

## PROTOCOL LABORATORI - TDRs TORDELA

Aquest protocol ha estat adaptat a partir dels mètodes de processat i anàlisi de mostres que es duen a terme al laboratori de Microplàstics del CEAB (CSIC). El present document està pensat per ser dut a terme amb objectes quotidians que podem trobar fàcilment a les nostres llars, i que permetrà la detecció de macro-, meso-, i microplàstics (MacP, MesP i MicP, respectivament) en mostres de diferent naturalesa.

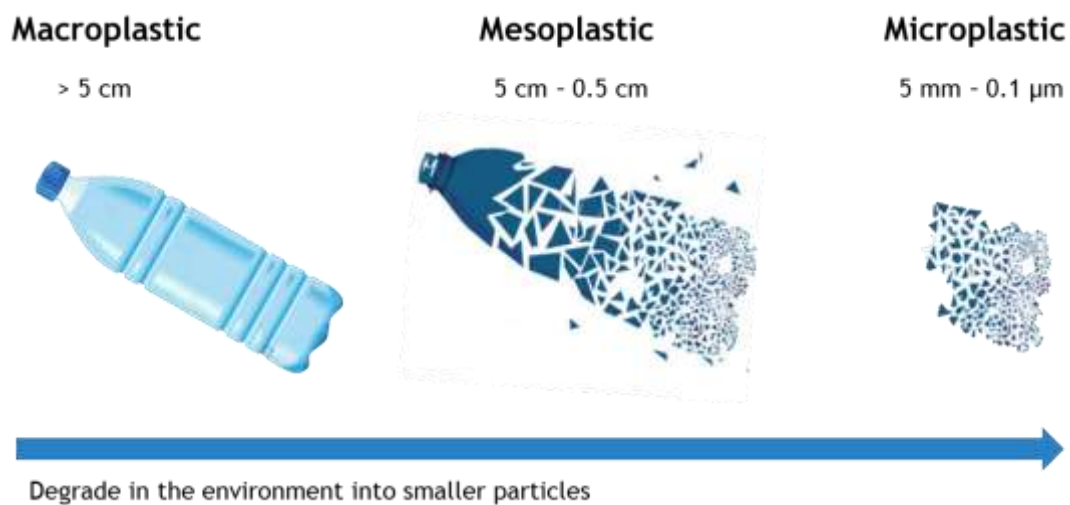


Figura 1. Classificació per mida dels fragments plàstics.

Les mostres que es proposen analitzar en aquest document són les següents:

- 1) Zona de ribera: classificació i caracterització de MacP i MesP recollits al camp
- 2) Columna d'aigua - Xarxa Manta: detecció de MesP i MicP transportats pel riu
- 3) Columna d'aigua - tamís: detecció de MicP transportats pel riu
- 4) Bentos - sediments: detecció de MicP acumulats a la capa superficial de sediments i que poden ser potencialment transportats pels rius en moments de riuades.

## 1. ZONA DE RIBERA: MACP I MESP

### 1.1. MacP

Els plàstics que es troben a la zona de ribera poden ser arrossegats al riu per escorrentia en moments de pluja. La fragmentació de macroplàstics (MacP, > 5 cm) degut a forces naturals (pluja, vent, erosió, animals...) i al seu propi envelliment, donarà lloc a fragments de plàstics més petits (mesoplàstics i microplàstics). Identificar el tipus de residus i la composició d'aquests és important de cares a la seva gestió, per tal de reconèixer les fonts que els generen. A més, el tipus de material, és a dir, la seva composició química, permetrà deduir la possible composició dels microplàstics que es poden trobar en altres hàbitats fluvials i també, els possibles impactes que aquests puguin tenir en el funcionament del ecosistema.

#### Procediment al laboratori

Al laboratori, es procedirà a classificar cadascun dels residus plàstics (macroplàstics, >5 cm) i no plàstics (vidre, metall, paper...), els quals anomenarem "ítems". El procediment que es durà a terme és el següent:

- Etiquetar cada ítem segons el lloc de mostreig i el marge del riu (dret/esquerre) on ha estat recollit, i el número d'ítem corresponent (ex: TORDERA-D-1, TORDERA-D-2, etc.).
- Categoritzar cadascun dels ítems recollits segons:
  - o Categoria de la Marine Debris Tracker (MDT) app, la qual ens indica l'ús d'aquests residus (ampolles de plàstics, productes d'higiene personal, etc.)
  - o En cas que s'indiqui a l'ítem, la composició química d'aquest (PET; HDPE; LDPE...)
- Netejar l'ítem per treure l'excés de sorra. Assecar l'ítem amb un tros de paper o, en cas d'estar molt humit, deixar-lo assecar al sol.
- Fotografiar l'ítem tal i com es mostra a la *Figura 2*.
- Mesurar la longitud (cm), l'amplada (cm), i calcular l'àrea (cm<sup>2</sup>) segons la geometria de l'ítem.

**Rectangle**

$$A = b \cdot h$$

**Triangle**

$$A = (b \cdot h) / 2$$

**Cercle**

$$A = \pi \cdot r^2$$

---

Area (A), base (b), altura (h), radi (r)

- Pesar l'ítem net i sec. Expressar el resultat en grams (g).
- Anotar les dades recollides a la fulla de treball (**Annexos**): lloc de mostreig, banda del riu (dreta/esquerra), número d'ítems (#), categoria (MDT app), descripció de l'ítem (estat de degradació, color...), plàstic o no plàstic, longitud màxima (cm), amplada màxima (cm), forma (rectangle, triangle, cercle), àrea (cm<sup>2</sup>), pes (g) i composició química (PET, PVC, LDPE...).



Figura 2. Presa de mesures i fotografia dels ítems trobats. S'indica el lloc de mostreig (ARC), el marge del riu on s'ha recollit (L - "left"), i el número d'identificació de cada ítem (#).

### Material

- Regla
- Balança
- Càmera de fotos
- MDT app

### Càlcul i interpretació dels resultats

A l'apartat de ciència ciutadana de la web de PLASTICØPYR trobareu tots els recursos necessaris per calcular i interpretar els resultats obtinguts (secció 4. *Treball posterior al camp* de la web, enllaç: <https://plastic0pyr.wordpress.com/ciencia-ciutadana/>).







## 1.2. MesP

Els mesoplàstics (MesP) són aquells residus plàstics d'entre 1 i 5 cm que, o bé poden tenir aquesta mida des del moment de la seva producció (ex: peces de joguines), o bé poden provenir de la degradació de plàstics més grans. Els MesP provinents de la degradació de plàstics més grans a la zona de ribera també poden acabar al riu en moments de pluges. Aquests poden quedar retinguts en zones d'acumulació de la ribera (*Figura 3*) o bé atrapats per macròfits.

### Procediment al laboratori

Al laboratori, es procedirà a descriure els mesoplàstics (MesP, 1-5 cm) trobats seguint el següent procediment:

- Categoritzar cadascun dels MesP (ítems) recollits segons:
  - o Categoria de la Marine Debris Tracker (MDT) app - llistat de MesP:

<div style="background-color: #0056b3; color: white; padding: 10px; border-radius: 15px; text-align: center;"> <b>Categories MesP</b>  <b>1 - 5 cm</b>  <b>(MDT app)</b> </div>			Fibres	Film
			Fibres	Film (ex: restes de bosses)
Bead	Fragment (hard plastic)	Pellet		
Bola, perla (bijuteria)	Fragment de plàstic dur	Pellet		
				
Filament / Line	Foam	Other		
Cordill, fil de plàstic	Porexpan, escuma	Altres (auricular, burilla...)		
				

- Netejar l'ítem per treure l'excés de sorra. Assecar l'ítem amb un tros de paper o, en cas d'estar molt humit, deixar-lo assecar al sol.
- Fotografiar l'ítem tal i com es mostra a la *Figura 3*.
- Mesurar la longitud (cm), l'amplada (cm), i calcular l'àrea (cm<sup>2</sup>) segons la geometria de l'ítem.

**Rectangle**

$$A = b \cdot h$$

**Triangle**

$$A = (b \cdot h) / 2$$

**Cercle**

$$A = \pi \cdot r^2$$

---

Area (A), base (b), altura (h), radi (r)

- Pesar l'ítem net i sec. Expressar el resultat en grams (g). *\*En cas que el pes individual estigui per sota del límit de detecció de la balança, pesar tots els MesP junts\**.
- Anotar les dades recollides a la fulla de treball (**Annexos**): lloc de mostreig, banda del riu (dreta/esquerra), punt de mostreig (0, 3 o 6 metres), número d'ítem (#), categoria (MDT app), descripció ítem (estat de degradació, color...), retenció, longitud màx. (cm), amplada màx. (cm), forma (rectangle, triangle, cercle), àrea (cm<sup>2</sup>), pes (g) .



*Figura 3. A la fotografia de l'esquerra, s'observa una zona de retenció d'un riu on es poden trobar mesoplàstics retinguts. A la dreta, MesP trobats en aquests punts de retenció, on s'indica el lloc i punt de mostreig de recollida (ARC, 0m, left side), i el número de cada ítem (#).*

**Material:**

- Regla

- Balança
- Pinces
- Càmera de fotos
- MDT app

### Càlcul i interpretació dels resultats

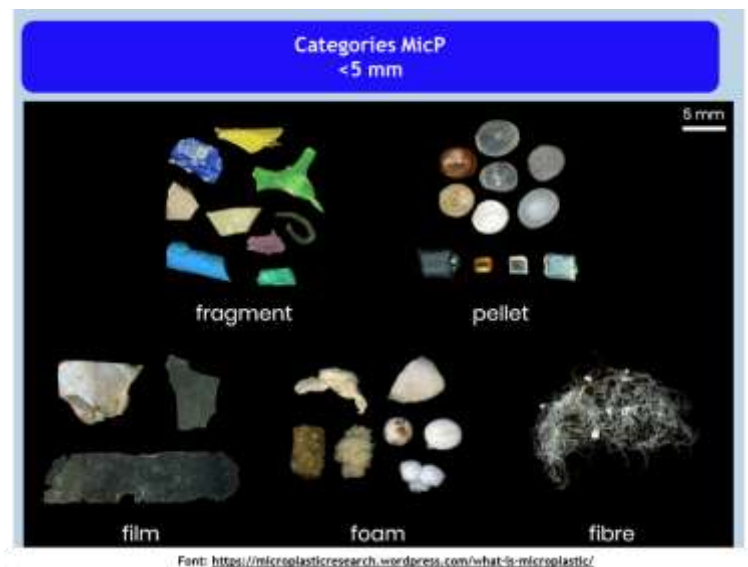
A l'apartat de ciència ciutadana de la web de PLASTICØPYR trobareu tots els recursos necessaris per calcular i interpretar els resultats obtinguts (secció 4. *Treball posterior al camp* de la web, enllaç: <https://plastic0pyr.wordpress.com/ciencia-ciutadana/>).

## 2. Columna d'aigua - Xarxa manta

Els microplàstics (MicP) són fragments de plàstics menors a 5 mm. Podem classificar els microplàstics en:

- **Microplàstics primaris:** aquells que han estat directament fabricat com partícules petites, com per exemple, les microesferes utilitzades en alguns cosmètics o els pellets.
- **Microplàstics secundaris:** producte del fraccionament de MacP i MesP, per exemple, bosses i ampolles de plàstic, fibres provinents de la roba que vestim, etc.

També podem classificar els MicP en funció de la seva forma:



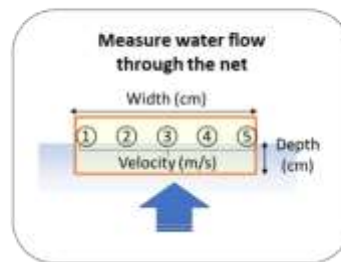
En ecosistemes fluvials, una de les majors fonts de microplàstics són les depuradores, però com bé s'ha comentat anteriorment, també poden provenir de la fragmentació de residus més grans abocats a l'entorn fluvial. Per identificar de manera visual els MicP, ens fixarem en la seva forma i color.

L'objectiu de la xarxa manta és saber la quantitat de MicP (i MesP) que transporta el riu. Per poder quantificar-ho, cal conèixer el volum d'aigua filtrat a través de la manta durant el temps de mostreig (1 hora).

Per saber el volum d'aigua filtrat per la xarxa manta, s'ha de calcular:

- a) La **secció** de la xarxa coberta per aigua

$$\text{Secció (m}^2\text{)} = \text{amplada (m)} \times \text{profunditat (m)}$$



- a) La **velocitat** (m/s) mitjana de l'aigua del riu mesurada al camp (entre 3 i 5 mesures).

Per conèixer el **cabal** d'aigua filtrat, simplement caldrà multiplicar la **secció de la xarxa (m<sup>2</sup>)** per la **velocitat mitjana (m/s)**.

$$\text{Cabal (m}^3\text{/s)} = \text{secció de la xarxa (m}^2\text{)} \times \text{velocitat mitjana (m/s)}$$

Amb la xarxa manta, podem saber el nombre (o pes) dels plàstics transportats pel riu en un moment determinat (m<sup>3</sup>/s), i també el nombre de plàstics que trobaríem en un volum d'aigua (L). Aquesta segona mesura, permet comparar els dos mètodes de mostreig de la columna d'aigua: xarxa manta i tamís.

Per saber el **volum d'aigua filtrat** (litres, L), caldrà multiplicar el cabal ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) pel temps que la xarxa va estar filtrant (1 hora). Un cop quantificades les partícules de plàstics trobats a cada mostra, es podrà expressar els resultats en **items/L**.

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$$

$$\text{Volum d'aigua filtrat (L)} = \text{cabal (m}^3/\text{s)} \times \text{temps de filtració}$$

### Procediment al laboratori

Per tal de facilitar la observació de MesP i MicP presents a les mostres de xarxa manta, es durà a terme una separació de la mostra en fraccions de mides diferents. Per fer-ho, filtrarem la mostra per tamisos amb obertures de llum de diferents mides. En aquest cas, en comptes dels tamisos de laboratori farem servir coladors domèstics (2 de llums diferents) i filtres de cafè.

El procediment que es durà a terme al laboratori serà el següent:

- Separar la mostra en fresc a través de dos (o més) coladors de mides de llum diferents. Els coladors es col·locaran apilats començant per la mida de llum més petita fins a la més gran. El material recollit a cada colador s'anomenarà "fracció", i les diferents fraccions les identificarem amb valors o lletres diferents, per diferenciar les més grans de les més petites. És col·locarà una safata per recollir la fracció més petita filtrada pel colador petit, que posteriorment filtrarem per un filtre de cafè per poder observar-la. Anotar la mida de la llum de cada colador (mm).
- Netejar la mostra amb aigua a pressió per tal de separar fàcilment les diferents fraccions.
- Col·locar les fraccions dels coladors, i la fracció del filtre de cafè, separades en 3 (o més) safates d'alumini, cobrir amb paper d'alumini foradat i deixar assecat en un lloc solejat unes 48 h.
- Un cop sec, observar i anotar la presència / absència de plàstics (MesP/MicP)
- En cas de presència de plàstics, categoritzar segons la mida de fragment corresponent (MesP o MicP) i, en cas que es disposi d'una balança, pesar els MesP de manera individual o conjunta *\*En cas que el pes individual estigui per sota del límit de detecció de la balança, pesar tots els MesP junts\**.



- **MesP**: anotar nombre ítems, i classificar segons les categories de la MDT app (veure secció 1.2. MesP). També cal anotar el color i el pes.
- **MicP**: anotar nombre ítems i classificar segons: film, fragment, microesfera, fibra, filament; anotar també el color de cada ítems.
- Anotar les dades recollides a la fulla de treball (**Annexos**): lloc de mostreig, fracció (1, 2, 3...), si l'ítem observat és un MesP o MicP, el número de l'ítem (#), la categoria corresponent a MesP o MicP, descripció de l'ítem (estat de degradació, color...), el pes (g).

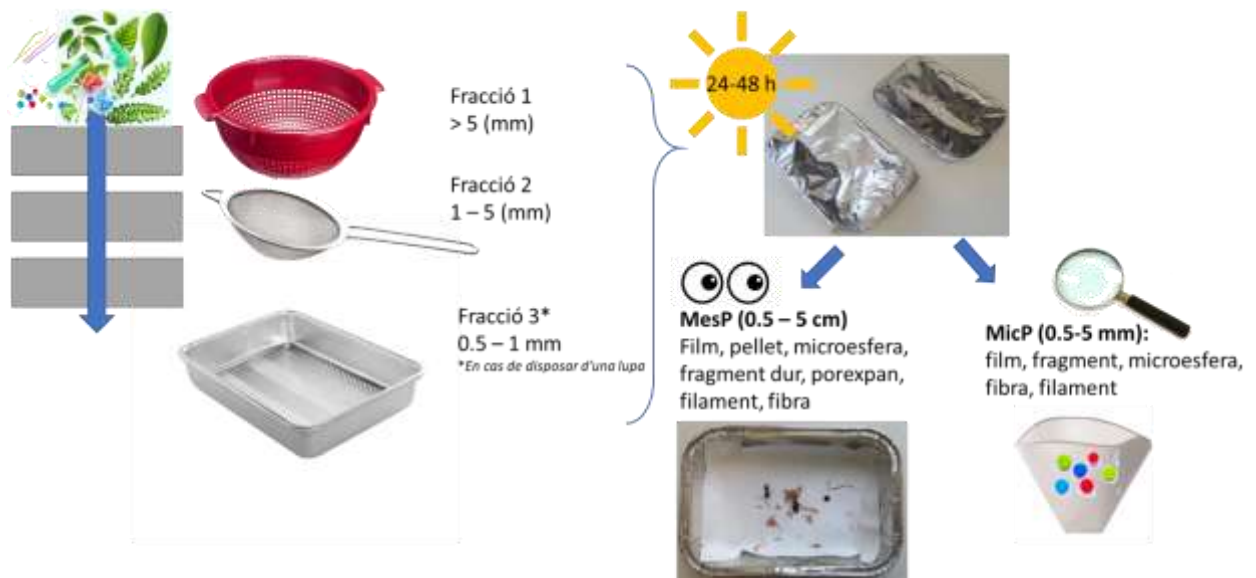


Figura 4. Procediment a seguir pel processat de les mostres de xarxa manta.

### Material:

- Mínim 2 coladors: 1 gran (de pasta, amanida; obertura llum ~5 mm) i un colador petit (obertura llum ~1 mm).
- Safata gran d'alumini per recollir el filtrat.
- Safates petites d'alumini (mínim 3 safates per mostra de xarxa manta).
- Paper d'alumini
- Pipeta Pasteur, pinces, balança

## Càlcul i interpretació dels resultats

### Com expressar els resultats de la xarxa manta

#### Nombre d'ítems transportats pel flux d'aigua (m<sup>3</sup>/s):

- Nombre total d'ítems per m<sup>3</sup>/s  $\longrightarrow \frac{\text{nombre ítems}}{\text{m}^3/\text{s}} = \text{ítems}/\text{m}^3/\text{s}$
- Nombre de MesP i MicP per m<sup>3</sup>/s  $\longrightarrow \frac{\text{nombre MicP (o MesP)}}{\text{m}^3/\text{s}} = \text{MicP (o MesP)}/\text{m}^3/\text{s}$



També es pot calcular el nombre d'ítems de cadascuna de les categories de MesP i MicP

#### Nombre d'ítems per litre filtrat (ítems/L):

- Nombre total d'ítems per L  $\longrightarrow \frac{\text{nombre ítems}}{\text{L}} = \text{ítems}/\text{L}$
- Nombre de MesP i MicP per litre filtrat  $\longrightarrow \frac{\text{nombre MicP (o MesP)}}{\text{L}} = \text{MicP (o MesP)}/\text{L}$

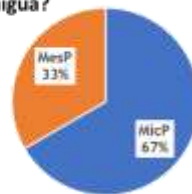
XARXA MANTA  
VS  
TAMÍS

#### MesP vs MicP, quins són més fàcilment arrossegats per l'aigua?

Nombre total de plàstics = 15 ítems, dels quals:

- 10 són MesP
- 5 són MicP

$$\frac{\text{ítems categoria}}{\text{ítems totals}} \times 100$$



### 3. Columna d'aigua - tamís

Com en el cas de la xarxa manta, amb el mostreig amb tamís també busquem els MicP que són transportats en la columna d'aigua del riu. Tot i que al camp es va fer servir tamís de 63 µm, en aquesta guia es proposen els coladors domèstics i el filtre de cafè com alternatives. Las principals diferències entre aquesta tècnica i la xarxa manta son en primer lloc la llum de l'obertura (la de la xarxa es de 333 µm), i en segon el mètode de filtratge. Amb la xarxa es filtra molta quantitat d'aigua i es pot atrapar molta matèria, mentre que amb el tamís es filtren sempre 120 L (3 vegades) i la quantitat de matèria que es recull és molt menor.

Durant el processat d'aquestes mostres, es durà a terme la detecció de MicP. El límit de detecció, és a dir, la mida més petita que podem observar, dependrà dels materials dels quals disposem (a ull nu, sense lupa >0.5 mm, en cas de disposar d'una lupa dependrà de la capacitat de cada aparell).

### Procediment al laboratori

Al laboratori:

- Filtrar la mostra pel tamís petit (0,5 mm de llum)
- Intentar recollir amb ajuda d'una espàtula petita/cullereta de cafè i posar la mostra en una safata d'alumini, cobrir amb paper d'alumini foradat i deixar assecar en un lloc solejat unes 24 h.

- Observar la presència de MicP >0,5 mm. *\*Es recomana fer-ho sobre un fons blanc (paper d'impressió)\**
    - o **MicP:** anotar nombre ítems i classificar segons: film, fragment, microesfera, fibra, filament; anotar també el color de cada ítems.
  - Anotar les dades recollides a la fulla de treball (**Annexos**): classificar els MicP (film, fragment, microesfera, fibra, filament), anotar el nombre d'ítems i color.
- ➔ Els resultats s'expressaran en nombre d'ítems per L. Recorda que el nº de ítems que has trobat correspondrà als 120 L filtrats, per tant hauràs de calcular el nombre d'ítems en 1 L.

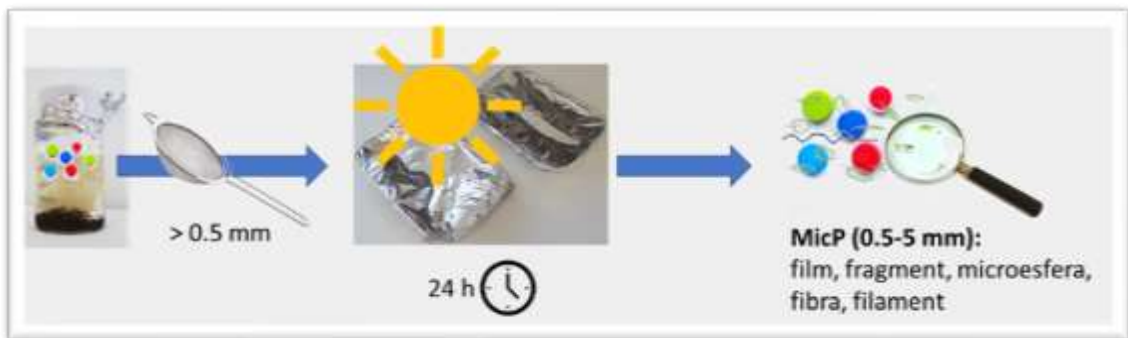


Figura 5. Procediment a seguir pel processat de les mostres de tamís.

### Material:

- Colador petit, llum 0.5 mm (o qualsevol que tinguis a casa  $\leq 1 \text{ mm}$ ).
- Safates petites d'alumini (o qualsevol que tinguis a casa).
- Paper d'impressió (blanc).
- Paper d'alumini.
- Pipeta Pasteur (o goter), pinces, espàtula o cullereta de cafè.

## Càlcul i interpretació dels resultats

### Com expressar els resultats del tamís

#### Nombre d'ítems per litre filtrat (ítems/L):

- Nombre total de ítems per L  $\longrightarrow \frac{\text{nombre ítems}}{L} = \text{ítems/L}$
- Nombre d'ítems de la categoria per litre filtrat  $\longrightarrow \frac{\text{nombre de films}}{L} = \text{films/L}$

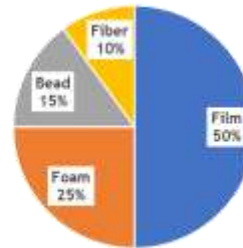


#### A quina categoria corresponen els MicP més fàcilment arrossegats per l'aigua?

Nombre total de MicP = 20 ítems, dels quals:

- 10 són *films*
- 5 són *foam*
- 3 són *bead*
- 2 són *fibres*

$$\frac{\text{ítems categoria}}{\text{ítems totals}} \times 100$$



## 4. Bentos - Sediments

Els sediments es troben en el llit fluvial i estan compostos de partícules fines, com sorra, argila i llim. Grans quantitats de microplàstics poden acumular-se en els sediments fluvials, i aquests processos de deposició dependran de diversos factors com el cabal (a menor cabal major probabilitat de deposició) i la densitat de les partícules. Els MicP poden ser retinguts en el fons del riu i ser remobilitzats cap a la columna d'aigua una altre cop en moments de riuades.

Per analitzar els sediments es poden dur a terme dos mètodes diferents: separació física (tamisos) i separació per densitat (NaCl).

### 4.1. SEPARACIÓ FÍSICA (tamisos)

Per tal de identificar els plàstics es necessari separar-los dels sediments. El primer mètode consisteix en separar la mostra fent servir tamisos de diferents mides.

El procediment a seguir és el següent:

- Posar la mostra en una safata d'alumini tapada amb paper d'alumini foradat i assecar al sol durant (48 h) o fins que estigui completament seca (sabrem que està completament seca quan no hi hagi canvis en el pes).
- Si es pot, pesar els sediments i extraure 50 g, sinó agafar tres cullerades soperes rases que son el equivalent.
- Separar la mostra en 3 fraccions, passant-les pel tamís en sec.

- Recollir les tres fraccions en tres safates amb un paper blanc.
  - Observar i anotar la presència / absència de plàstics (MesP/MicP)
  - En cas de presència de plàstics, categoritzar segons la categoria corresponent:
    - o **MesP**: anotar nombre ítems, i classificar segons les categories de la MDT app (veure secció 1.2. MesP). També cal anotar el color i el pes.
    - o **MicP**: anotar nombre ítems i classificar segons: film, fragment, microesfera, fibra, filament; anotar també el color de cada ítems. *\*Es recomana fer-ho sobre un fons blanc (paper d'impressió)\**
- ➔ Els resultats s'indicaran en nombre d'ítems per gram de sediment. Per això s'ha de fer la conversió a 1 g, ja que els plàstic que has trobat son en 50 g.

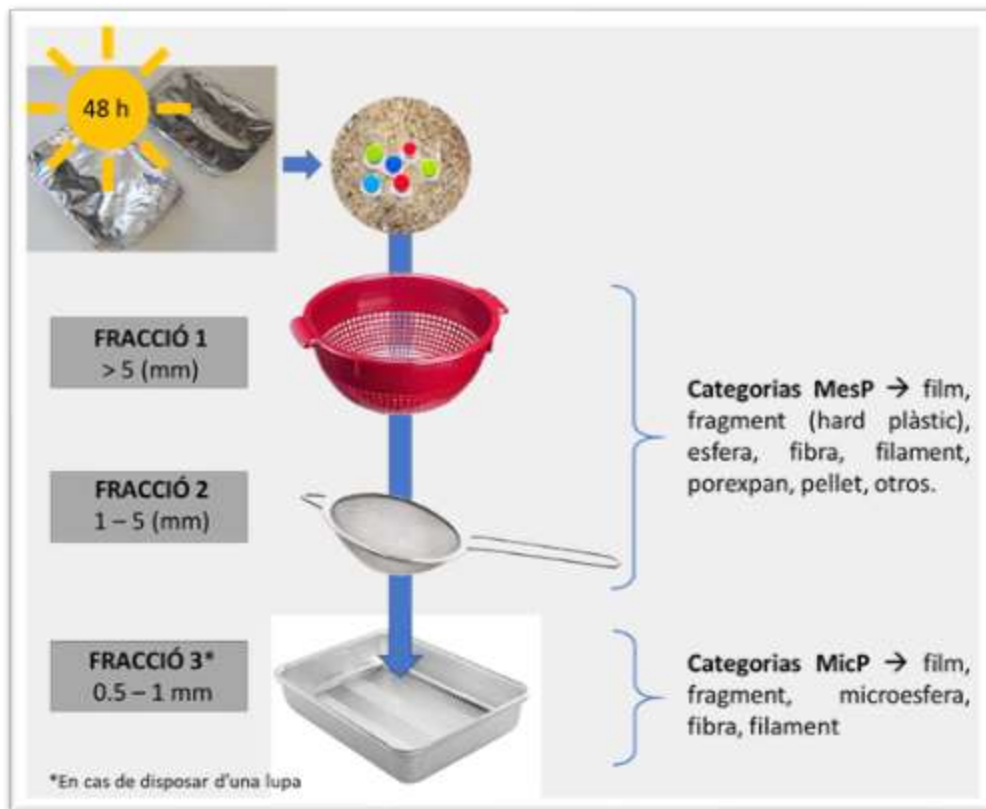


Figura 6. Procediment a seguir pel processat de les mostres de sediment per separació física (amb tamisos).

### Material:

- Colador gran (llum 5 mm)
- Colador petit, llum 0,5 mm
- Safata gran d'alumini o del material que tinguis a casa/institut

- Safates petites d'alumini o les que tinguis a casa/institut (3 safates per mostra)
- Paper d'alumini
- Pinces, espàtula, balança

#### 4.2. SEPARACIÓ PER DENSITAT (NaCl)

La densitat es una magnitud escalar que indica la quantitat de massa (m) continguda en un volum (v). S'expressa en les unitats de mida de massa i volum ( $\text{g}/\text{m}^3$ ), i es calcula de la següent manera:

$$\text{Densitat} = \frac{m}{v}$$

En el cas dels microplàstics, el que farem és una solució salina amb sal de cuina (NaCl) i aigua, que té una densitat  $\approx$  XX, per tal d'extreure els plàstics dels sediments per flotació. Això es deu a que la majoria dels plàstics tenen una densitat menor a la de la solució salina, i pel contrari la densitat dels sediments és major.

Plàstic	Abreviació	Densitat Min. ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	Densitat Max. ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	Principals usos
Polietilè	PE	0.91	0.97	Embolcall
Tereftalat de polietilè	PET	1.37	1.45	Embolcall
Polipropilè	PP	0.9	0.91	Te moltes, però la principal es embolcall
Poliamides/Nylon	PA	1.02	1.05	Textil, indústria automotriu
Policlorur de vinil	PVC	1.16	1.58	Construcció
Poliestirè	PS	1.01	1.04	Embolcall

#### Procediment al laboratori

Al laboratori, es durà a terme el procediment següent:

- Pesar 50 g de sediment prèviament assecat.

- Retallar la part de dalt d'una ampolla de plàstic, la qual la farem servir com a columna per dur a terme la separació per densitats.
  - Afegir els sediments i la solució de NaCl (veurà més a baix com fer-la) a l'ampolla tallada.
  - Barrejar tot amb una vareta de fusta, vidre o metall.
  - Filtrar el sobrenedant pel tamís de 0,5 mm.
  - Esbandir el material recollit amb aigua abundant, per evitar la formació de cristalls.
  - Observar i anotar la presència / absència de plàstics (MicP).
  - En cas de presència de plàstics, categoritzar segons la categoria corresponent:
    - o **MesP**: anotar nombre ítems, i classificar segons les categories de la MDT app (veure secció **1.2. MesP**). També cal anotar el color i el pes.
    - o **MicP**: anotar nombre ítems i classificar segons: film, fragment, microesfera, fibra, filament; anotar també el color de cada ítems. *\*Es recomana fer-ho sobre un fons blanc (paper d'impressió)\**
- ➔ Els resultats s'indicaran en nombre d'ítems per gram de sediment. Per això s'ha de fer la conversió a 1 g, ja que els plàstic que has trobat són en 50 g.

#### Preparació de la solució de NaCl:

En un vas posar 1 L de aigua (o un volum conegut) i afegir sal de cuina remenant. Quan vegin que no es dissol més, parar la agitació i filtrar per treure la sal restant (no dissolta). Per calcular densitat, pesa un vas buit ( $m_m$ ), un amb aigua ( $m_a$ ) i amb la sal dissolta ( $m_i$ ). Han de ser de igual volum en cada cas. Aplicant la formula següent ja poden saber la densitat:

$$Densitat = \frac{(m_i - m_m)}{\frac{(m_a - m_m)}{Densitat\ de\ l'aigua\ (T)}}$$

#### Material:

- Ampolla de plàstic
- Vareta de fusta/metall
- Colador petit (0,5 mm de llum)
- Pinces, espàtula o cullereta de cafè, balança
- Sal de cuina
- Vas per fer la solució de NaCl
- Balança

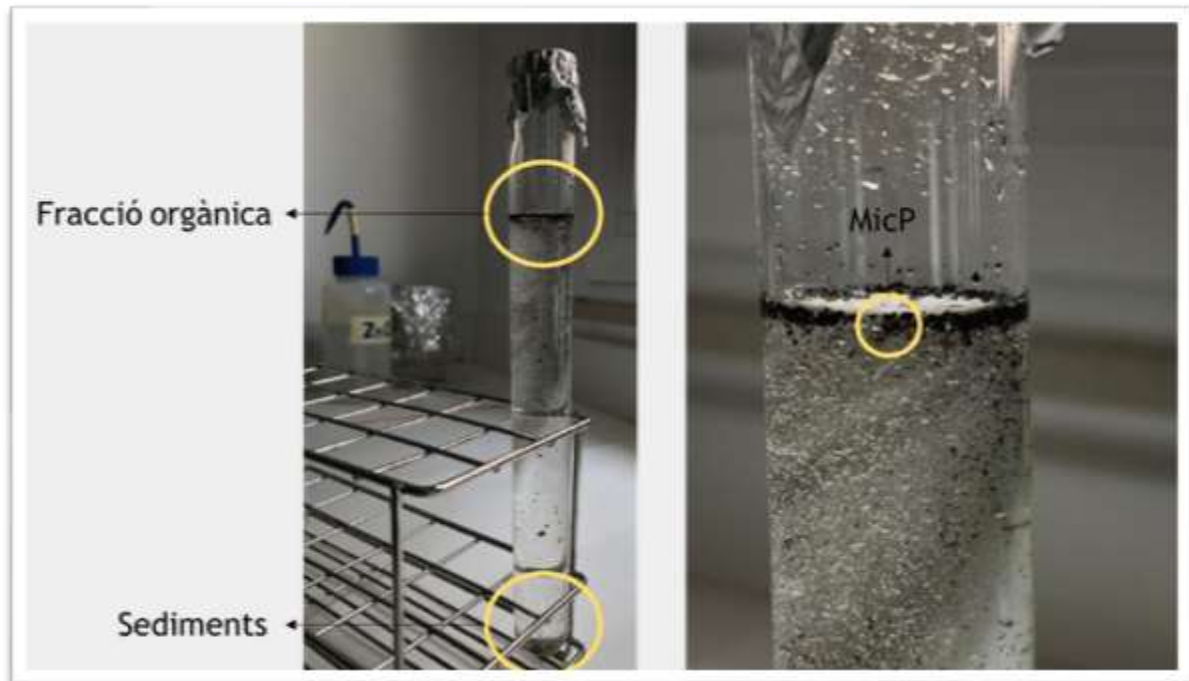


Figura 7. A la imatge superior, procediment a seguir pel processat de les mostres de sediment per separació de densitat. A la imatge inferior, es pot observar el processat d'una mostra al laboratori.



## Càlcul i interpretació dels resultats

### Com expressar els resultats dels sediments

#### Nombre d'ítems per g de sediment (ítems/g):

- Nombre total de ítems per g  $\longrightarrow \frac{\text{nombre ítems}}{\text{g de sediment}} = \text{ítems/g}$
- Nombre d'ítems de la categoria de MicP per g  $\longrightarrow \frac{\text{nombre de films}}{\text{g de sediment}} = \text{films/g}$



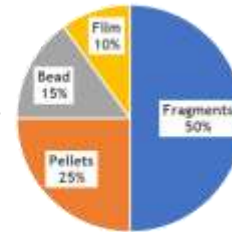
En cas de detectar MesP, es pot dur a terme el càlcul per les corresponents categories i observar quin dels dos (MesP o MicP) és més abundant

#### A quina categoria corresponen els MicP més fàcilment acumulats al sediment?

Nombre total de MicP = 20 ítems, dels quals:

- 10 són *fragments*
- 5 són *pellets*
- 3 són *beads*
- 2 són *films*

$$\frac{\text{ítems categoria}}{\text{ítems totals}} \times 100$$



## 5. ANNEXOS

A continuació, trobareu els fulls de treball que podeu fer servir pel processat de cadascuna de les mostres.









