

PROYECTO DE EXCELENCIA IES MARGARITA SALAS

EXTRACCIÓN DE MICROPLÁSTICOS DEL AGUA UTILIZANDO FERROFLUIDO MAGNÉTICO

Luca de Rueda, Roxy Gómez, María Brox
Tutoras: Blanca López Fernández
y Bárbara Bautista Carmona



ÍNDICE

- Introducción
- Marco teórico
- Metodología
- Análisis de resultados
- Conclusiones
- Bibliografía



MEDIO AMBIENTE



AGUA

5g C



NA!!!

OBJETIVOS

01

PROBLEMA MPS

02

AGUA LIMPIA

03

MEJORAR SALUD



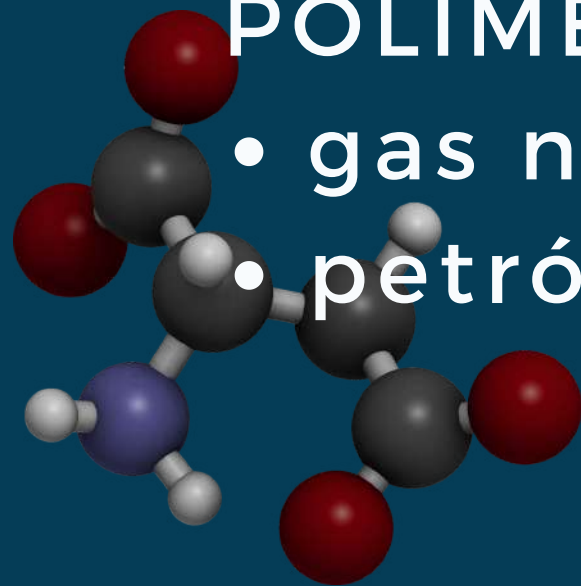
AGENDA
2030



PLÁSTICO

POLÍMEROS

- gas natural
- petróleo



PLÁSTICO

500-1000 años !!!



PET



HDPE



PVC



LDPE



PP



PS



OTHER

MICROPLÁSTICOS

Macroplástico > 5mm



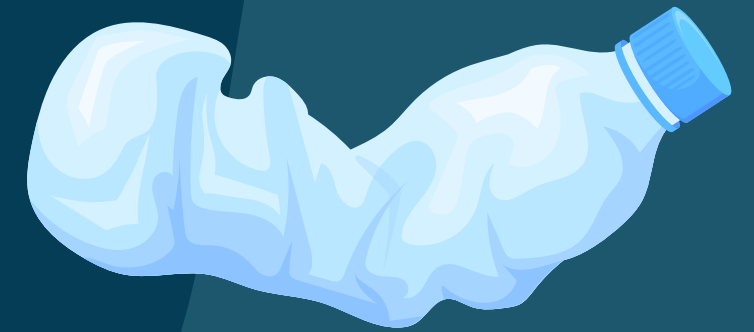
Microplástico 5mm - 1 µm



Nanoplástico < 1 µm Abundantes!



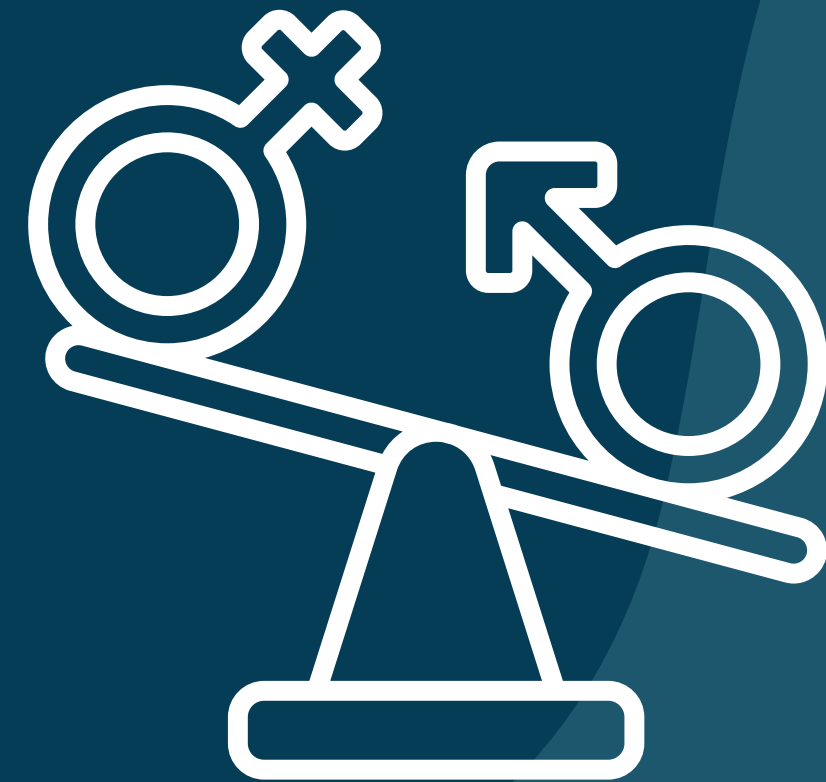
PRIMARIOS



SECUNDARIOS

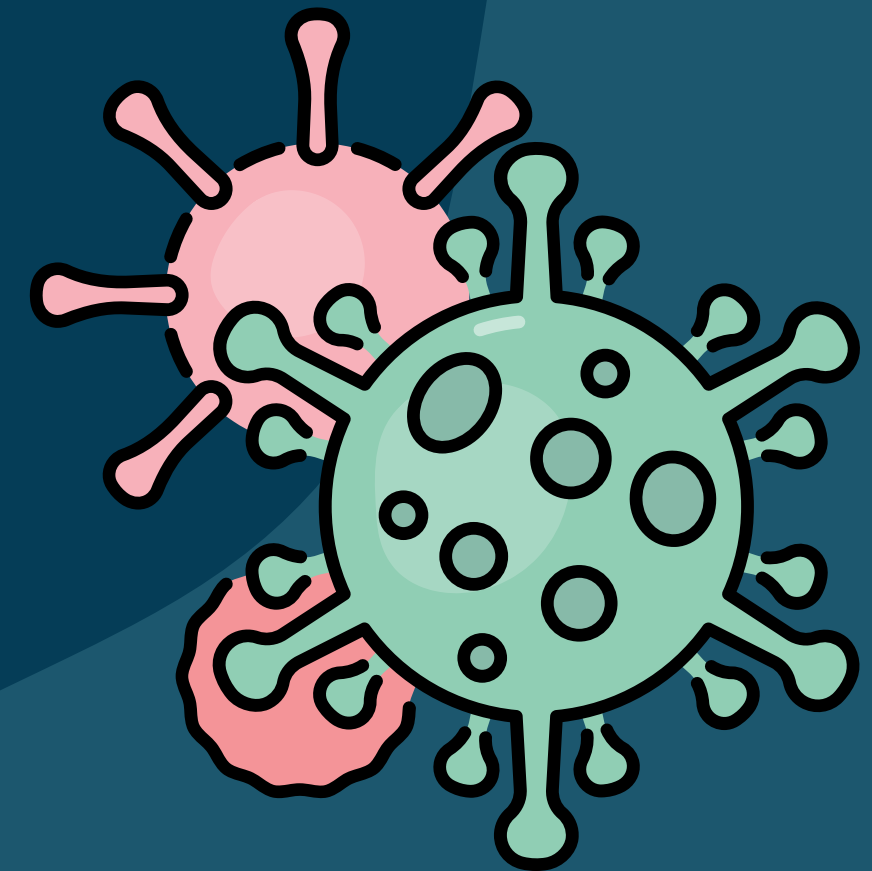
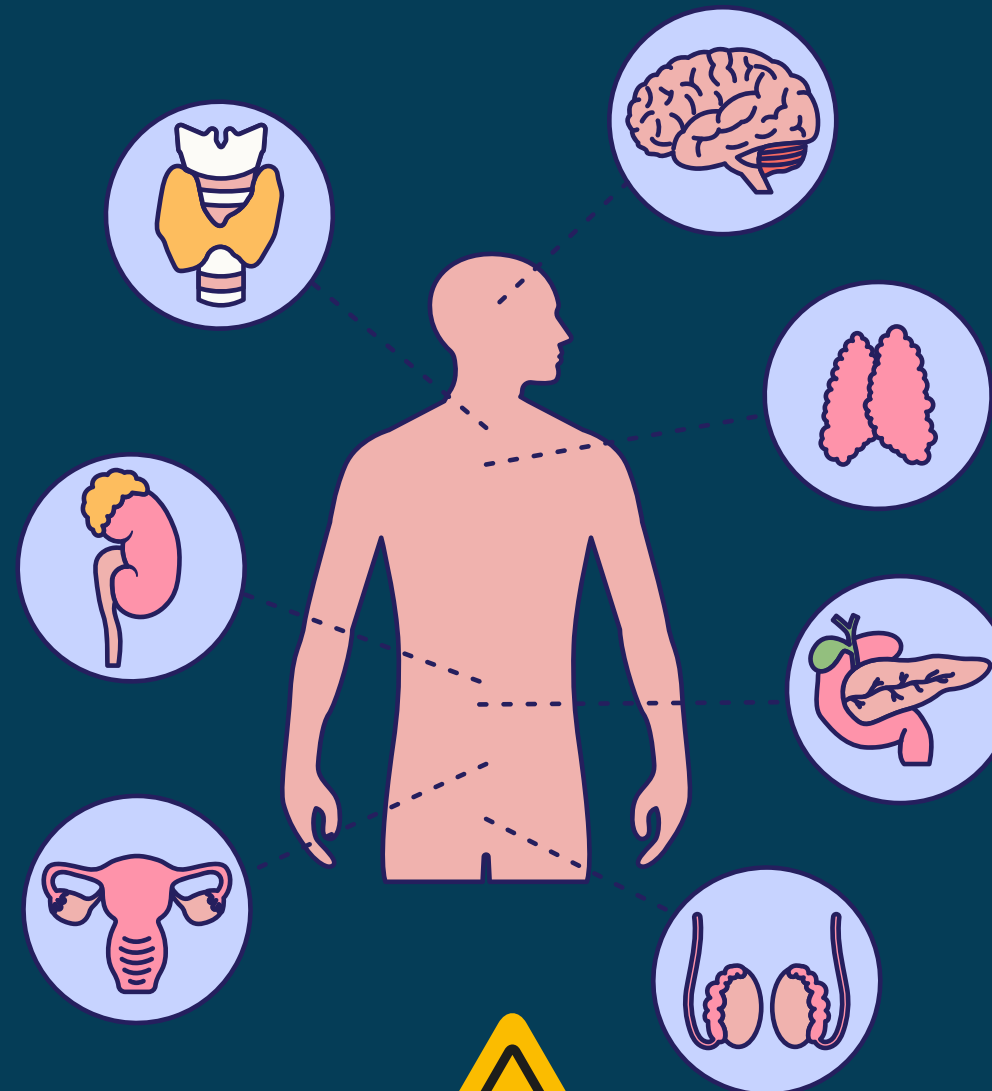
MPs

EFFECTOS A LA SALUD

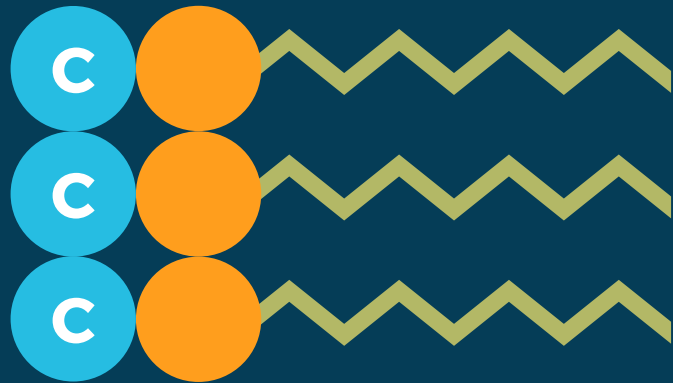


**DISRUPTORES
ENDOCRINOS**

EFFECTOS A LA SALUD



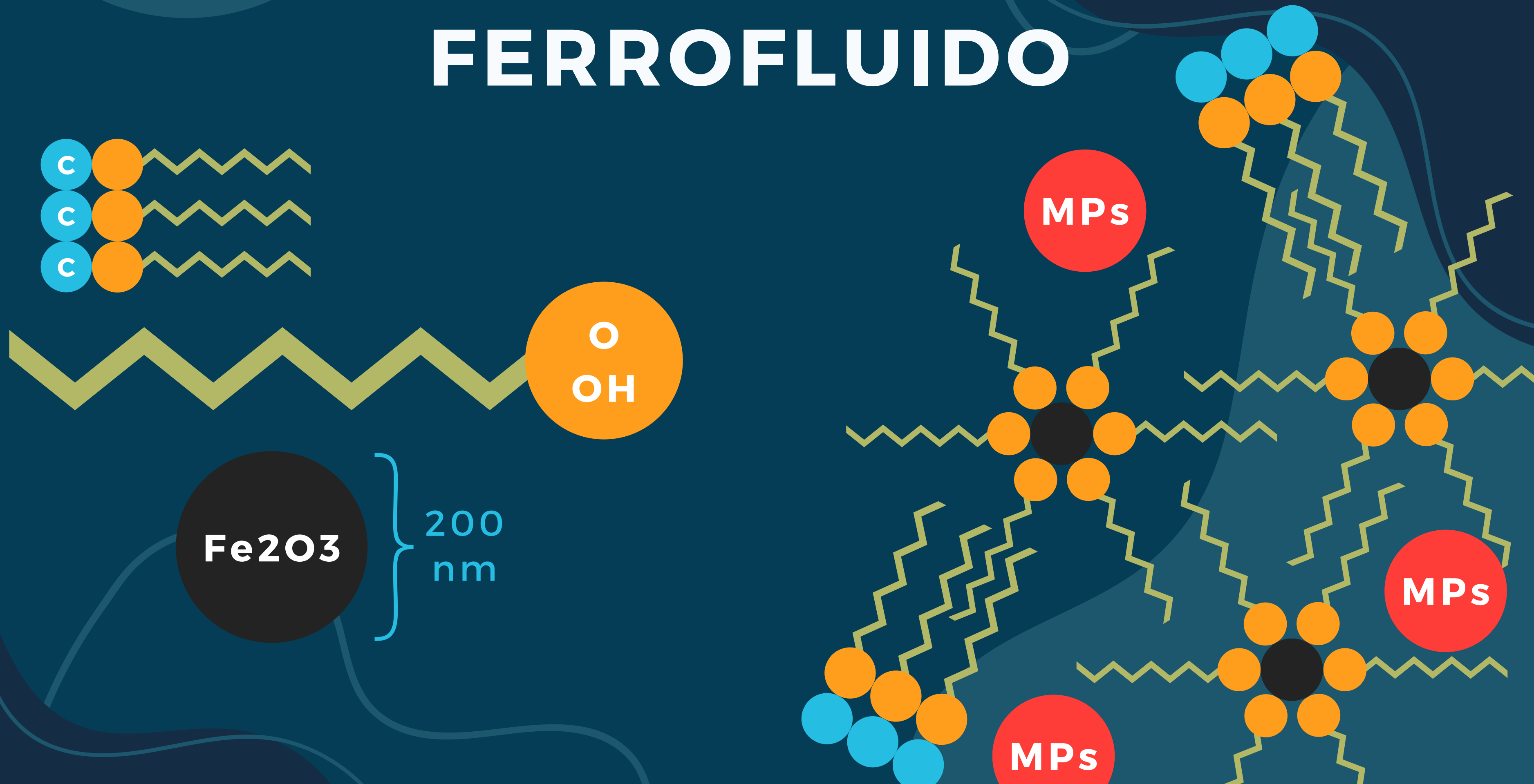
FERROFLUIDO



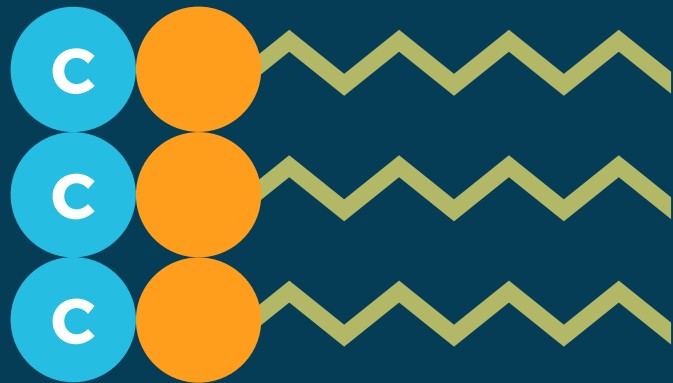
Fe_2O_3

200
nm

FERROFLUIDO

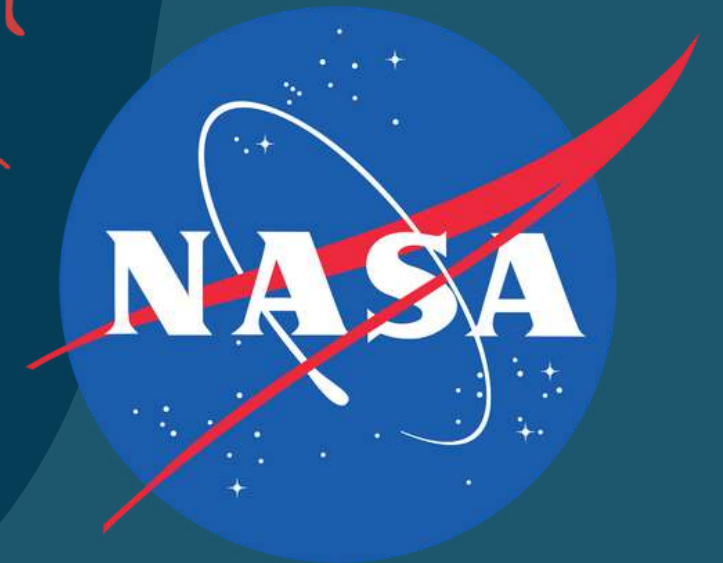
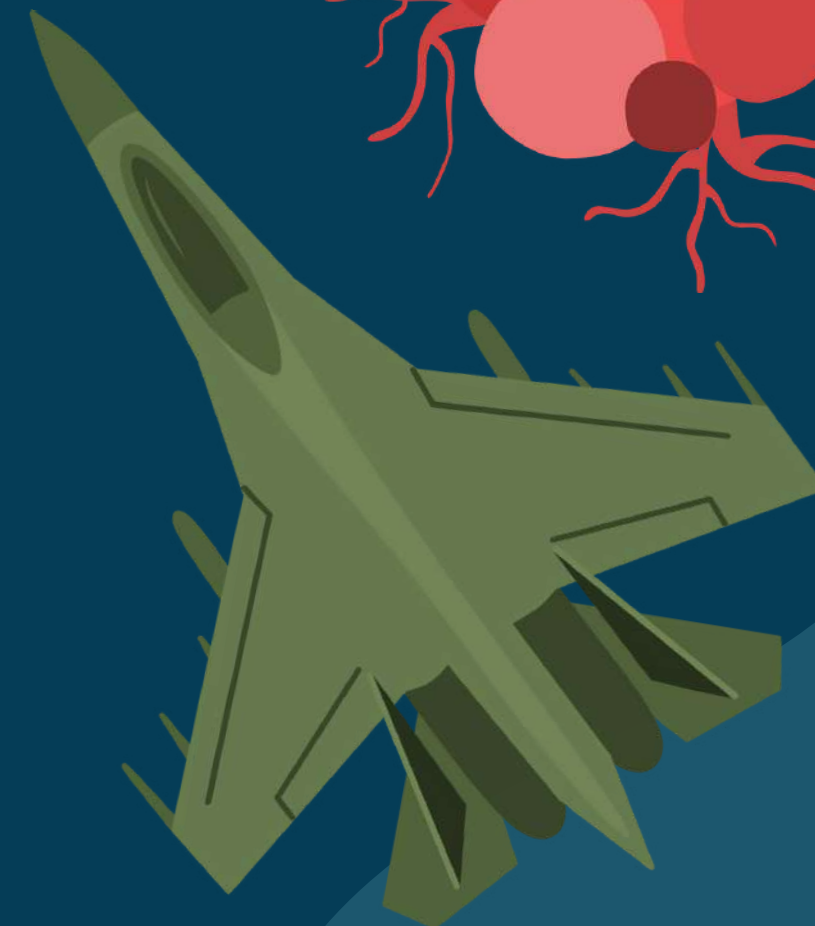
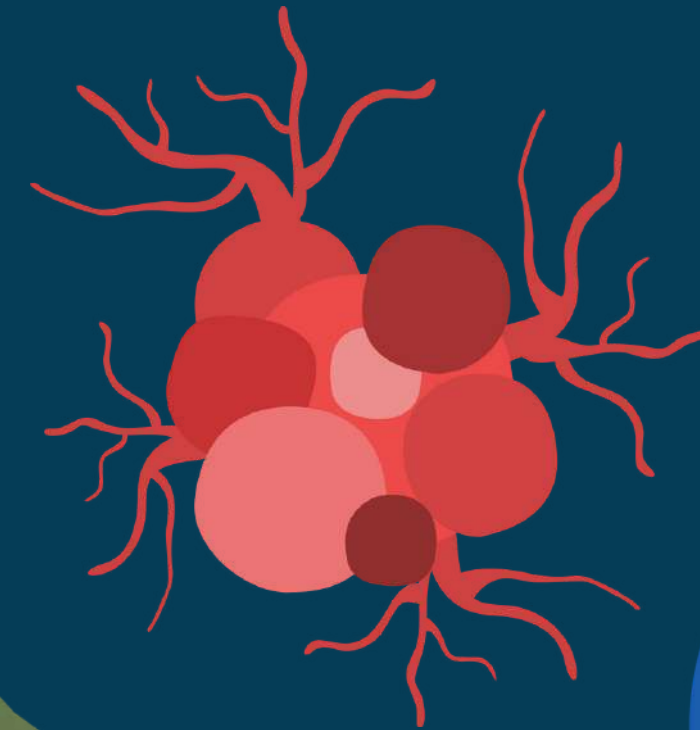


FERROFLUIDO



Fe_2O_3

200
nm



otros
usos

MÉTODOS ALTERNATIVOS



Flotación
con aire



Filtración de
membrana



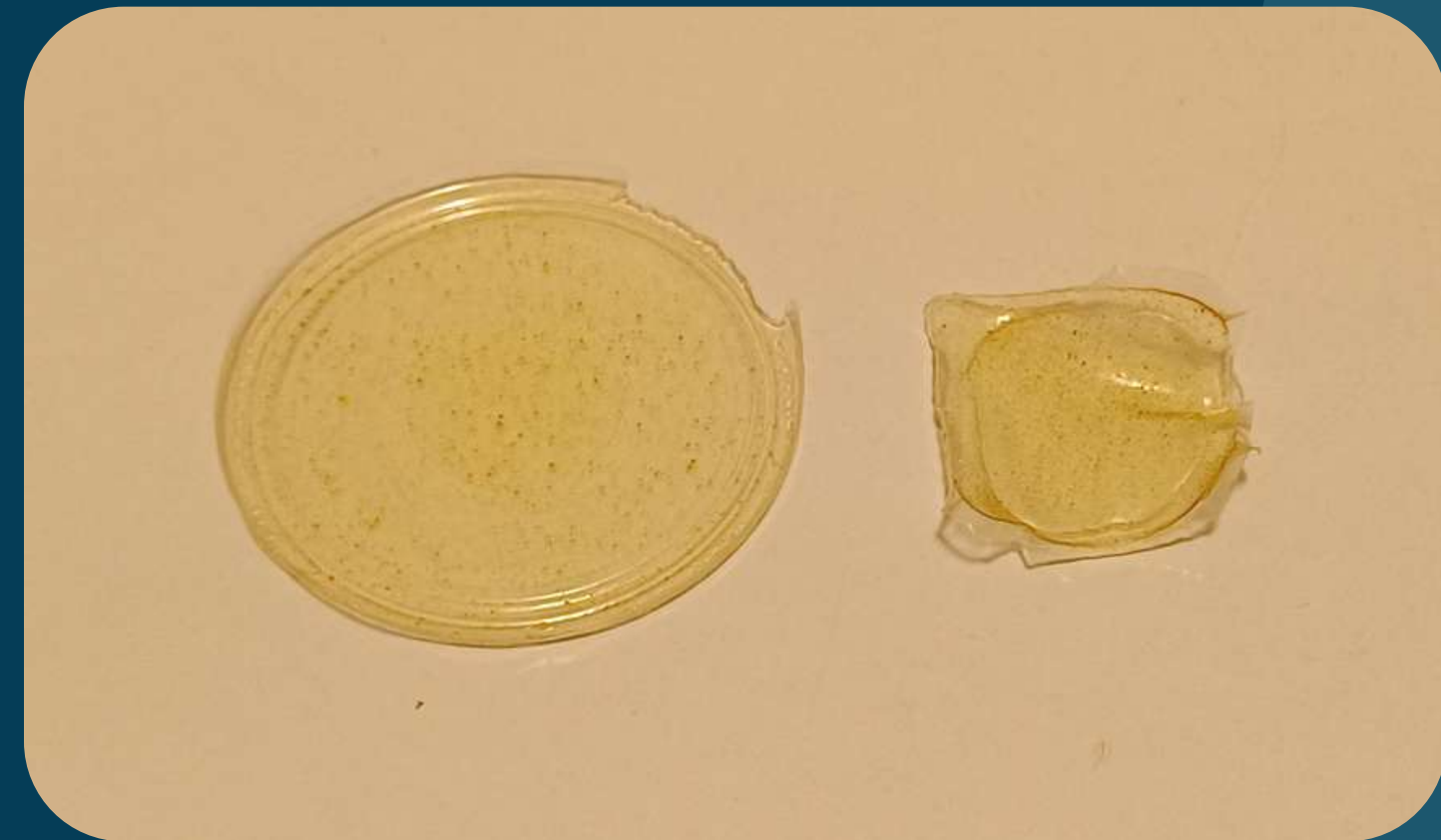
Ebullición de
agua calcárea



Sedimentación
(heces, algas)

MÉTODOS ALTERNATIVOS

sustituir por otros materiales



Biopolímero: elaboración propia

SOSTENIBILIDAD Y SEGURIDAD

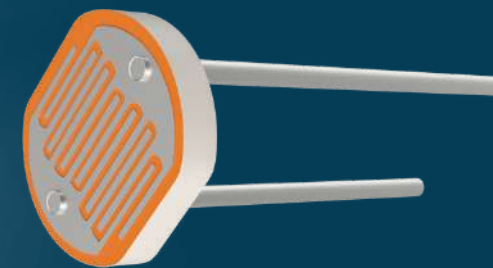
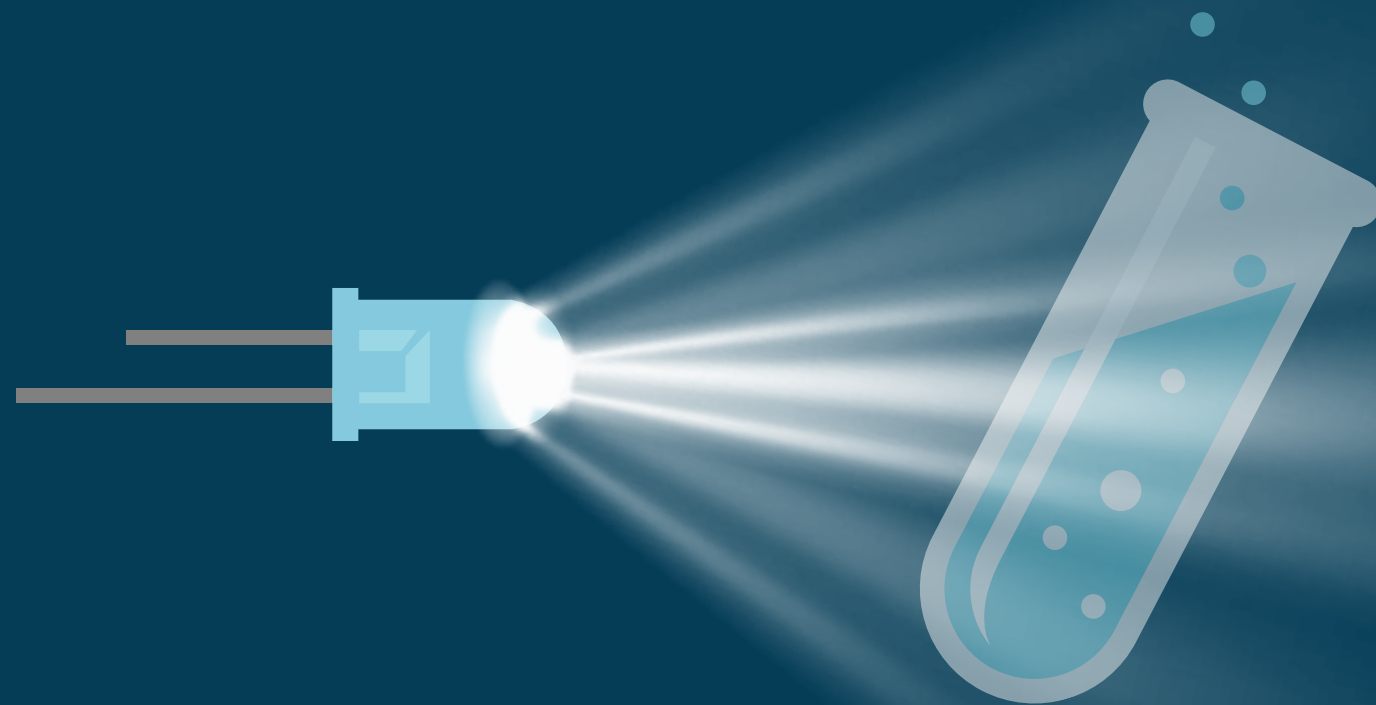


Seguro en dosis bajas



**Beneficioso para el ecosistema
en proporciones bajas**

ESPECTROFOTÓMETRO



UA con 2 dec



NanoDrop™ One

ESPECTROFOTÓMETRO

Ley de Beer-Lambert

$$A = \varepsilon \cdot b \cdot C$$

Absorbancia $\propto$ concentración
(b y ε constantes)

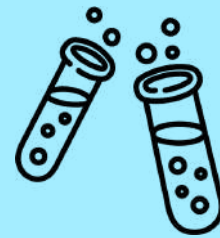


Curva patrón
(c baja)



NanoDrop™ One

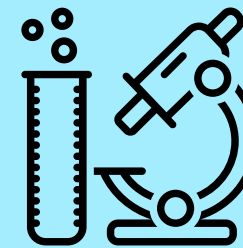
METODOLOGÍA



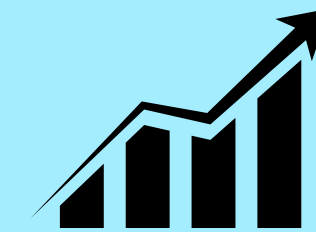
**Elaboración
muestras**



**Extracción
MPs**



**Medición
absorbancia**



**Análisis
resultados**

ISC

MUESTRAS



- 40-70 μm
- negro
- PE y PP

PEn1: 1 g/L - 0,1 g PE + 100 ml

PEn2: 2 g/L - 0,2 g PE + 100 ml

PPn1: 1 g/L - 0,1 g PP + 100 ml

PPn2: 2 g/L - 0,2 g PP + 100 ml



MUESTRAS CURVA PATRÓN



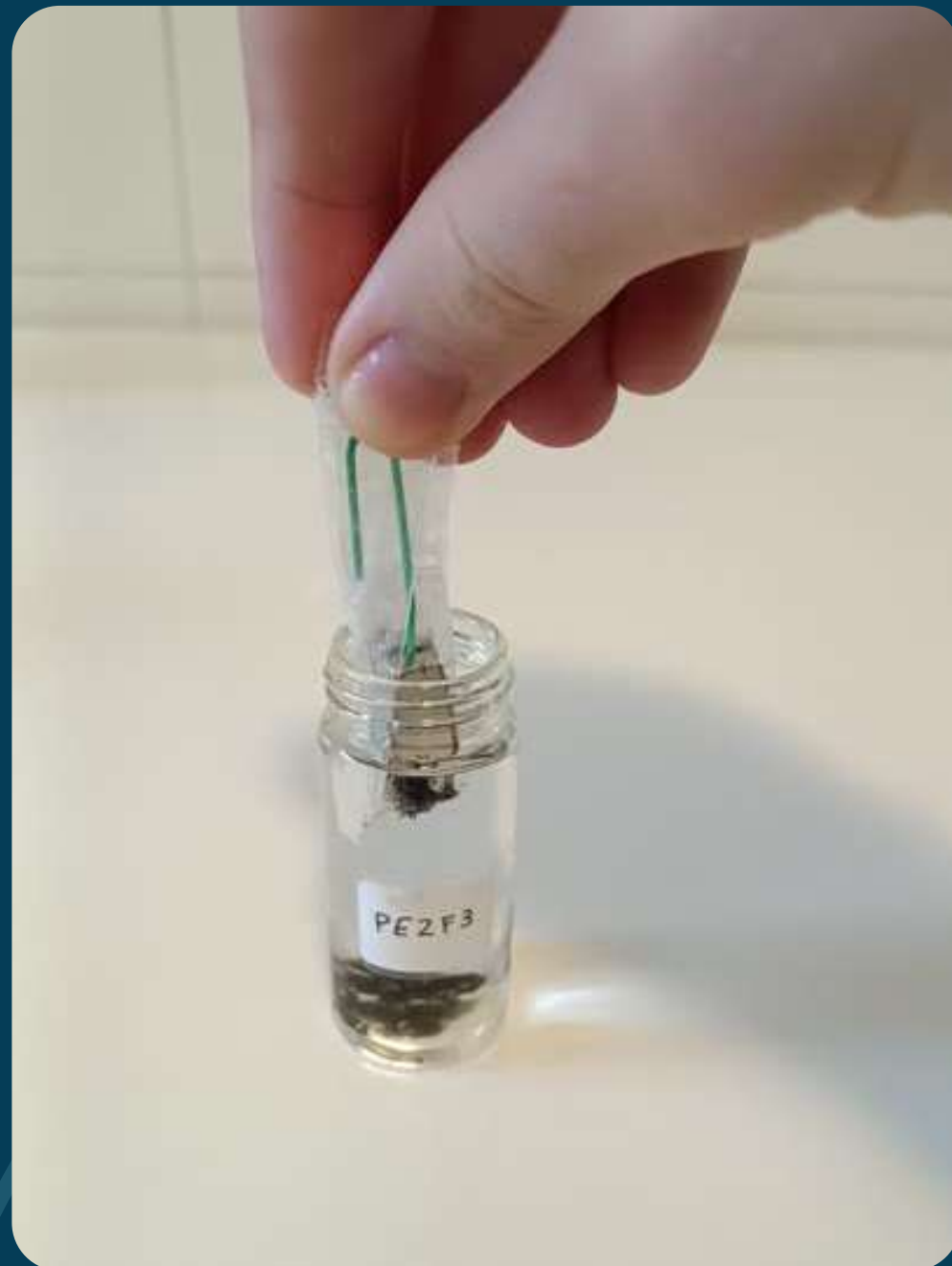
PE y PP: 4, 2, 1, 0,5 0,25 g/L

FERROFLUIDO



F1, F2, F3, F4

EXTRACCIÓN



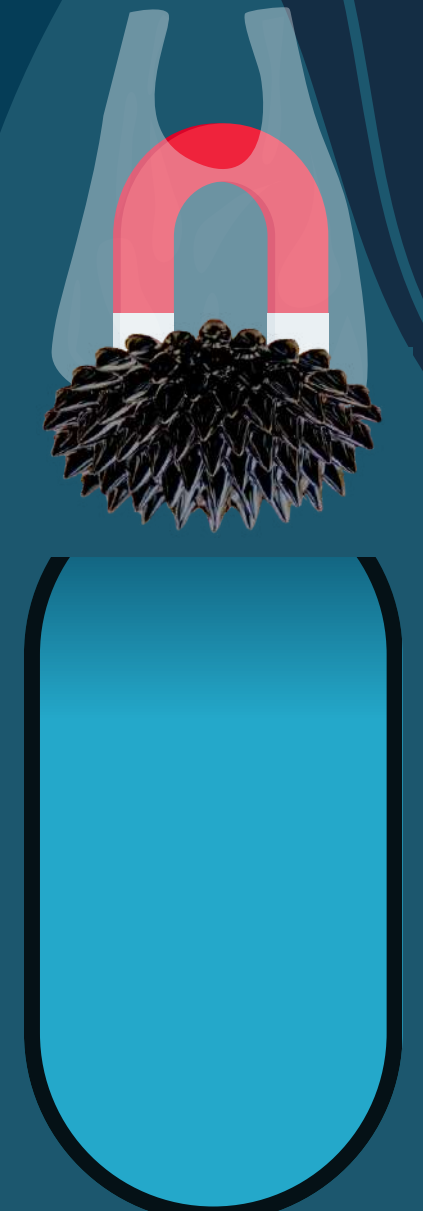
1



2

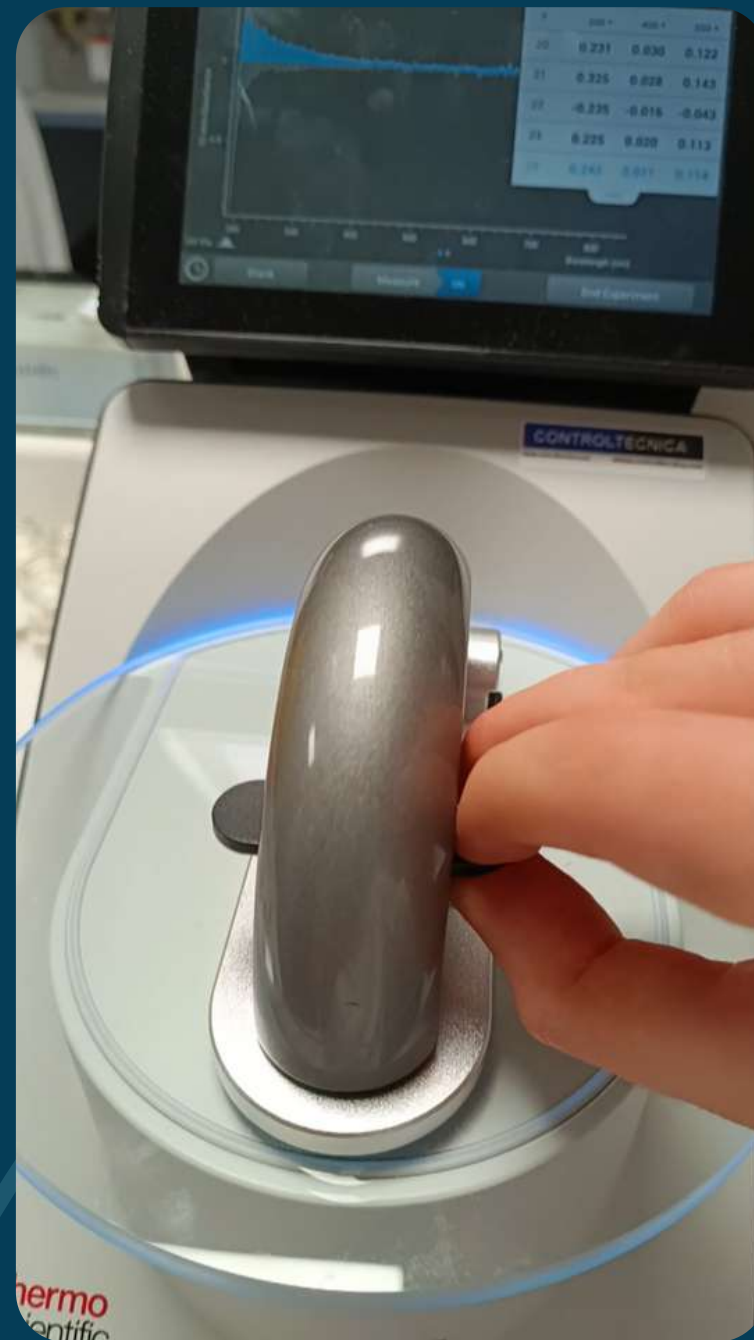


3

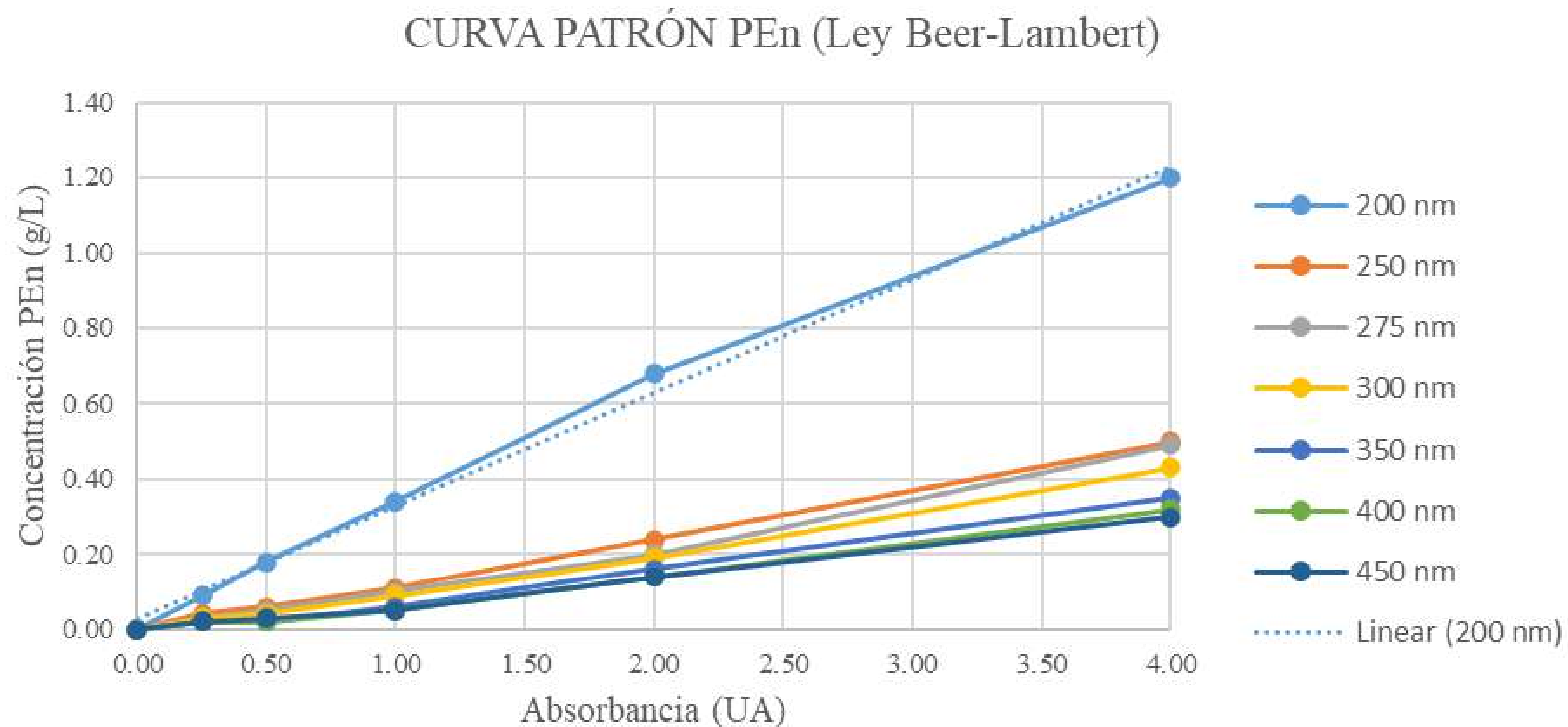


4

ESPECTROFOTÓMETRO



CURVA PATRÓN PEn



CÁLCULOS

$$C_{PEN1F1} = C_{PEN1F0} \cdot A_{PEN1F1} / A_{PEN1F0}$$

$$C_{PEN1F1} = 1 \text{ g/L} \cdot 0,01 / 0,16 = 0,0625 \text{ g/L}$$



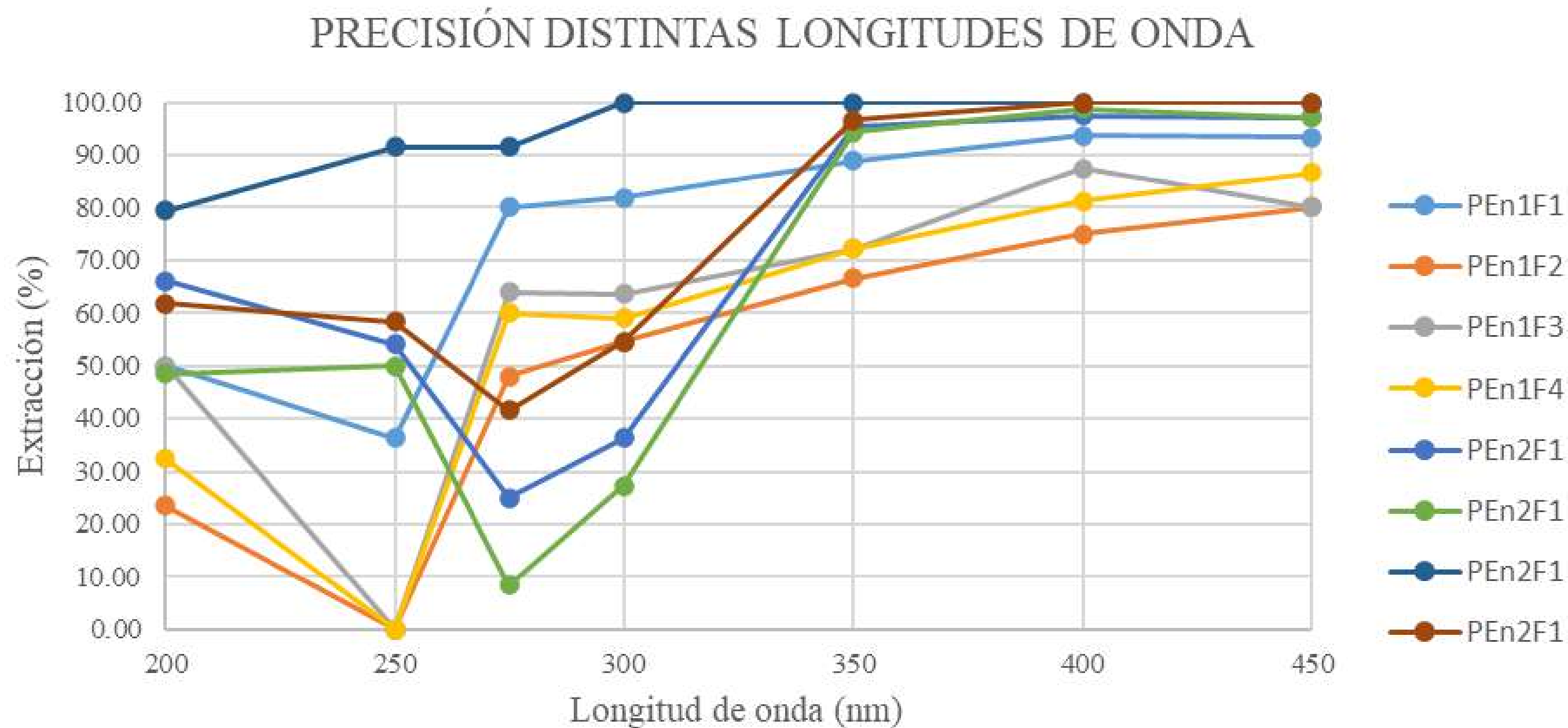
$$E = 100 - (C_{PEN1F1} / C_{PEN1F0} \cdot 100) = 100 - (A_{PEN1F1} / A_{PEN1F0} \cdot 100)$$

$$E = 100 - (0,0625 \text{ g/L} / 1 \text{ g/L} \cdot 100) = 100 - (0,01 / 0,16 \cdot 100) = \underline{93,75\%}$$

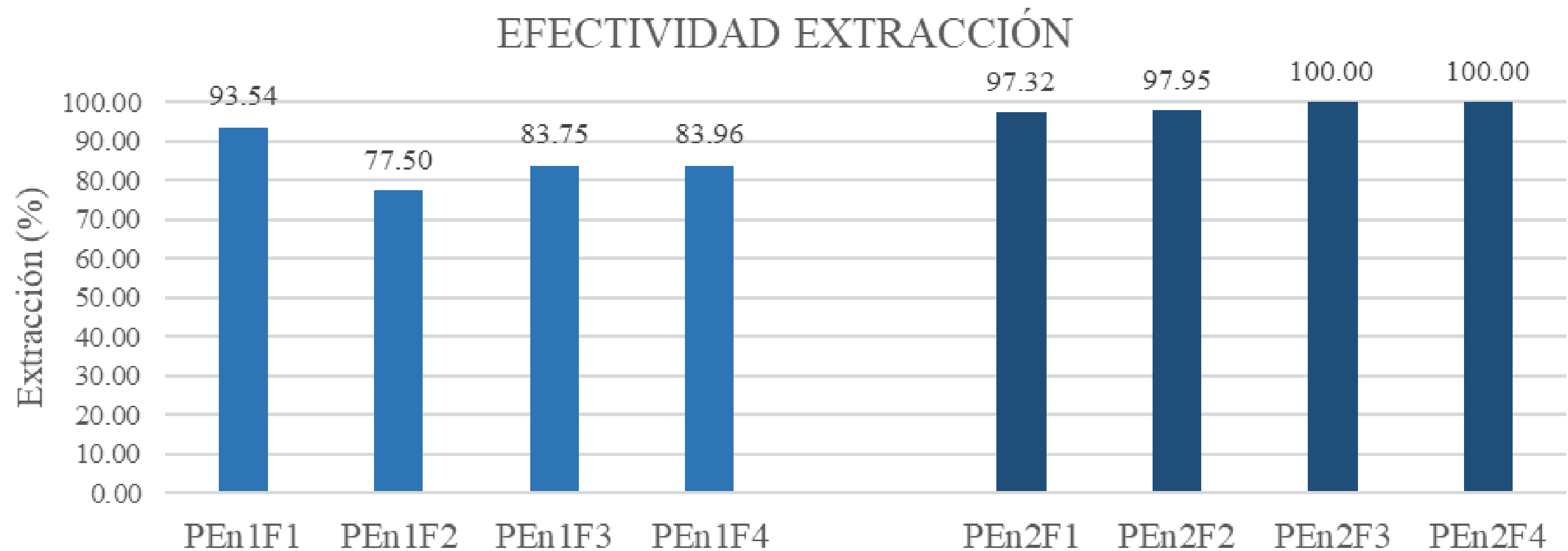
Tabla PEn

[400 nm]			Sin extraer	Oliva 1:1	Oliva 2:1	Girasol 1:1	Girasol 2:1
			F0	F1	F2	F3	F4
1 g/L PE	PEn1	A	0.16	0.01	0.04	0.02	0.03
		C (g/L)	1.00	0.06	0.25	0.13	0.19
		E (%)	-	93.75	75.00	87.50	81.25
2 g/L PE	PEn2	A	0.80	0.02	0.01	0.00	0.00
		C (g/L)	2.00	0.05	0.03	0.00	0.00
		E (%)	-	97.50	98.75	100.00	100.00

PRECISIÓN MEDICIÓN

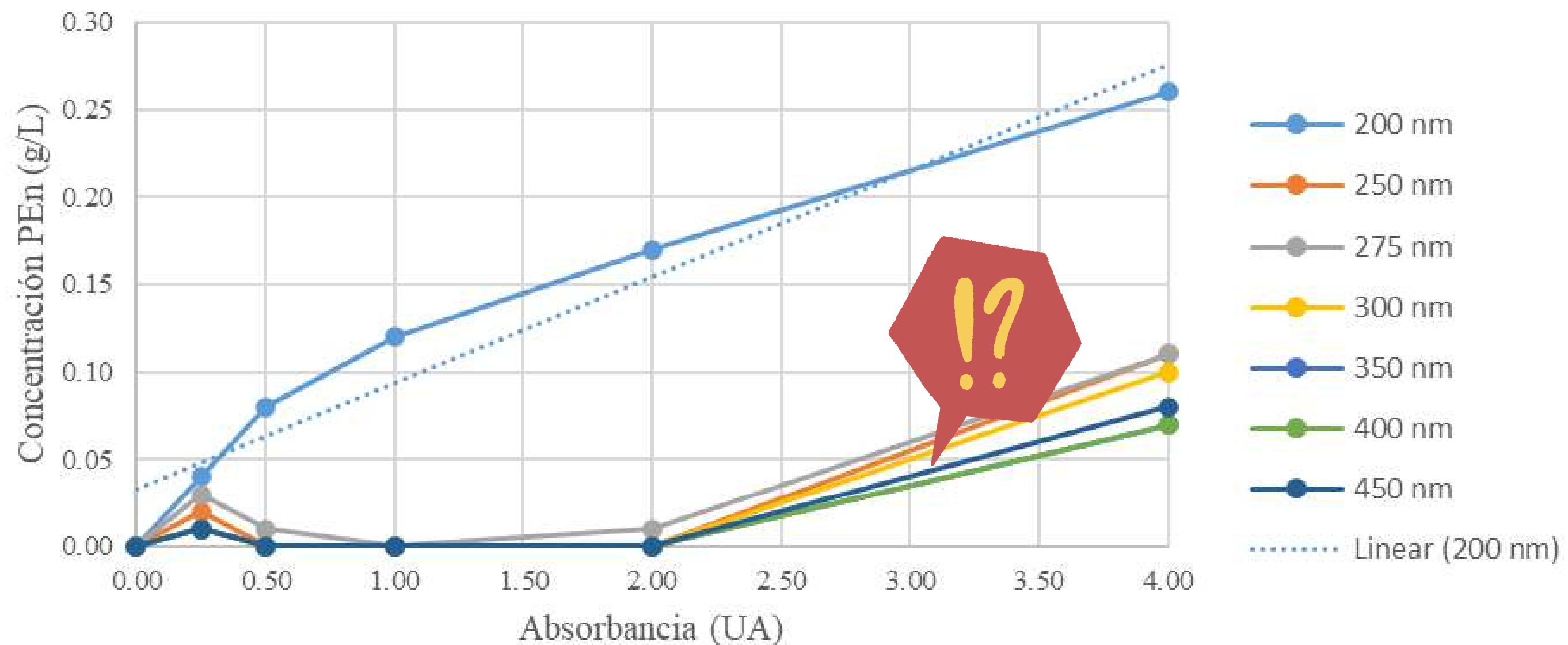


PRECISIÓN MEDICIÓN



CURVA PATRÓN PPn

CURVA PATRÓN PPn (Ley Beer-Lambert)



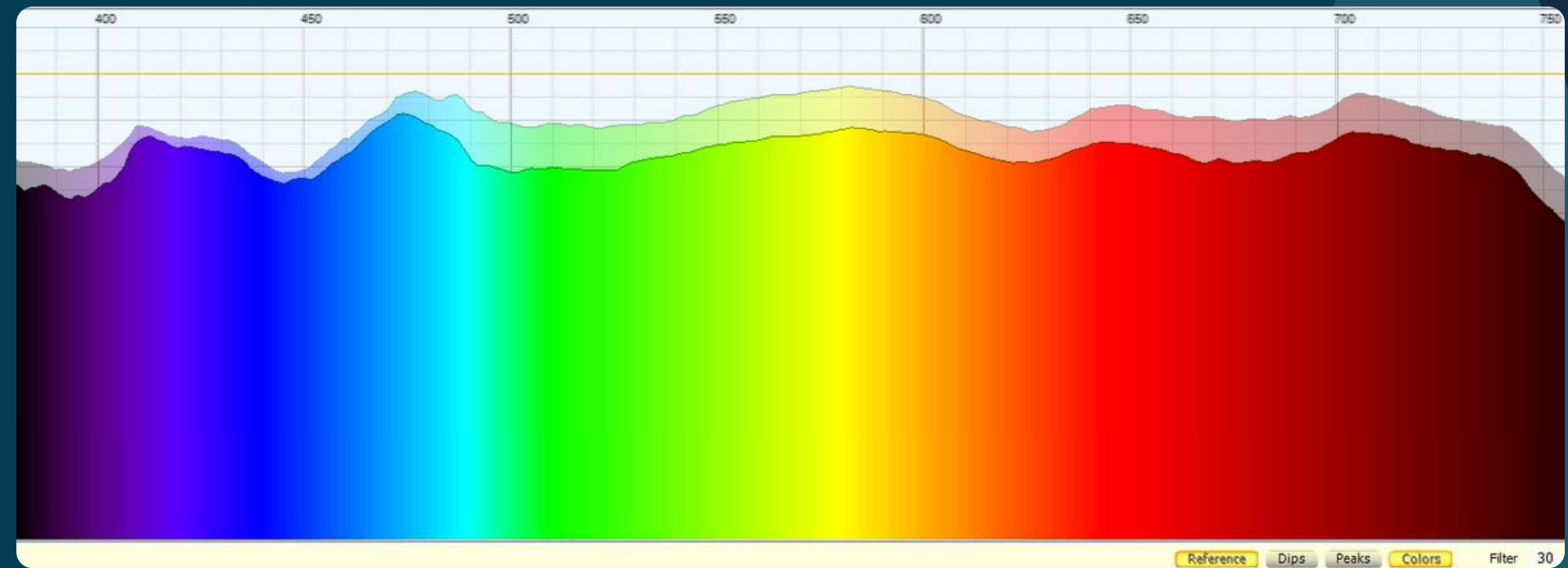
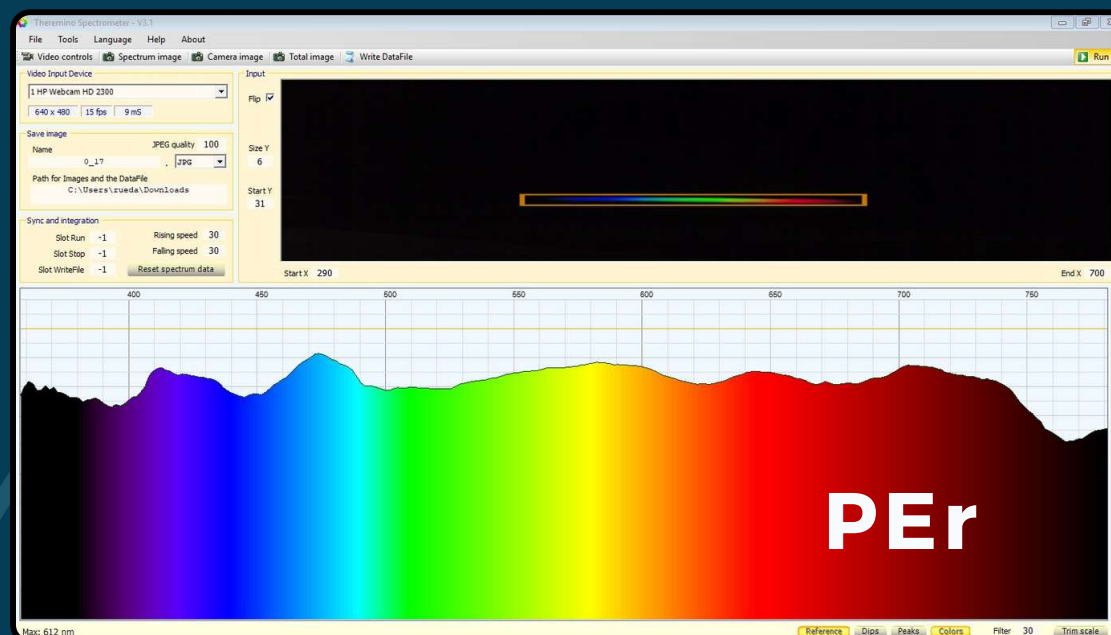
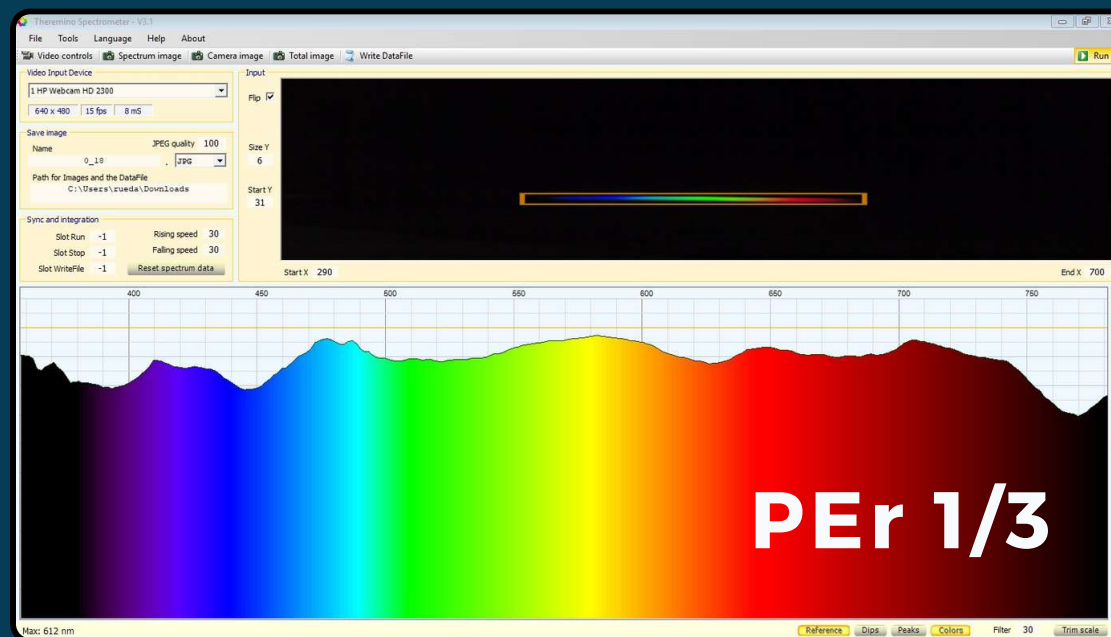
PROBLEMAS PPn

[200 nm]			Sin extraer	Oliva 1:1	Oliva 2:1	Girasol 1:1	Girasol 2:1
			F0	F1	F2	F3	F4
1 g/L PP	PPn1	A	0.12	-0.03	0.10	0.12	0.17
		C (g/L)	1.00	-0.25	0.83	1.00	1.42
		E (%)	-	125.00	16.67	0.00	-41.67
2 g/L PP	PPn2	A	0.24	0.06	0.19	0.27	0.04
		C (g/L)	2.00	0.50	1.58	2.25	0.33
		E (%)	-	75.00	20.83	-12.50	83.33

- Datos **sin sentido**
- PP más hidrófobo

- Usar nanoplásticos
- Otros métodos análisis

ESPECTROFOTÓMETRO CASERO



CONCLUSIONES

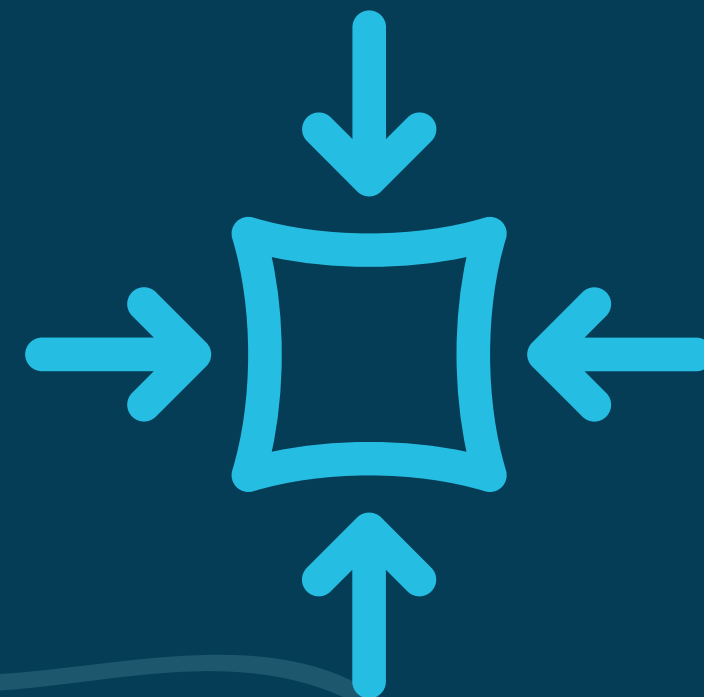
- ✓ Ferrofluido elimina MPs de manera eficiente >90%
- ✓ No hay diferencia significativa entre los ferrofluidos
- ✓ Solución sostenible, económica, segura, prometedora
 - ✓ ODS Agenda 2030

CONCLUSIONES

- ✓ Ferrofluido elimina MPs de manera eficiente $>90\%$
- ✓ No hay diferencia significativa entre los ferrofluidos
- ✓ Solución sostenible, económica, segura, prometedora
- ✓ ODS Agenda 2030

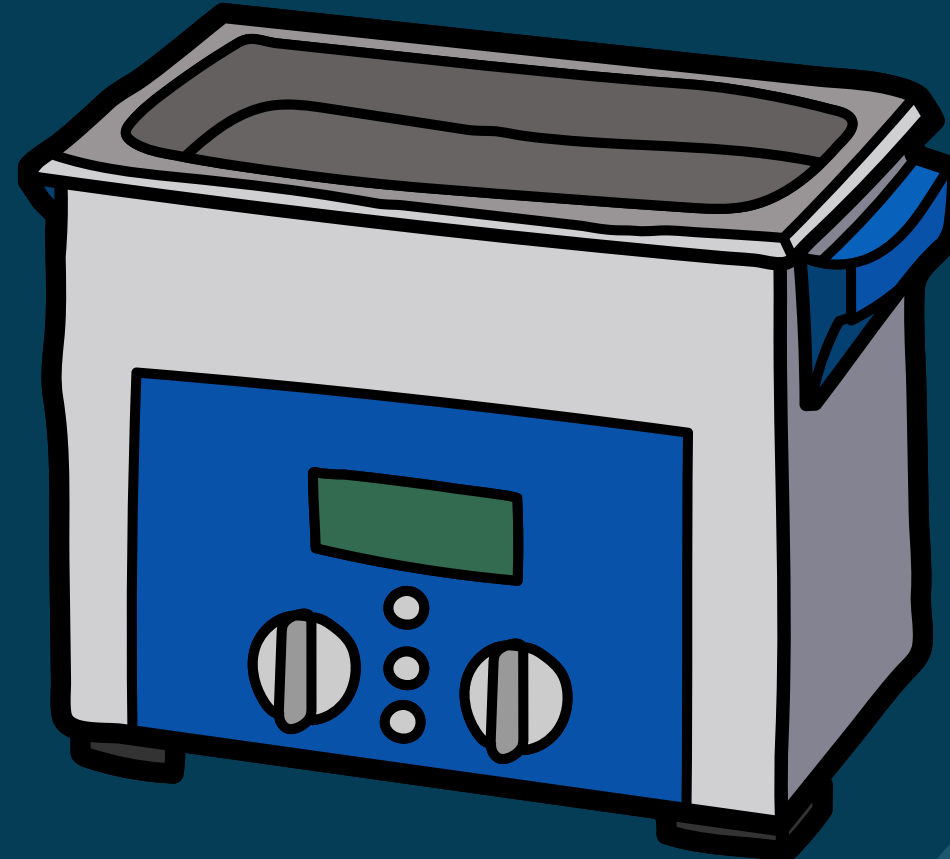
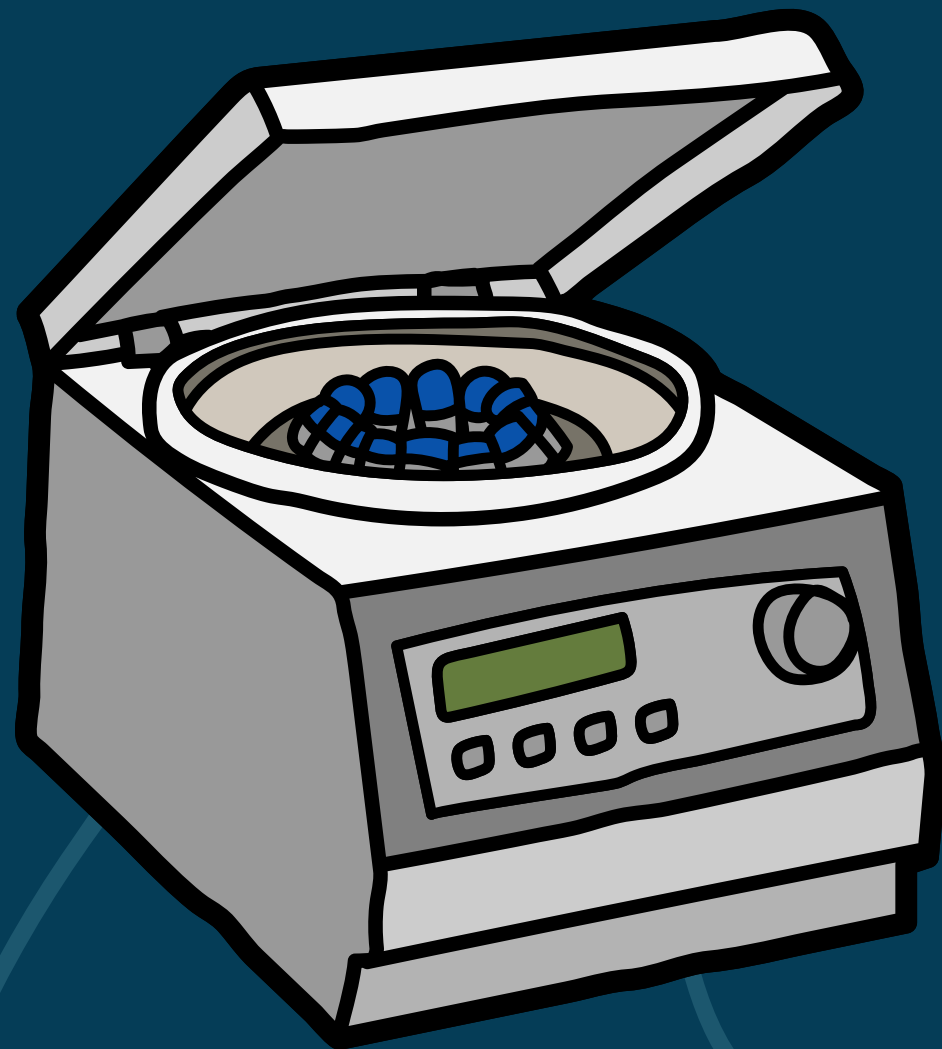


LÍMITES:

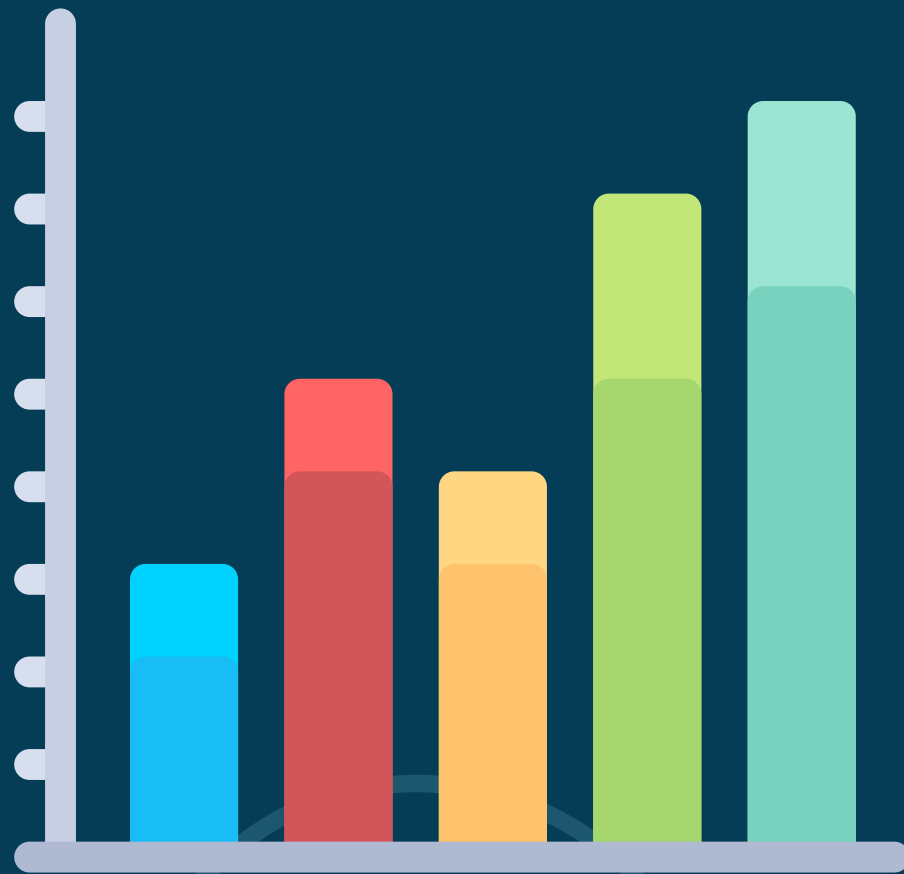


FUTURAS LÍNEAS

Reutilización ferrofluido



FUTURAS LÍNEAS



Escalabilidad



Más parámetros



Largo plazo

AGRADECIMIENTOS

- Blanca, Bárbara y Cristina
- **ISCI** Alejandro Arrabal
- **ISCI** Isabel Cortegano
- Mar, Óscar y todos nuestros amigos!



BIBLIOGRAFÍA

- [1] «Un informe de WWf elaborado por», 2019, Accedido: 10 de junio de 2024. [En línea]. Disponible en: www.newcastle.edu.au/
- [2] «Objetivos y metas de desarrollo sostenible - Desarrollo Sostenible». Accedido: 8 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- [3] «Historia del plástico: origen y evolución | Naeco Packaging». Accedido: 7 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://naeco.com/es/actualidad/historia-del-plastico/>
- [4] «Kurtzgesagt Vídeo Plástico», [En línea]. Disponible en: <https://youtu.be/RS7IzU2VJlQ?si=7eM7ZbRO8I6d5ArC>
- [5] «5 cosas maravillosas que existen gracias al plástico - BBC News Mundo». Accedido: 7 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-44297330>
- [6] PlasticsEurope AISBL, «Plastics-Situación en 2022», Plastics Europe, p. 84, 2022, [En línea]. Disponible en: <https://plasticseurope.org/>
- [7] «Los 7 tipos más comunes de plástico | PlasticOceans.org». Accedido: 8 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://plasticoceans.org/7-tipos-de-plastico-mas-comunes/>
- [8] «Tipos de plásticos: clasificación y reciclaje | DKV 360». Accedido: 8 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://dkv.es/corporativo/blog-360/medioambiente/reciclaje/tipos-de-plasticos-clasificacion-reciclaje>
- [9] B. J. Henry et al., «A critical review of the application of polymer of low concern and regulatory criteria to fluoropolymers», Integr Environ Assess Manag, vol. 14, n.o 3, pp. 316-334, may 2018, doi: 10.1002/IEAM.4035.
- [10] «Onderzoek microplastics | SGS Search». Accedido: 11 de junio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.sgssearch.nl/diensten/bodemonderzoek/microplastics.html>
- [11] N. Qian et al., «Rapid single-particle chemical imaging of nanoplastics by SRS microscopy», Proc Natl Acad Sci U S A, vol. 121, n.o 3, 2024, doi: 10.1073/PNAS.2300582121.
- [12] «Analizan 280 muestras de agua embotellada y todas contienen plásticos tóxicos para nuestras células - H2O Tratamientos». Accedido: 8 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://h2otratamientos.com/agua-embotellada-plasticos-toxicos-celulas/>
- [13] W. A. Microplastics, «Microplastics in Water What Are Microplastics?», pp. 2016-2019, 2018.
- [14] J. B. Fleury y V. A. Baulin, «Microplastics destabilize lipid membranes by mechanical stretching», Proc Natl Acad Sci U S A, vol. 118, n.o 31, p. e2104610118, ago. 2021, doi: 10.1073/PNAS.2104610118/SUPPL_FILE/PNAS.2104610118.SM03.AVI.
- [15] C. Beans, «Are microplastics spreading infectious disease?», Proc Natl Acad Sci U S A, vol. 120, n.o 31, p. e2311253120, ago. 2023, doi: 10.1073/PNAS.2311253120/ASSET/A154776E-0C6D-4579-A90F-E23330B7524F/ASSETS/IMAGES/LARGE/PNAS.2311253120UNFIG03.JPG.
- [16] S. Navarro-Espinoza, E. Silva-Campa, M. A. Acosta-Elías, y F. J. Grijalva-Noriega, «Micro(nano)plásticos en el medio ambiente: una descripción de los efectos potenciales a la salud humana», EPISTEMUS, vol. 18, n.o 35, ago. 2023, doi: 10.36790/EPISTEMUS.V18I35.311.

BIBLIOGRAFÍA

- [17] W. P. de Haan, A. Sanchez-Vidal, y M. Canals, «Floating microplastics and aggregate formation in the Western Mediterranean Sea», *Mar Pollut Bull*, vol. 140, pp. 523-535, mar. 2019, doi: 10.1016/j.marpolbul.2019.01.053.
- [18] L. C. Á. Gil, W. de J. S. Agudelo, y N. R. R. Reyes, «Evaluación teórica del efecto de la viscosidad sobre la disipación de potencia en hipertermia magnética aplicada a ferrofluidos agua/Fe₃O₄», *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*, pp. 1-12, sep. 2023, doi: 10.26507/PAPER.3322.
- [19] «Los Ferrofluidos y sus aplicaciones industriales | ESingeniería». Accedido: 8 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://esingenieria.net/los-ferrofluidos-y-sus-aplicaciones-industriales/>
- [20] B. K. Pramanik, S. K. Pramanik, y S. Monira, «Understanding the fragmentation of microplastics into nano-plastics and removal of nano/microplastics from wastewater using membrane, air flotation and nano-ferrofluid processes», *Chemosphere*, vol. 282, p. 131053, nov. 2021, doi: 10.1016/J.CHEMOSPHERE.2021.131053.
- [21] K. Henriques, «Development of an automated ferrofluid-based prototype for microplastic extraction», [En línea]. Disponible en: <https://m.youtube.com/watch?v=H29xxT1Q6nE&t=539s>
- [22] «Ley de Beer-Lambert - Wikipedia, la enciclopedia libre». Accedido: 18 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_Beer-Lambert
- [23] Z. Yu, J. J. Wang, L. Y. Liu, Z. Li, y E. Y. Zeng, «Drinking Boiled Tap Water Reduces Human Intake of Nanoplastics and Microplastics», *Environ Sci Technol Lett*, vol. 11, n.o 3, pp. 273-279, mar. 2024, doi: 10.1021/ACS.ESTLETT.4C00081/SUPPL_FILE/EZ4C00081_SI_001.PDF.
- [24] «Alternativas al plástico [TOP 6 materiales eco] - Servei Estació». Accedido: 14 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: https://serveiestacio.com/blog/los-materiales-que-mejor-funcionan-como-alternativas-al-plastico/?srsltid=AfmBOorH0ZJ0Oaqvtc5lLTd_DHmEXPWiomkD2dXVMrYQwzzWGtmVgyKJ
- [25] «¿Qué son los bioplásticos?» Accedido: 14 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.aimplas.es/blog/que-se-entiende-por-bioplasticos/>
- [26] «¿Cuál es la diferencia entre la silicona y el plástico? – El Cambio Lógico». Accedido: 14 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: https://elcambiologico.com/blogs/news/la-diferencia-entre-silicona-y-el-plastico?srsltid=AfmBOoroN4_fho_3vJIFERnqg8bcem7EWdYWss1Lo7X4ZBBkqjC5vNH8
- [27] «Bioplastic Cook Book - Issuu». Accedido: 14 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: https://issuu.com/nat_arc/docs/bioplastic_cook_book_3/s/159731
- [28] G. Thompson, «Ferrofluid TKOR», [En línea]. Disponible en: https://m.youtube.com/watch?si=kBbmscd_R4WdKPc_&v=6L8yUY-doNc&feature=youtu.be
- [29] «Recipe for Gelatine Bioplastics - Living Station». Accedido: 14 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://livingstations.wdka.nl/blog/2023/01/06/recipe-for-gelatine-bioplastics/>
- [30] «Oxidos metálicos en suelos: los efectos de la hematita y la magnetita - African Pegmatite». Accedido: 26 de enero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://mineralmilling.com/es/oxidos-metalicos-en-suelos-los-efectos-de-la-hematita-y-la-magnetita/>
- [31] H. Huang, J. Hou, M. Li, F. Wei, Y. Liao, y B. Xi, «Microplastics in the bloodstream can induce cerebral thrombosis by causing cell obstruction and lead to neurobehavioral abnormalities», *Sci Adv*, vol. 11, n.o 4, p. 8243, ene. 2025, doi: 10.1126/SCIADV.ADR8243.

MUCHAS GRACIAS!

¿Alguna pregunta?

