaciones en el agua.

8. CONCLUSIONES

La implantación del RD 3/2023 ha generado cambios a nivel analítico en aquellos laboratorios destinados a la calidad del agua de consumo y su control, con este estudio se ha conseguido recopilar las modificaciones más importantes que han tenido una mayor influencia en el laboratorio y la manera en la que se han gestionado las modificaciones. Los cambios han generado un mayor control y seguimiento de la calidad del agua, tanto en el tratamiento como durante su abastecimiento. Destacando las siguientes conclusiones.

- ⇒ Tras realizar una comparación entre el antiguo RD 140/2003 y el nuevo RD 3/2023 se han recopilado 4 de los principales cambios con respecto al Capítulo II, que trata de las características del agua de consumo y su control.
- ⇒ En el RD 3/2023 se incluyeron nuevos tipos de control con el objetivo de complementar el análisis de control y el análisis completo teniendo un seguimiento más continuo de la calidad del agua durante su tratamiento y abastecimiento. Entre estos nuevos controles, se destaca sobre todo la introducción de los edificios prioritarios y aquellos que son realizados en la ETAP La Presa.
- ⇒ Se han incrementado las frecuencias con el objetivo de tener un mayor control de la calidad del agua y poder actuar de forma rápida en caso de que haya errores durante el tratamiento del agua. Para el cálculo de las frecuencias de muestreo se han utilizado los criterios establecidos por el RD 3/2023, utilizando como modelo la ETAP La Presa.
- ⇒ Tras una revisión de cada uno de los parámetros, se ha conseguido realizar una actualización de los parámetros requeridos en La Presa, con sus respectivos valores paramétricos, además de la introducción de los nuevos parámetros. Por otra parte, se han mencionado los parámetros que son analizados en el laboratorio La Presa que han supuesto un cambio analítico, y su método empleado.
- ⇒ Entre los parámetros más destacables se ha descrito los métodos que se han adaptado y se han llevado a cabo en el laboratorio La Presa. Por lo tanto, se ha visto que la adaptación de un método, cómo es el cambio de un valor paramétrico, conlleva la realización de una acreditación secundaria, demostrando la capacidad del laboratorio para obtener resultados fiables, mediante la repetitividad y reproducibilidad del método Y, por otra parte, lo que supone la adquisición de nuevas competencias para describir las características del método que se empleará en el laboratorio y por el cual se validará, comprobando las capacidad de los analistas para analizar el parámetros e incluirlo como nuevo parámetro de calidad en el laboratorio.
- ⇒ SINAC es un sistema de información que permite a la población a acceder a la información sobre la calidad del agua, un derecho que se impuso en el antiguo RD 140/2003 y el cual se ha mantenido.

9. BIBLIOGRAFÍA

AGQ Labs (2021). *Medición de cloro en agua potable*. <<https://agqlabs.cl/2021/11/10/medicion-de-cloro-en-agua-20donde%20se%20>> [Consulta: 3 de julio de 2024]

Biokar (2022). Slanetz and Bartley Agar. <<https://www.solabia.com/biokar-diagnostics/en/product/slanetz-and-bartley-agar/>> [Consulta 24 de julio de 2024]

Condalab (2024). *Agar Extracto de levadura (YEA) ISO*. <<https://www.condalab.com/int/es/medios-de-cultivo-deshidratados/54-9966-agar-extracto-de-levadura-yea-iso.html>> [Consulta: 2 de julio de 2024]

Chordá, A. & Inés C. (2016). *Estudio de Coliformes totales y E.coli en aguas de consumo humano por NMP: Validación y resultados*. Trabajo Fin de Grado. Universidad Politécnica de Valencia [Consulta: 29 de junio de 2024]

Domino, M. M., Pepich, B. V., Munch, D. J., Fair, P. S., & Xie, Y. (2003). Method 552.3 determination of haloacetic acids and dalapon in drinking water by liquid-liquid microextraction, derivatization, and gas chromatography with electron capture detection

EFSA (2023). Bisfenol A. <<https://www.efsa.europa.eu/es/topics/topic/bisphenol>> [Consulta: 8 de julio de 2024]

EMIVASA (s.f). *Datos Generales ETAP La Presa*. <<https://caminoscvc.es/wp-content/uploads/2022/02/PRESA-DISCRETO.pdf>> [Consulta: 5 de julio de 2024]

ENAC (2023). *La acreditación*. <<https://www.enac.es>> [Consulta: 7 de mayo de 2024]

España. Directiva 2008/105/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas. BOE, 16 de diciembre de 2008, núm 348, p. 84-97

España. Directiva 2020/2184 del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano. BOE, 16 de diciembre de 2020, núm 435, p.1-62

España. Decisión delegada (UE) 2020/1441 de la Comisión por la que se completa la Directiva (UE) 2020/2184 del Parlamento Europeo y del Consejo mediante el establecimiento de una metodología para medir los microplásticos en las aguas destinadas al consumo

España. Orden SCO/1591/2005 sobre el Sistema de Información Nacional de Agua de Consumo. BOE, 2 de junio de 2005, núm. 131, p.18475-18478

Fisher Scientific (2024). *Thermo Scientific Suplemento de Legionella BCYE Oxoid, para medio de 100 ml* < <https://www.fishersci.es/shop/products/oxoid-legionella-bcye-supplement/p-4522456> > [Consulta: 2 de julio de 2024]

FACSA (2017). La dureza del agua. <<https://www.facsa.com/la-dureza-del-agua/>> [Consulta: 17 de julio de 2024]

Frías.M (2023). “El agua potable tiene microplásticos: ¿cómo puedo eliminarlos?” en *El Diario*, 24 de agosto < https://www.eldiario.es/consumoclaro/agua-potable-microplasticos-eliminarlos_1_10438378.html > [Consulta: 9 de junio de 2024]

Harmon, S.M., Kautter, D. A., & Peeler, J.T. (1971). Medio mejorado para la enumeración de *Clostridium perfringens*. <<https://journals.asm.org/doi/abs/10.1128/am.22.4>. > [Consulta: 1 de julio de 2024]

Higiene Ambiental (2018). ¿Que nos dice la turbidez sobre la calidad del agua potable? <<https://higieneambiental.com/aire-agua-y-legionella/que-nos-dice-la-turbidez-sobre-la-calidad-del-agua-potable>> [Consulta: 15 de julio de 2024]

Lösch, L. S., & Merino, L.A. (2016). *Presencia de Legionella spp. En depósitos domiciliarios de agua potable en Resistencia, Chaco, Argentina. Informe preliminar. Revista Argentina de microbiología*, 48 (4), 329-332. < <https://www.elsevier.es.>> [Consulta: 25 de junio de 2024]

Merck KGaA (s.f.). Medios de cultivo microbiológico. <<https://www.sigmaaldrich.com/ES/es/products/industrial-microbiology/microbial-culture-media> > [Consulta: 25 de junio de 2024]

Merck millipore (2024). Medios cromógenos. <<https://www.merckmillipore.com/ES/es>> [Consulta: 29 de junio de 2024]

Metrohm (2020). *Detección de los ácidos haloacéticos en el agua: aumento de la sensibilidad gracias al acoplamiento de IC con un detector de MS.* <https://www.metrohm.com/es_es/applications/application-notes/aa-m-001-100/an-m-016.html > [Consulta: 12 de junio de 2024]

Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico (2022). *Lista de Observación.* <<https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/contaminantes-emergentes/lista-observacion.html> > [Consulta: 9 de julio de 2024]

Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico (s.f.). *Lista de observación.* <https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/lista-de-observacion_tcm30-532907.pdf > [Consulta: 9 de julio de 2024]

Obón de Castro, J. M. (2015). Análisis microbiológico del agua. Dpto. Ingeniería Química y Ambiental Universidad Politécnica de Cartagena. < https://www.upct.es/~minaecees/analisis_microbiologico_aguas.pdf > [Consulta: 2 de junio de 2024]

Real Decreto 3/2023, del 10 de enero, por el que se establece los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro. Boletín Oficial del Estado

Real Decreto 140/2003, del 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. Boletín Oficial del Estado.

Real Decreto 902/2018, de 20 de julio, por el que se modifican el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero y las especificaciones de los métodos de análisis del Real Decreto 1798/2010, de 30 de diciembre y del Real Decreto 1799/2010, de 30 de diciembre. Boletín Oficial del Estado.

Real Decreto 314/2016, de 29 de julio, por el que se modifican el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero y las especificaciones de los métodos de análisis del Real Decreto 1798/2010, de 30 de diciembre y del Real Decreto 1799/2010, de 30 de diciembre. Boletín Oficial del Estado.

SINAC (s.f). Sistema de Información Nacional de Aguas de Consumo <<https://sinac.sanidad.gob.es/SinacV2/index.html>> [Consulta: 25 de julio de 2024]

Suárez, R., Arévalo, E., Linares, L., Ustáriz, F., & Hernández, G. (2009). Validación de un método analítico para la determinación de magnesio eritrocitario. *Avances en Química*, 4(2), 53-62.

Toribio-Avedillo, D. (2021). *Desarrollo de métodos rápidos para la detección de bacteriófagos como indicadores de contaminación fecal*. <<https://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/184217>> [Consulta: 20 de julio de 2024]

Universidad de Costa Rica (2021). *El 75% de las plantas de tratamiento estudiadas hacen una remoción importante de indicadores de contaminación vial*. <<https://www.google.com/url?sa=i&url=https>> [Consulta: 20 de julio de 2024]

VWR (2022), ficha técnica Slanetz and Bartley Agar. <http://www.reactivosparadiagnostico.com/customers/viewTDS.php?file=175160ZA_E_S.pdf&id=930332950ae75c34d2dfc4454b2710919eb59c5dd898e7b > [Consulta: 1 de julio de 2024]

ANEXO I. Relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030.

Grado de relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Objetivos de Desarrollo Sostenibles	Alto	Medio	Bajo	No procede
ODS 1. Fin de la pobreza				X
ODS 2. Hambre cero				X
ODS 3. Salud y bienestar		X		
ODS 4. Educación de calidad				X
ODS 5. Igualdad de género				X
ODS 6. Agua limpia y saneamiento	X			
ODS 7. Energía asequible y no contaminante				X
ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico				X
ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras				X
ODS 10. Reducción de las desigualdades				X
ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles				X
ODS 12. Producción y consumo responsables				X
ODS 13. Acción por el clima				X
ODS 14. Vida submarina				X
ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres				X
ODS 16. Paz, justicia e instituciones sólidas				X
ODS 17. Alianzas para lograr objetivos				X

Descripción de la alineación del TFG/TFM con los ODS con un grado de relación más alto

Los ODS que están más relacionados con el presente trabajo son los siguientes:

1- ODS n°3. Salud y bienestar.

Este objetivo se basa en asegurar la salud de la población y con la potabilización del agua y el análisis de todos los parámetros se contribuye al abastecimiento de un agua limpia, libre de posibles contaminaciones. Realizando un control y un seguimiento de cada una de las etapas del tratamiento del agua para el cumplimiento de los valores paramétricos, se puede prevenir cualquier error pudiendo emplear las medidas correctoras para prevenir los riesgos a la salud. Además, con el nuevo RD 3/2023 se pretende estar actualizados antes cualquier innovación científica con el objetivo de poder detectar cualquier sustancia o bacteria que pueda suponer un riesgo para la salud de la población, mediante la inclusión del análisis de *Legionella spp*, como de sustancias prioritarias.

2- ODS n°6. Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.

El RD 3/2023 es una normativa cuyo objetivo es establecer unos criterios, los cuales deben ser seguidos y cumplidos por todas aquellas partes que tienen como función principal controlar la calidad del agua para su posterior abastecimiento, previniendo las posibles contaminaciones del agua, ya que esta representa una de las necesidades humanas más importantes. Además, se respeta el derecho de la población de tener acceso libre sobre la información de la calidad del agua en cada uno de sus puntos de abastecimientos, mediante un sistema de información con la intención de conocer y prevenir los posibles riesgos para la salud por posibles contaminaciones en el agua. Por otra parte, mediante la implantación de fuentes la ETAP La Presa por la ciudad de Valencia la ETAP La Presa garantizan el acceso del agua potable a la población.

Estos serían los ODS que presentan una alta relación con el trabajo.