



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

[www.upct.es](http://www.upct.es)

Technical  
University  
of Cartagena



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

# *Las EDARs como fuentes y sumideros de microplásticos: la importancia de los sistemas avanzados de depuración*

**Dr. Francisco Javier Bayo Bernal**

**Departamento de Ingeniería Química y Ambiental**

**Área de Tecnologías del Medio Ambiente**

**Seminario “Problemática de las Basuras Marinas”**

**Centro de Extensión Universitaria e Divulgación Ambiental de Galicia**

**Oleiros (A Coruña), 5 de octubre de 2018**



$\varnothing \geq 25 \text{ mm} \rightarrow$  MACROPLÁSTICOS

$5 \text{ mm} \leq \varnothing < 25 \text{ mm} \rightarrow$  MESOPLÁSTICOS

$\varnothing < 5 \text{ mm} \rightarrow$  **MICROPLÁSTICOS**

$1 \text{ mm} \leq \varnothing < 5 \text{ mm} \rightarrow$  GRANDES MICROPLÁSTICOS (“*large*”)

$1 \mu\text{m} \leq \varnothing < 1 \text{ mm} \rightarrow$  PEQUEÑOS MICROPLÁSTICOS Ó MINI-MICROPLÁSTICOS (“*small*”)

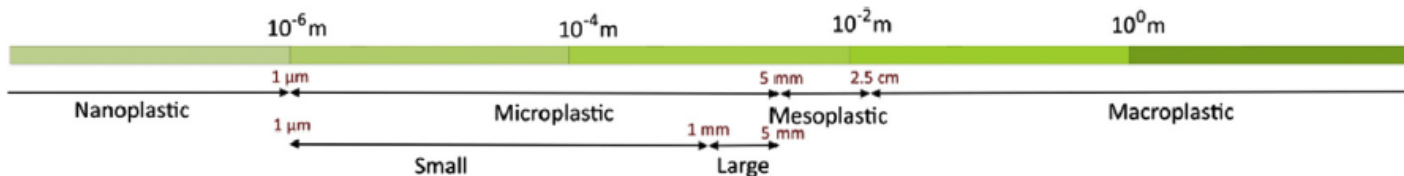
$\varnothing < 1 \mu\text{m} \rightarrow$  NANOPLÁSTICOS (“*nano*”)



**MPs**

**PLASTICLES**

**Cauwenberghe et al., 2015**





Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

“Protección de, Medio Marino. Problemática de las  
Basuras Marinas” - Taller 2: Microplásticos.  
Lo que el océano esconde.  
Oleiros (A Coruña), 3-5 de octubre de 2018

# Índice

1. Historia de los Microplásticos
2. Tipos de Microplásticos
3. Impactos sobre el Medio Ambiente
4. Microplásticos en aguas residuales y fangos de depuradoras
5. Perspectivas de Futuro



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

“Protección de Medio Marino. Problemática de las  
Basuras Marinas” - Taller 2: Microplásticos.  
Lo que el océano esconde.  
Oleiros (A Coruña), 3-5 de octubre de 2018

# 1

## HISTORIA DE LOS MICROPLÁSTICOS

UNCLASSIFIED	
Security Classification	
DOCUMENT CONTROL DATA - R&D	
<i>(Security classification of title, body of abstract and indexing annotation must be entered when the overall report is classified)</i>	
1. ORIGINATING ACTIVITY (Corporate author) Battelle Memorial Institute	2a. REPORT SECURITY CLASSIFICATION Unclassified
3. REPORT TITLE Study of Microplastic Properties and Dir	MICROMECHANICAL PROPERTIES . . . . . 29
4. DESCRIPTION (Type of report and date) Final Report - June 1968	Microyield-Strength Studies . . . . . 29
5. AUTHOR(S) (Last name, initial) Ingram, A. . . . . aringer, Robert F.	Ni-Span-C . . . . . 29
6. REPORT DATE August	440 C Stainless Steel . . . . . 29
7a. CONTRACT NUMBER AF 33(615)-	A356 Cast Aluminum . . . . . 29
7b. PROJECT NUMBER	Ti-5Al-2.5Sn . . . . . 29
8. SUBJECT TERMS	Super PEL Beryllium . . . . . 38
	AD995 Aluminum Oxide . . . . . 38
	Comparative Microyield-Strength Behavior . . . . . 38
	Mechanisms of Microplastic Deformation . . . . . 44
	Ni-Span-C . . . . . 44
	A356 Cast Aluminum . . . . . 44
	440 C Stainless Steel . . . . . 44
	Effects of Plastic Prestrain on Microyield Strength . . . . . 52
	Microstrain Hardening . . . . . 52
	Plastic Strains of 2.5 and 5 Percent . . . . . 52
	Conventional Tensile Properties . . . . . 57
	Microcreep Studies . . . . . 58
	Ni-Span-C . . . . . 58
	440 C Stainless Steel . . . . . 58
	A356 Cast Aluminum . . . . . 58
	Super PEL Beryllium . . . . . 58
	AD995 Aluminum Oxide . . . . . 63

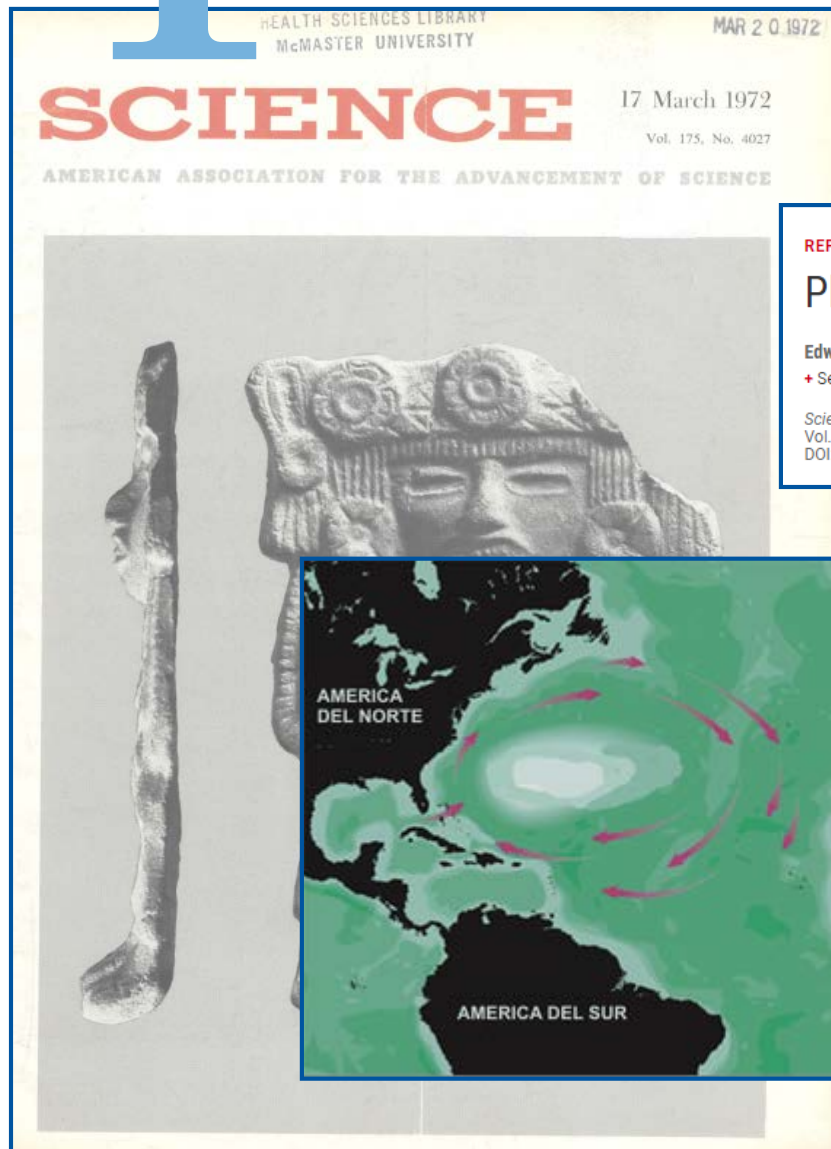


Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

“Protección de, Medio Marino. Problemática de las  
Basuras Marinas” - Taller 2: Microplásticos.  
Lo que el océano esconde.  
Oleiros (A Coruña), 3-5 de octubre de 2018

# 1

## HISTORIA DE LOS MICROPLÁSTICOS



### PLASTIC PARTICLES

#### REPORTS

### Plastics on the Sargasso Sea Surface

Edward J. Carpenter<sup>1</sup>, K. L. Smith Jr.<sup>1</sup>

+ See all authors and affiliations

*Science* 17 Mar 1972:  
Vol. 175, Issue 4027, pp. 1240-1241  
DOI: 10.1126/science.175.4027.1240



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

“Protección de, Medio Marino. Problemática de las  
Basuras Marinas” - Taller 2: Microplásticos.  
Oleiros (A Coruña), 3-5 de octubre de 2018

# 1

## HISTORIA DE LOS MICROPLÁSTICOS



**BREVIA**

### Lost at Sea: Where Is All the Plastic?

Richard C. Thompson<sup>1,\*</sup>, Ylva Olsen<sup>1</sup>, Richard P. Mitchell<sup>1</sup>, Anthony Davis<sup>1</sup>, Steven J. Rowland<sup>1</sup>, Anthony W. G. John<sup>2</sup>, Daniel McGonigle<sup>3</sup>, Andrea E. Russell<sup>3</sup>

<sup>1</sup> University of Plymouth, PL4 8AA, UK.

<sup>2</sup> Sir Alister Hardy Foundation for Ocean Science, Plymouth, PL1 2PB, UK.

<sup>3</sup> University of Southampton, SO17 1BJ, UK.

\* To whom correspondence should be addressed. E-mail: rcthompson@plymouth.ac.uk

- Hide authors and affiliations

Science 07 May 2004:  
Vol. 304, Issue 5672, pp. 838  
DOI: 10.1126/science.1094559

AAAS



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

“Protección de, Medio Marino. Problemática de las  
Basuras Marinas” - Taller 2: Microplásticos.  
Lo que el océano esconde.  
Oleiros (A Coruña), 3-5 de octubre de 2018

# 2

## TIPOS DE MICROPLÁSTICOS

**Microplásticos Primarios**

**Microplásticos Secundarios**





Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

“Protección de, Medio Marino. Problemática de las  
Basuras Marinas” - Taller 2: Microplásticos.  
Oleiros (A Coruña), 3-5 de octubre de 2018

# 2

## TIPOS DE MICROPLÁSTICOS



### Microplásticos Primarios





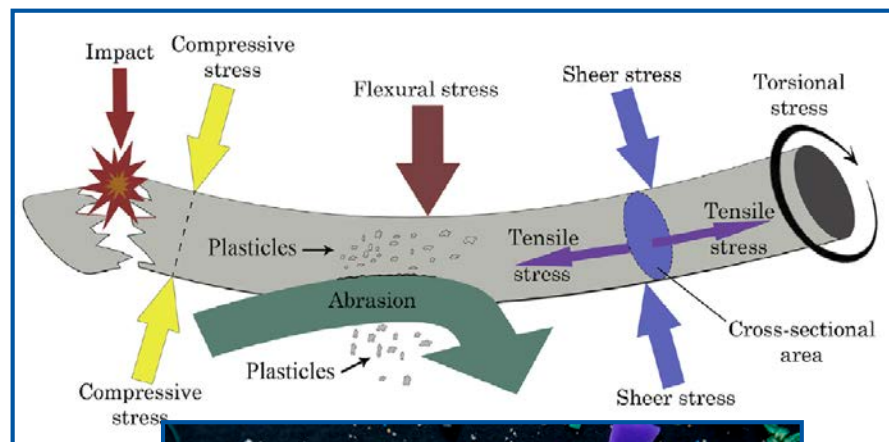
Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

“Protección de, Medio Marino. Problemática de las  
Basuras Marinas” - Taller 2: Microplásticos.  
Lo que el océano esconde.  
Oleiros (A Coruña), 3-5 de octubre de 2018

# 2

## TIPOS DE MICROPLÁSTICOS

### Microplásticos Secundarios





# 3

## IMPACTOS SOBRE EL MEDIO

### Ingestión por seres vivos (micro y macroscópicos)

#### ① DAÑO FÍSICO

- Adsorción a organismos (algas)
- Abrasión interna (úlceras)
- Bloqueo tracto digestivo
- Sensación de saciedad
- Menos actividad reproductiva
- Muerte por malnutrición

#### ②

#### LIXIVIADO DE CONSTITUYENTES DEL MP

- Monómeros
- Aditivos (antioxidantes, estabilizantes, retardantes de llama, biocidas, pigmentos, elastómeros, antiestáticos, adhesivos, ...)
- Carcinogénesis, disrupción endocrina, ...

#### ③

#### VEHÍCULO DE OTROS CONTAMINANTES

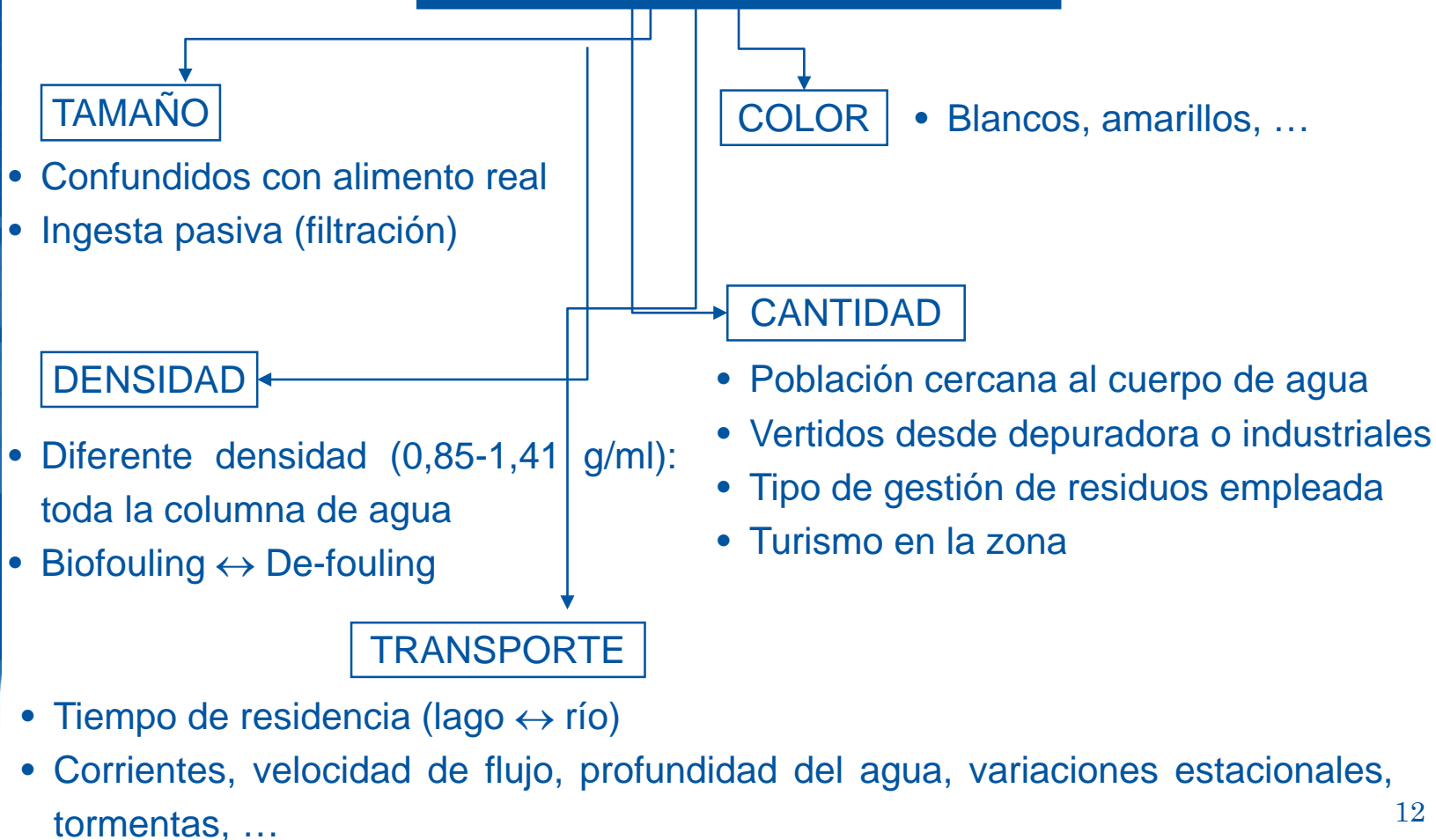
- POPs
- Metales pesados



# 3

## IMPACTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

### FACTORES QUE AFECTAN A LA DISPONIBILIDAD DE MP<sub>s</sub>





# 4

## MPs EN AGUAS RESIDUALES Y FANGOS DE DEPURACIÓN

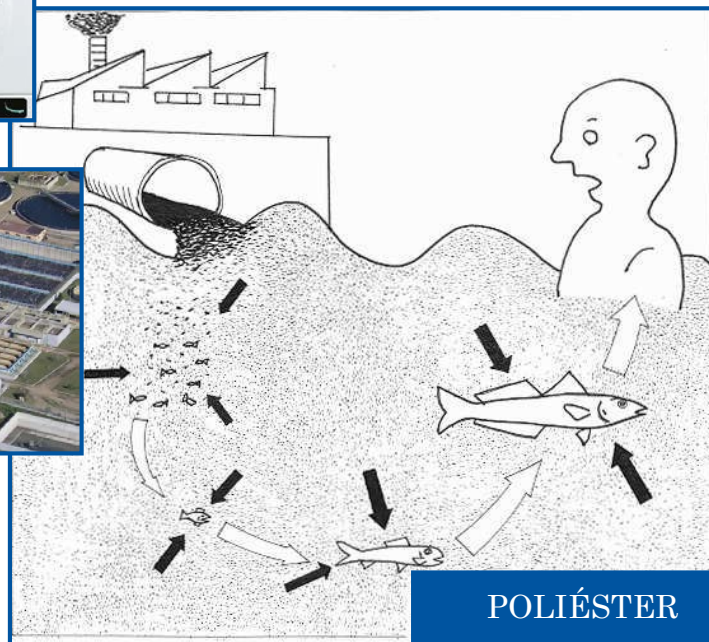
IDENTIFICACIÓN DE  
LAS FUENTES



ORIGEN TERRESTRE



Falta de conocimiento  
acerca de lo que ocurre con  
los MPs en la depuradoras



POLIÉSTER  
FIBRAS ACRÍLICAS

Ausencia de método  
estandarizado



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

“Protección de, Medio Marino. Problemática de las  
Basuras Marinas” - Taller 2: Microplásticos.  
Lo que el océano esconde.  
Oleiros (A Coruña), 3-5 de octubre de 2018

# 4

## MPs EN AGUAS RESIDUALES Y FANGOS DE DEPURACIÓN

f SéNeCa (+)

Agencia de Ciencia y Tecnología  
Región de Murcia

CETENMA

Centro Tecnológico  
de la Energía y del  
Medio Ambiente

MICROPLASTICS  
RESEARCH  
GROUP



TECHNICAL UNIVERSITY OF CARTAGENA

Presencia y evolución de microplásticos en  
estaciones depuradoras de aguas residuales  
de la Región de Murcia: propuesta de las  
mejores tecnologías disponibles para una  
emisión cero



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

“Protección de, Medio Marino. Problemática de las  
Basuras Marinas” - Taller 2: Microplásticos.  
Lo que el océano esconde.  
Oleiros (A Coruña), 3-5 de octubre de 2018

# 4

## MPs EN AGUAS RESIDUALES Y FANGOS DE DEPURACIÓN

**MAR MENOR  
SUR**  
(La Manga)  
53 845 h.e.  
5 000 – 20 000  
m<sup>3</sup>/d  
ASP

**EDAR  
ÁGUILAS**  
(Águilas)  
29 777 h.e.  
12 000 m<sup>3</sup>/d  
MBR y Trat. 3<sup>o</sup>

**CABEZO  
BEAZA**  
(Cartagena)  
210 000 h.e.  
35 000 m<sup>3</sup>/d  
ASP





Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

“Protección de, Medio Marino. Problemática de las  
Basuras Marinas” - Taller 2: Microplásticos.  
Oleiros (A Coruña), 3-5 de octubre de 2018

# 4

## MPs EN AGUAS RESIDUALES Y FANGOS DE DEPURACIÓN



**CABEZO  
BEAZA**  
(Cartagena)  
210 000 h.e.  
35 000 m<sup>3</sup>/d  
ASP





Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

“Protección de, Medio Marino. Problemática de las  
Basuras Marinas” - Taller 2: Microplásticos.  
Oleiros (A Coruña), 3-5 de octubre de 2018

# 4

## MPs EN AGUAS RESIDUALES Y FANGOS DE DEPURACIÓN



EDAR  
ÁGUILAS  
(Águilas)  
29 777 h.e.  
12 000 m<sup>3</sup>/d  
MBR y Trat. 3<sup>o</sup>



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

“Protección de, Medio Marino. Problemática de las  
Basuras Marinas” - Taller 2: Microplásticos.  
Lo que el océano esconde.  
Oleiros (A Coruña), 3-5 de octubre de 2018

# 4

## MPs EN AGUAS RESIDUALES Y FANGOS DE DEPURACIÓN



MAR MENOR  
SUR  
(La Manga)  
53 845 h.e.  
5 000 – 20 000  
m<sup>3</sup>/d  
ASP

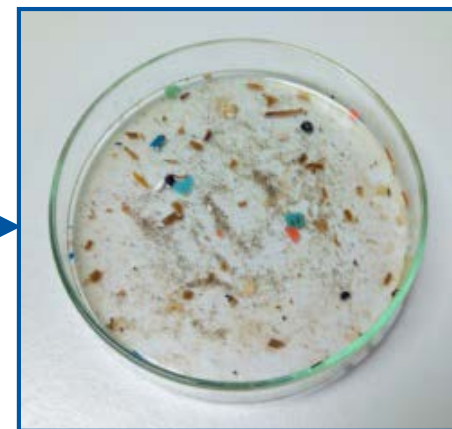
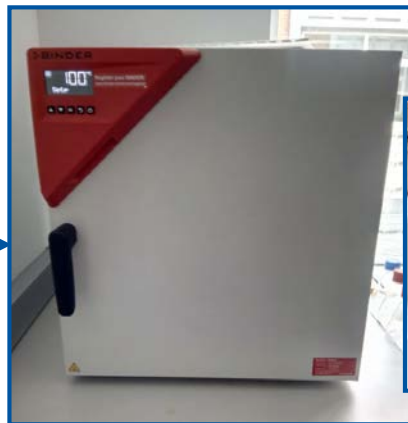


Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

“Protección de, Medio Marino. Problemática de las  
Basuras Marinas” - Taller 2: Microplásticos.  
Oleiros (A Coruña), 3-5 de octubre de 2018

# 4

## MPs EN AGUAS RESIDUALES Y FANGOS DE DEPURACIÓN



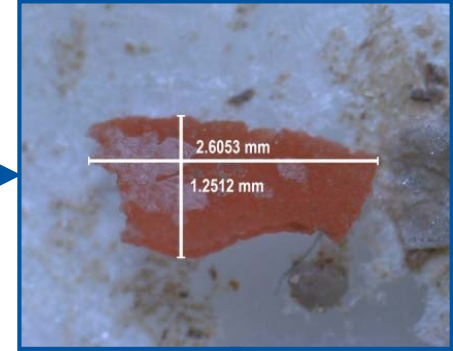


Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

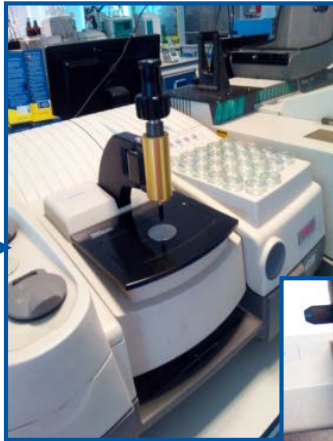
“Protección de, Medio Marino. Problemática de las  
Basuras Marinas” - Taller 2: Microplásticos.  
Oleiros (A Coruña), 3-5 de octubre de 2018

# 4

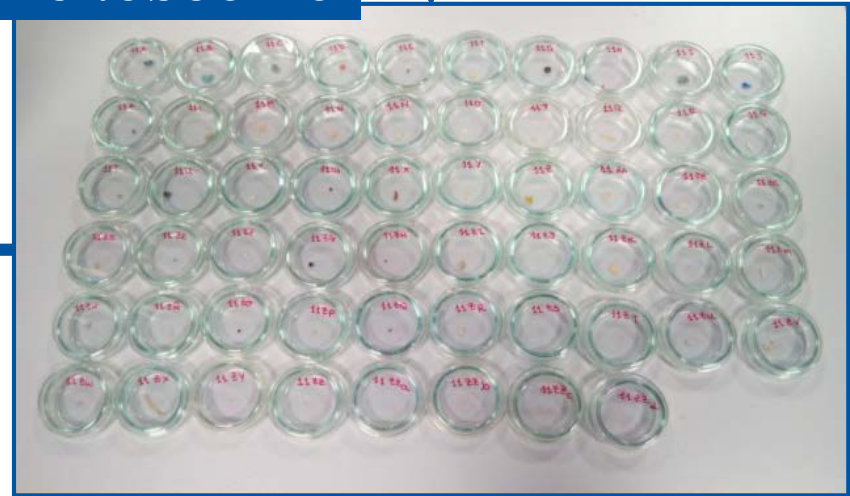
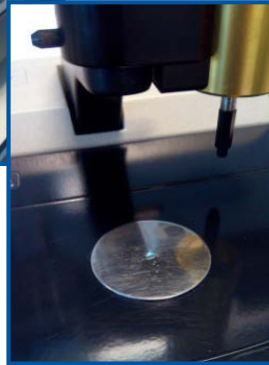
## MPs EN AGUAS RESIDUALES Y FANGOS DE DEPURACIÓN



ESTEREOMICROSCOPIO



FTIR





Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

“Protección de, Medio Marino. Problemática de las  
Basuras Marinas” - Taller 2: Microplásticos.  
Lo que el océano esconde.  
Oleiros (A Coruña), 3-5 de octubre de 2018

# 4

## MPs EN AGUAS RESIDUALES Y FANGOS DE DEPURACIÓN

**EDAR  
Cartagena  
Sep/16 – Abr/18**

1163 micropartículas



**621 MICROBASURA  
(53,4%)**

- ✓ Componentes del jabón (50,5%)
- ✓ SiO<sub>2</sub> y silicatos (20,7%)
- ✓ Celulosa (13,1%)
- ✓ Cartón y aglomerados (5,8%)
- ✓ Restos animal (2,9%)
- ✓ Otros (7,0%)

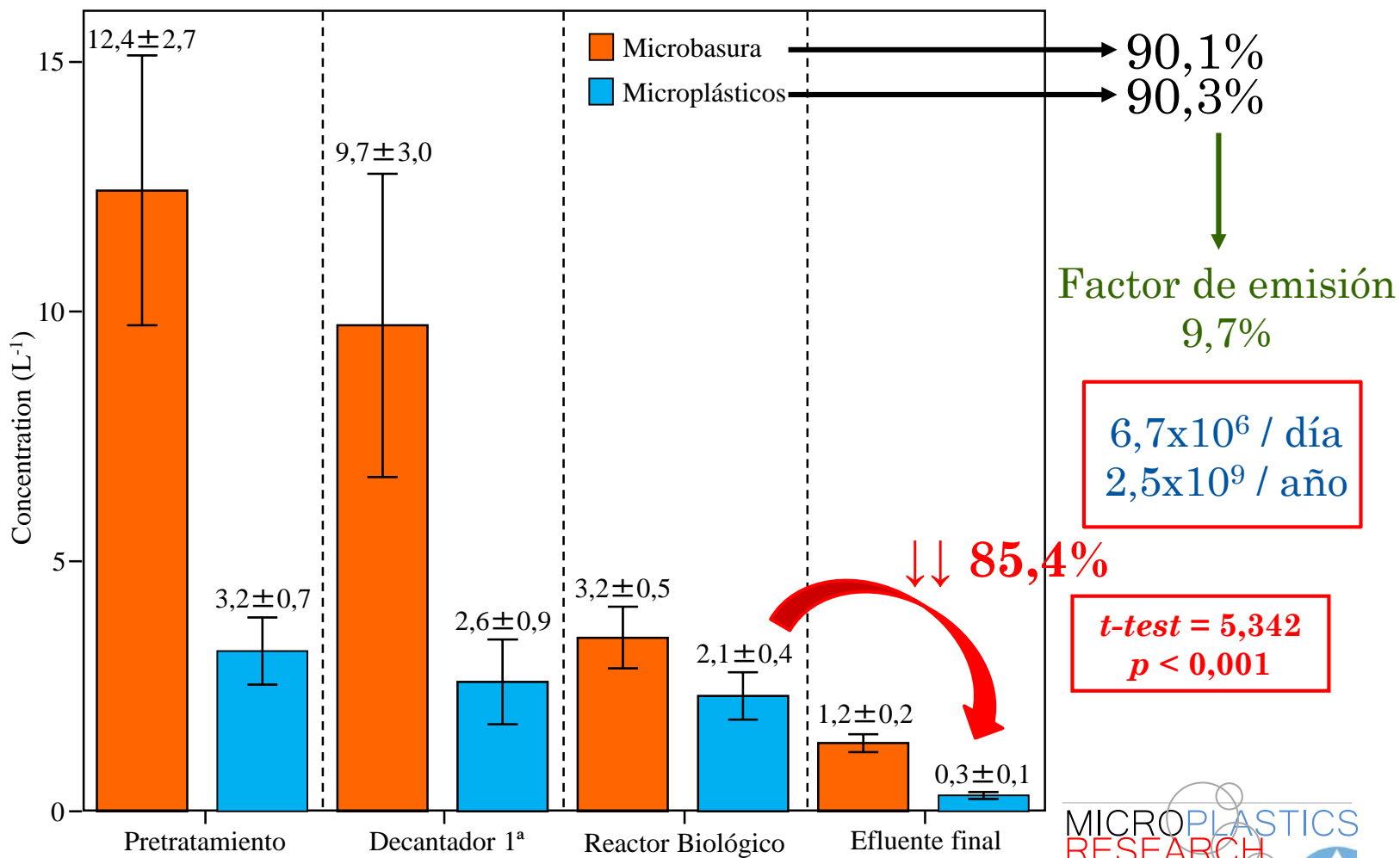


Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

“Protección de, Medio Marino. Problemática de las  
Basuras Marinas” - Taller 2: Microplásticos.  
Oleiros (A Coruña), 3-5 de octubre de 2018

# 4

## MPs EN AGUAS RESIDUALES Y FANGOS DE DEPURACIÓN





# 4

## MPs EN AGUAS RESIDUALES Y FANGOS DE DEPURACIÓN

### COMPARATIVA CON OTROS ESTUDIOS

6,7x10<sup>6</sup> / día  
3,2→0,3 MPs/L (↓90%)

Murphy *et al.* (2016)  
Glasgow  
6,5x10<sup>6</sup> / día  
15,7→0,3 MPs/L (↓98%)

Ziajahromi *et al.* (2017)  
Australia  
8,2x10<sup>6</sup> / día  
1,4→0,5 MPs/L (↓66%)

Talvitie *et al.* (2017)  
Finlandia  
3,2→0,2 MPs/L (↓94%)

EDAR  
ÁGUILAS

Tratamiento terciario (filtración)

2,21→0,14MPs/L (↓93,7%) → Factor de emisión = 6,3%

2,21→0,11MPs/L (↓95,0%) → Factor de emisión = 5,0%

MBR



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

“Protección de, Medio Marino. Problemática de las  
Basuras Marinas” - Taller 2: Microplásticos.  
Oleiros (A Coruña), 3-5 de octubre de 2018

# 4

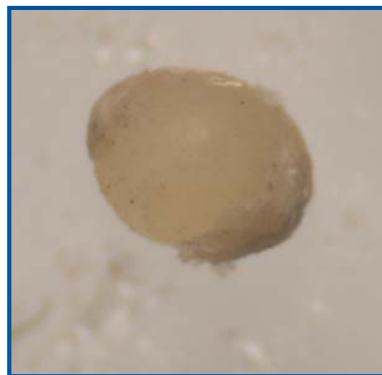
## MPs EN AGUAS RESIDUALES Y FANGOS DE DEPURACIÓN

(Crawford & Quinn, 2017)

### FORMAS



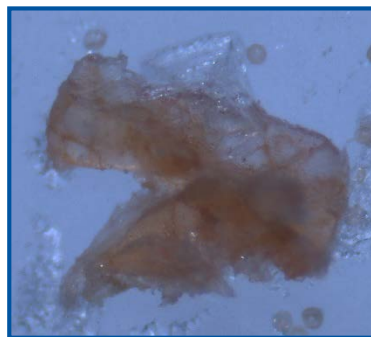
**FRAGMENTOS**  
(46,9%)



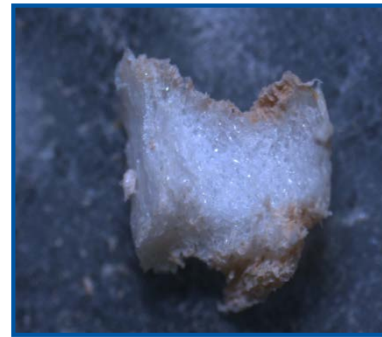
**MICROESFERAS**  
(11,6%)



**FIBRAS**  
(7,4%)



**FILMS**  
(33,9%)



**ESPUMAS**  
(0,2%)





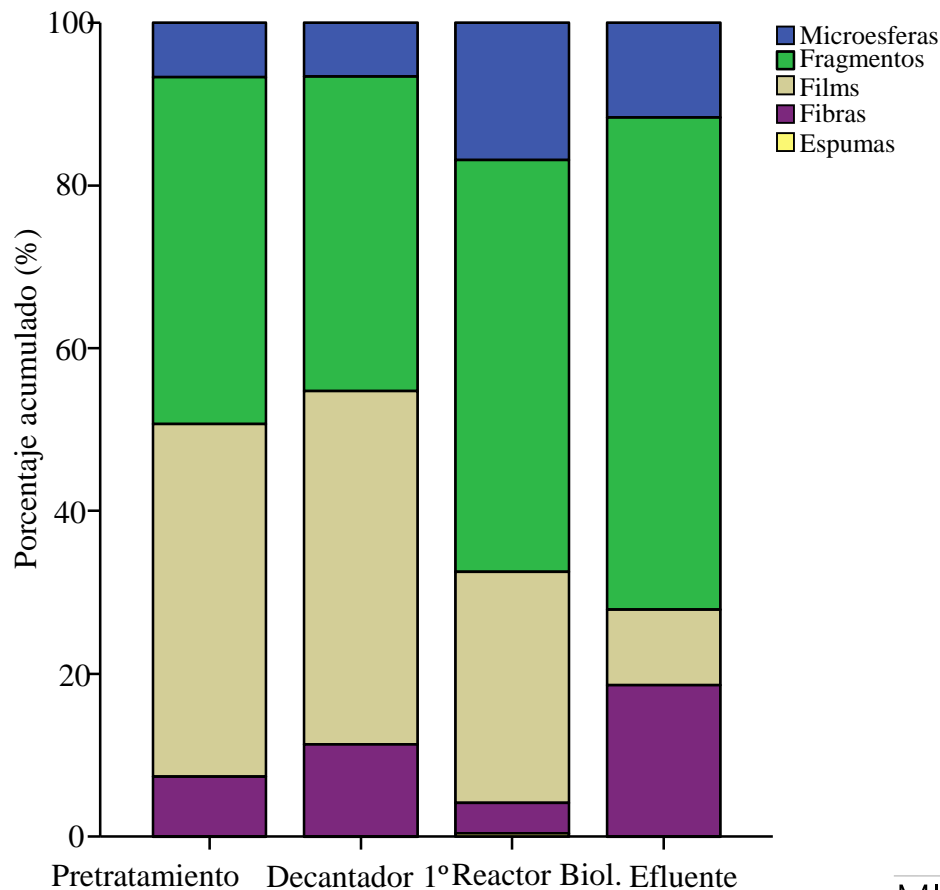
Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

“Protección de, Medio Marino. Problemática de las  
Basuras Marinas” - Taller 2: Microplásticos.  
Lo que el océano esconde.  
Oleiros (A Coruña), 3-5 de octubre de 2018

# 4

## MPs EN AGUAS RESIDUALES Y FANGOS DE DEPURACIÓN

### FORMAS



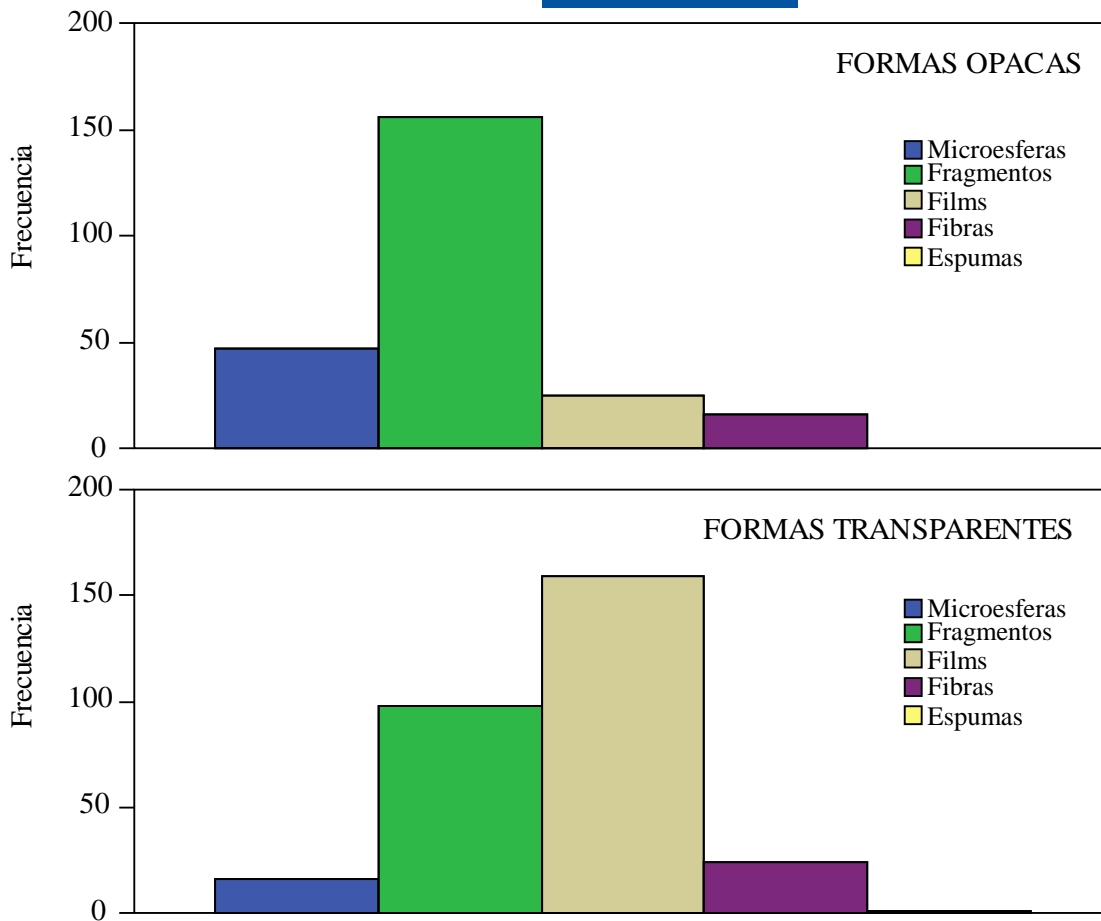
- ↑↑ %Fragmentos durante el tratamiento.
- ↑↑ contenido en Films.



# 4

## MPs EN AGUAS RESIDUALES Y FANGOS DE DEPURACIÓN

### FORMAS





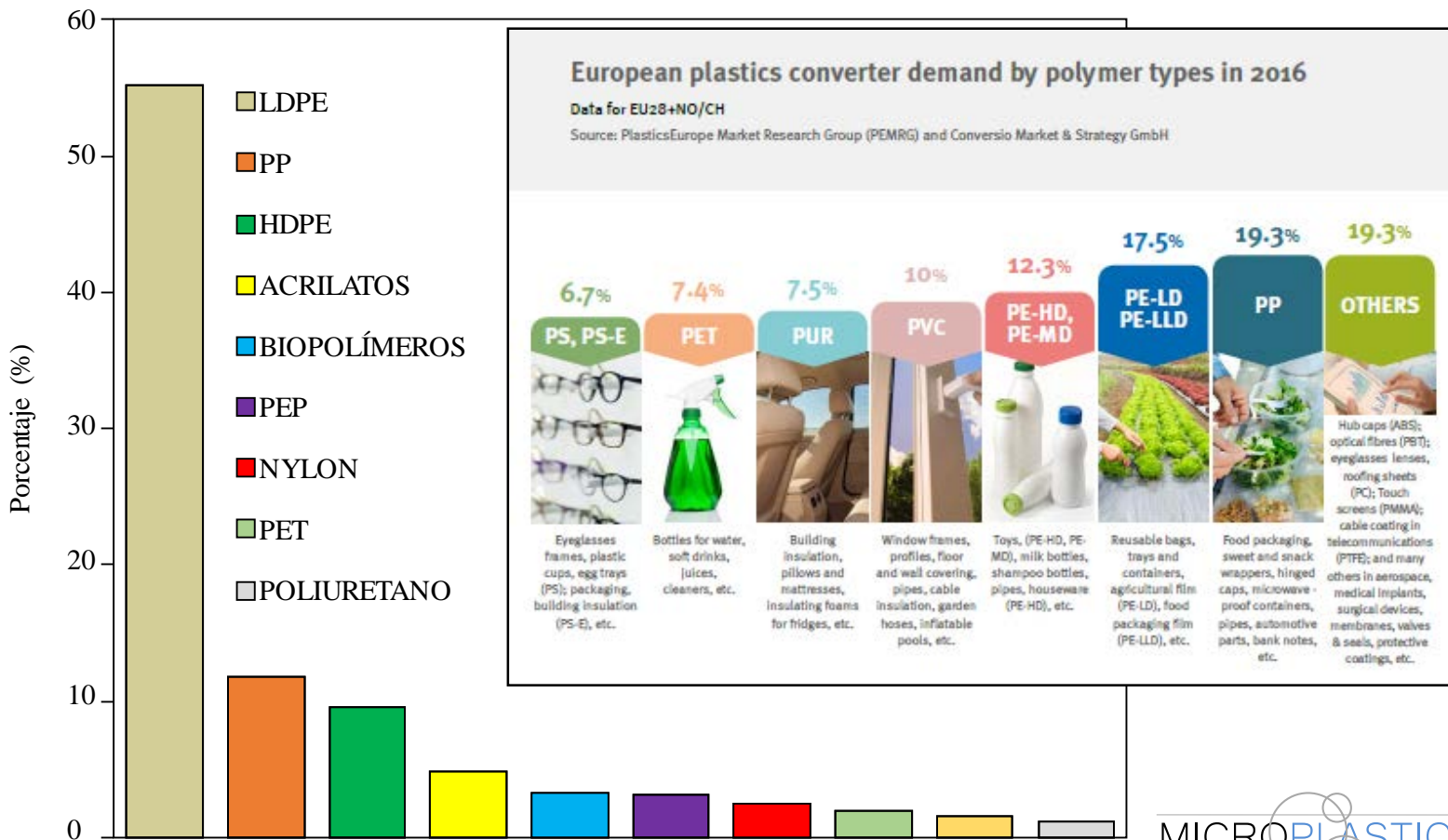
Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

“Protección de, Medio Marino. Problemática de las  
Basuras Marinas” - Taller 2: Microplásticos.  
Oleiros (A Coruña), 3-5 de octubre de 2018

# 4

## MPs EN AGUAS RESIDUALES Y FANGOS DE DEPURACIÓN

### POLÍMEROS





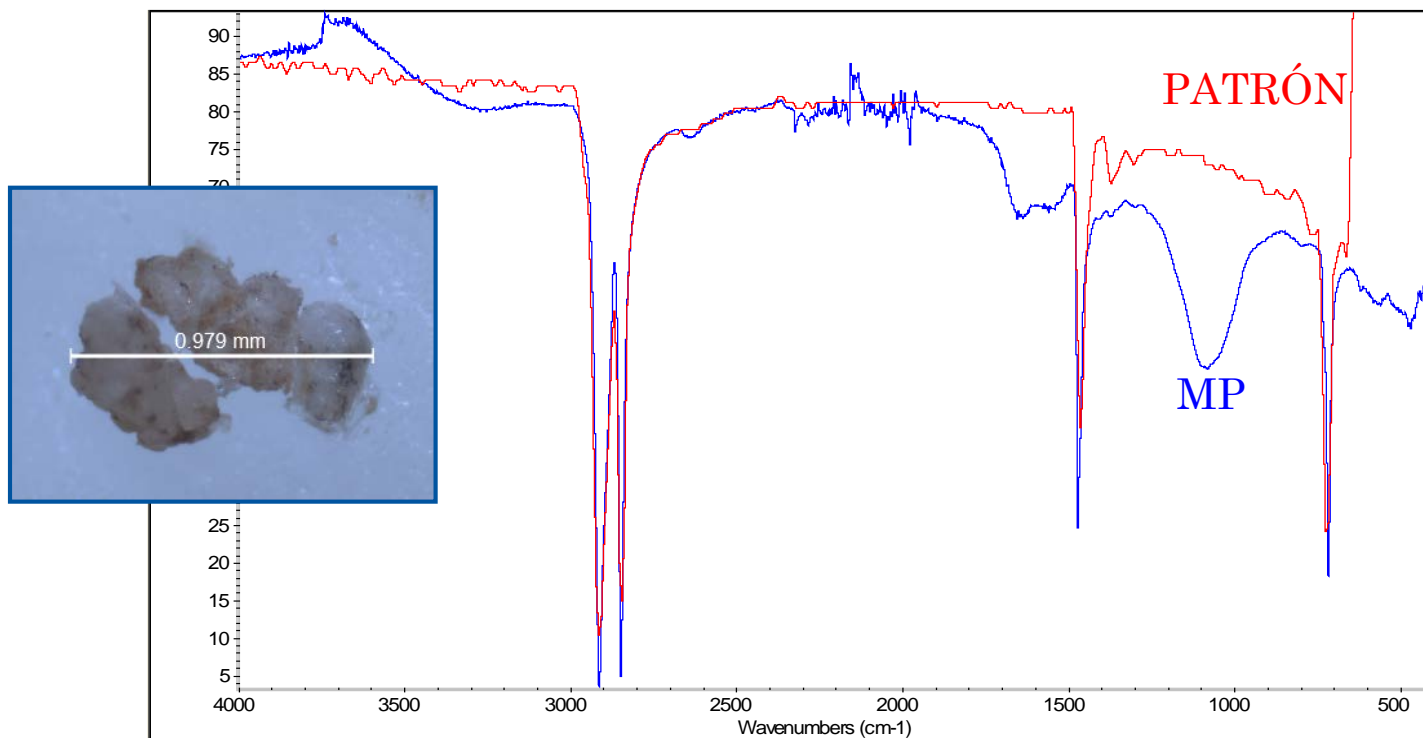
Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

“Protección de, Medio Marino. Problemática de las  
Basuras Marinas” - Taller 2: Microplásticos.  
Lo que el océano esconde.  
Oleiros (A Coruña), 3-5 de octubre de 2018

# 4

## MPs EN AGUAS RESIDUALES Y FANGOS DE DEPURACIÓN

### ANÁLISIS DE FTIR - LDPE



Muestra del reactor biológico (14/DIC/2016)  
(match: 91,08%)



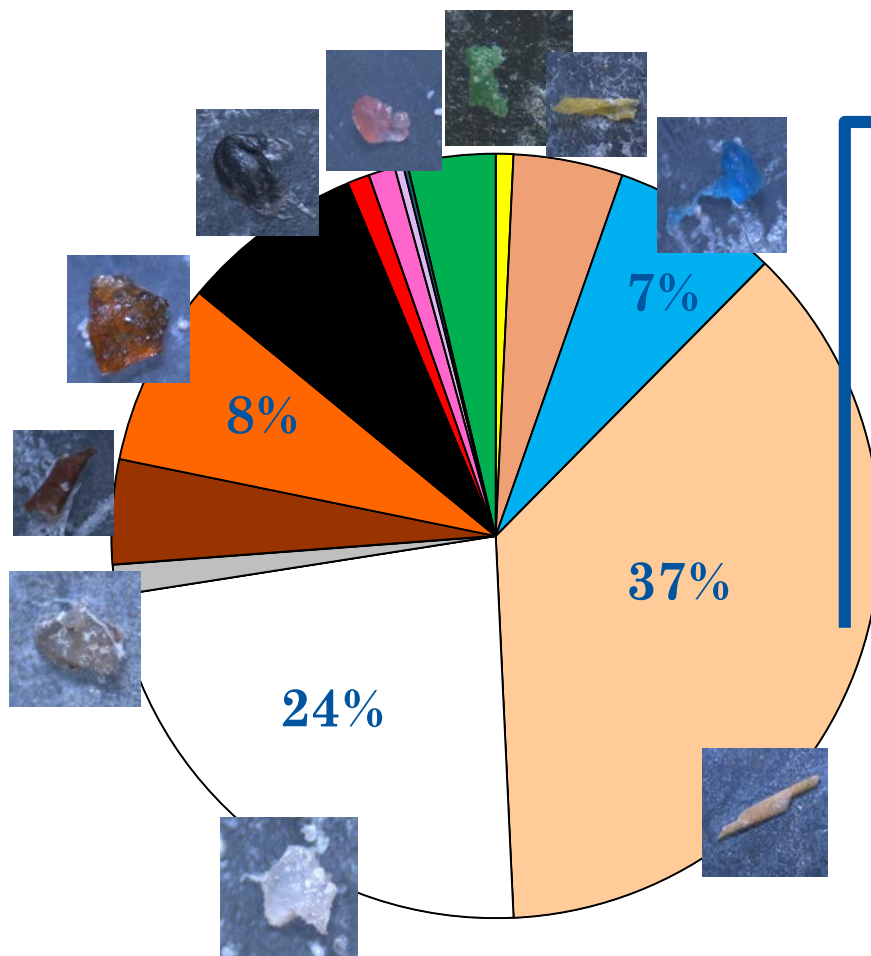
Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

“Protección de, Medio Marino. Problemática de las  
Basuras Marinas” - Taller 2: Microplásticos.  
Oleiros (A Coruña), 3-5 de octubre de 2018

# 4

## MPs EN AGUAS RESIDUALES Y FANGOS DE DEPURACIÓN

### COLORES



68,5% es LDPE (52,8% está  
en forma de FILM)

PLÁSTICO AGRÍCOLA  
BOLSAS DE UN SOLO USO



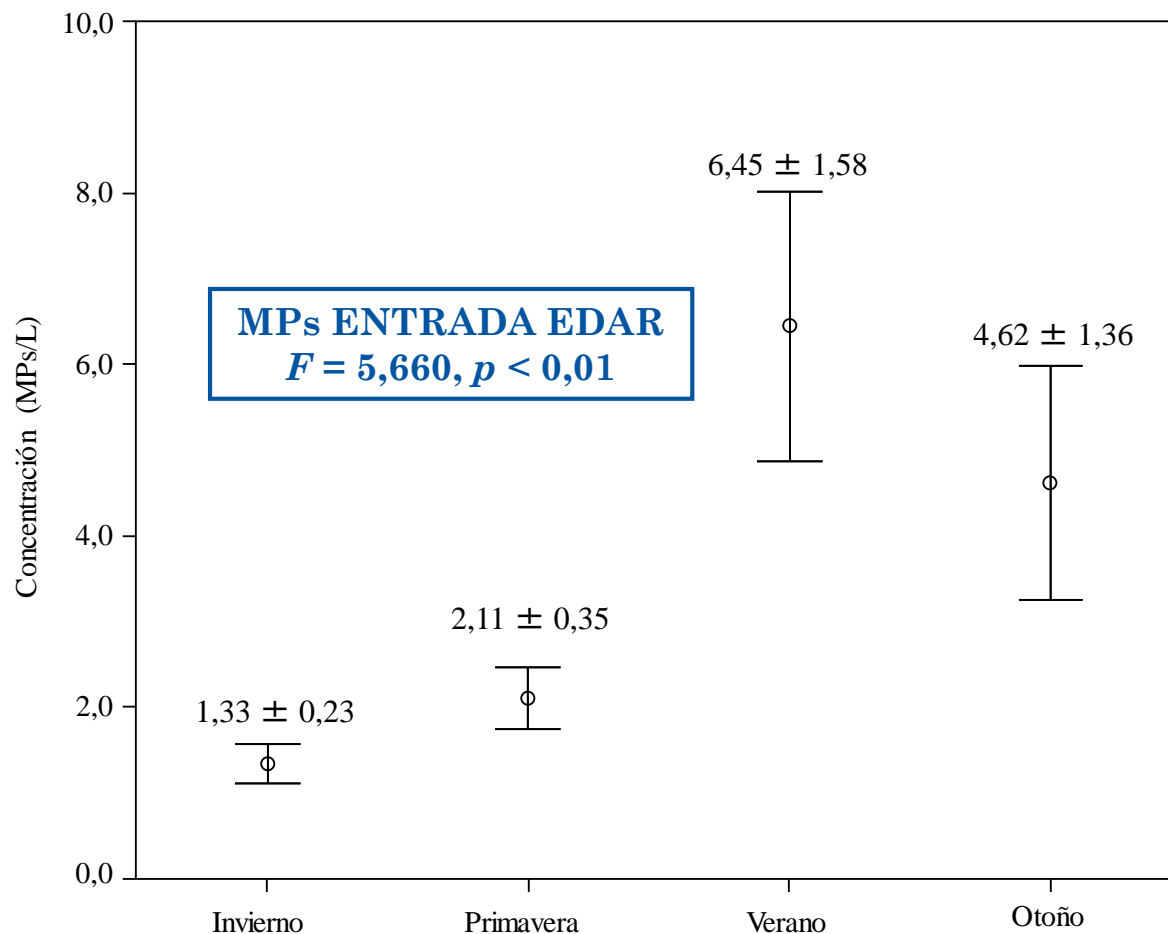
Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

“Protección de, Medio Marino. Problemática de las  
Basuras Marinas” - Taller 2: Microplásticos.  
Oleiros (A Coruña), 3-5 de octubre de 2018

# 4

## MPs EN AGUAS RESIDUALES Y FANGOS DE DEPURACIÓN

### VARIACIONES ESTACIONALES





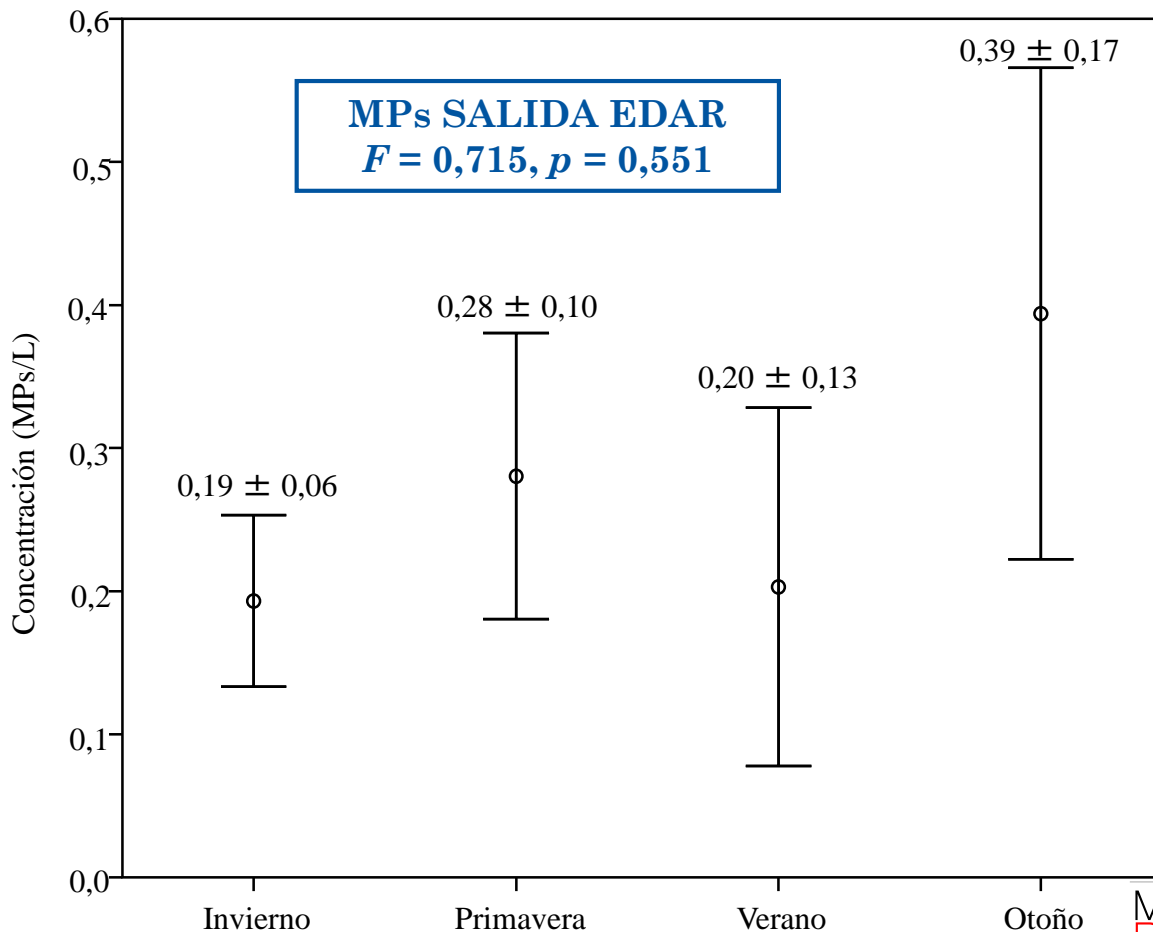
Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

“Protección de, Medio Marino. Problemática de las  
Basuras Marinas” - Taller 2: Microplásticos.  
Lo que el océano esconde.  
Oleiros (A Coruña), 3-5 de octubre de 2018

# 4

## MPs EN AGUAS RESIDUALES Y FANGOS DE DEPURACIÓN

### VARIACIONES ESTACIONALES





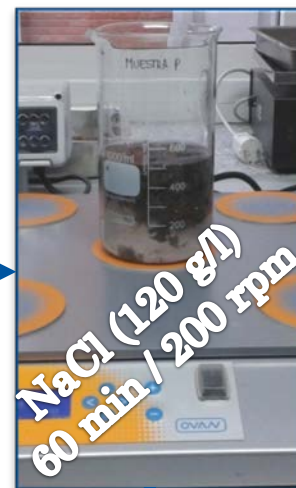
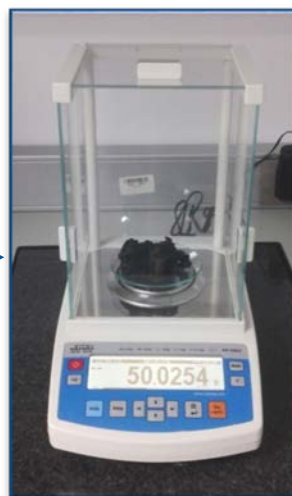
Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

“Protección de, Medio Marino. Problemática de las  
Basuras Marinas” - Taller 2: Microplásticos.  
Oleiros (A Coruña), 3-5 de octubre de 2018

# 4

## MPs EN AGUAS RESIDUALES Y FANGOS DE DEPURACIÓN

- Fangos procedentes de la centrifugación (FANGOS C) y fangos procedentes del decantador primario (FANGOS P)



Vianello *et al.*, 2013







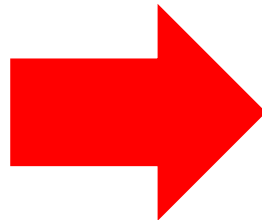
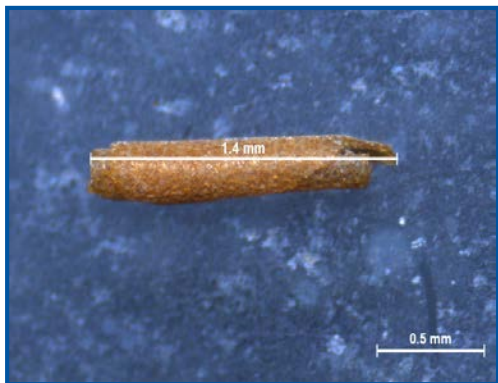
Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

“Protección de, Medio Marino. Problemática de las  
Basuras Marinas” - Taller 2: Microplásticos.  
Oleiros (A Coruña), 3-5 de octubre de 2018

# 4

## MPs EN AGUAS RESIDUALES Y FANGOS DE DEPURACIÓN

### ACRILATOS





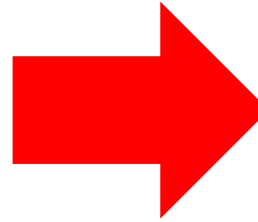
Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

“Protección de, Medio Marino. Problemática de las  
Basuras Marinas” - Taller 2: Microplásticos.  
Oleiros (A Coruña), 3-5 de octubre de 2018

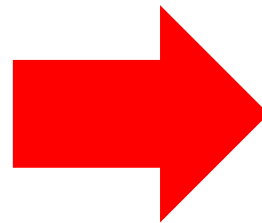
# 4

## MPs EN AGUAS RESIDUALES Y FANGOS DE DEPURACIÓN

NYLON



NORBORNENO





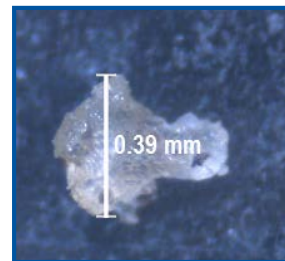
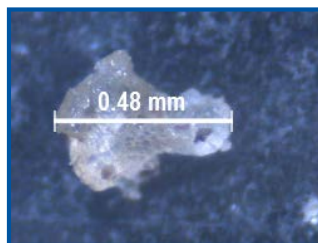
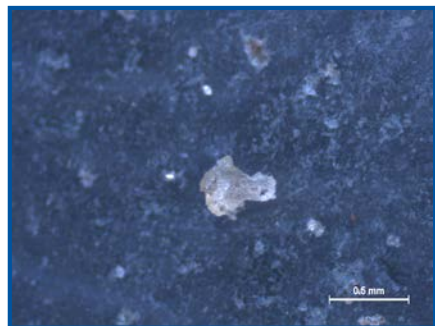
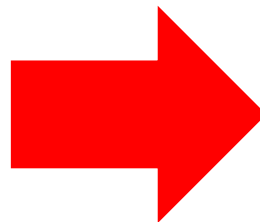
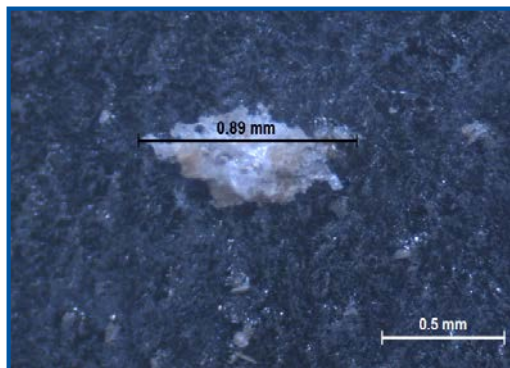
Universidad Politécnica de Cartagena

“Protección de, Medio Marino. Problemática de las Basuras Marinas” - Taller 2: Microplásticos. Oleiros (A Coruña), 3-5 de octubre de 2018

# 4

## MPs EN AGUAS RESIDUALES Y FANGOS DE DEPURACIÓN

PP-VISTALON 404



LDPE



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena