



IKER  
GAZTE  
NAZIOARTEKO  
IKERKETA EUSKARAZ

## VI. IKERGAZTE

NAZIOARTEKO IKERKETA EUSKARAZ

2025eko maiatzaren 28, 29 eta 30a  
Bilbo, Euskal Herria

ANTOLATZAILEA:  
Udako Euskal Unibertsitatea (UEU)



Aitortu-PartekatuBerdin 4.0

### ZIENTZIAK ETA NATURA ZIENTZIAK

**Plentziako itsadarraren  
osasunaren inguruan zer berri?  
Kutsatzaile emergente organikoen  
azterketa**

*Maddi Salvach,  
Belén González-Gaya,  
Juan F. Ayala-Cabrera,  
Amaia Callejo, Ailette Prieto,  
Oihane Diaz de Cerio, Ibon Uriarte,  
Amaia Leunda-Esnaola,  
Mireia Irazola eta  
Nestor Etxebarria Loizate*

141-148 or.  
<https://dx.doi.org/10.26876/ikergazte.vi.05.17>

ANTOLATZAILEA



BABESLEAK



LAGUNTZAILEAK



## Plentziako itsadarraren osasunaren inguruan zer berri? Kutsatzaile emergente organikoen azterketa

Maddi Salvoch<sup>1,2</sup>, Belén González-Gaya<sup>1,2,3</sup>, Juan F. Ayala-Cabrera<sup>1,2</sup>, Amaia Callejo<sup>1</sup>,  
Ailette Prieto<sup>1,2</sup>, Oihane Diaz de Cerio<sup>1,4</sup>, Ibon Uriarte<sup>1,5</sup>, Amaia Leunda-Esnaola<sup>1,6</sup>,  
Mireia Irazola<sup>1,2</sup>, Nestor Etxebarria<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Itsas Biologia eta Bioteknologia Esperimentalen Ikerketa Zentroa, Euskal Herriko Unibertsitatea (PiE-UPV/EHU), 48620 Plentzia, Bizkaia*

<sup>2</sup>*Kimika Analitikoa Saila, Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU), 48940 Leioa, Bizkaia*

<sup>3</sup>*IKERBASQUE, Zientziarako Euskal Fundazioa, Euskadi Plaza 5, 48009 Bilbo, Bizkaia*

<sup>4</sup>*Zoologia eta Animalia Zelulen Biologia Saila, Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU), 48940 Leioa, Bizkaia*

<sup>5</sup>*Landareen Biologia eta Ekologia Saila, Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU), 48940 Leioa, Bizkaia*

<sup>6</sup>*Immunologia, Mikrobiologia eta Parasitologia Saila, Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU), 48940 Leioa, Bizkaia*

*maddi.salvoch@ehu.eus*

### Laburpena

Klima-aldaketa eta kutsadura giza osasunari eta ingurumenari eragiten dioten mehatxu nagusietakoak dira, eta horrek Osasun Bakarraren (*One Health* delakoa) ikuspegia beharrezkoa egiten du. HOBE proiektuak, Plentziako Itsas Estazioak (PiE-UPV/EHU) eta BC3k sustatua, kostaldeko patogenoetan eta biodibertsitatean klima-aldaketak eta kutsadurak dituzten ondorioak aztertzen ditu. Lan honetan, Plentziako itsasadarrean kutsatzaile emergente organikoen banaketa eta agerpena aztertu dira, teknika analitiko aurreratuak erabiliz. Urtebeteko laginketa-kanpainaren ondoren, araztegiko efluenteen eta itsasadarreko uren artean korrelazio argia antzeman da, sakonera edo gazitasuna edozein izanda ere. Gainera, urtaroen arabera aldaketak ere hauteman dira. Aurkikuntzek erakusten dute etengabeko monitorizazioa eta analisi-metodo aurreratuak ezinbestekoak direla kostaldeko ekosistemetan kutsatzaile hauen eraginak ulertzeko.

Hitz gakoak: Kutsatzaile emergenteak, Osasun Bakarra, Araztegi efluentek, Ingurumen-monitorizazioa

### Abstract

*Climate change and pollution are major threats to human health and the environment, making the One Health approach essential. The HOBE project, promoted by the Plentzia Marine Station (PiE-UPV/EHU) and BC3, investigates the impacts of climate change and pollution on coastal pathogens and biodiversity. This study analysed the distribution and occurrence of contaminants of emerging concern in the Plentzia estuary using advanced analytical techniques. After a year-long sampling campaign, a clear correlation was observed between wastewater treatment plant effluents and estuarine waters, regardless of depth or salinity. Additionally, seasonal variations were detected. These findings highlight the need for continuous monitoring and advanced analytical methods to understand the impact of these contaminants on coastal ecosystems.*

*Keywords: Contaminants of emerging concern, One Health, Wastewater effluents, Environmental monitoring*

## 1. Sarrera eta motibazioa

Gaur egun gizakiarentzat eta ingurumenarentzat mehatxu handienetarikoa klima-aldaketa eta kutsadura dira (Landrigan et al., 2018; Romanello et al., 2021). Giza osasunaren kasuan, adibidez, ingurumeneko arrisku-faktoreek, hala nola airearen, uraren eta lurzoruen kutsadurak, esposizio kimikoak, klima-aldaketak etab. heriotzen eta lesioen % 23 eragiten dituzte (Prüss-Üstün et al., 2016). Gainera, besteak beste faktore genetiko, fisiologiko eta ingurumenekoen ondorioz, transmititu ezin diren gaixotasunak (esaterako, gaixotasun kardiobaskularrak, diabetesa, osasun

mentala, disrupzioak sistema endokrinoan) munduko gaixotasunen % 70 baino gehiago dira (Stanaway et al., 2018). Arazo horiek faktore globalen sare konplexu eta ia ezezagunen eraginpean daude (Frumkin eta Haines, 2019).

Giza populazioaren hazkundeak, industrializazioak eta arazo geopolitikoek hautsi egin dute gizakiaren eta naturaren arteko oreka, kalte handiak eraginez bioaniztasunean, ekosistemen hondatzean baita gizateriaren eta espezieen migrazio-mugimendu nabarmenean. Ingurumen-aldaketa azkar hori, klima-aldaketak dakartzan arrisku gehigarriekin batera, gaixotasun infekziosoen zein ez-infekziosoen agerpenarekin eta berragertzearekin lotu da.

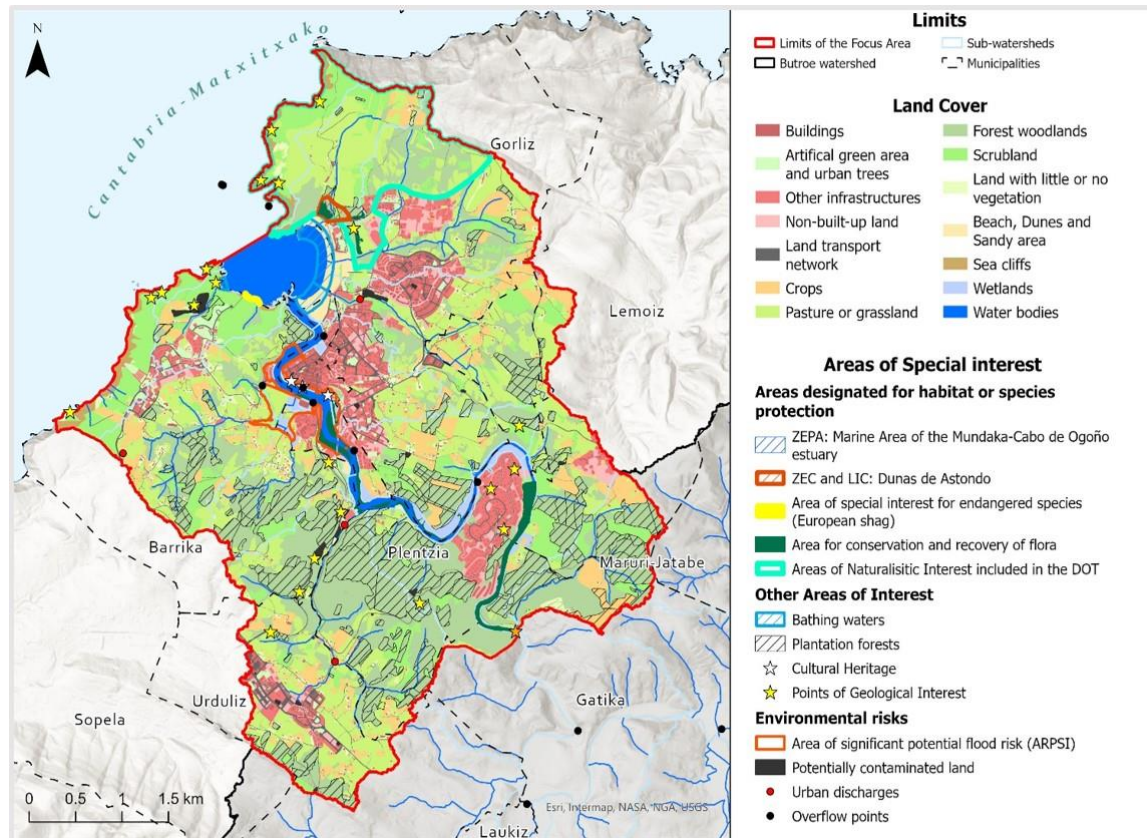
Orain, inoiz baino gehiago, nabarmendu da garrantzitsua dela gizakien - animalien - ekosistemen arteko interfazea kontuan hartzea osasun publikoaren mehatxuen bilakaera eta agerpena ebaluatzeko orduan. Denboran zehar, gizakien, animalien eta ingurumenaren osasunaren arteko harremana hainbat ikuspegietatik ulertzen saiatu gara. Horien artean, 90eko hamarkadako "Kontserbazio Medikuntza" eta 2000ko "Ecohealth" kontzeptuak nabarmentzen dira. Hala ere, gaur egungo ikuspegi garrantzitsu eta oparoenetako bat Osasun Bakarra (ingelesezko *One Health*) da, hasieran gaixotasun zoonotikoak kontrolatzeko sortu zen diziplina (Cook et al., 2024). Kontzeptua berria ez den arren, aurrera egin du ingurumen-, gizarte- eta ekologia-alderdiak sartzen (Mallee, 2017), eta berriki egindako egokitzapenen arabera, Osasun Bakarrak ere ikuspegia zabaldu du ingurumen-justiziaren eta gizarte-zientzien alderdiak integratzeko. Hori dela eta, gizakien, animalien eta landareen osasuna elementu bateragarri gisa kontuan hartzen duen esparru berri eta oparoa da. Espazio anitzetan eta denbora-eskala handietan gertatzen diren prozesuak aztertzeko gai dena, hain zuzen.

Gizakien, animalien eta landareen arteko elkarrekintzak oso konplexuak direnez, ez da nahikoa osasunari sektore bakar batetik heldzea. Beharrezkoa da prozesu fisiko, kimiko eta biologikoak eta dinamika sozial, ekonomiko eta politikoak aintzat hartuko dituen ikuspegi integrala izatea. Klima-aldaketak kostaldeko patogenoetan eta, ondorioz, gizakien, animalien eta landareen osasunean dituzten eraginak ulertzeko Plentziako itsas estazioak (PiE-UPV/EHU) eta Basque Centre For Climate Change-k (BC3) *One Health OBServatory Lighthouse* (HOBE) garatu dute Osasun Bakarraren ikuspegitik.

PiE-UPV/EHU Plentziako eta Gorlizeko hondartzen arteko mugan dago, itsasertzean. Eredu ezin hobea da leku pilotu adierazgarri bat garatzeko. Ipar Atlantikoko testuinguru ohikoa duen eremua da, non giza eta kostaldeko ekosistemak eta baliabideen osasuna modu integratzailean iker daitezkeen. Bertan, turismoak bultzaturiko urtaro-aldaketa nabarmenak aurkitzen ditugu. Gainera, ingurumen-baldintzen eta klima-aldaketaren epe luzeko joeren ezagutza zabala duen eskualdea da. Bertan, ekosistema aberatsak giza jarduera intentsiboekin elkartzen dira (hiri kokalekuak, ospitalea, udako aisialdirako jarduerak, nekazaritza, txipiroien arrantza, etab.). Jarduera horiek guztiek ingurumen-presioak sortzen dituzte (adibidez, araztegiatoko kutsatzaileen isurketen bidez) eta tokiko uraren kalitatea aldatzen dute (patogenoak, esaterako). Aldaketa horrek, orduan, eragin negatiboa du biodibertsitatean eta giza esposizioan (aisialdiko jardueretan, elikagaietan, etab.). 1. Irudian (BC3k garatutakoa HOBE proiekturako) ikus daiteke bai ikerketa honetan baita HOBE proiektuan ere aintzat hartu den eremu fisikoa, Butroe ibaiaren edo Plentziako itsasadarrarena hain zuzen.

Horretaz gain, PiE-UPV/EHUn hainbat jakintza-arlotako zientzialariak ari dira lanean, itsas mikrobiologian, ekotoxikologian, kutsadura kimikoan, ekologian, sozioekonomian eta modelizazio klimatiko eta ekologikoan adituak. Gainera, datu globalak, eskualdekoak eta tokikoak sortzen eta erabiltzen dituzte alor guzti horietan. Horretaz gain, PiE-UPV/EHUK aldizkako lankidetzak eta hitzarmenak ditu tokiko gobernu kanpoko erakundeekin (urpekaritza, ingurumen-sentsibilizazioa, kontserbazioa, itsas ugaztunen lehorreratzeko, etab.) eta Gorlizetik dagoen basa-fauna berreskuratzeko zentroarekin. Oro har, Plentziako badia aukera aukera paregabea da Europako kostaldeetan Osasun Bakarraren ikuspegiari buruzko esperientzia pilotu bat ezartzeko.

## 1. irudia: Ikerketa eremuaren mapa



Testuinguru honetan, hauek dira HOBEn helburu orokorrak:

- 1) Kostaldeko patogenoekin eta biodibertsitatearekin lotutako prozesu fisiko, kimiko eta biologikoetan klima-aldaketak eta ingurumen-kutsadurak nola eragiten duten ikertzea.
- 2) "Osasun Bakarraren" kontzeptu-esparru zabala garatzea, kostaldeko patogenoen aldaketen eta gizakien/animalien eta landareen osasunaren arteko erlazioa erakusteko.
- 3) Sortzen ari diren ingurumen-erronka konplexuetara egokitutako gobernantza-prozesu berriak sortzea.

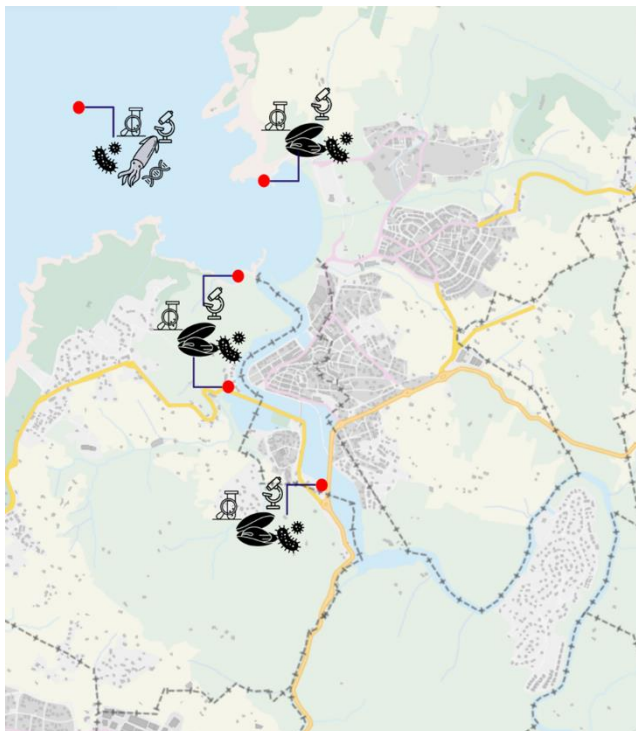
## 2. Arloko egoera eta ikerketaren helburuak

Azaldutako HOBE proiektuaren barruan, Plentziako Itsas Estazioan (PiE-UPV/EHU), kutsatzaile emergenteen banaketari eta agerpenari buruzko azterketa sakona egin da. Kutsatzaile hauek ingurumenean duten osasun-eragin orokorra erronka handia da oraindik; izan ere, kutsatzaile hauetako gehienak azterna-mailan aurkitu ohi dira, baina hauen esposizioa kroniko bihur daiteke, hauetako asko oso maiz aurkitzen baitira ingurumenean. Bereziki, giza jardueretatik eta eguneroko erabilerako produktuetatik askatutako konposatuak, besteak beste, norberaren zaintzarako produktuak, farmazia-produktuak, industria-konposatuak edota pestizidak. Konposatu hauek askotariko propietate fisiko-kimikoak dituzte, eta horrek zaildu egiten du hauen neurketa baita hauen ingurumen-patua ulertzea ere (González-Gaya et al., 2021).

Erronka analitikoa gainditzeko beharrezkoa da eraginkortasun handiko prozedura analitikoak garatzea eta balioztatzea, eta horien artean bereizmen handiko masa-espektrometria nabarmendu behar da, zalantzarik gabe, kutsatzaile emergenteak identifikatzeko funtsezko teknika gisa (Gago-Ferrero et al., 2020). Kutsatzaile hauen patuari dagokionez, bereizmen espazial handiko eta denbora luzeko monitorizaziokanpainak ezinbestekoak dira kutsatzaile emergenteen banaketa eta kaltetutako inguruneetako gertaera ulertzeko.

Testuinguru honetan, urtebeteko jarraipen-kanpaina bat egin da Plentziako itsasadarrean eta Butroi ibaiaren arroan (Bizkaia, Euskal Herria), industria-jarduerak eta hondakin-uren isurketek eragindako ekosistema oso dinamikoak baitira. Laginketa eremua nahiko txikia da (24 km luze eta 160 km<sup>2</sup>), eta itsasadarrearen eremuak ibaiaren azken 10 km-ak baino ez ditu hartzen. Araztegiatiko bi efluentek ibaira eta kanpoko badiara isurtzen dituzte urak, zonalde hauen kutsaduran eraginez. Gainera, lehen aipatu bezalaxe, kostaldeko hiriek urtaro-aldakuntza handia dute beren populazioan, eta biztanleria neguan baino hiru aldiz handiagoa da udan. Baldintza horiek kontuan hartuta, lan honen helburu nagusia da ur horietako kutsatzaile emergente organikoen agerpena ebaluatzea, kutsatzaile organiko garrantzitsu horien tokiko dinamika hobeto ulertzeko.

## 2. irudia. Laginketa puntuen mapa



## 3. Ikerketaren muina

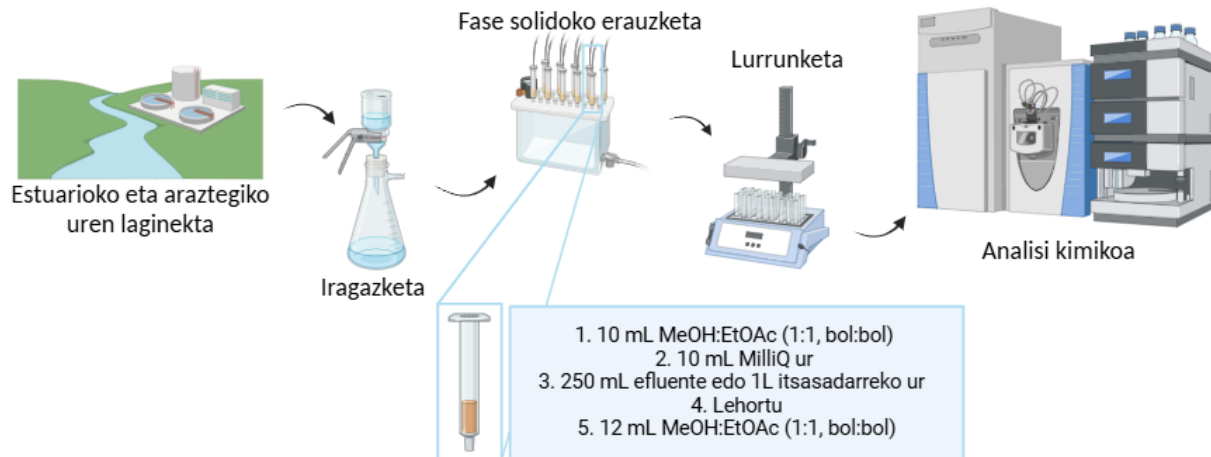
### 3.1 Prozedura esperimentalak

Urtebetean zehar, bai Mungiako bai Gorlizeko araztegiatiko efluentek eta itsasadarretako ur-laginak (ikus 2. Irudia) hilerok bildu dira. Horretaz gain, itsasadarreko zenbait puntu, bi sakoneratan eta bi gazitasun-mailetan hartu dira. Ur hauen 1L zelulosazko iragazkien bidez iragazi dira (GF/F, 0,7 µm, 90 mm, Whatman; Maidstone, UK), eta, ondoren, fase solidoko erauzketa (*solid phase extraction* delakoa, SPE) egin da (3. irudia), etxean balidatutako protokoloari (Beltrán de Heredia et al., 2024; Lopez-Herguedas et al., 2022) jarraituz, egokitzapen batzuekin. Alderantzizko faseko Oasis HLB kartutxoak 10 mL MeOH:EtOAc (1:1, bol:bol) eta 10 mL MilliQ urez egokitu dira. Ondoren, 250 mL efluente ur edota 1L itsasadarreko ur kargatu dira. Behin kartutxoa lehorturik, 12 mL MeOH:EtOAc (1:1, bol:bol)-rekin eluitu dira eta lehorrean eraman dira nitrogeno fluxupean (TurboVap LV (Zymark, Hopkinton, AEB)). Azken erauziak 250 µL MeOH:H<sub>2</sub>O (1:1, bol:bol) nahastean berrerratu dira eta 0,22 µm-ko polipropilenoazko iragazkiekin iragazi dira (Phenomenex, Madril, Espainia).

Laginetarako erabilitako analisi-metodo osoa aldeztu aurretik ikerketa-taldean garatutako metodo batean oinarritu da (Lopez-Herguedas et al., 2022). Erauziak berotutako elektrosprai (HESI, Thermo-Fischer Scientific, CA, AEB) iturriarekin hornitutako Thermo Scientific etxeako Q Exactive Focus kuadrupolo-Orbitrap masa-espektrometro hibridoari lotutako Thermo Scientific

Dionex UltiMate 3000 ultrabereizmeneko likido-kromatografoa erabilia neurtu dira. q-Orbitrap masa-analizatzailean erabilitako eskuratzeko-modua ekorketa osoa-datuen menpeko MS2 (*full scan - data dependant MS2, full scan-ddMS2*, delakoa) izan da bai ionizazio positiboan bai negatiboan. Konposatuak identifikatzeko eta kuantifikatzeko, ikerketa-taldeak sortutako 300 konposatu inguruko datu-base bat erabili da TraceFinder 4.1 softwareaz (Thermo Fischer-Scientific) baliatuz.

### 3. irudia: Prozedura esperimentalaren eskema



### 3.2 Emaitzak eta eztabaida

Lehen emaitzak 4. irudian adierazten dira, non aurkitutako konposatu kimiko ugariak bai araztegiako efluente uretan baita itsasadarreko uretan agertzen diren. Bertan, askotariko konposatu kimikoak daude, besteak beste, norberaren zaintzarako produktuak, farmazia-produktuak, industria-konposatuak edota pestizidak.

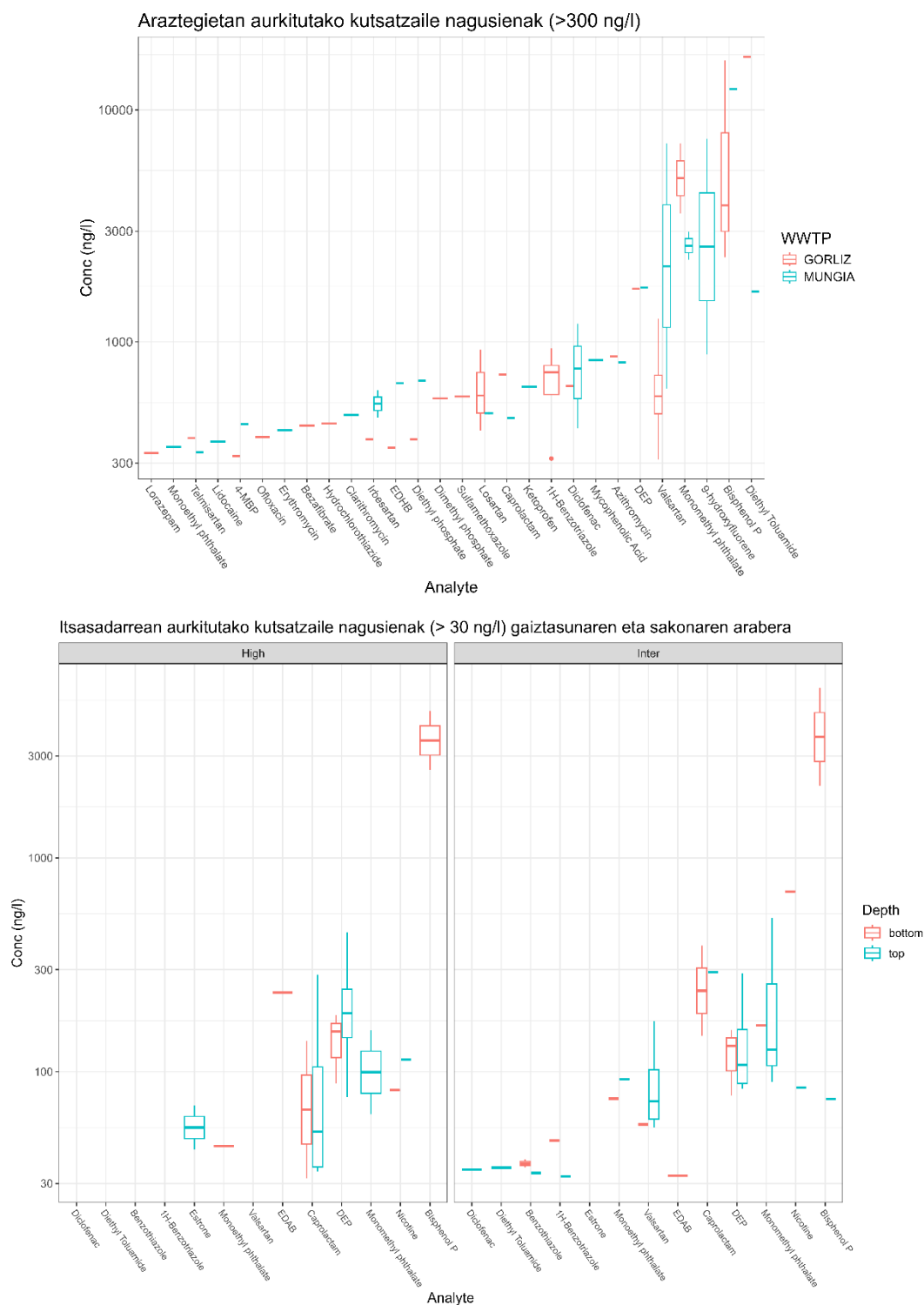
Irudian ikus daitekeenez (4. irudia, goiko aldea), Gorkizko eta Mungiko araztegiako efluenteetako kutsatzaileen ugaritasuna eta kontzentrazioa oso antzekoa da. Aztertutako efluenteetan ugariak diren konposatuak aztertzean, ikusten da gehienak farmazia-produktuei dagozkiela, batez ere antibiotikoei eta antiinflamatorioei. Era berean, industria-jatorriko konposatu batzuk identifikatu dira, bereziki plastifikatzaileak.

4. irudiaren behealdea aztertuta, ikusten da itsasadarrean lortutako emaitzek erabat islatzen dutela araztegiako efluenteetan ikusitako ereduak, identifikatutako konposatu ugariak ia berdinak baitira. Gainera, kokalekuaren gazitasunak edo sakonerak ez du eraginik bertan. Nolanahi ere, aipatu behar da kontzentrazio handienak eta gertaeren maiztasun handienak tarteko gazitasunean aurkitu direla, non itsasoko uraren diluzio-efektua txikiagoa baita gainazaleko uretan baino.

Emaitza horiek taldeak araztegi handiagoetan (Krispiña eta Galindo) aurrez egindako azterketekin alderatzean (Lopez-Herguedas et al., 2023, 2024), nabarmentzekoa da araztegi nabarmen handiagoak diren arren, antibiotiko batzuen kontzentrazioa, hala nola klaritromizina eta ofloxazinoarena, handiagoa dela Mungian eta Gorkizen. Garrantzitsua da aipatzea detektatuak zenbait antibiotiko, hala nola klaritromizina eta sulfametoxazola, Europako Batzordearen *watch list*-ean aurkitzen direla (Europako Batzordea, 2015), monitorizatzeko lehentasunezko konposatu gisa gehitzeko. Emaitza hauek agerian uzten dute ingurumen-monitorizazioko kanpaina sistematikoak egitea garrantzitsua dela, baita tamaina txikiagoko araztegietan ere, kutsatzaile emergenteen presentzia eta banaketa behar bezala ebaluatzeko.

Amaitzeko, irudian agertzen ez den arren, emaitzetan urtarokotasuna aztertu da. Alde batetik, euri garaian (udazkenean eta neguan) gertatzen den diluzioa dela eta, eta bestetik, gizakiaren presentziaren ondorioz garai turistikoan (uda).

#### 4. irudia: Kutsatzaile nagusien banaketa araztegiatako efluentetan (goiko aldean) eta itsasadarreko uretan (beheko aldean)



#### 4. Ondorioak

Oro har, atariko emaitzek araztegiatako efluenten eta itsasadarraren arteko korrelazio argia erakusten dute, antzeko ereduarekin, gaiztasuna edo sakonerak eraginik izan gabe. Gainera, urtaroen arabeko joerak ere hauteman dira, iradokiz banaketan eragina izan dezaketela urtarokak, bai klimarengatik baita turismoarengatik ere. Joera horiek ezagutzea bereziki interesgarria da Plentziako badian bezala urte-sasoiko presio antropogeniko handia jasaten duten lekuetan. Egoera

horrek agerian uzten du monitorizazio-ahaleginak eremu txikiagoetara hedatzeko beharra, askotan azterketa sistematikoen fokutik kanpo geratzen direnak, baina giza inpaktuaren adierazle sentikor gisa jardun dezaketenak.

## 5. Etorkizunerako planteatzen den norabidea

Itsasadarrean kutsatzaile emergenteen analisi bideratua egin eta hauen dinamika ikusi ondoren, interesgarria litzateke haratago joatea, behatutako joerak sakonago aztertuz, baita konposatuen familiek izan ditzaketen joerak eta efektuak aztertuz ere. Gainera, analisi kimikoaren bidez lortutako emaitzak oraindik korrelatu gabe daude proiektuan egindako beste analisi batzuekin (laginketa-puntuetako analisi mikrobiologikoein esaterako). Horretaz gain, analisi kimikoa susmagarrien analisira zabaltzea daiteke, intereseko konposatu berriak identifikatzeko. Datuen integrazio horrek eta analisisa zabaltzeak kutsatzaile emergenteek itsasadarreko ekosisteman duten eraginaren ikuspegi osatuagoa ematen lagunduko dute.

## 6. Erreferentziak

- Beltrán de Heredia, I., González-Gaya, B., Zuloaga, O., Garrido, I., Acosta, T., Etxebarria, N., & Ruiz-Romera, E. (2024). Occurrence of emerging contaminants in three river basins impacted by wastewater treatment plant effluents: Spatio-seasonal patterns and environmental risk assessment. *Science of The Total Environment*, 946, 174062. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.174062>
- Cook, R. A., Karesh, W. B., & Osofsky, S. A. (2024). *The Manhattan Principles on 'One World, One Health'*. <https://oneworldonehealth.wcs.org/About-Us/Mission/The-Manhattan-Principles.aspx>
- European Commission. (2015). *Commission Implementing Decision (EU) 2015/495 of 20 March 2015 establishing a watch list of substances for Union-wide monitoring in the field of water policy pursuant to Directive 2008/105/EC of the European Parliament and of the Council*. European Union.
- Frumkin, H., & Haines, A. (2019). Global Environmental Change and Noncommunicable Disease Risks. *Annual Review of Public Health*, 40(Volume 40, 2019), 261–282. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-040218-043706>
- Gago-Ferrero, P., Bletsou, A. A., Damalas, D. E., Aalizadeh, R., Alygizakis, N. A., Singer, H. P., Hollender, J., & Thomaidis, N. S. (2020). Wide-scope target screening of >2000 emerging contaminants in wastewater samples with UPLC-Q-ToF-HRMS/MS and smart evaluation of its performance through the validation of 195 selected representative analytes. *Journal of Hazardous Materials*, 387, 121712. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.121712>
- González-Gaya, B., Lopez-Herguedas, N., Bilbao, D., Mijangos, L., Iker, A. M., Etxebarria, N., Irazola, M., Prieto, A., Olivares, M., & Zuloaga, O. (2021). Suspect and non-target screening: The last frontier in environmental analysis. *Analytical Methods*, 13(16), 1876–1904. <https://doi.org/10.1039/D1AY00111F>
- Landrigan, P. J., Fuller, R., Acosta, N. J. R., Adeyi, O., Arnold, R., Basu, N. (Nil), Baldé, A. B., Bertollini, R., Bose-O'Reilly, S., Boufford, J. I., Breyse, P. N., Chiles, T., Mahidol, C., Coll-Seck, A. M., Cropper, M. L., Fobil, J., Fuster, V., Greenstone, M., Haines, A., ... Zhong, M. (2018). The *Lancet* Commission on pollution and health. *The Lancet*, 391(10119), 462–512. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32345-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32345-0)
- Lopez-Herguedas, N., González-Gaya, B., Castelblanco-Boyacá, N., Rico, A., Etxebarria, N., Olivares, M., Prieto, A., & Zuloaga, O. (2022). Characterization of the contamination fingerprint of wastewater treatment plant effluents in the Henares River Basin (central Spain) based on target and suspect screening analysis. *Science of The Total Environment*, 806, 151262. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151262>
- Lopez-Herguedas, N., Irazola, M., Alvarez-Mora, I., Mijangos, L., Bilbao, D., Etxebarria, N., Zuloaga, O., Olivares, M., & Prieto, A. (2024). Evaluating membrane bioreactor treatment for the elimination of emerging contaminants using different analytical methods. *Journal of Hazardous Materials*, 463, 132833. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2023.132833>
- Lopez-Herguedas, N., Irazola, M., Alvarez-Mora, I., Orive, G., Lertxundi, U., Olivares, M., Zuloaga, O., & Prieto, A. (2023). Comprehensive micropollutant characterization of wastewater during Covid-19 crisis in 2020: Suspect screening and environmental risk prioritization strategy. *Science of The Total Environment*, 873, 162281. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162281>
- Mallee, H. (2017). The evolution of health as an ecological concept. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 25, 28–32. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2017.04.009>
- Prüss-Üstün, A., Wolf, J., Corvalán, C. F., Bos, R., & Neira, M. P. (2016). *Preventing disease through healthy environments: A global assessment of the burden of disease from environmental risks*. World Health Organization. <https://iris.who.int/handle/10665/204585>

- Romanello, M., McGushin, A., Di Napoli, C., Drummond, P., Hughes, N., Jamart, L., Kennard, H., Lampard, P., Solano Rodriguez, B., Arnell, N., Ayeb-Karlsson, S., Belesova, K., Cai, W., Campbell-Lendrum, D., Capstick, S., Chambers, J., Chu, L., Ciampi, L., Dalin, C., ... Hamilton, I. (2021). The 2021 report of the *Lancet* Countdown on health and climate change: Code red for a healthy future. *The Lancet*, 398(10311), 1619–1662. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01787-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01787-6)
- Stanaway, J. D., Afshin, A., Gakidou, E., Lim, S. S., Abate, D., Abate, K. H., Abbafati, C., Abbasi, N., Abbastabar, H., Abd-Allah, F., Abdela, J., Abdelalim, A., Abdollahpour, I., Abdulkader, R. S., Abebe, M., Abebe, Z., Abera, S. F., Abil, O. Z., Abraha, H. N., ... Murray, C. J. L. (2018). Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks for 195 countries and territories, 1990–2017: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet*, 392(10159), 1923–1994. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32225-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32225-6)

## 7. Eskerrak eta oharrak

Lan hau HOBE proiektuaren (TED2021-132109B-C22) MCIN/AEI/10.13039/501100011033 eta Eusko Jaurlaritzako talde kontsolidatuaren (IT-1446-22) bidez finantzatu da. Egileak doktoretza aurreko diru-laguntza eskertzen dio Euskal Herriko Unibertsitateari (PIF22/74). JFACek Europar Batasunari eskertzen dio doktoretza ondoko Marie Curie beka. BGGk IkerBasque Fundazioari eskertzen dio bere postua.