

## DESECHABLES EN SANEAMIENTOS: ANÁLISIS TÉCNICO DE LAS TOALLITAS HIGIÉNICAS PRESENTES EN EL MERCADO ESPAÑOL ¿PODEMOS TIRARLAS SIN MÁS AL INODORO?

LAS TOALLITAS HIGIÉNICAS, UNIDAS A OTROS RESIDUOS SÓLIDOS O LÍQUIDOS DE NUESTROS SANEAMIENTOS, PUEDEN PROVOCAR ATASCOS EN COLECTORES, COMO PRIMERA FASE DE LA ROTURA DE LOS MISMOS, AFLUENCIA DE AGUAS RESIDUALES AL FREÁTICO URBANO, EMISIÓN DE OLORES OFENSIVOS EN ZONAS URBANAS, GENERACIÓN DE PUTREFACCIONES EN REDES Y ESTACIONES DE BOMBEO, ROTURA DE EQUIPOS DE BOMBEO EN REDES Y EN LAS PROPIAS EDAR (FIGURA 1). EL SOBRECOSTE DE ESTA PROBLEMÁTICA SE ESTIMA CADA AÑO EN ESPAÑA EN 4-6 € POR PERSONA (200 M€/AÑO).

En este sentido, los gestores no entendemos la lógica de esperar la transformación en la red de saneamiento de un producto sólido (toallitas) en otro pseudo-líquido (toallita más o menos desintegrada) que una vez en la EDAR debe volver a transformarse en sólido para su separación del agua residual como fango o lodo de depuración. Esta problemática, puesta de manifiesto desde 2009 por el GT de Inspección y Vertidos de Laboratorio de la Comisión V de AEAS en España, también preocupa a nivel internacional: como resultado se ha puesto en marcha una iniciativa internacional sobre el posicionamiento del sector acerca de las características de los productos aptos y no aptos para desechar por el inodoro.



Figura 1: Diversos problemas generados por toallitas y textiles en saneamientos. Izqda., acumulación de más de 5 m en redes; dcha. arriba, tamiz en bombeo; dcha. abajo, entrada EDAR. | Figure 1: Diverse problems caused by wipes and textiles in sewer systems. Left, accumulation of over 5 m in networks; above right, Pumping station screen; below right, WWTP inlet.

Con esta actuación (suscrita por la práctica totalidad de los gestores nacionales, y más de 300 asociaciones y gestores de una veintena de países) se pretenden evitar los problemas medioambientales y económicos provocados por obstrucciones y daños en los equipos de las redes de alcantarillado y de las EDAR. En este orden, desde AEAS y OCU se ha realizado un estudio sobre 21 de las toallitas comerciales más usadas en nuestro país, para concluir acerca de lo adecuado o no de su evacuación directa vía inodoro, lo que pasamos a resumir.

### Composición de los productos testados

Se han estudiado 17 productos calificados como desechables vía inodoro, 4 como no desechables y como testigo, un papel higiénico de venta mayoritaria en España. Los ensayos se realizaron en las instalaciones del Gruppo C.S.A. (Rimini, Italia). Las toallitas se componen de fibras de celulosa (naturales o modificadas) y fibras sintéticas (polímeros, más o menos degradables en el agua) dando lugar a un producto calificado como de tejido no tejido (no unwoven).

## DISPOSABLE WIPES IN SEWER SYSTEMS: TECHNICAL ANALYSIS OF WIPES AVAILABLE ON THE SPANISH MARKET. CAN THEY BE SIMPLY FLUSHED DOWN THE TOILET?

DISPOSABLE WIPES, ALONG WITH OTHER SOLID AND LIQUID WASTE IN OUR SEWER SYSTEMS, CAN CAUSE CLOGGING, POTENTIALLY GIVING RISE TO PIPE BREAKAGE, AN ABUNDANCE OF WASTEWATER IN URBAN AQUIFERS, FOUL ODOURS IN URBAN AREAS, PUTREFACTION IN WATER NETWORKS AND PUMPING STATIONS, AND DAMAGE TO PUMPING UNITS IN NETWORKS AND WWTPS (FIGURE 1). THE COST ASSOCIATED WITH THIS PROBLEM IN SPAIN IS ESTIMATED AT €4-6 PER PERSON PER ANNUM (€200 M/ANNUM).

We sewer system managers do not understand the logic of waiting for solid product (disposable wipes) to be converted into a pseudo-liquid product (more or less disintegrated disposable wipes) in the sewer network, which, once it has reached the WWTP, must again be converted into a solid for separation from the waste water in the form of WWTP sludge. This problem, brought to light in Spain in 2009 by the Working Group for Inspection and Discharges of the Laboratory of Commission V of the AEAS (Spanish Association of Water Supply and Sanitation Services), is a cause for concern at international level. As a result, an international initiative has been undertaken to establish the position of the sector with respect to the characteristics of products that are suitable and unsuitable for disposal in the toilet.

The aim of this international initiative (endorsed by practically all sewer system managers in Spain, and over 300 associations and managers from a score of countries) is to prevent the economic and environmental problems caused by clogging and damage to equipment in the sewer system and in WWTPs. The AEAS, in conjunction with the OCU (Spanish consumer and user organisation), have carried out a study on 21 of the most commonly used commercial disposable wipes in Spain, to examine their suitability or otherwise for disposal in toilets. The following is a summary of this study.

### Composition of the tested products

17 products classed as “flushable” and 4 products described as non-flushable were studied, along with Spain’s best selling toilet paper, used for control purposes. The tests were carried out at the facilities of Gruppo C.S.A. (Rimini, Italy). The sanitary wipes were composed of cellulose fibres (natural or modified) and synthetic

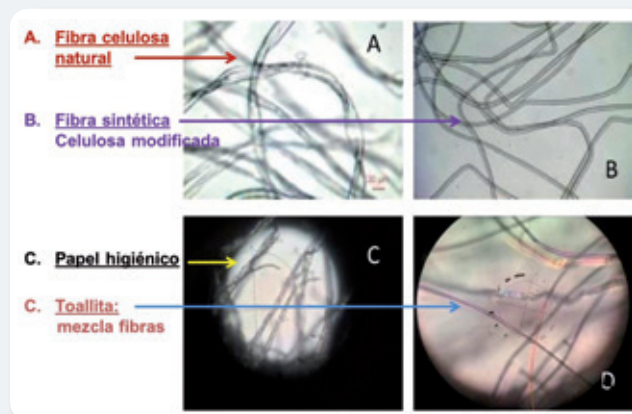


Figura 2: Investigación microscópica de las fibras de toallitas y papel higiénico. Figure 2: Microscopic study of wipe and toilet paper fibres.

Para distinguir los diferentes tipos de fibras, se aplicó la microscopía óptica. Con ella se comprobó la diferencia estructural entre aquéllas: la celulosa natural con un elevado grado de desorganización y fibras ramificadas y esponjosas, la celulosa sintética o modificada con fibras más cilíndricas y más homogéneas, mientras que las fibras sintéticas de polímeros plásticos eran cilíndricas y altamente organizadas (Figura 2). No se observaron diferencias apreciables entre las fibras de las toallitas calificadas como desechables (flushable) y las no desechables.

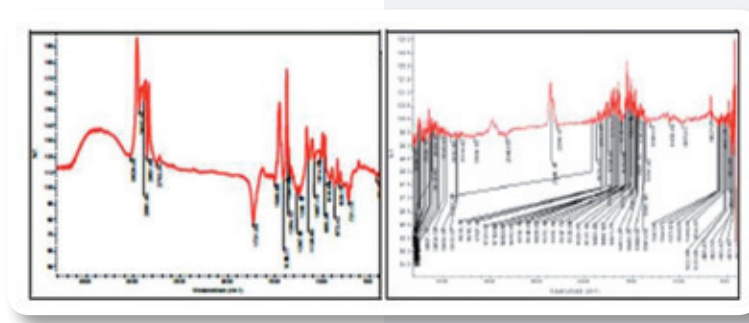


Figura 3: Espectros FT-IR: Izda., toallita higiénica; dcha., papel higiénico testigo  
 Figure 3: FTIR spectrums: Left. disposable wipe; right. control toilet paper.

Para ver la tipología química de las fibras de los productos se usó la espectroscopía FT-IR ( =400 a 4.000 nm) que estableció la existencia de tres tipos componentes: celulosa (natural o modificada), fibras sintéticas de alcohol polivinílico (PVA) y cantidades minoritarias de poliéster sulfonado, ambos degradables en agua; finalmente otros polímeros termoplásticos de difícil biodegradación (poliolefinas y poliésteres). En todo caso, los termoplásticos pueden ser una fuente notable de generación de microplásticos de mínima o nula biodegradabilidad en el medio acuático, además de actuar como adsorbentes de otra gran cantidad de compuestos orgánicos sintéticos o naturales con potencial incidencia ambiental. La Figura 3 presenta una comparativa de espectros FT-IR de una toallita (la diferencia entre todas las testadas, desechables y no desechables, fue mínima) y papel higiénico, comprobando la distinta naturaleza de cada producto.

El análisis elemental de los materiales que componían toallitas y papel higiénico testigo, tras lavado con agua y secado a 105°C, humedad, generación de cenizas y poder calorífico se expone en la Tabla 1. Como referente, la celulosa presenta (aproximadamente) un 44% de C, 6% de H y 50% de O<sub>2</sub>. Como comentarios, se detectó N en 3 casos de los testados (toallitas y papel), S en 1 caso, y no se detectó Cl. En cuanto al C, las no desechables contenían más % que las desechables (45% y 61%, respectivamente, valor medio) y que el papel higiénico, mientras que, en general, las no desechables contenían más H que las desechables.

Asimismo, el contenido en O<sub>2</sub> de toallitas y papel eran muy distintos. Con respecto a la humedad, en las toallitas era mucho más alta que en el papel al mismo tiempo que el contenido de cenizas globalmente fue más alto en el papel que en las toallitas no desechables y similar al de las desechables. Finalmente, el poder calorífico fue notablemente superior en el papel.

Comparando los datos obtenidos con los de la celulosa pura, muestras con contenidos en C >44% y <50% de O<sub>2</sub> debían tener una presencia más alta de fibras distintas a las de celulosa (plásticas) siendo así productos sensiblemente distintos al papel higiénico

Tabla 1: Análisis elemental toallitas; poder calorífico en kJ/kg; ND, inferior a límite de detección. | Table 1: elemental analysis of disposable wipes; calorific value in kJ/kg; ND, below detection limit

Producto	%C	%H	%N	%S	%O <sub>2</sub>	%Cl	% Humedad	% Cenizas	Poder Calorífico
Product	%C	%H	%N	%S	%O <sub>2</sub>	%Cl	% Moisture	% Ash	Calorific Value
Desechables   Flushable	57,2   57,2	6,6   6,6	0,1   0,1	0,2   0,2	16,9   16,9	ND	75,3   75,3	0,49   0,49	4,037   4,037
	40,6   40,6	4,0   4,0	ND	ND	10,6   10,6		67,6   67,6	0,11   0,11	1,386   1,386
No desechables   Non-flushable	74,3   74,3	12,4   12,4	ND	ND	13,5   13,5	ND	80,8   80,8	0,25   0,25	5,702   5,702
	56,0   56,0	3,9   3,9	ND	ND	2,3   2,3		65,3   65,3	0,06   0,06	3,733   3,733
Papel Higiénico   Toilet Paper	41,5   41,5	5,9   5,9	ND	ND	49,9   49,9	ND	4,4   4,4	0,40   0,40	12,108   12,108

fibras (polymers more or less degradable in water), giving rise to a product classified as a no unwoven fabric.

Optical microscopy was used to distinguish between the different fibre types. This enabled the structural differences between them to be identified: natural cellulose, with a high degree of disorganisation

and branched, spongy fibres; more uniform, cylindrical, synthetic or modified fibres; and cylindrical, highly organised, plastic polymer fibres (Figure 2). No appreciable differences were observed between the fibres of wipes classified as flushable and those classified as non-flushable.

FTIR ( =400 a 4.000 nm) spectroscopy was use to establish the chemical composition or type of the fibres of the different products tested. Three different types of components were identified: cellulose (natural or modified); synthetic polyvinyl alcohol (PVA) fibres and minor quantities of sulfonated polyester, both biodegradable in water; and finally, other difficult-to-biodegrade thermoplastic polymers (polyolefins and polyesters). Thermoplastics can be a significant source of micro-plastics with little or no biodegradability in water. Moreover, they act as adsorbents of a large quantity of synthetic or natural organic compounds with a potential environmental impact. Figure 3 shows a comparative table of FTIR spectrums of a disposable wipe (the difference between flushable and non-flushable wipes tested was minimal) and toilet paper, showing the distinct nature of each product.

Table 1 shows the elemental analysis of the materials of which the disposable wipes and the control toilet paper are composed, subsequent to cleaning with water and drying at 105°C. Moisture contents, ash contents and calorific values are also shown in the Table. As a benchmark, the composition of cellulose is (approximately) 44% C, 6% H and 50% O<sub>2</sub>. It should be pointed out N was not detected in 3 of the tested products (wipes and paper), S was not detected in 1 and Cl was not detected in any of the products. Non-flushable products contained a higher percentage of C than flushable products (average value of 45% and 61%, respectively) and toilet paper, whereas, in general non-flushable wipes contained more H than flushable wipes.

Similarly, the O<sub>2</sub> content of the wipes and the toilet paper were very different. The moisture content of the wipes was much higher than that of the paper, while the ash content of the paper was higher overall than that of the non-flushable wipes and similar to that of the flushable products. Lastly, the calorific value of the paper was significantly higher.

**Tabla 2: Algunos aditivos presentes en las toallitas higiénicas (desechables y no desechables) extraídos de la información comercial inserta en los productos. | Table 2: Some additives present in disposable wipes (flushable and non-flushable) as outlined in the product information accompanying the wipes.**

Cocamidopropil betaina <i>Cocamidopropyl betaine</i>	Estearato glicérico <i>Glyceryl stearate</i>	Estearato de propilenglicol <i>Propylene glycol stearate</i>	Etilhexil glicerina <i>Ethylhexylglycerine</i>
Glicerina <i>Glycerin</i>	Fenoxietanol <i>Phenoxyethanol</i>	Metil y etil parabenceno <i>Methyl and methyl paraben</i>	Goma de xantina <i>Xanthine gum</i>
Gluconato de clorhexidina <i>Chlorhexidine gluconate</i>	Caprirl-capril glucósido <i>Capryril-capryl glucoside</i>	Propilenglicol <i>Propylene glycol</i>	PPE-PEG 16-16 <i>PPE-PEG 16-16</i>
PEG-40, PEG-8 <i>PEG-40, PEG-8</i>	Aceite de castor <i>Castor oil</i>	Ácido benzoico y benzoatos <i>Benzoic acid and benzoates</i>	Salicilato bencílico <i>Benzyl salicylate</i>
Ácido dehidroacético <i>Dehydroacetic acid</i>	Hidróxido sódico <i>Sodium hydroxide</i>	Poliaminopropil guanidina <i>Polyaminopropyl biguanide</i>	Citronelo <i>Citronella</i>
PEG-100 estearato <i>PEG-100 stearate</i>	Fenoxietanol <i>Phenoxyethanol</i>	AEDT <i>EDTA</i>	Limoneno <i>Limonene</i>
Perfume (sin más datos) <i>Perfume (without further data)</i>	Polisorbatos <i>Polysorbates</i>	Cocoilglutamato sódico <i>Sodium cocoyl glutamate</i>	Extracto de caléndula <i>Calendula extract</i>
Dimeticona <i>Dimethicone</i>	Lauriliminopropionato <i>Lauriliminopropionate</i>	Acrilatos <i>Acrylates</i>	Tocoferol acetato <i>Tocopheryl acetate</i>

convencional. Relacionado con lo anterior, el C detectado en las toallitas debía proceder en parte de los aditivos adicionados a las toallitas para mejorar sus prestaciones de uso (suavidad, lubricación, fragancias) (ver Tabla 2).

### Ensayos de desintegración o rotura

Para estos ensayos, simulando el comportamiento físico de las toallitas en las redes, se emplearon cuatro muestras de cada producto, después sumergidas en 250 mL de agua, en recipiente de PET de 1 L y sometidas a agitación durante 48 h en total. El comportamiento del papel fue totalmente distinto al resto: al cabo de 30 min ya se había convertido en una suspensión de aspecto lechoso. Por otro lado, al cabo de 48 h se tamizaron las suspensiones a través de tamices de 16 y 12,5 mm de luz de malla, secándose el rechazo de cada producto y determinándose en cada fase acuosa los S<sub>susp</sub>, y finalmente, los sólidos disueltos.

La relación entre pesos iniciales y tras 48 h de agitación indicó el % de la fracción >16 mm y >12,5 mm, es decir, los sólidos con alto potencial de generar atascos en bombeos y colectores. Observando la generación de sólidos de las suspensiones de los productos testados, el papel higiénico no produce sólidos >16 mm, y las toallitas, desechables o no, sí: las primeras con un valor promedio del 61% y las segundas del 52%. En cuanto a los sólidos >12,5 mm, las variaciones entre toallitas y papel fueron poco significativas. Por otro lado, parte de los sólidos >16 mm y >12,5 mm se pueden inscribir dentro de la tipología de los denominados microplásticos (hasta 5 mm) de conocida incidencia negativa en medios acuáticos (especialmente oceánicos).

Con relación a los S<sub>susp</sub>, papel higiénico y toallitas también evidenciaron grandes diferencias: el papel producía un 59% de S<sub>susp</sub> mientras en las toallitas desechables no pasaban de 23% y las no desechables no generaban S<sub>susp</sub>. Con relación a la fracción soluble existió una amplia variabilidad en los datos obtenidos. Con todos los datos, la gran diferencia entre toallitas y papel radicaba en la fracción gruesa (>16 mm, sólidos con capacidad de

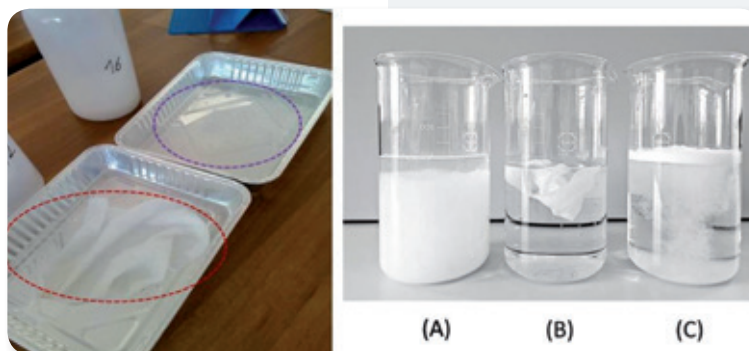
If we compare the data obtained to those for the pure cellulose (samples with C content of >44% and O<sub>2</sub> content of <50%), disposable wipes must have a higher presence of fibres different to those of cellulose (plastics) and are, therefore significantly different to conventional toilet paper. In relation to the above, the C detected in the wipes must partially come from additives to the wipes that seek to enhance their properties (softness, lubrication, fragrance) (see Table 2).

### Disintegration or break-up tests

The physical behaviour of the wipes in the network was simulated during these tests. Four samples of each product were used. These samples were submerged in 250 ml of water in a PET container and subjected to agitation for a period of 48 h in total. The behaviour of the paper was completely different to that of the other products. After 30 min, it had already become a suspension with a milky appearance. After 48 h the suspensions were sieved using screens with mesh sizes of 16 and 12.5 mm, the reject of each product was dried, the S<sub>susp</sub> of each aqueous phase was determined and finally, the dissolved solids were determined.

The ratio of initial weights to weights subsequent to 48 h of agitation was indicative of the percentages of the >16 mm and >12.5 mm fractions, i.e., solids with a high potential for causing blockages in pumping systems and sewers. With respect to the generation of solids in the products tested, it was observed that the toilet paper did not produce solids >16 mm, while both flushable and non-flushable wipes did. The former had an average content of solids >16 mm of 61% and the latter had an average value of 52%. With respect to solids >12.5 mm, the differences between wipes and paper were not very significant. Some of the solids >16 mm and >12.5 mm could be included in the class known as micro-plastics (up to 5 mm), which are well known to have an adverse effect on aquatic environments (particularly oceans).

There were also large differences between toilet paper and wipes



**Figura 4:** Izqda., aspecto tras 30 min de agitación de una toallita desechable y del papel higiénico. Dcha., tras unos minutos de agitación con batidora doméstica. (A) papel higiénico; (B) toallita no desechable; (C) toallita desechable (datos Consorcio Aguas Bilbao-Bizkaia) | **Figure 4:** Left, appearance of disposable wipe and toilet paper after 30 min of agitation. Right, after a few minutes of agitation with a domestic blender, (A) toilet paper; (B) non-flushable wipe; (C) flushable wipe (data courtesy of Consorcio Aguas Bilbao-Bizkaia)

**Tabla 3: Resultados tras ensayos de desintegración o rotura.**  
**Table 3: Results of disintegration or break-up tests.**

Producto Product	% fracción >16 mm % fraction >16 mm	fracción >12,5 mm % fraction >12.5 mm	Ssusp % (>45 µm) Ssusp % (>45 µm)	%soluble (<45 µm) %soluble (<45 µm)	DBO <sub>5</sub> mg/L BOD <sub>5</sub> mg/L	DQO mg/L COD mg/L	N-total, mg/L Total N, mg/L	P-total, mg/L Total P, mg/L
Desechables Flushable	98 / 44 98 / 44	13 / ND 13 / ND	23 / ND 23 / ND	43 / ND 43 / ND	815 / <5 815 / <5	6,500 / 1,395 6,500 / 1,395	14 / 5 14 / 5	2,28 / <0,01 2,28 / <0,01
No desechables Non-flushable	55 / 45 55 / 45	ND ND	ND ND	55 / 45 55 / 45	338 / 28 338 / 28	4,005 / 760 4,005 / 760	9 / <0,10 9 / <0,10	0,43 / 0,08 0,43 / 0,08
Papel Higiénico Toilet Paper	ND ND	5 5	59 59	35 35	17 17	560 560	3 3	<0,01 <0,01

generar atascos) (Tabla 3, y Figura 4 dcha., Í. González Canal, Consorcio Aguas Bilbao).

En cuanto a la fracción soluble en suspensiones tras filtrado, los valores más elevados en todas las toallitas presumiblemente estarían ligados a los aditivos empleados en su fabricación, siendo así una característica ciertamente negativa de estos productos. Además, se determinaron en aquéllas DBO<sub>5</sub>, DQO, N-total y P-total (Tabla 3). Todas las toallitas presentaron valores de DBO<sub>5</sub> y DQO mucho más altos que los del papel (aditivos presentes en las toallitas) lo que podría implicar un más alto carácter refractario a la depuración biológica convencional en las EDAR. En todo caso, las desechables, con concentraciones superiores de estos dos parámetros en principio serían más biodegradables en planta si bien a un más alto coste energético (mayor aporte de aire) que para el papel. Estos datos corroboran otros anteriores obtenidos en estudios de EMACSA en que la DQO generada por las toallitas era un 30% más alta que la del papel higiénico (datos de 2.012, para ensayos de rotura menos agresivos).

Por su parte, el contenido tanto de N como de P en las toallitas fue más alto que el del papel de acuerdo con el análisis elemental ya comentado anteriormente: N y P procedían de los aditivos añadidos a todas las toallitas para mejorar sus prestaciones.

### Ensayos de biodegradabilidad directa

Con estos se intentaba comparar la degradación vía microbiana del papel higiénico (celulosa natural) con la de las toallitas, tanto en medio aerobio (respirometría, 28 d) como anaerobio (respirometría, 60 d). En aerobiosis se considera un material como fácilmente biodegradable si al menos el 10% del C del mismo se convierte en CO<sub>2</sub> tras 10 d, y totalmente biodegradable si el porcentaje se incrementa al 60% al cabo de 28 d. En anaerobiosis se considera el material biodegradable cuando tras 60 d de incubación se produce más de un 75% del CH<sub>4</sub>+CO<sub>2</sub> esperable en condiciones estándar y con inóculo procedente de un gestor anaerobio.

Los resultados de los dos ensayos indicaron que ninguna toallita era biodegradable, ni en medio aerobio ni anaerobio, con tasas de generación de CO<sub>2</sub> (aerobiosis) inferiores al 5%, e inferiores al 10% de CH<sub>4</sub>+CO<sub>2</sub> (anaerobiosis), mientras que el papel higiénico ofreció tasas de biodegradabilidad aerobia del 32% en aerobiosis y del 38% en anaerobiosis, en principio más bajas que las esperables, probablemente debido a la fracción lignina presente en el material de velocidad de biodegradación más lenta. Además, de la relación DBO<sub>5</sub>/DQO de todos los productos investigados tan solo una toallita calificada como desechable cumplía el requerimiento de un valor de 0,3 establecido en bibliografía al efecto. En todo caso, la larga duración de los ensayos aplicados no parece que sea aplicable a la rutina de operación habitual en las redes de saneamiento convencionales debiendo postularse su modificación.

### Evaluación de los resultados obtenidos y conclusiones

La composición del papel higiénico y de las toallitas higiénicas, tanto desechables como no desechables se ha comprobado sensiblemente distinta. El primero corresponde a celulosa, y las segundas contienen tres tipos de fibras: celulosa (modificada), poliéster de

with respect to Ssusp: paper produced a 59% Ssusp content, while flushable wipes did not produce more than 23% and non-flushable wipes did not generate Ssusp. There were large variations in the data obtained on the soluble fraction. Looking at the data as a whole, the big difference between wipes and paper revolved around the coarse fraction (>16 mm, solids capable of giving rise to clogging) (Table 3, and Figure 4., Í. González Canal, Consorcio Aguas Bilbao).

With respect to the soluble fraction in suspensions subsequent to filtration, the higher values in all the wipes are presumably related to the additives used in the manufacturing process, which is certainly a negative feature of these products. Moreover, this is reflected in the values for BOD<sub>5</sub>, COD, total N and total P (Table 3). All the wipes had a much higher BOD<sub>5</sub> and COD values than paper (additives present in the wipes), which could imply a higher refractory nature when treated at WWTPs implementing conventional biological treatment. In any case, flushable wipes, with higher concentrations of these two parameters, would in principle be more biodegradable at WWTPs, albeit with a higher energy cost (greater aeration requirements) than that associated with toilet paper. These data corroborate the data obtained in previous EMACSA studies, in which the COD generated by wipes was 30% higher than the COD generated by toilet paper (data from 2012 studies with less aggressive disintegration tests).

N and P contents were higher in wipes than in toilet paper, as shown in the aforementioned elemental analysis: N and P come from the additives used in all wipes to enhance their features.

### Direct biodegradability tests

The objective was to compare degradation of toilet paper (natural cellulose) by microbial action with that of wipes, in both aerobic (respirometry, 28 d) and anaerobic (respirometry, 60 d) environments. In aerobiosis, a material is considered "readily degradable" if at least 10% of its C content is converted into CO<sub>2</sub> after 10 d, and "totally biodegradable" if this percentage reaches 60% within 28 d. In anaerobiosis, the material is considered biodegradable when, after 60 d of incubation, over 75% of the CH<sub>4</sub>+CO<sub>2</sub> which might be expected in standard conditions and with an inoculum from an anaerobic digester is produced.

The results of the two tests indicated that none of the wipes was biodegradable in either aerobic or anaerobic environments, with CO<sub>2</sub> generation rates of less than 5% (aerobiosis) and CH<sub>4</sub>+CO<sub>2</sub> production rates of less than 10% (anaerobiosis). In contrast, the toilet paper has aerobic biodegradability rates of 32% in aerobiosis and 38% in anaerobiosis. These rates were lower than might be expected, probably due to the fact that the lignin fraction present in the material gives rise to a slower rate of biodegradation. Moreover, in terms of the BOD<sub>5</sub>/COD ratio, of all the products examined, only one wipe described as flushable complied with the value of 0.3 set out in the literature for this parameter. In any case, the lengthy duration of the tests undertaken would not appear to be applicable to routine operation in conventional sewer networks and, for this reason, modification of these tests should be considered.

alcohol polivinílico y poliéster sulfonado, y termoplásticos. Los dos primeros son degradables en agua; los terceros, no.

La estructura de todas las toallitas testadas se conforma de un entramado calificado de tejido no tejido, de unas características radicalmente distintas a las del papel higiénico convencional. El análisis elemental del papel higiénico correspondía a un contenido en C (41%) y O<sub>2</sub> (49%) coincidentes con los de la celulosa pura, con lo cual se identificaba con tal polímero natural. Por su parte, las toallitas contenían cantidades de C más altas (60-70%) y de O<sub>2</sub> más bajas (2 a 16%) lo que indicaba una fuerte presencia de otros compuestos carbonados distintos a la celulosa.

Los compuestos químicos presentes en la práctica totalidad de las toallitas, desechables y no desechables, abarcaban una gran variedad de sustancias, muchas de ellas con un potencial de afección sobre el medio acuático muy importante. Esto no ocurría con el papel higiénico.

El comportamiento del papel higiénico dentro de un agua evolucionaba en muy poco tiempo hacia una suspensión lechosa sin restos gruesos. Por su parte, todas las toallitas eran muy difícilmente desintegrables o desagregables en medio acuoso, generando gran cantidad de sólidos gruesos, con una muy alta capacidad de generar atascos en redes y con una tipología similar a la de los microplásticos potencialmente agresivos para el medio acuático. Además, la generación de sólidos en suspensión y fracción disuelta por parte del papel era sensiblemente diferente a la de la totalidad de las toallitas testadas: la posibilidad de eliminar el resto procedente del papel en pretratamiento y tratamiento primario en una EDAR era muy alta, y muy limitada para las toallitas. Finalmente, el carácter de biodegradabilidad, tanto aerobia como anaerobia de cualquier tipo de toallita no fue cuantificable, mientras el del papel presentaba unas tasas moderadas, si acaso más bajas de las esperables debido probablemente a la fracción lignina presente junto a la celulosa y con una velocidad de degradación más lenta que para la primera.

Como resumen de todo lo dicho, sería aconsejable retirar de todos los productos testados la calificación de desechable vía inodoro pues se comprueba que tal denominación es para los productos testados, errónea. Solamente el papel higiénico convencional es el adecuado para evacuación directa vía inodoro. Esta conclusión es idéntica a la formulada por OCU en un reciente artículo (noviembre de 2016). En respuesta a este tema, se ha constituido en 2017 un Grupo de Trabajo en AENOR, con representación de gestores de saneamientos, productores de toallitas y comercializadores, para elaborar una norma UNE en España que pueda regularizar el carácter de desechable vía inodoro o no de todos estos productos.



Rafael Marín Galvín

Jefe de Control de Calidad y Gestión de Sistemas  
Empresa Municipal de Aguas de Córdoba, S.A.  
Head of Quality Control and Systems Management  
Empresa Municipal de Aguas de Córdoba, S.A.

## Referencias | References

- A. de la Sota Zubillaga (2017). Microplásticos: incidencia, efectos y fuentes de emisión al medio ambiente acuático. Actas XXXIV Jornadas Técnicas AEAS, Tarragona, pp. 553-562.
- M. A. Doval Aguirre (2017). Textiles en saneamientos: Revertiendo el problema. Actas XXXIV Jornadas Técnicas AEAS, Tarragona, pp. 605-614, y ref. citadas allí.
- R. Marín Galvín, R. Mantecón Pascual, Í. González Canal, F. Ripollés Pascual, E. Santateresa Forcada y J. Navarro Navarro (2009). Impactos de la contaminación de origen doméstico y no industrial sobre los SISP. Infoenviro (58) pp. 103-110.
- R. Marín Galvín y A. Borge Izquierdo (2017). Análisis técnico de las toallitas presentes en el sector español y avances y expectativas de la futura norma ISO TS24524. Actas de las XXXIV Jornadas Técnicas de AEAS, Tarragona pp. 395-406, y ref. citadas allí.
- B. Watson (2015). Don't believe the label "flushable": disposable wipes clog sewers around the world. The Guardian, <https://www.theguardian.com/sustainable-business/2015/may/26/disposable-wipes-sewer-toilet-cities-flushable>.

## Evaluation of results obtained and conclusions

The composition of toilet paper has been shown to be significantly different to that of both flushable and non-flushable wipes. Toilet paper is composed of cellulose, while wipes contain three types of fibre: cellulose (modified), polyvinyl alcohol and polysulfonated polyester, and thermoplastics. The first two are degradable in water, while thermoplastics are not.

The structure of all the wipes tested is of a type classified as an unwoven fabric, which has characteristics very different to those of conventional toilet paper. The elemental analysis of toilet paper shows C (41%) and O<sub>2</sub> (49%) contents that coincide with those of pure cellulose, and, therefore, it was identified with that natural polymer. In contrast, the wipes contained higher C contents (60-70%) and lower O<sub>2</sub> contents (2% to 16%), indicating the strong presence of other carbonated compounds different to cellulose.

The chemical compounds present in practically all the wipes, both flushable and non-flushable, included a wide variety of substances, many of them with a very significant potential for adverse impact on the aquatic environment. This is not the case of toilet paper.

The behaviour of toilet paper in water gives rise to a milky substance without large solids in a very short period of time. In contrast, all the wipes disintegrated or disaggregated with great difficulty in an aqueous medium, generating a large quantity of large solids with great potential to cause clogging in networks. These solids had very similar characteristics to those of microplastics, which are potentially aggressive in aquatic environments. Moreover, the generation of suspended solids and the dissolved fraction was significantly different for the toilet paper than for all the wipes tested. The probability of removing residues associated with toilet paper in pretreatment and primary treatment at a WWTP was very high, while, in the case of wipes, the probability was very low.

Finally, the biodegradability, both aerobic and anaerobic, of all types of wipes was unquantifiable, while the toilet paper showed moderate biodegradation rates, albeit lower than expected, probably due to the lignin fraction, which was present along with the cellulose, and which has a lower biodegradation rate.

To summarise all of the foregoing, it would be advisable to withdraw the classification of "flushable" from all the products tested, because such a classification has been demonstrated to be erroneous. Only conventional toilet paper is suitable for disposal via the toilet. This conclusion is identical to the conclusion put forward by the OCU in a recent article (November 2016). In response to this issue, the Spanish Association for Standardisation and Certification (AENOR) has set up a Working Group including representatives from wastewater managers, and producers and distributors of disposable wipes, for the purpose of drafting a UNE standard in Spain to regulate the certification of these products as flushable or non-flushable.