

Trabajo de Fin de Grado

# **Control de la calidad de agua en el grifo del consumidor**



**Shu-Ming Chan Shi**

**5º Grado en Farmacia**

**Curso 2018 - 2019**

Tutora:

Teresa María Borges Miquel

Departamento de Química

Área de Química Analítica



## INDICE

Abstract .....	1
Resumen .....	2
1. INTRODUCCIÓN .....	3
2. OBJETIVOS .....	5
3. PARTE EXPERIMENTAL .....	6
3.1. Muestras analizadas .....	6
3.2. Métodos analíticos .....	7
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	13
4.1. Olor y sabor .....	13
4.2. Color .....	13
4.3. Turbidez .....	13
4.4. Conductividad y salinidad .....	13
4.5. pH .....	14
4.6. Amonio .....	15
4.7. Cobre y hierro .....	16
4.8. Cloro residual.....	16
4.9. Fluoruros.....	17
4.10. Dureza total .....	18
5. CONCLUSIÓN .....	19
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	20
ANEXO I: REPRESENTACIÓN DE LAS RECTAS DE CALIBRADO	

## **Abstract**

Drinking water is an essential element for the human being, due to such importance it's logical to establish rules and indicators in terms of potability and quality to ensure water health standards and, therefore, to carry out controls that respect this criteria, especially at the time of ensuring safe water from the consumer's tap.

The goal of this Final Degree Project is making a study of the chemical parameters and indicators that are included in the current regulations of the water quality control in the consumer's tap, to qualify the water of the city of San Cristóbal de La Laguna.

After the analysis of the results it was shown that the water samples were suitable for human consumption. It was also observed that the values of the parameters varied in relation to the geographical area to which each sample belonged, that makes us think that certain waters belong to the same supply system.

## **Resumen**

El agua potable es un elemento indispensable para la vida del ser humano, debido a esto es importante establecer normas e indicadores en cuanto a potabilidad y calidad para asegurar su salubridad, y, por ende, es fundamental efectuar controles para comprobar que sean respetados, en especial, en el punto de acceso al agua como lo es el grifo del consumidor.

La meta de este Trabajo de Fin de Grado es realizar un estudio de los parámetros indicadores y parámetros químicos recogidos en la normativa actual para el control de la calidad del agua en el grifo del consumidor, para calificar el agua del municipio de San Cristóbal de La Laguna.

Después del análisis de los resultados se demostró que las muestras de agua eran aptas para el consumo. También se observó que los valores de los parámetros variaban en relación con la zona geográfica a la que correspondía cada muestra, lo que nos hace pensar que ciertas aguas pertenecen a la misma red de abastecimiento.

## 1. INTRODUCCIÓN

Según el Real Decreto 140/2003<sup>1</sup>, en su artículo 2, se define como aguas de consumo humano aquellas que en su estado original o después de su tratamiento sean empleadas para usos doméstico, independientemente de su origen y de la forma que se suministren al consumidor. Se incluyen además las aguas utilizadas en la industria alimentaria y las que son proporcionadas como parte de una actividad comercial o pública.

El agua es el recurso de mayor consumo en el mundo, como anteriormente se comentó, se encuentra presente en todas las actividades sociales, económicos y medio ambientales<sup>2</sup>. Por esta razón es imprescindible asegurar la calidad higiénica y potabilidad del agua pues el consumo de agua contaminada por agentes químicos o biológicos pueden provocar numerosas enfermedades como cólera, intoxicación por plomo, disentería, hepatitis, fluorosis, etc<sup>3</sup>. Por ello, ingerir agua potable permite reducir la exposición de estas enfermedades a la población y los beneficios en la salud son considerables.

Dada su importancia, se han establecido distintos parámetros para garantizar su salubridad, calidad y limpieza con el fin de proteger la salud de los individuos de efectos adversos de cualquier tipo de contaminación de las aguas. En el artículo 20 del Real Decreto<sup>1</sup>, anteriormente mencionado, se especifica los parámetros a controlar en el grifo del consumidor, estos son al menos:

- a) Olor
- b) Sabor
- c) Color
- d) Turbidez
- e) Conductividad
- f) pH
- g) Amonio
- h) Bacterias coliformes
- i) *Escherichia coli* (E.coli)
- j) Cobre, cromo, níquel, hierro, plomo u otro parámetro cuando se sospeche que la instalación interior tiene este tipo de material instalado.
- k) Cloro libre residual y/o cloro combinado residual cuando se utilice cloro o sus derivados para el tratamiento de potabilización del agua.

Tras el estudio de los parámetros, el Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social<sup>4</sup> califica las aguas de consumo humano como:

<b>Aguas aptas para el consumo</b>	<i>Aguas aptas para el consumo</i>	No presenta ningún tipo de contaminación que pueda afectar a la salud y cumple con las especificaciones de los parámetros microbiológicos, químicos, indicadores de calidad y radiactivos.
	<i>Agua apta para el consumo, con no conformidad en... (parámetro indicador)</i>	Supera hasta ciertos niveles del valor para algún parámetro indicador, aun cumpliendo los requisitos del apartado anterior.
	<i>Agua apta para el consumo, con excepción en... (parámetro químico)</i>	Se autoriza temporalmente el suministro de agua con parámetros químicos de valores superiores a lo establecido, al necesitarse más de 30 días para solucionarlo y siempre que no perjudique a la salud humana.
<b>Aguas no aptas para el consumo</b>	<i>Agua no apta para el consumo</i>	El agua no cumple los requisitos anteriores.
	<i>Agua no apta para el consumo con riesgo para la salud</i>	Existen niveles muy elevados de algún parámetro microbiológico, químico o radiactivo.

Tabla 1. Calificación de las aguas de consumo humano.

## 2. OBJETIVOS

El objetivo fundamental de este trabajo es determinar y evaluar los distintos parámetros recogidos en el artículo 20 del Real Decreto 140/2003<sup>1</sup>, para el control de calidad del agua en el grifo del consumidor en distintas localidades del municipio de San Cristóbal de La Laguna.

Además, se analizará también la dureza total, la salinidad y el fluoruro pues debido al origen de las muestras sería interesante estudiarlos. Sin embargo, no se realizará la determinación de bacterias coliformes y de *Echerichia coli* por falta de material.

Para cumplir este objetivo se han establecido distintos objetivos secundarios, lo cuales son:

- Seleccionar las zonas de muestreo.
- Recolección de las muestras.
- Revisión bibliográfica de los métodos oficiales analíticos para la determinación de los diferentes parámetros de la normativa y de la dureza total, la salinidad y el flúor.
- Realizar el estudio de los distintos parámetros.
- Presentar y discutir los resultados obtenidos y comentar la calidad del agua de las muestras.

### 3. PARTE EXPERIMENTAL

#### 3.1. Muestras analizadas

Las muestras escogidas se recogieron en distintas localidades del municipio de San Cristóbal de La Laguna, en el transcurso de 2 semanas del mes de marzo de 2019. Se ha procurado que el muestreo se realice en distintas zonas geográficas del municipio de forma que los resultados sean representativos al territorio de estudio, abarcando las localidades de:

- |                   |                              |
|-------------------|------------------------------|
| ✓ Bajamar         | ✓ San Cristóbal de La Laguna |
| ✓ Tejina          | ✓ Las Mercedes               |
| ✓ Valle de Guerra | ✓ Geneto                     |
| ✓ Guamasa         | ✓ La Cuesta                  |
| ✓ Los Rodeos      | ✓ Taco                       |



*Ilustración 1. Territorio de muestreo.*

La toma de las muestras se realizó llevando a cabo el siguiente protocolo:

- Primero se deja correr el agua del grifo durante varios segundos, dejando fluir el agua.
- Después se enjuaga la botella con una pequeña cantidad de agua.
- Luego se procede a la recogida de la muestra de agua en una botella de 1,5 litros, lentamente para que no se formen espuma.
- Finalmente, tras cerrar la botella, se etiqueta dicha botella con el nombre de la localidad a modo de identificación.

### 3.2. Métodos analíticos<sup>5,6</sup>

#### Olor y sabor

Se determina mediante un examen olfativo y gustativo. Primero consiste en un minucioso lavado del material de vidrio, enjuagándolo con agua desodorizada. Después se vierten 200 ml de agua desodorizada y del agua problema en dos matraces distintos que luego se introducen tapados en un baño criostático a 35°C. Finalmente se hace una comparación entre el olor y el sabor de los distintos recipientes con agua, primero inhalando y catando el agua desodorizada, y luego lo mismo con la muestra.

#### Color

El método consiste en realizar un examen visual en el que se compara la muestra de agua con una solución de cloruro de cobalto y cloroplatinato potásico, expresándose la intensidad de color en función de los miligramos de platino contenidos en un litro.

#### Turbidez

La turbidez se medirá mediante un turbidímetro. Dicho aparato hace incidir en la muestra de agua un rayo luminoso, si en ella existen partículas en suspensión, estas difractarán parte de la luz. Luego la luz difractada es recogida por una célula fotoeléctrica que origina corriente eléctrica en función de su intensidad y del grado de turbidez de la muestra.



*Imagen 1. Turbidímetro.*

#### Conductividad y salinidad

La determinación de la conductividad eléctrica se realiza por potenciometría eléctrica, se mide mediante comparación de un puente de Wheatstone y una célula de conductividad apropiada y de una solución valorada de cloruro potasio, referido el resultado a 20°C. Además de la conductividad, con el mismo aparato se pudo medir la salinidad.

Para el análisis se enciende el baño criostático y se marca la temperatura a 20°C, se realiza un montaje con pinzas para sujetar los vasos de precipitado que contienen las muestras. Tras comprobar que la muestra se encuentra a la temperatura adecuada, se introduce la célula de conductividad en el vaso y se realiza la medida.



*Imagen 2. Conductímetro y montaje para su medida.*

## **pH**

El análisis consiste en la medida del potencial eléctrico que se crea en la membrana de un electrodo de vidrio, que va en función de la actividad de los iones hidrógeno a ambos lados de la membrana.

Después de calibrar el aparato con patrones calibrados de pH 4,00 y pH 7,00, se añade 50 ml de muestra problema en un vaso de precipitado de 100 ml. Luego se introduce en ella los electrodos, procediendo a la lectura después de 30 segundos.



*Imagen 3. pH-metro.*

## Amonio

Se determina por espectrofotometría de absorción (UV-Vis). Se basa en la formación del complejo  $I(NH_2)Hg$  de color amarillo-pardo rojizo cuando se mezcla el reactivo de Nessler ( $HgI_2 \cdot 2KI$ ) con una solución acuosa que contenga ion amonio. La intensidad del color varía en función del ion amonio presente, y se determina por colorimetría.

Para ello se introduce 100 ml de agua problema en un Erlenmeyer de 250 ml, luego se añade 1 ml de solución sulfato de zinc, se agita y se agrega 0,4 ml de hidróxido de sodio 6N hasta llegar a un pH de 10,5. Se deja reposar para que sedimente el precipitado y, en caso de ser necesario, se centrifuga. El sobrenadante debe quedar incoloro y transparente.

Finalmente, se toma 50 ml del sobrenadante y si el contenido de amoniaco es elevado, se agrega 2 gotas de solución de tartrato sódico potásico (sal de Rochelle) para evitar la precipitación de iones calcio y magnesio. Se añade 1 ml de reactivo Nessler y se homogeniza, se espera 10 minutos y se mide al espectrofotómetro a 410 nm.

Previamente se realiza una recta de calibrado (**Anexo 1.1.**), siguiendo el mismo procedimiento, con la cual se halla las concentraciones de amonio en las muestras.

## Cobre y Hierro

El análisis se realiza mediante espectroscopía de absorción atómica de llama empleando un filtro adecuado para la detección de cada metal. Para ello se realizó dos rectas de calibrado (**Anexo 1.2.** y **Anexo 1.3.**) de las que obtendremos la concentración de cada uno. La medida se ha realizado siguiendo el procedimiento que indica el fabricante del aparato.



*Imagen 4. Espectrofotómetro de absorción atómica de llama.*

## Cloro residual

Se determina por espectrofotometría de absorción (UV-Vis), consiste en la adición de orto-tolidina y de arsenito sódico a un agua que contiene cloro y derivados clorados. Esta mezcla provoca la aparición de una coloración amarilla susceptible de medición colorimétrica.

Se realizó una escala de patrones con una disolución concentrada de cromato-dicromato (**Anexo 1.4.**), el color de esta corresponde al que produce una concentración de cloro de 10 mg/L cuando se trata con orto-tolidina ácida.

Para analizar las distintas formas del cloro en el agua se realizaron tres procedimientos distintos:

- a) Tubo I: se introducen 0,75 ml de disolución de orto-tolidina 0,1% a 15 ml de muestra a analizar, se mezcla rápidamente y añade inmediatamente 0,75 ml de la disolución de arsenito sódico para evitar la actuación de cloraminas. De nuevo se mezcla y se mide a 440 nm inmediatamente. Mediante este procedimiento se determina el cloro libre residual
- b) Tubo II: se introducen 0,75 ml de disolución de arsenito sódico a 15 ml de agua a analizar, se mezcla y rápidamente se añade 0,75 ml de la disolución de orto-tolidina 0,1%. Se mezcla y se mide inmediatamente a 440 nm. Tras 5 minutos de espera se vuelve a medir. En esta reacción el arsenito reduce el cloro libre y por último las cloraminas, determinándose así las sustancias interferentes (nitritos, hierro, magnesio y materia orgánica).
- c) Tubo III: se introducen 0,75 ml de disolución de orto-tolidina 0,1% a 15 ml de muestra problema, se mezcla y se mide a 440 nm. En este caso se determina el cloro residual total.

Las concentraciones se obtendrán a partir de la recta de calibrado y por los siguientes cálculos:

$$\text{Cloro residual total} = \text{III} - \text{II}_b$$

$$\text{Cloro residual libre} = \text{I} - \text{II}_a$$

$$\text{Cloro combinado} = \text{cloro residual total} - \text{cloro residual libre}$$

I = medida obtenida en el tubo I

II<sub>a</sub> = primera medida obtenida en el tubo II

II<sub>b</sub> = medida obtenida en el tubo II al cabo de 5 minutos.

III = medida obtenida en el tubo III.

## Fluoruro

La determinación de fluoruros se realiza mediante potenciometría con electrodo selectivo de fluoruro, este electrodo mide la actividad del ion fluoruro en disolución en lugar de su concentración.

El procedimiento comienza poniendo a punto el electrodo selectivo de fluoruros, introduciéndolo en una disolución  $1 \cdot 10^{-3}$  M de fluoruros durante 15 minutos. Posteriormente, se añade 25 ml de muestra en vasos de precipitados de 100 ml, a estos luego se les añade 25 ml de disolución TISAB (tampón de ajuste de fuerza iónica total). Se sumergen los electrodos en cada disolución y se mide el potencial mientras se agita sobre un agitador magnético.

Previamente se prepararon disoluciones patrón de fluoruro para formular una recta de calibrado de las que se obtendrán las concentraciones de fluoruro (**Anexo 1.5**).

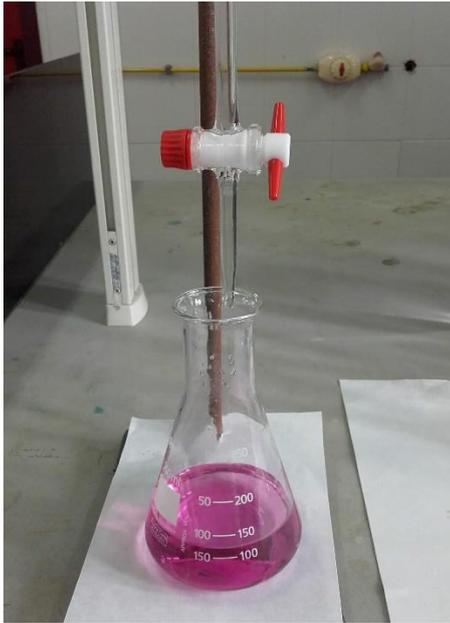


*Imagen 4. Potenciómetro con electrodo selectivo de fluoruro.*

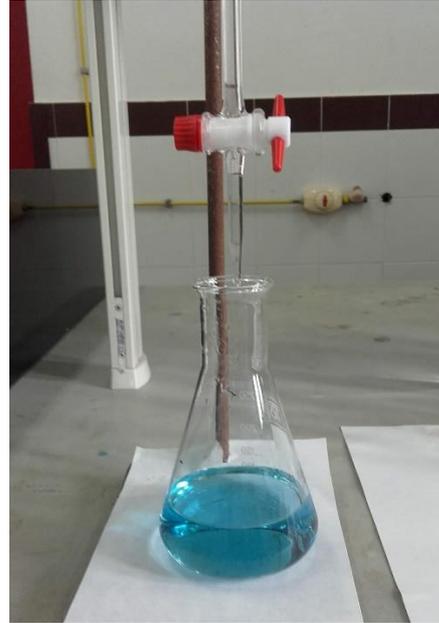
## Dureza total

El método empleado para determinar la dureza total es la volumetría complexométrica. Se determina por valoración con una disolución valorante de ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) 0.02 M en condiciones de pH alrededor de 10 con la ayuda de una disolución reguladora de amonio/amoniaco, utilizando como indicador Negro de Eriocromo-T.

Para ello se toma 100 ml de la muestra en un Erlenmeyer de 250 ml, se añade 2 ml de disolución reguladora de pH = 10, se mezcla bien y posteriormente se vierte una punta de espátula del indicador. Se valora con la disolución de EDTA hasta que cambie de color rojo/rosa a azul.



*Imagen 5. Muestra antes de la valoración con EDTA.*



*Imagen 6. Muestra después de la determinación con EDTA.*

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. Olor y sabor**

La mitad de las muestras (Tejina, Guamasa, Los Rodeos, Geneto y Taco) presentaron un cierto aroma a cloro, lo cual es normal pues el olor a cloro lo producen distintos procesos de desinfección que sufre el agua antes de su distribución. Pese al olor a cloro, no se apreció sabor alguno en ninguna muestra.

Podemos afirmar que las aguas presentan una calidad óptima, se descartaría entonces cualquier incidente de contaminación, ya que la aparición de olor y sabor está relacionada con contaminantes químicos naturales o sintéticos, orgánicos e inorgánicos, o procesos biológicos como, por ejemplo, microorganismos acuáticos<sup>7</sup>.

### **4.2. Color**

Tras el examen visual, ninguna muestra presentaba algún color apreciable a simple vista. Por tanto, podemos considerar que presentan una calidad adecuada y un aspecto aceptable en cuanto a consideraciones estéticas.

El color en el agua puede ser resultado de la presencia de sustancias de origen orgánico (ácidos húmicos y fúlvicos) o de ciertos metales como hierro o cromo, disueltos o en suspensión<sup>7</sup>. Cabe mencionar que para la determinación no se aplicó el método que indicaba la legislación (método cloroplatinato)<sup>5,6</sup>.

### **4.3. Turbidez**

Los valores obtenidos en la turbidimetría fueron todas de 0,00 UNF lo cual, en vista de los resultados, podemos afirmar que en las muestras de agua no existen partículas de materia o sedimentos y, por tanto, presentan una calidad óptima.

En la legislación su valor paramétrico a la salida de la estación de tratamiento de agua potable (ETAP) o depósito no debe superar 1 UNF y en la red de distribución no debe superar a 5 UNF<sup>1</sup>.

### **4.4. Conductividad y salinidad**

Según la legislación vigente, los valores paramétricos de la conductividad no deben superar los 2500  $\mu\text{S}/\text{cm}^1$ , ya que, valores superiores a este no son recomendables para su consumo por el alto contenido en compuestos iónicos como sodio, calcio, potasio, magnesio y otros más.

Como podemos observar en el **Gráfico 1** ninguna de las muestras sobrepasó dichos valores, siendo entonces aptas para el consumo.

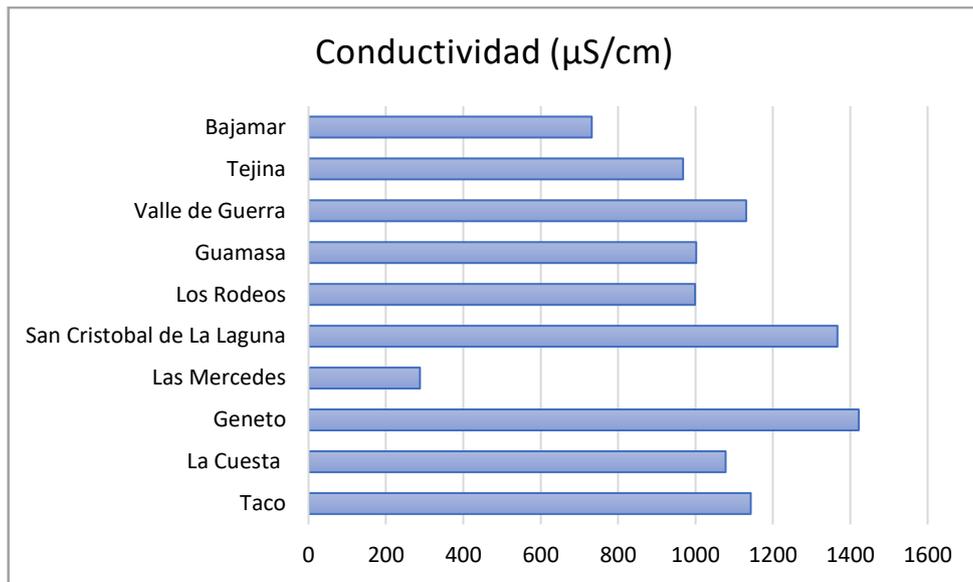


Gráfico 1. Resultados de la conductividad.

En el siguiente gráfico se muestran los valores obtenidos en el análisis de la salinidad, parámetro íntimamente relacionado con la conductividad:

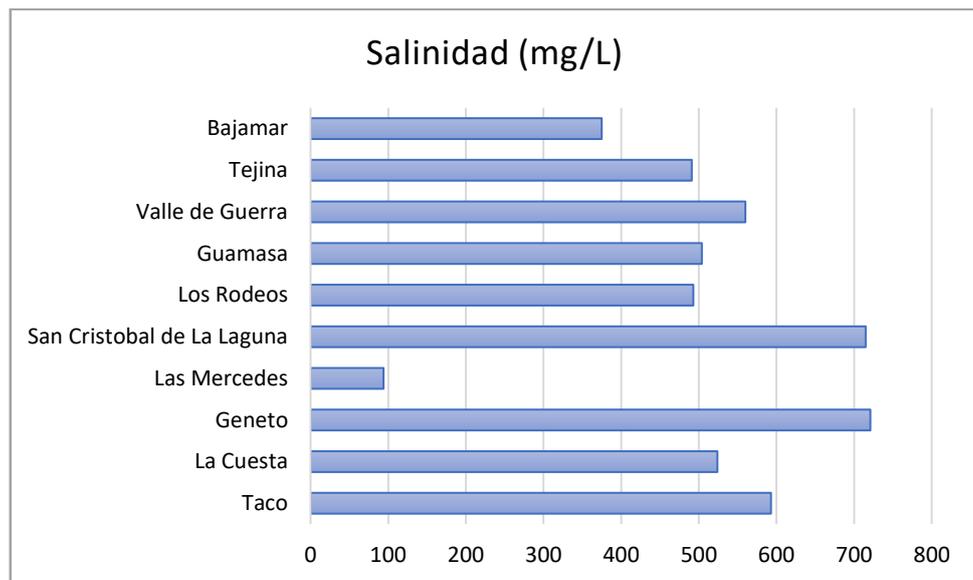


Gráfico 2. Resultados de la salinidad.

#### 4.5. pH

Los valores paramétricos del pH que establece la legislación se encuentran en un rango de 6,5 a 9,5<sup>1</sup>. Observamos que en la mayoría de las muestras (**Gráfico 3**) los valores se encontraban dentro del rango establecido, a excepción del agua procedente de Las Mercedes, la cual era inferior pero no llegaba a superar el valor recomendado para calificar un agua como no apta para el consumo (4,5 y 10,5)<sup>8</sup>.

La variación de los valores de pH puede venir dadas por determinadas sustancias disueltas en el agua como metales que provienen de la corrosión de las tuberías o a una inadecuada desinfección<sup>7</sup>.

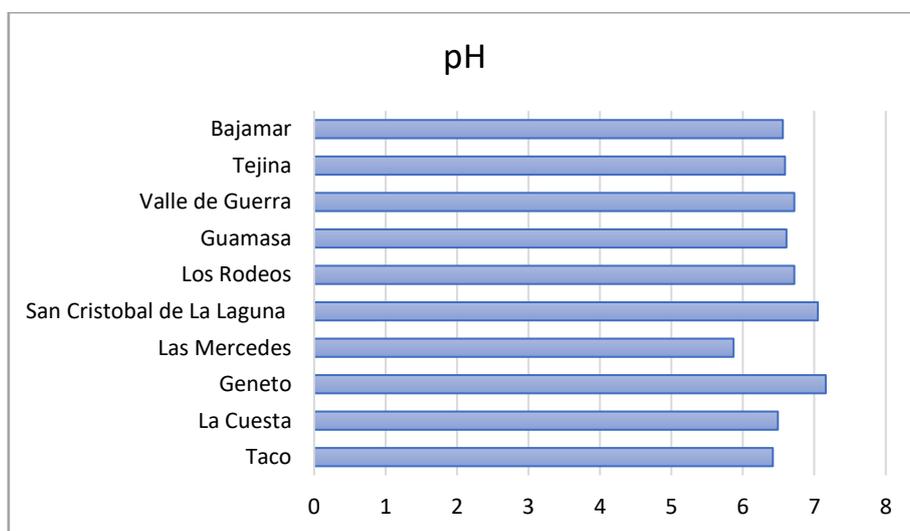


Gráfico 3. Resultados del pH.

#### 4.6. Amonio

El amonio es un indicador de contaminación del agua de origen agrícola, industrial o fecal que indica una degradación incompleta de materia orgánica, aunque también puede proceder de la reducción de nitritos por acción bacteriana.

Observamos en el **Gráfico 4** que todas cumplen el valor paramétrico que indica la legislación vigente (0,50 mg/L)<sup>1</sup> a excepción del agua obtenida en Bajamar que tiene un valor de 0,74 mg/L, pero no llega a superar el valor recomendado para calificar como agua no apta para el consumo (1,0 mg/L)<sup>8</sup>.

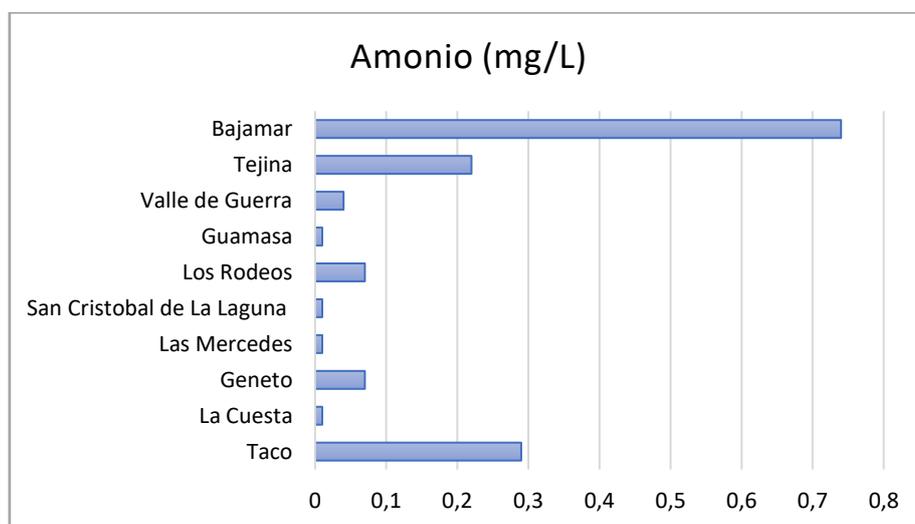


Gráfico 4. Resultados del amonio.

#### 4.7. Cobre y Hierro

Según la legislación vigente, los valores paramétricos del cobre y el hierro son 2 mg/L y 0,2 mg/L, respectivamente<sup>1</sup>. Como cabía esperar, los resultados (**Gráfico 5**) se encontraron por debajo de dichos valores y por tanto podemos confirmar que la calidad del agua es aceptable.

La presencia de cobre o hierro en el agua puede deberse a la corrosión de tuberías fabricadas con estos metales<sup>7,9</sup>. No obstante, si se encuentran en pequeñas concentraciones pueden ser beneficiosas, pues se trata de elementos trazas esenciales para la salud de los seres humanos.

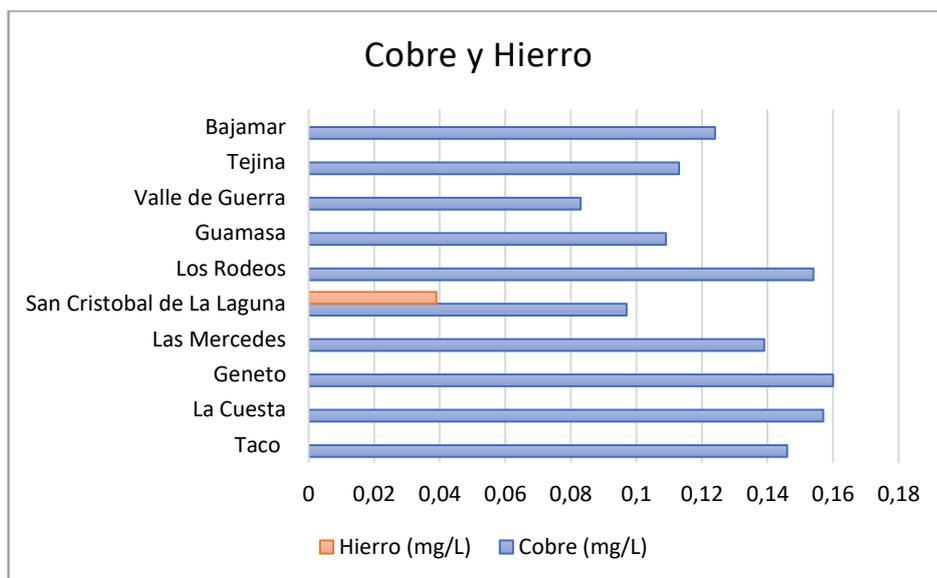


Gráfico 5. Resultados del hierro (naranja) y el cobre (azul).

#### 4.8. Cloro residual

El cloro y sus derivados se emplean en el ámbito industrial y doméstico como desinfectante, y como oxidante en el tratamiento del agua de consumo. Cuando existen niveles superiores de cloro residual libre, señala un mal tratamiento por exceso de desinfectante, y si existe cloro combinado residual, exceptuando la desinfección por cloraminación, nos indica que ha habido una deficiente desinfección<sup>9</sup>.

En vista de los resultados (**Gráfico 6**) algunas muestras no se consiguieron detectar cloro, pero en general, ninguno superó los valores paramétricos recogido en la legislación para el cloro combinado residual (2,0 mg/L) y el cloro residual libre (1,0 mg/L)<sup>1</sup>.

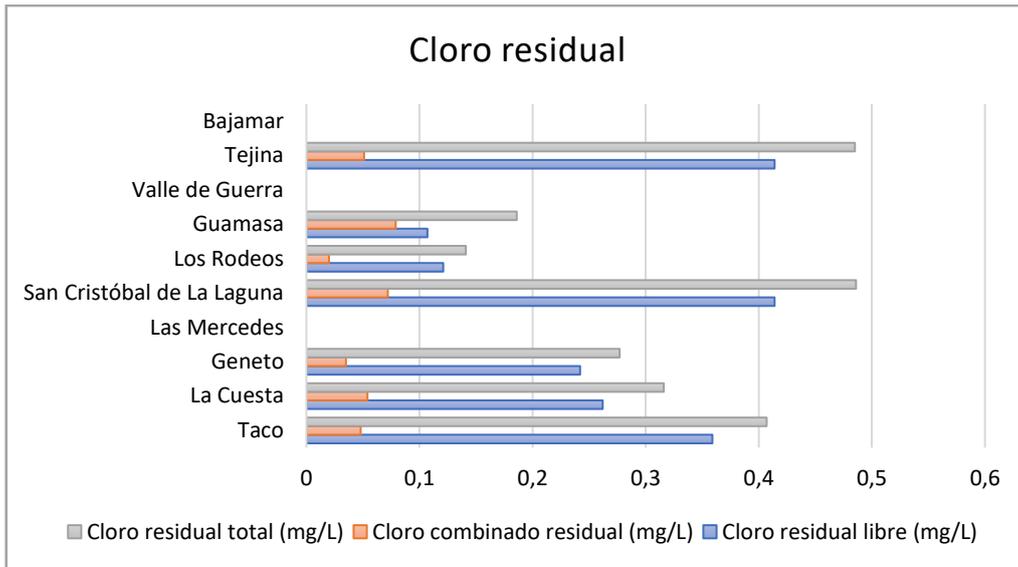


Gráfico 6. Resultados del cloro residual total (gris), cloro combinado residual (naranja) y cloro residual libre (azul).

#### 4.9. Fluoruros

El agua de consumo en Tenerife ha presentado tradicionalmente contenidos elevados de fluoruros debido a las características geológicas de la isla, al origen subterráneo y a las técnicas de extracción de agua. Por ello, no es de extrañar que los resultados obtenidos (**Gráfico 7**), en su mayoría, fueran superiores al valor paramétrico establecido por la legislación (1,5 mg/L)<sup>1</sup>.

El aporte de fluoruros a bajas concentraciones protege la caries dental, sobre todo en niños<sup>10</sup>. Pero a concentraciones mayores puede llegar a ocasionar fluorosis dental<sup>11</sup> y, en casos graves, fluorosis ósea incapacitante<sup>8</sup>.

Normalmente las aguas de origen subterráneo no suelen exceder el valor de 10 mg/L, en el caso de que supere los 15 mg/L se deberá comunicar a las autoridades sanitarias<sup>8</sup>.

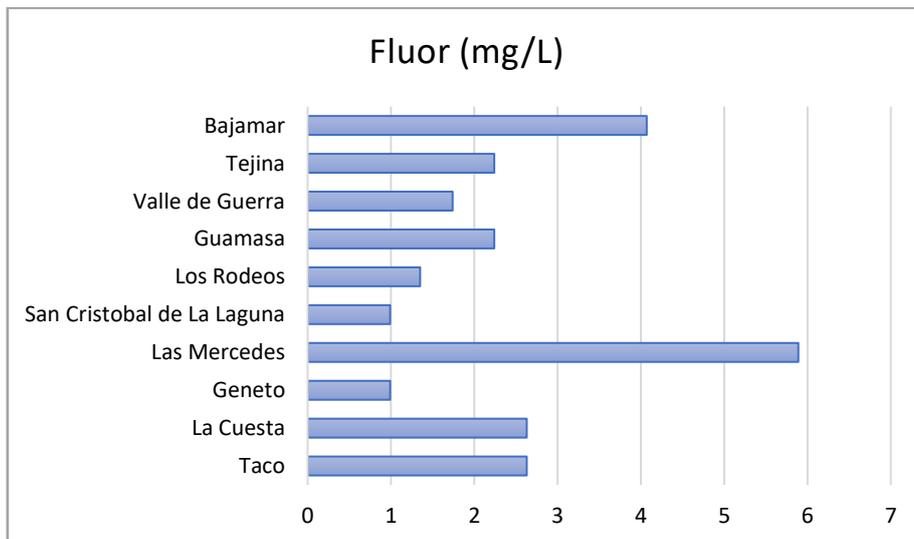


Gráfico 7. Resultados del flúor.

#### 4.10. Dureza total

Según EMMASA<sup>13</sup>, la dureza del agua se clasifica como:

Tipo	Grado de dureza (°f)
Agua muy blanda	< 7,9
Agua blanda	8 a 14.9
Agua semidura	15 a 32.9
Agua dura	33 a 54.9
Agua muy dura	> 55

Si observamos el **Gráfico 8** vemos que la mayoría de las muestras son aguas semiduras, a excepción de la muestra de Bajamar que es un agua blanda y el de Las Mercedes es muy blanda.

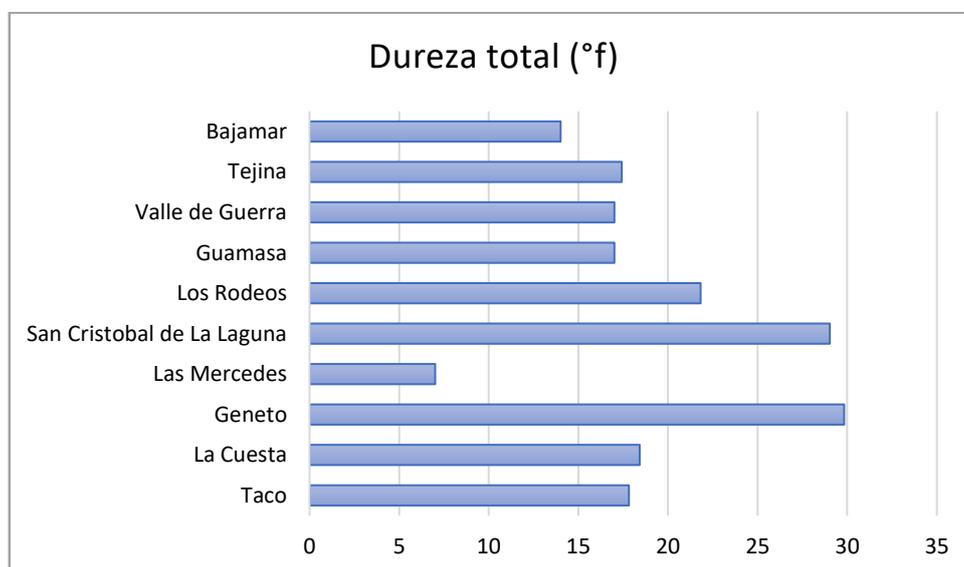


Gráfico 8. Resultados de la dureza total.

El agua dura contiene un alto nivel de minerales (sales de calcio y magnesio). No son perjudiciales pues aportan un porcentaje significativo de la ingesta diaria recomendada de dichos elementos y, previene la aparición de varias patologías.

No obstante, las aguas con alta dureza facilitan las incrustaciones en las tuberías y la formación de espumas o sales insolubles, se trata de un parámetro importante en la industria de bebidas, lavandería, fabricación de detergentes, acabados metálicos y textiles<sup>7</sup>.

## 5. CONCLUSIÓN

Al finalizar el estudio observamos una similitud entre los resultados de determinadas muestras, esto nos da una idea de que varias zonas pueden estar abastecidas por la misma red o que el origen del agua es el mismo (galería, pozo, manantial, etc.).

Podemos concluir que las aguas analizadas son *aptas para el consumo*. Ciertamente es que, algunos parámetros superaban los valores paramétricos establecidos por el Real Decreto 140/2003, sin embargo, no llegaban a ser lo suficiente altos para sobrepasar los valores recomendados para calificar un agua como *no apto*.

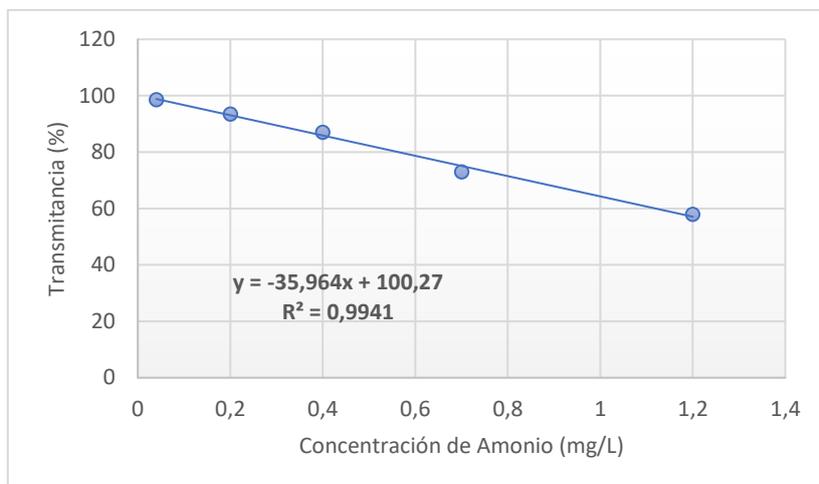
## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ministerio de la presidencia, relaciones con las cortes e igualdad. Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. BOE núm. 45 [Internet]. 2003. Disponible en:  
<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2003-3596>
2. UNESCO. [Internet]. [Consultado 27 May 2019]. Disponible en:  
<https://es.unesco.org/themes/garantizar-suministro-agua>
3. OMS. Hojas informativas sobre enfermedades relacionadas con el agua [Internet]. [Consultado 8 Jun 2019]. Disponible en:  
[https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/diseases/diseasefact/es/](https://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/diseasefact/es/)
4. Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social. Agua de consumo humano [Internet]. [Consultado 28 May 2019]. Disponible en:  
<https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/saludAmbLaboral/calidadAguas/consumoHumano.htm>
5. Ministerio de la presidencia, relaciones con las cortes e igualdad. Orden de 1 de julio de 1987 por la que se aprueban los métodos oficiales de análisis físico-químicos para aguas potables de consumo público. BOE núm. 163 [Internet]. Disponible en:  
<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1987-15871>
6. Panreac Química. Aguas potables de consumo público y aguas de bebida envasadas. Métodos analíticos en alimentaria. 1999.
7. Organización Mundial de la Salud. Guías para la calidad del agua potable [Internet]. 3ª ed. Ginebra: OMS, 2008. Disponible en:  
[https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3rev/es/](https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/es/)
8. Ministerio de Sanidad, consumo y bienestar social. Calidad del agua de consumo humano en España, informe técnico trienio 2002 – 2004 [Internet]. Disponible en:  
<https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/saludAmbLaboral/calidadAguas/publicaciones.htm>
9. Ministerio de Sanidad, consumo y bienestar social. Calidad del agua de consumo humano en España, 2016 [Internet]. Disponible en:  
<https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/saludAmbLaboral/calidadAguas/publicaciones.htm>
10. Gladys Gómez, Dulce Gómez, Macrina Martín. Flúor y fluorosis dental: pautas para el consumo de dentífricos y aguas de bebida en Canarias. Santa Cruz de Tenerife: Servicio Canario de la Salud, May 2002.

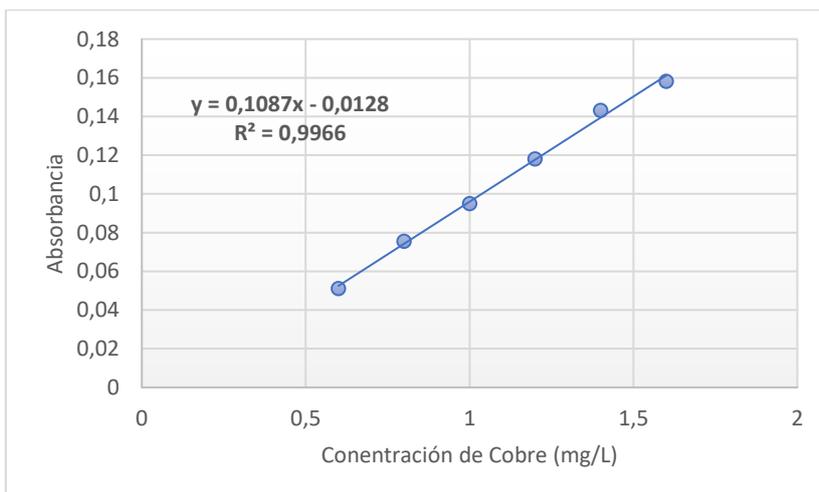
11. Servicio Canario de la Salud. Prevención de la fluorosis dental. [Internet] 2010. [Consultado 30 May 2019]. Disponible en:  
<https://www3.gobiernodecanarias.org/sanidad/scs/contenidoGenerico.jsp?idDocument=31477d84-c86e-11de-a7af-91ed84fe55ca&idCarpeta=5a79d6d5-0fcd-11de-9de1-998efb13096d>
12. EMMASA-Empresa Mixta de Aguas de Santa Cruz de Tenerife, S.A. [Internet]. [Consultado 24 May 2019]. Disponible en: <https://www.emmasa.es/calidad-agua>
13. Macrina Martin, M<sup>a</sup> Concepción Fdez, María Pita. Programa de Vigilancia Sanitaria del Agua de Consumo Humano. Santa Cruz de Tenerife: Servicio de Sanidad Ambiental, 2008.
14. Servicio de Sanidad Ambiental. Informe técnico: Calidad del agua de consumo humano en la Comunidad Autónoma de Canarias. Feb 2016.

## ANEXO I: REPRESENTACIÓN DE LAS RECTAS DE CALIBRADO

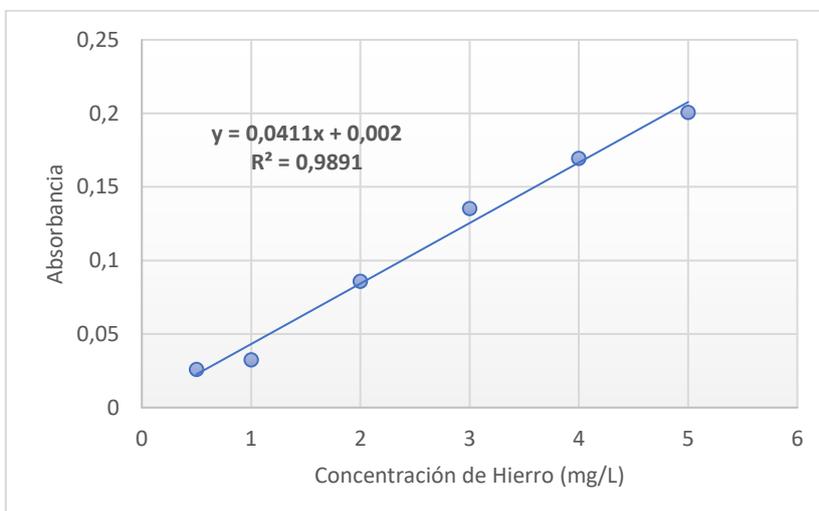
GRÁFICA Anexo 1.1. Recta de calibrado del Amonio.



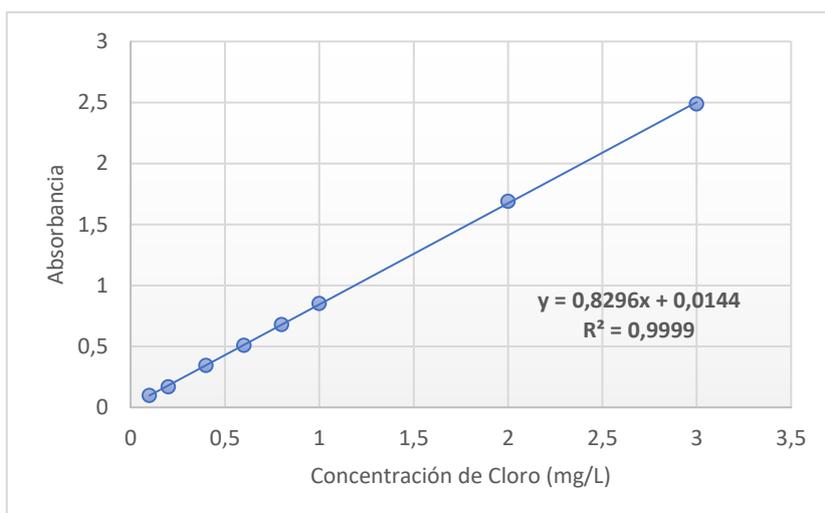
GRÁFICA Anexo 1.2. Recta de calibrado del Cobre.



GRÁFICA Anexo 1.3. Recta de calibrado del Hierro.



GRÁFICA Anexo 1.4. Recta de calibrado del Cloro.



GRÁFICA Anexo 1.5. Recta de calibrado del Flúor.

