



# Estudio para contar las partículas micrónicas que contiene el agua del grifo en una vivienda en Getxo

Conocer cuántas partículas mayores a una micra hay en el agua que se consume en nuestras propias casas es un tema sobre el que no se tienen datos. Para lograrlo se ha realizado un estudio pionero en la propia vivienda del autor, ubicada en Getxo (Bizkaia). Para ello, se ha utilizado un contador de partículas automático (APC) por bloqueo de luz. Después de más de 30 años contando partículas en todo tipo de líquidos, desde aceites, fluidos hidráulicos, combustibles, inyectables, etc., el agua potable es el pariente pobre de entre todos los líquidos, ya que no hay ninguna norma de obligado cumplimiento en España para su control en la actualidad y la turbidez es un parámetro demasiado generalista para poder conocer sus tamaños.

## Palabras clave

Contadores de partículas automáticos (APC), micras, media, mediana, moda, concentración en sólidos, calibración y trazabilidad.

## STUDY TO COUNT THE MICRON PARTICLES CONTAINED IN TAP WATER IN A HOME IN GETXO (SPAIN)

*Knowing how many particles larger than one micron there are in the water we drink in our own homes is a topic for which there is no data. To achieve, a pioneering study has been carried out in the author's own home, in Getxo (Bizkaia, Basque Country, Spain). An automatic particle counter (APC) due to light blocking has been used. After more than 30 years counting particles in all types of liquids, from oils, hydraulic fluids, fuels, injectables, etc., drinking water is its poor cousin among all liquids, since there is no mandatory standard in Spain for its control at present and turbidity is too general a parameter to be able to know its sizes.*

## Keywords

*Water, automatic particle counter (APC), microns, mean, median, mode, solids concentration, calibration and traceability.*

**Julián Malaina Landivar**  
director de Pamas Hispania



## 1. INTRODUCCIÓN

Los contadores de partículas automáticos (APC) por bloqueo de luz permiten, gracias a su avanzada tecnología (**Figura 1**), calcular el número de partículas y su tamaño, desde las sub micrónicas hasta 800 micras. Este trabajo se centra en las partículas incluidas en el intervalo de 1 micra hasta 200 micras, lo que permite saber con exactitud las partículas que se consumen en el agua de las viviendas, tal y como se ha analizado en el propio hogar del autor, tomando más de 30 mediciones del agua del grifo.

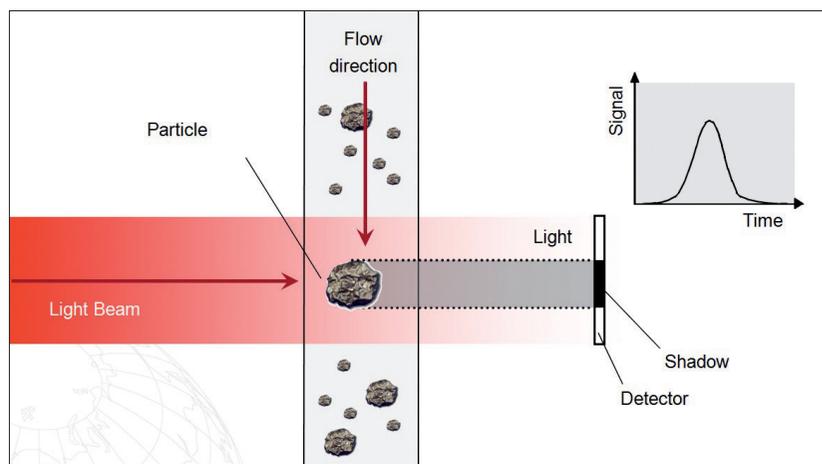
## 2. METODOLOGÍA

Para este estudio, se ha utilizado un contador de partículas automático, modelo S4031 de la marca Pamas (**Figura 2**), cuyo fundamento técnico se basa en un láser que mide una a una cada partícula contenida en la muestra que atraviesa la célula de medida. Cada partícula produce una sombra que es proporcional a su tamaño (diámetro equivalente a una esfera que tenga la misma área). Para ello, el contador de partículas se ha calibrado previamente bajo la

**FIGURA 2.** Contador de partículas automático, modelo S4031 GO de Pamas.



**FIGURA 1.** Esquema de funcionamiento de un APC por bloqueo de luz.



norma de calibración ISO 21501-3, utilizando unas esferas monodispersas de látex trazables bajo NIST (**Figura 3**).

Se han tomado muestras de agua del grifo de la cocina en un vaso de precipitados de 500 mL para poder repetir las medidas y confirmar los resultados. De cada muestra analizada, se realizaron 3 medidas consecutivas de 10 mL cada una, para ver la coherencia y repetibilidad de los resultados de cada una de esas 3 medidas. Luego, el propio *software* hizo el promedio de las 3 medidas. Otro estudio similar, pero en aplicación en plantas de tratamiento de aguas, es el de Malaina, J. (2021).

Tras el análisis de las muestras, se han realizado los tratamientos estadísticos con los datos obtenidos del número y tamaño de las partículas, de las medias en número de partículas y de la concentración de sólidos. Se deja para un estudio posterior el tratamiento estadístico de los siguientes datos: las medias en función del área y del volumen, las modas en función del número de partículas, de su área y de su volumen y de las medianas en función del número de partículas, de su área y de su volumen, el tamaño de grano y el coeficiente de uniformidad.

## 3. CALIBRACIÓN

Las normas de calibración para conteo de partículas (APC) en líquidos, ya sean orgánicos o inorgánicos, son:

- Para aceites, fluidos hidráulicos y combustibles:
  - ISO 11171 (actualmente vigente para expresar los resultados según los tres códigos de la ISO 4406).
  - El ISO 4402 (obsoleta desde 1999, aunque aún se sigan utilizando los códigos NAS).
- Para aguas, inyectables y fluidos acuosos:
  - ISO 21510-3 (para contadores de partículas basados en la técnica de extinción de luz).

Este tema en concreto de la calibración en aguas y su vital importancia de su obligado cumplimiento ya se ha desarrollado en otras publicaciones (Malaina, J., 2024).

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

La **Figura 4** es un ejemplo de un informe de agua medida con un contador de partículas automático (APC), calibrado bajo la norma ISO 21501-3. Dicho informe está aceptado para muestras de cualquier tipo de agua (desde volúmenes de

**FIGURA 3.** Certificado de calibración según la ISO 21501-3.



## Calibration Certificate

S4031 GO <small>Counter model</small>	421-0546 <small>Counter serial</small>
HCB-LD-50/50 <small>Sensor model</small>	L-5050-9733 <small>Sensor serial</small>
116 <small>Noise level</small>	July 2023 <small>Last counter check</small>
10 ml / min <small>Flow rate</small>	

The calibration corresponds to ISO 21501-3:2019,  
Light Extinction Liquid Borne Particle Counter: Procedure of size setting

The particles used below are traceable to the National Institute of Standards and Technology (NIST) and Community Bureau of Reference (BCR).  
Manufacturer is either Duke Scientific Corporation or Applied Micospheres.

**Calibration Performance**

Certified Mean Diameter (µm)	Standard Deviation (µm)	Index of Refraction at 589 nm	Packaging Lot#	Threshold
0.988 ± 0.024	0.022	1.59	HS376.2221	129
1.592 ± 0.016	0.02	1.59	261976	281
2.03 ± 0.038	0.055	1.59	LS239.2232	396
4.037 ± 0.03	0.04	1.59	256959	593
4.96 ± 0.14	0.079	1.59	DL0026.2039	646
6.93 ± 0.2	0.09	1.59	DL0047.2131	710
9.88 ± 0.051	0.267	1.59	HS386.2034	790
15 ± 0.16	0.345	1.59	DL0024.2123	877
20.1 ± 0.25	0.261	1.59	CH0315.2221	942
25.1 ± 0.21	0.377	1.59	DL0078.2124	993
29.1 ± 0.3	0.786	1.59	HS471.2122	1030
40.1 ± 0.27	0.922	1.59	CH0298.2023	1129
49.1 ± 1.2	0.393	1.59	MH0180.2224	1205
74.6 ± 0.65	2.76	1.59	HS362.2127	1414
101 ± 1.8	2.424	1.59	MH0122.2225	1636
140 ± 2.1	4.2	1.59	DL0051.2146	1924
200 ± 4.7	12	1.59	252082	2371

July 2024  
Valid until

Rutesheim, 25 July 2023

Julia Funk  
Calibrated by



análisis de 0,1 mL a 2 L), ya que dispone de una bomba de pistón para aspirarla y con un *software* que ofrece una ingente cantidad de información sobre los tamaños, número de partículas, medias, medianas, modas, promedios en número, área o volumen, coeficientes de uniformidad, tamaño de grano, concentración en sólidos, etc. Es decir, permite desarrollar con todos estos datos, un tratamiento estadístico de dichos resultados de los análisis en el laboratorio sin perder su trazabilidad. En la **Tabla 1** se pueden ver algunos de los resultados obtenidos.

En un artículo posterior se realizará un tratamiento estadístico con los datos de las medias en áreas, media en volumen, moda en partículas, moda en áreas, moda en volumen, medianas en partículas, medianas en áreas, medianas en volumen, tamaños de grano y coeficientes de uniformidad. También, quedan abiertos para futuros estudios comprobar la correlación de estos resultados y las precipitaciones de lluvia en dichas fechas, las comparativas con normas USP, EP, BP, JP o KP que se aplican en la industria farmacéutica para el

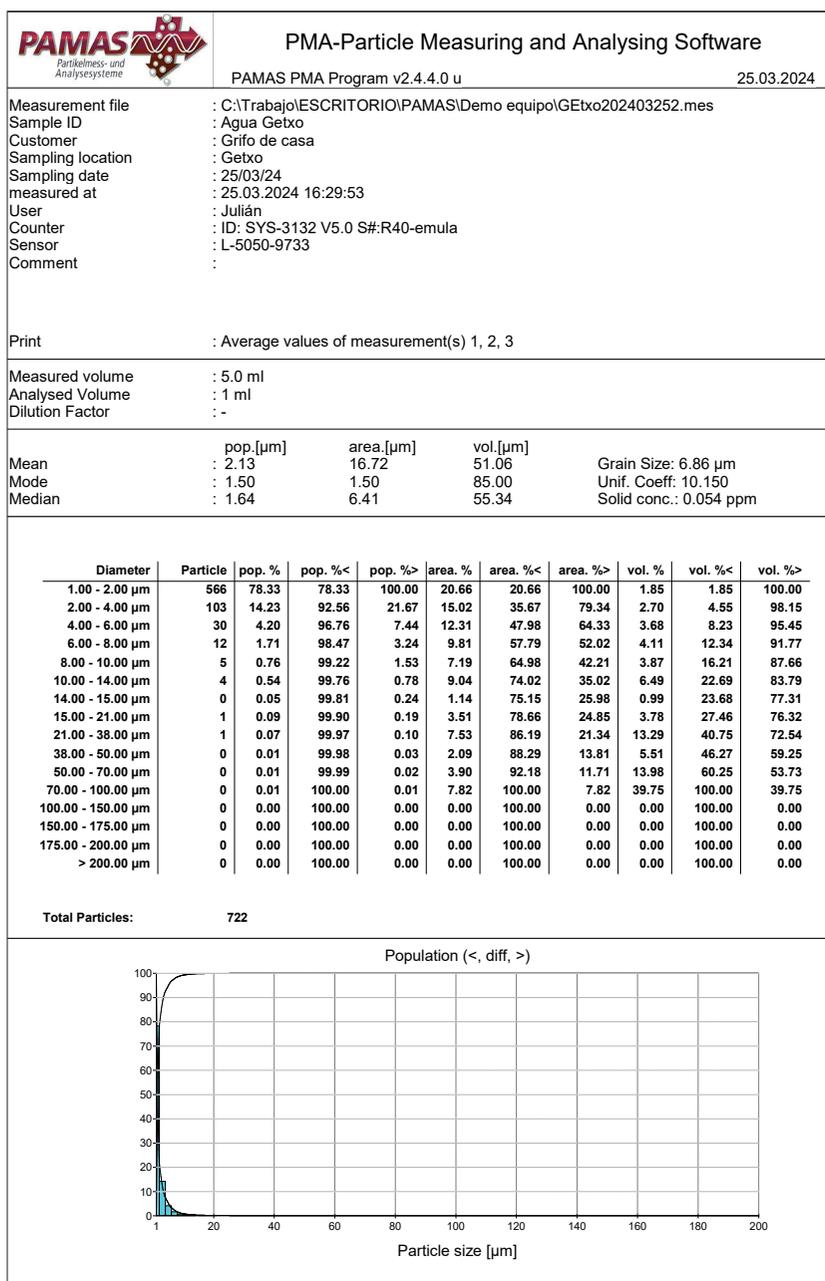
**TABLA 1**

**RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS MUESTRAS.**

Muestra	N° partículas	Media en partículas	Media en área	Media en volumen	Moda en partículas	Moda en área	Moda en volumen	Mediana en partículas	Mediana en área	Mediana en volumen	Concentración en sólidos	Tamaño de grano	Coeficiente uniformidad	Límite micras
02/10/2023	1.711	2,16	11,44	25,23	1,25	7,5	7,5	1,41	7,74	17,58	0,099	5,63	4.264	40
29/2/2024	372	1,97	30,84	52,86	1,5	60	60	1,6	30,84	56,61	0,061	34,51	1.718	10
29/2/2024*	369	1,9	22,63	66,71	1,5	1,5	85	1,59	5,63	79,34	0,03	11,54	7.232	10
4/3/24 (lluvia)	421	2,19	25,13	50,14	1,5	29,5	85	1,63	17,63	44,66	0,069	15,98	3.387	40
25/3/2024	722	2,13	16,72	51,06	1,5	1,5	85	1,64	6,41	55,34	0,054	6,86	10.150	40
25/3/24*	700	2,12	9,29	19,84	1,5	1,5	29,5	1,64	5,46	17,49	0,026	4,24	5.188	40
10/4/2024	404	2,07	25,06	60,12	1,5	1,5	85	1,62	8,11	65,82	0,049	13,18	5.498	20
24/5/2024	1016	1,87	6,93	17,23	1,5	1,5	29,5	1,58	3,48	16,7	0,019	2,52	8.703	40
17/6/2024	829	1,89	6,46	18,15	1,5	1,5	44	1,59	3,47	11,54	0,015	2,35	7.284	20



FIGURA 4. Informe de un análisis de una de las aguas analizadas de Pamas.



control de calidad de partículas subvisibles, normas que obviamente son mucho más exigentes, y las posibles comparativas con los resultados de las partículas analizadas en muestras de aguas de grifo en otros lugares de España para hacerse una idea de su magnitud.

### 5. CONCLUSIONES

El agua del grifo de la vivienda en Getxo objeto de estudio contiene

un promedio de 727 partículas por mL mayores de 1 micra. Su media en número de partículas es de 2,03 micras y su concentración de solidos (tomando en cuenta el volumen que ocupan las partículas frente al volumen total) es de 0,047 ppm, siendo casi excepcionales las partículas mayores de 25 micras (partículas que ya son visibles).

La futura legislación debería incorporar este tipo de equipos calibra-

bles para asegurar el mejor control de la calidad del agua que se consumen en los domicilios. La actual medida de la turbidez es un parámetro demasiado generalista si se compara con la información que puede aportar un contador de partículas automático (APC).

Tomando los resultados de las partículas de estas aguas, hasta podrían cumplir con las farmacopeas internacionales USP, EP, JP, BP y KP, para aplicaciones de control de calidad de partículas subvisibles en parenterales de gran volumen.

No se ha logrado encontrar ninguna correlación entre el número de partículas y las precipitaciones recogidas en los días de las medidas realizadas, aunque para llegar a una conclusión definitiva sobre este tema se necesitaría un histórico de medidas en un periodo de tiempo más largo a analizar.

Todas las plantas de tratamiento de aguas, tanto potables como residuales, deberían poseer este tipo de equipos para poder controlar todos sus procesos internos de purificación (la Información es poder para tomar decisiones) y no esperar a que les obliguen las futuras legislaciones.

### Bibliografía

- [1] ISO 21501-3. Determination of particle size distribution. ISBN: 9780539028089.
- [2] Malaina, J. (2021). Contadores de partículas por bloqueo de luz como futura herramienta para tomar decisiones en todo tipo de plantas de tratamiento de aguas. *Tecnoaqua*, núm. 52, págs. 60-63.
- [3] Malaina, J. (2024). Por qué calibrar un contador de partículas automático (APC) en aguas bajo la norma ISO 21501-3. *Tecnoaqua*, núm. 65, págs. 60-63.
- [4] Pérez García, J.M.; Simón Andreu, P.; Abellán Soler, M. (2021). Medición de tamaño y distribución de partículas en tratamientos terciarios de varias EDAR de la Región de Murcia. *Tecnoaqua*, núm. 51, págs. 76-88.
- [5] Pérez García, J.M.; Penalve García, A.; Simón Andreu, P.; Abellán Soler, M. (2022). Ensayos jar-test y medición del tamaño y distribución de partículas para el control y optimización del tratamiento terciario de una EDAR. *Tecnoaqua*, núm. 53, págs. 46-57.