

# Euskal Herriko Unibertsitatearen ingurumen-aztarna azterketa: etorkizunera begirako eta COVID-19aren irakaskuntza-agertokiak

Maite de Blas<sup>\*1</sup>, Estíbaliz Pérez-Iribarren<sup>1</sup>, Iñaki Zuazo<sup>1</sup>, Eduardo Torre-Pascual<sup>1</sup>, Ortzi Akizu-Gardoki<sup>1</sup>, Iker Etxano<sup>2</sup>, Artizar Erauskin-Tolosa<sup>3</sup>, Itziar Barinaga-Rementeria<sup>3</sup>, Unai Tamayo<sup>4</sup>, Isaac Barrio<sup>5</sup>, Gaizka Zulueta<sup>6</sup>, Gorka Bueno<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bilboko Ingeniaritza Eskola, Bilbo, EHU

<sup>2</sup> Gizarte eta Komunikazio Zientzien Fakultatea, Leioa, EHU

<sup>3</sup> Ekonomia eta Enpresa Fakultatea, Donostia, EHU

<sup>4</sup> Ekonomia eta Enpresa Fakultatea, Bilbo, EHU

<sup>5</sup> Zientzia eta Gizarte Garapenaren eta Transferentziaren arloko errektoreordetza, Donostia, EHU

<sup>6</sup> Plangintza eta azpiegituretako gerenteordetza, Leioa, EHU


**Laburpena:** Lan honetan Euskal Herriko Unibertsitatearen (UPV/EHU) jarduera akademikoaren ingurumen-aztarnaren emaitza nagusiak biltzen dira, etorkizunera begirako eta COVID-19aren ondoriozko irakaskuntza-agertokiaren inpaktuak barne. Erreferentziazko agertokia 2016 urteari dagokio eta inbentarioa osatzeko UPV/EHUren energia- eta material-kontsumoen, sortutako hondakinen eta garraio beharren datuak bildu dira. UPV/EHUren hiru Campusak (Araba, Bizkaia eta Gipuzkoa) eta 2016/17 ikasturte akademikoaren 46.813 erabiltzaileen % 96,8 (ikasleak: % 81,9, irakasle eta ikertzaileak: % 11,0 eta administrazioko eta zerbitzuetako langileak: % 3,9) kontuan hartu dira. Bizi-zikloaren modelizazioa egiteko OpenLCA programa, Ecoinvent datu-basea eta CML Midpoint metodologia erabili dira. UPV/EHUren ingurumen-aztarnaren ekarpen handieneko jarduera, aztertutako inpaktu-kategoria gehienetan, garraioa da (% 60 ingurukoa). Energia- eta material-kontsumoaren ekarpena txikiagoa da, baina azken hauen artean ordenagailu eta ekipo informatikoak aipatu behar dira. Oro har, erabiltzaile bakoitzeko sortzen diren inpakturik handienak Leioako Campusekoak dira, hirietan dauden zentro eta fakultateekin alderatuta, batez ere garraioaren eta hondakinen tratamenduen ondorioz. COVID-19aren pandemiaren ondoriozko agertokietan, «Konfinamendua» eta «Edonon» (jarduera erdipresentzian), UPV/EHUren ingurumen-aztarna jaitsi zen, mugikortasuna mugatzearen ondorioz garraioa murriztu zen eta. Hala ere, ikasgelak aireztatzearen ondorioz energia-kontsumoa handitu behar izan zen. Gainera, irakaskuntza erdipresentziala ziurtatzeko ekipamendu informatiko berria erosi behar izan zen. COVID-19aren ondoriozko irakaskuntza-agertokiaren emaitzak zein etorkizunera begirakoena bat datoz: garraio ohiturak aldatu beharko lirarteke, mugikortasuna murrizteko eta garraio publikoaren erabilera sustatzeko. Beraz, iraunkortasunerako bidean, UPV/EHUren jarduera akademikoaren ingurumen-aztarna tresna eraginkorra da hobekuntza-neurriak proposatzearen alde. Hala ere, azterketa sakonagoa egiteaz gain, lankidetzaren beharrezkoa da: ez bakarrik erakundearen kudeatzaileena, baizik eta unibertsitate-komunitate guztiarena ere.

**Hitz gakoak:** Erakundearen Ingurumen-Aztarna (EIA); Bizi-Zikloaren Analisia (BZA); Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU; COVID-19; irakaskuntza-agertokiak.

\* **Harremanetan jartzeko / Corresponding author:** Maite de Blas. Bilboko Ingeniaritza Eskola, Bilbo, Bizkaia (Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU). e-mail: [maite.deblas@ehu.eus](mailto:maite.deblas@ehu.eus). Edited by Cristina Peña editoreak kudeatuta.

**Nola aipatu / How to cite:** De Blas, M.; Pérez-Iribarren, E.; Zuazo, I.; Torre-Pascual, E.; Akizu-Gardoki, O.; Etxano, I.; Erauskin-Tolosa, A.; Barinaga-Rementeria, I.; Tamayo, U.; Barrio, I.; Zulueta, G.; Bueno, G., «Euskal Herriko Unibertsitatearen ingurumen-aztarna azterketa: etorkizunera begirako eta COVID-19aren irakaskuntza-agertokiak», *InpAkta* 01 (2025) 6-21 (<https://doi.org/10.1387/InpAkta.26520>)

Received / Jasotze-data: 16/06/2024; Final version / Onartze-data: 24/09/2024

 Published by UPV/EHU Press under the terms of the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>, which permits unrestricted use, provided the original author and source are credited

## 1. Sarrera

2015eko irailean Nazio Batuen Erakundeko (NBE) batzar nagusiak Garapen Iraunkorrerako 2030 Agenda onartu zuen (United Nations, 2015). Ekintza horretan, pertsonen, planetaren eta oparotasunaren aldeko Garapen Iraunkorreko Helburuak (GIH) zehaztu ziren, guztira 17 helburu «inor atzean gera ez dadin». Goi mailako hezkuntza-erakundeetan iraunkortasuna integratzea gero eta garatuago dago eta, testuinguru horretan, Garapen iraunkorrerako 2030 EHUagendak (2019-2025) Euskal Herriko Unibertsitateak (UPV/EHU) Garapen Iraunkorreko Helburuetako 12 helbururi egindako ekarpena zehaztu zuen (UPV/EHU, 2015).

Ildo horri jarraituz, UPV/EHUko Berrikuntzaren, Gizarte Konpromisoaren eta Kulturgintzaren arloko Errektoreordetzako Iraunkortasunaren arloko zuzendaritzak Campus Bizia Lab (CBL) programa abian jarri zuen 2017/18 ikasturtean. EHUagenda 2030eko helburuak lortu nahian, CBL programak unibertsitatearen beraren iraunkortasunaren erronkei aurre egiten die zenbait lantaldereen eta proiektuaren bidez (UPV/EHU, 2017a). Diziplina arteko talde horietako bat EHU-Aztarna proiektua da, 2017/18 eta 2022/23 ikasturteren artean CBL programan parte hartu duena eta zenbait irakasle eta ikertzailez, administrazio eta zerbitzuetako langilez eta ikaslez osatua. Proiektuaren helburu nagusia UPV/EHUren Ingurumen Aztarna kalkulaztea da, Bizi-Zikloaren Analiaren metodologia erabilita, unibertsitatearen jarduera akademikoa iraunkorragoa sustatzeko.

Erakundeetarako Bizi-Zikloaren Analisia (BZA) edo Erakundearen Ingurumen Aztarna (EIA) ondasunak edo zerbitzuak eskaintzen dituen erakunde jakin baten ingurumen-portaeraren irizpide anitzeko neurria da, bizi-ziklo osoaren ikuspegia duena (Ihobe, 2021). EIAren helburu nagusia dagokion erakundearen jardueratik eratorritako ingurumen-inpaktuak balioestea da eta, bide batez, ingurumen-portaera hobetu. EIA kalkulatzeko zenbait metodologia daude. Lan honetan Ihoberen, Eusko Jaurlaritzako Ingurumen Jarduketarako Sozietate Publikoaren, gidaliburu metodologikoa jarraitu da, bai euskal enpresetan eta baita bestelako erakundeetan ere EIA kalkulatzeko laguntzeko prestatutako gida (Ihobe, 2021) Europako Batzordearen Erakundearen Ingurumen-Aztarnaren gidan oinarriturik (Europako Batzordea, 2013). Bestalde, lan hau ISO/TS 14072:2014 arauan eta Nazio Batuen Ingurumen-Programaren (NBIP) erakundearen BZAaren ebalua-

zioari buruzko gidaliburuan ere oinarritzen da (UNEP, SETAC, 2015).

EIAren kalkulua esparru oso desberdinetako erakundeetarako egin daiteke, hala nola, energia, finantzak, automobilgintza, elikadura, nekazaritza, kosmetika, udal-zerbitzuak, ehungintza, eraikuntza, kobrearen industria, etab. (Manzardo *et al.*, 2016; Resta *et al.*, 2016; Neppach *et al.*, 2017; Forin *et al.*, 2019; Martínez *et al.*, 2019; Wang *et al.*, 2024). Goi mailako hezkuntza-erakundeetarako eta BZAan oinarritutako ikasketak urriak diren arren, azken urteotan lan berriak argitaratu dira (Qin eta Dong, 2024). Hala ere, lan gehienek ingurumenaren inpaktu-kategoria gutxi batzuk aztertzen dituzte, esaterako, aldaketa klimatikoa edo karbono-aztarna (Clabeaux *et al.*, 2020; Filimonau *et al.*, 2020; Deda *et al.*, 2023; Valls-Vall eta Bovea, 2022; Yañez *et al.*, 2019). Zenbait muga izan arren, badira goi mailako hezkuntza-erakundearen ingurumen-aztarnaren kalkulua BZAren ikuspegitik barne hartzen duten lan gutxi batzuk, bai Europan (Gulcimen *et al.*, 2023), zein espainiar estatuan ere (Silva *et al.*, 2015; Lo-Iacono-Ferreira *et al.*, 2017; Gamarra *et al.*, 2019). Oraingoz, Euskal Autonomia Erkidegoko goi mailako hezkuntza-erakunde baten ingurumen-aztarnaren lan bakarra EHU-Aztarna proiektuko taldeak argitaratutakoa da (Bueno *et al.*, 2021). Lan horretan, UPV/EHUren jarduera akademikoaren ondoriozko ingurumen-aztarna kalkulatu zen eta ingurumen-inpaktua murrizteko aukerak aztertu ziren. Gainera, berrikuntza modura, gizarte-aztarna ere kalkulatu zen, geroko lan batean gehiago garatu zena (Erauskin-Tolosa *et al.*, 2021).

Artikulu honetan, berritasun modura, agertoki ezberdinen ingurumen-inpaktuen analisia egiten da. Batetik, EHUko eragile ezberdinen laguntzarekin erakitako etorkizunera begirako agertokien azterketa burutzen da; bestetik, COVID-19aren pandemiaren ondorioz sortutako bi agertoki aztertzen dira: konfinamendua eta irakaskuntza egokitua. Artikulua honela antolatuta da: 2. atalean metodologia deskribatzen da: lanaren helburua eta irismena (2.1. azpiatala), datu-bilketa eta modelizazioa (2.2. azpiatala). Ondoren, 3. atalean emaitzak aurkezten dira, hau da, ingurumen-inpaktuak erreferentziatzeko agertokian (3.1. azpiatala), etorkizunera begirako agertokiak (3.2. azpiatala) eta COVID-19aren pandemiaren ondoriozko agertokiak (3.3. azpiatala). Azkenik, lanaren ondorio nagusiak laburbiltzen dira (4. atala).

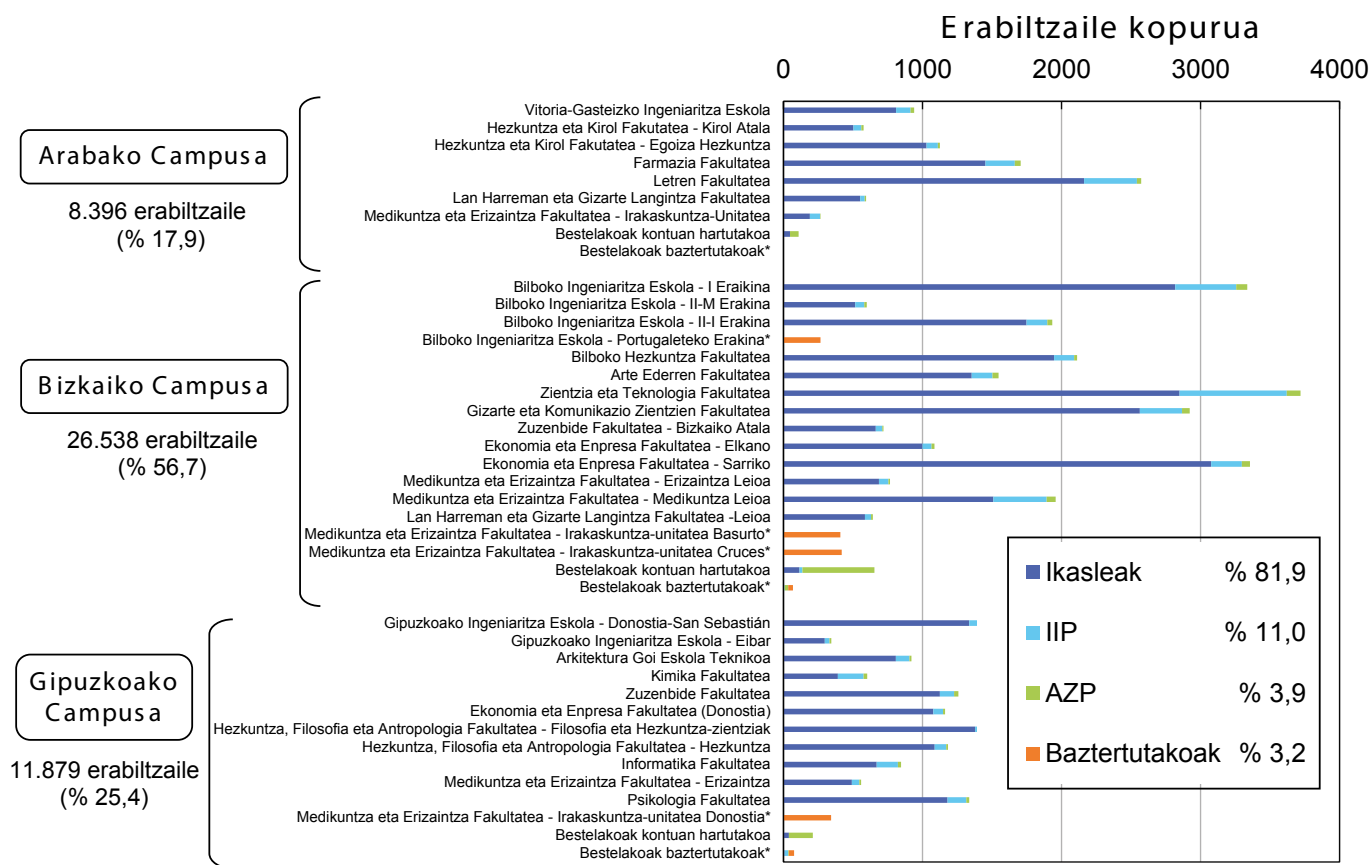
## 2. Metodoak

Atal honek ikerkuntzarako jarraitutako metodoa zehazten du helburua, irismena, datu-bilketa eta ingurumen-aztarna kalkulatzeko modelizazioari buruzko xehetasunak barne.

### 2.1. Helburua eta irismena

UPV/EHUren ingurumen-aztarna, hau da, UPV/EHUren jarduera akademikoari zor zaizkion ingurumen-inpaktuak, Bizi-Zikloaren Anlisiaren (BZA) ikuspegitik kalkulatzeko Ihoberen gidaliburu metodologikoa jarraitu da. 2016. urtea (urte naturala: urtarriletik abendura arte) oinarritzat hartu da,

baina zenbait fluxu zenbatzeko beharrezkoa izan da 2016/17 ikasturte akademikoa (2016ko irailtik 2017ko abuztura arte) kontuan hartzea. 2016/17 ikasturte akademikoan UPV/EHUk 46.813 erabiltzaile izan zituen, 30 fakultate eta zentro inguru barne hartzen dituen Euskal Autonomia Erkidegoko (EAE) hiru lurraldeetako campusetan banatuta: Arabako Campusa (Vitoria-Gasteiz, erabiltzaile guztien % 17,9), Bizkaiko Campusa (Leioa, Bilbo eta Portugalete, erabiltzaileen % 56,7), eta Gipuzkoako Campusa (Donostia-San Sebastián eta Eibar, erabiltzaileen % 25,4) (UPV/EHU, 2024a) (ikus 1. irudia). 2016/2017 ikasturtean 68 gradu, 111 graduondoko master ofizial, 65 doktorego-programa eta 34 berezko titulu eskaini ziren (UPV/EHU, 2024a).



**1. irudia:** UPV/EHUko 2016/17 ikasturteko erabiltzaile-kopurua hiru Campusetako fakultate eta zentroetan: ikasleak, Irakaskuntza eta Ikerkuntza Pertsonala (IIP) eta Administrazio eta Zerbitzuen Pertsonala (AZP). Lan honetan kanpo utzi diren fakultate eta zentroak izartxo\* batez markatu dira.

Lan honetan UPV/EHUren erabiltzaile guztien % 96,8 kontuan hartu dira: ikasleak (% 81,9), irakasle eta iker-tzaileak (% 11,0), eta administrazio eta zerbitzue-tako langileak (% 3,9) (1. irudia). Erabiltzaile guztien

% 3,2 baino ez dira kanpoan utzi, gehienbat inbenta-rio-fasean datuak biltzeko eta esleitzeko zailtasunak direla eta. Arabako Campusetik ez da fakultate ezta zentrorik ere kanpoan utzi. Bizkaiko eta Gipuzkoako

Campusetan, Medikuntzako irakaskuntza-unitateak kanpo utzi dira, UPV/EHUREN zuzeneko kudeaketa ez duten Unibertsitate Ospitaleetan oinarrituta baitaude (erabiltzaile guztien % 2,5). Bilboko Ingeniaritza Eskola Portugaleteko eraikina (erabiltzaileen % 0,6) azterketatik kanpo utzi da, Bilboko eraikinetatik 10 km-ra baitago eta kudeaketa guztiz independentea baitu. Azkenik, beste eraikin batzuetatik isolatuta dauden eta 25 erabiltzaile baino gutxiago dituzten unibertsitate-egoitzak, Plentziako Itsas Estazioa, beste erakunde batzuekin partekatutako beste ikerketa-unitate batzuk eta azpiegitura komun bakartu batzuk (esaterako Bizkaia Aretoa) kanpoan utzi dira (erabiltzaile guztien % 0,1).

## 2.2. Datu-bilketa eta modelizazioa

Inbentarioa osatzeko, kontsumoak (elektrizitatea, erregaiak, material eta produktu nagusiak), hondakinen sorrera eta erabiltzaileen garraio-beharrak kontuan hartu dira. Zenbait fluxu sistematikoki kuantifikatu dira (adibidez, elektrikitatea, gasa, ura eta hondakin arriskutsuak), zerbitzu-hornitzaileek emandako informaziotik edo fakturretatik. Bestalde, beste fluxu batzuk estimatu, proiektatu edo suposatu behar izan dira, mantentze-, jantoki- eta garbiketa-zerbitzuen arduradunek emandako datuetatik. Inbentarioaren datuak Campus bakoitzaren lokalizazio desberdinak bereizita lortu dira: Arabako Campusa (Vitoria-Gasteiz), Bizkaiko Campusa (Leioa, Bilboko Ingeniaritza Eskola, Sarriko eta Elkano) eta Gipuzkoako Campusa (Donostia-San Sebastián eta Eibar). Datuak eta horiek lortzeko estrategien inguruko xehetasun gehiago aurreko lanetan aurki daitezke (Bueno *et al.*, 2021; Bueno *et al.*, 2022).

Garraio-beharrak estimatzeko, UPV/EHUko Iraunkortasun Zuzendaritzak 2018. urteko udan komunitate akademiko osoan egindako inkestaren datuak erabili dira (Ingartek, 2018). Inkestaren ezaugarriak, galderak, erantzun posibleak, lortutako emaitzak eta eguneroko mugikortasuna beste argitalpen batean aurki daitezke (Bueno *et al.*, 2022; Zuazo *et al.*, 2024). Era

laburrean, garraio-beharren pertsona-kilometroan (p-km) neurtuta, hurrengo bidaiei zor zaie: egunero desplazatzea (% 81,0), bizitokiz aldatzea asteburuetan (% 10,7) eta bidai puntualak, esaterako konferentzietara (% 8,3). Bidai gehienak autobusez egiten dira (% 57,4); horren atzetik auto pribatuz (% 22,2), trenez eta metroz (% 9,7), hegazkinez (% 5,3), oinez (% 4,2) eta bestelakoak erabiliz (% 1,2).

UPV/EHUREN jarduera akademikoaren ingurumen-inpaktuen modelizazioa openLCA software librearen eta Ecoinvent 3.3 datu-basearen bidez egin da. Cut-off ikuspegia erabili da, hau da, hondakin birziklagarrien ekoizleak ez du zamarik jasotzen, hondakina tratatzearen zama tratamendua gertatu baino lehen mozten da eta. Ingurumen-inpaktua ebaluatzeko zenbait metodologia erabil daitezke (Guinée *et al.*, 2002). Horien xehetasunak beste argitalpen batean ikus daitezke (Bueno *et al.*, 2021). Lan honetan, etorkizunera begirako agertokiaren eta COVID19aren irakaskuntza-agertoki desberdinen analisisien emaitzak era simple batean interpretatzeko, CML Midpoint metodologia erabili da. 11 ingurumen-inpaktuen kategoria kontuan hartzen dituen (ikus 1. taula).

## 3. Emaitzak

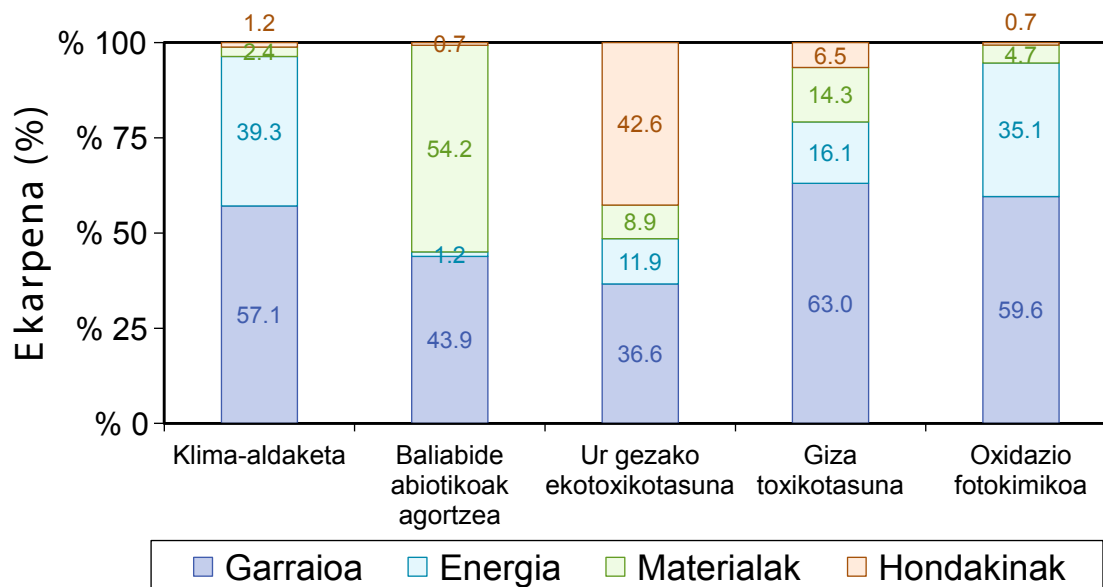
### 3.1. Ingurumen-aztarna: erreferentziazko agertokia

Erreferentziazko agertokiaren modelizazioaren emaitza globalak 1. taula ikus daitezke, bai ingurumen-inpaktu totala eta baita erabiltzaile bakoitzeko ere. Campus eta fakultate bakoitzeko ingurumen-inpaktuen ekarpenaren proportzioa erabiltzaile-kopuruaren antzekoa da, batez ere garraioaren eta leku bakoitzeko hondakinen tratamenduaren ezaugarri espezifikoekin lotutako desbiderapenekin.

Izartxoak (\*) duten bost inpaktu-kategoriak xehetasunez aztertu dira eta UPV/EHUREN jarduera akademikoaren prozesuak —garraioa, hondakinak, energia-kontsumoa eta material-kontsumoa— kontuan hartu dira. Prozesu bakoitzaren ekarpenak inpaktu-kategoria bakoitzean 2. irudian ikus daitezke.

1. taula  
**UPV/EHUren jarduera akademikoaren ondoriozko ingurumen-inpaktuak, CML metodologiaren ingurumen-inpaktuaren kategoria bakoitzeko. Toxikotasuna adierazteko 1,4-diklorobentzeno baliokidea (1,4-DKB eq) erabili da**

| Inpaktu-kategoria             |                               | Unitatea                            | Inpaktua               | Inpaktua/<br>erabiltzaile |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------|---------------------------|
| Azidotzea                     |                               | kg SO <sub>2</sub> eq               | 2,57 · 10 <sup>5</sup> | 5,57                      |
| Klima-aldaketa*               |                               | t CO <sub>2</sub> eq                | 5,60 · 10 <sup>4</sup> | 1,22                      |
| Baliabide abiotikoak agortzea | Elementuak, azken erreserbak* | kg Sb eq                            | 446                    | 9,69 · 10 <sup>-3</sup>   |
|                               | Erregai fosilak               | GJ                                  | 7,57 · 10 <sup>5</sup> | 16,4                      |
| Ekotoxikotasuna               | Ur gezakoa*                   | t 1,4-DKB eq                        | 2,97 · 10 <sup>4</sup> | 0,645                     |
|                               | Itsasokoa                     | t 1,4-DKB                           | 1,20 · 10 <sup>8</sup> | 2,62 · 10 <sup>3</sup>    |
|                               | Lehorrekoa                    | kg 1,4-DKB                          | 2,54 · 10 <sup>2</sup> | 5,52                      |
| Giza toxikotasuna*            |                               | t 1,4-DKB                           | 3,31 · 10 <sup>4</sup> | 0,72                      |
| Eutrofizazioa                 |                               | kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq | 7,31 · 10 <sup>4</sup> | 1,59                      |
| Ozono-geruzaren urritzea      |                               | kg CFC-11 eq                        | 8,88                   | 1,93 · 10 <sup>-4</sup>   |
| Oxidazio fotokimikoa*         |                               | kg etileno eq                       | 1,19 · 10 <sup>4</sup> | 0,258                     |



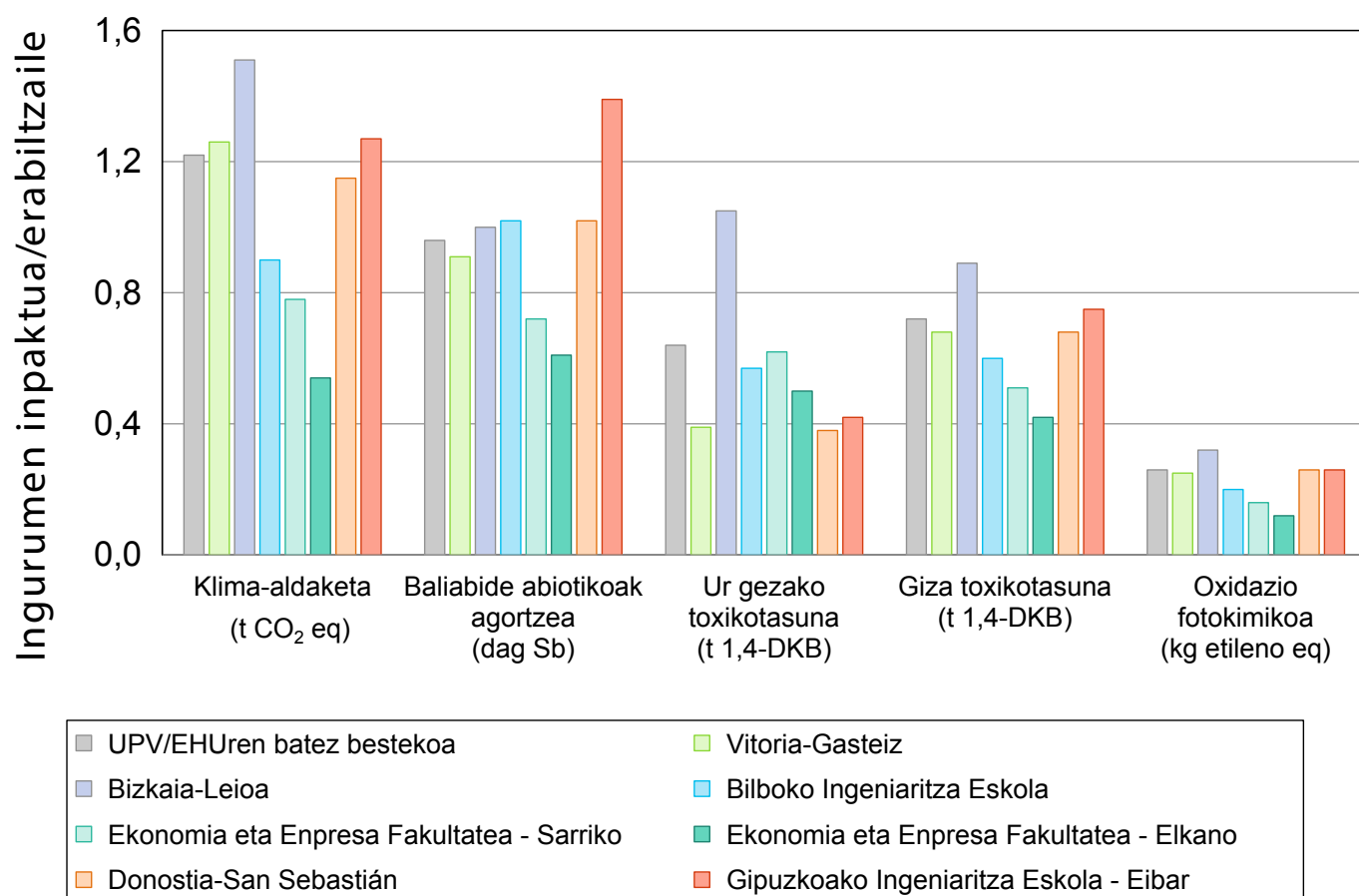
**2. irudia:** UPV/EHUren jarduera akademikoa gauzatzeko beharrezkoak diren prozesuen (garraioa, energia- eta material-kontsumoak eta hondakinen tratamenduak) ekarpen erlatiboa, aukeratutako ingurumen-inpaktuaren kategoria jakinetan.

Ekarpen handieneko prozesua garraioa da eta aztertutako CML inpaktu-kategorietan % 36,6 eta % 63,0 birtarteko ekarpena du. *Baliabide abiotikoak agortzea* inpaktu-kategorian materialak kontsumitzea ekarpen handieneko prozesua da (% 54,2), Informazioaren eta Komunikazioaren Teknologiarekin azpiegiturekin zerikusia baitu —materialen kontsumoarekin lotutako inpaktu gehienak ekipo informatikoak berritzearen ondorioa dira; izan ere, zerbitzariak eta azpiegitura informatikoak UPV/EHU energia guztiaren % 9,6 kontsumitzen dute—. *Ur gezako ekotoxikotasuna* kategorian, hondakinak tratatzeak du ekarpenik handiena (% 42,6), hiriko hondakinen errausketaren bidezko tratamendua dela eta. Bestalde, energia-kontsumoaren ekarpena nabarmentzekoa da zenbait inpaktu kategoriatan: *klima-aldaketa* (% 39,3), *oxidazio fotokimikoa* (% 35,1); baina txikiagoa beste kategoriatan: *giza toxikotasuna* (% 16,1) eta *ur gezako ekotoxikotasuna* (% 11,9). Ekarpentxikieneko prozesuak hauek dira: materialen kontsumoa (% 2,4-14,3, inpaktu-kategoriaren arabera *baliabide abiotikoak agortzean* izan ezik) eta hondakinak tratatzea (% 1,2 baino gutxiago, toxikotasunarekin zerikusia duten inpaktu-kategorietan izan ezik).

Beste zenbait ikasketan bezala (Lo-Iacono-Ferreira *et al.*, 2017), UPV/EHUko eraikinen eraikuntza bera eta mantentzea ez dira inbentarioan kontuan hartu. Hala ere, baztertze horrek ekarritako akatsaren estimazioa egin dugu. Horren arabera, badirudi eraikinak eraikitzeari eta mantentzeari lotuta dauden inpaktuak jardueren ekarpenaren % 12 baino gutxiago direla zenbait inpaktu-kategoriatan (*klima-aldaketa*, *erregai fosilak agortzea*, *ozono-geruza agortzea*), baina % 100 baino gehiago dira beste kategoriatan (*giza toxikotasuna*). Beraz, UPV/EHUn eraikinekin zerikusia duten inpaktuak kontuan hartu beharko liriteke eta eraikuntza iraunkorragoa sustatzeko, lanaren jarraipena den proiektuaren testuinguruan proposatzen den bezala (UPV/EHU, 2024b).

**Ingurumen-inpaktuak Campus eta Fakultate/Zentroaren arabera.** 3. irudian UPV/EHUn jarduera akademikoaren ondorioz sortzen diren ingurumen-inpaktuak erabiltzaile bakoitzeko, ingurumen-inpaktuaren kategoria jakinetan, konparatu dira. UPV/EHUko ba-

tez bestekoa, Campus, fakultate edota zentroa kontuan hartu dira, inbentarioko datuen arabera inpaktuak erabiltzaile bakoitzeko era berezian kalkulatzeko. Hori horrela, posiblea denean fakultate edota zentro bakoitzaren berezitasunak alderatu dira, garraio-aukerak, kudeaketa-sistemak edota sortutako hondakinen tratamendua. Aukeratutako inpaktu-kategoria guztietan Leioan, Bizkaiko Campusean, erabiltzaile bakoitzeko inpaktua UPV/EHU guztiaren batez bestekoa baino handiagoa da. Alderik handiena *ur gezako ekotoxikotasunean* dago, erabiltzaile bakoitzeko inpaktua 1,05 t 1,4DKB da Leioako Campusean eta 0,64 t 1,4DKB UPV/EHUn batez bestekoa. Kategoria honen inpaktua Leioako Campusean sortzen diren hondakinen tratamenduari zor zaio, errausketa hain zuzen ere. Bestalde, *klima-aldaketa* (1,51 t CO<sub>2</sub>/erabiltzaile), *oxidazio fotokimikoa* (0,32 kg etileno eq/erabiltzaile) eta *giza toxikotasuna* (0,89 t 1,4DKB/erabiltzaile) kategorien inpaktuak Leioako Campusera desplazatzeko erabiltzen den garraioari zor zaie. Izan ere, erabiltzaile askok auto partikularra erabiltzen dute garraio publikoa erabili beharrean. Gipuzkoako Ingeniaritza Eskola – Eibarreko zentroan *baliabide abiotikoen agortzea* kategorian sortzen den inpaktua (10,4 · 10<sup>-3</sup> kg Sb eq) batez bestekoa (9,69 · 10<sup>-3</sup> kg Sb eq) baino handiagoa da, energia-kontsumoa balioetsi da ondoko eraikin batekin partekatzen da eta. Donostia-San Sebastian hirian kokatuta dagoen Campusaren ingurumen-inpaktuak UPV/EHUn batez bestekoaren antzekoak ala txikiagoak dira. Adibidez, *oxidazio fotokimikoa* balioa berdina da, 0,62 kg etileno eq/erabiltzaile hain zuzen ere. Bilbon kokatuta dauden zentroei dagokienez, Bilboko Ingeniaritza Eskola eta Ekonomia eta Enpresa Fakultatea (Sarriko eta Elkanon), salbuespen batzuk kenduta, UPV/EHU osoaren batez bestekoa baino inpaktu txikiagoak sortzen dituzte erabiltzaile bakoitzeko. Izan ere, zentro hauetara desplazatzeko garraio publikoa erabiltzen da. Azkenik, erabiltzaile bakoitzeko inpaktu txikiak Ekonomia eta Enpresa Fakultateak (Elkanon) sortzen ditu. Adibidez, erabiltzaile bakoitzeko inpaktua klima aldaketan 0,54 t CO<sub>2</sub> da Elkanon eta UPV/EHUn ordea 1,22 t CO<sub>2</sub>, baliteke Elkanon ezarritako ingurumena kudeatzeko sistema dela eta (UPV/EHU, 2017b).



**3. irudia:** UPV/EHUren jardura akademikoaren ondoriozko inpaktuak erabiltzaile bakoitzeko aukeratutako ingurumen-inpaktuaren kategoria jakinetan. Inpaktu-kategoriaren arabera, unitateak egokitu dira grafiko berean adierazi ahal izateko. UPV/EHUren batez bestekoa adierazteaz gain, kasuaren arabera, Campus, Fakultate edo Zentro bakoitzeko irudikatu dira.

### 3.2. Ingurumen-aztarna: etorkizunera begirako agertokiak

Ingurumen-inpaktuak murrizteko helburuari jarraiki, ondorengo urratsa agertoki ezberdinei aurreikusten zaizkien balizko murrizketak aztertzea da. Analisi horrek ingurumen aztarnaren murrizketa era eraginkorrean burutzer laguntzen du, neurriak zein arlotan jarri behar direnaren inguruko informazioa emanez. Bide horretan, lehenbizi, erreferentziatzko agertokia definitu dugu.

«**Erreferentzia**»: 2016 urteko agertokia da, baina hornitutako elektrizitatea jatorri erabat berriztagarrikoa. Izan ere, 2017. urtetik aurrera UPV/EHUn kontsumituriko energia elektrikoaren jatorria berriztagarria da.

Geroago, etorkizunera begirako agertokiak definitu dira, hasierako proposamen batetik abiatuta, UPV/

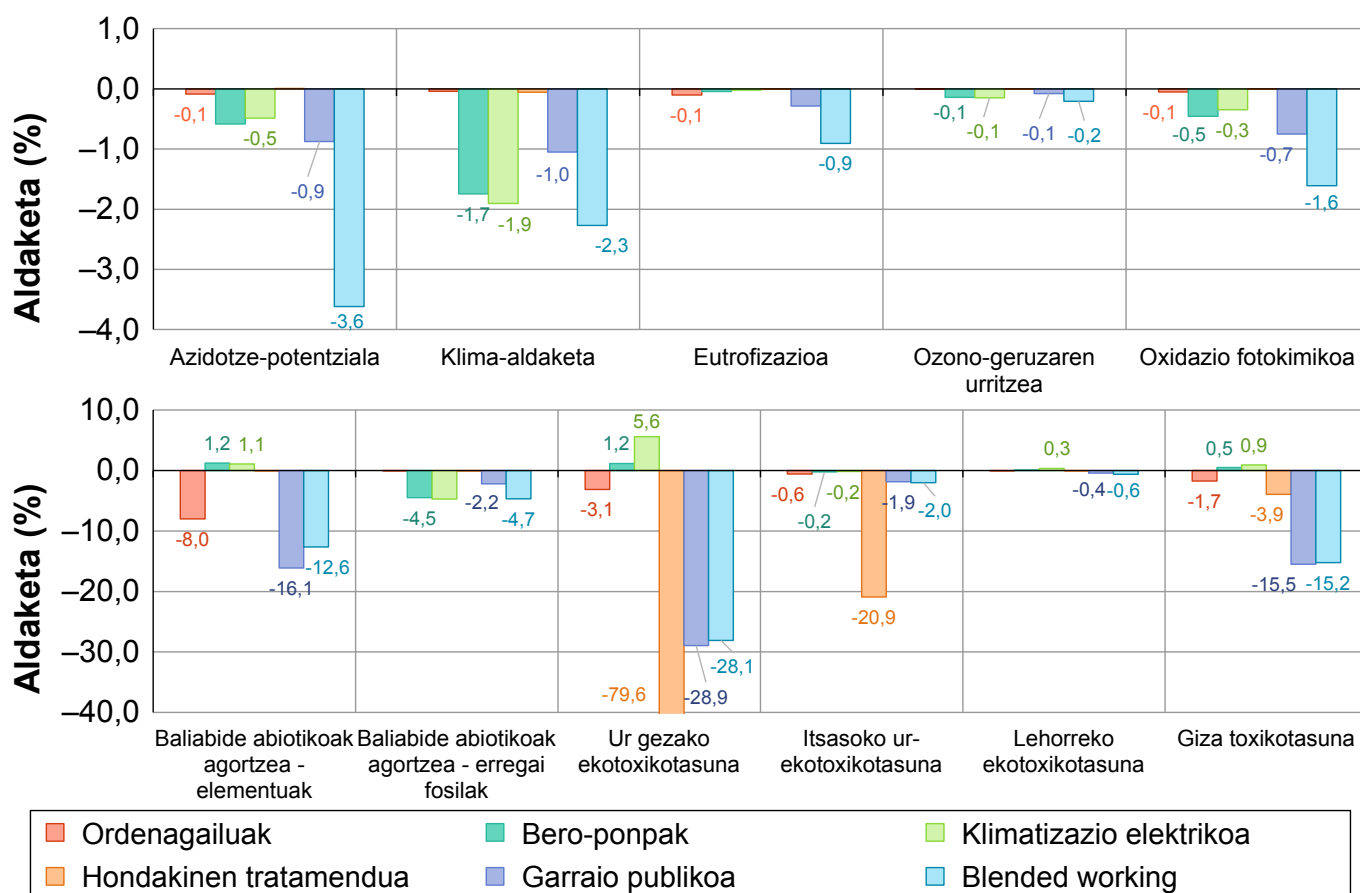
EHUko eragile ezberdinen laguntzarekin. Ondoren azaltzen dira definitutako etorkizunera begirako sei agertoki berriak:

«**Ordenagailuak**»: ekipamendu informatikoaren bizi-tza erabilgarria bi urtez luzatzen da.

«**Bero-ponpak**»: berokuntzarako gas naturaleko eta gasolio-galdarak bero-ponpekin ordezkutzen dira.

«**Klimatizazio elektriko**»: bai klimatizazio-sistemak, eta baita ur beroaren sistemak ere, elektrikoak dira eta horien elektrizitatea jatorri berriztagarrikoa da.

«**Hondakinen tratamendua**»: hiri-hondakinen gainerako frakzioa gaika biltzen da hondakinak nahasturik bildu beharrean. Gainera, hondakinen tratamendua aldatzen da: errausketaren edo zabortegian uztearen orde, hondakinak proportzio berean (1/3) konpostatzera, birziklatzera eta zabortegira bideratzen dira.



**4. irudia:** Proposatutako agertokiaren ingurumen-inkaktuaren aldaketa ehunekoetan adierazita erreferentziazko 2016 urteko agertokiarekiko. Inkaktuak aldaketaren balioen arabera bereizi dira ordenatu-ardatzean eskala desberdinak adierazteko: -% 4-1 (goiko grafikoa) eta -% 40-10 (beheko grafikoa). ±% 0,1 baino txikiagoak diren aldaketaren balioak ez dira adierazi.

«**Garraio publikoa**»: kotxe bidezko bidaiak garraio publikora aldatzen dira, bidaien erdia ikasleen kasuan eta herena langileen (IIP eta AZP) kasuan.

«**Blended working**»: fakultate eta zentroetara joatea murrizten da. Ikasleen bertaratzea % 50 da, langileena % 75, gainerako lanaldia online eginez.

Proposatutako sei agertokiaren ingurumen-aztarnaren murrizketa erreferentziazko agertokiarekiko, 4. irudian ikus daiteke ingurumen-inkaktu kategoriatan bakoitzeko. Agertoki bakoitzaren murrizketa oso desberdina da: «Hondakinen tratamendua», «Blended working» eta «Garraio publikoa» agertokiak murrizketa handiena dutenak dira (beheko 4. irudia), adibidez, *ur gezako ekotoxikotasunean* -%79,6, -% 28,9 eta -% 28,1 aldaketa dute hurrenez hurren. Beste kategoriatan agertoki horien aldaketa nabarmena da, esaterako *itsasoko ekotoxikotasunean* (-% 20,9, «Hondakinen tratamendua» agertokian), *giza toxikotasunean* (-% 15,4 eta

-% 15,2, «Garraio publikoa» eta «Blended working», hurrenez hurren) eta *baliabide abiotikoen agortzean - elementuak* (-% 16,1 eta -% 12,6, «Garraio publikoa» eta «Blended working», hurrenez hurren). Beste agertoki batzuetan murrizketa txikiagoa da: «Ordenagailuak» agertokian murrizketa handieneko kategoriatan *baliabide abiotikoen agortzea-elementuak* da (-% 8,0) eta «Bero-ponpak» agertokian *baliabide abiotikoen agortzea-erregai fosilak* (-% 4,5). Azkenik, «Klimatizazio elektrikoa» agertokian, nahiz eta *klima-aldaketa* (-% 1,9) eta *erregai fosilen agortzea* (-% 4,7) kategorietan inkaktu murriztu, zenbait inkaktu kategorietan, batez ere *ur gezako ekotoxikotasunean* (-% 5,6), inkaktu handitzen da.

Agertokiak alderatzearen analisi teknikoa aurretiko fasean dago, baina lortutako lehen emaitzen arabera balorazio hoberena duen agertokia «Blended working» da eta horren atzetik «Garraio publikoa». Alabaina, nahiz eta ekonomikoki bideragarria izan daitekeen «Blended

working» agertokiak UPV/EHUren barneko oztopoak ditu. Izan ere, zenbait irakaskuntza-jarduera praktikoa nahitaez presentzialak izan behar dira, besteak beste, laborategi-praktikak, tailerrak edota landa-praktikak. Bestalde, «Garraio publikoa» agertokiak oztopo pertsonalak ditu, garraio-ohiturak aldatzea zaila da-eta. Beraz, azterketa sakonagoa egin behar da, baina ondorio modura garraio ohiturak aldatu beharko liratekeela esan daiteke, hau da, mugikortasuna murriztea eta kolektiboki desplazatzea.

### 3.3. Ingurumen-aztarna: COVID-19aren ondoriozko agertokiak

2020. urtean, COVID-19aren pandemiaren ondorioz, UPV/EHUK haren jarduera akademikoa egokitu behar izan zuen (UPV/EHU, 2020), estatu espainiarrean alarma-egoerak ezarritako konfinamenduaren ondorioz (Real Decreto 463/2020). Ingurumen-aztarna kalkulatzeko bi agertoki kontuan hartu dira eta horien inbentarioaren xehetasunak 2. taulan bildu dira.

«Konfinamendua» agertokian UPV/EHUko ikasle zein irakasle, funtsezko eginkizunik betetzen ez duten gainerrako herritarrek bezala, etxetik egin zituzten irakaskuntza- eta ikaskuntza-lanak. Beraz, jarduera-akademikoa guztia online eta bideokonferentziaz egin zen, inolako mugikortasunik gabe. «Konfinamendua» agertokia martxoaren erdialdean hasten da, alarma-egoeraren ondorioz konfinamendua ezarri zenean. Irakasleentzat 18 asteko iraupena du, uztailaren erdialdera arte, orduetik distantzia soziala mantenduz gero, lantokira joatea posiblea zelako. Ikasleentzat 7 asteko iraupena du, martxoaren erdialdetik, bigarren lauhilekoa maiatzaren erdialdean amaitu arte eta udaberriko oporraldia kenduta.

«Konfinamendu» eta «Edonon» agertokiaren bitarteko trantsizio-epea, uztailaren erdialdetik abuztuaren bukaera arte, ez da kontuan hartu. Izan ere, udako oporrak aparte, zenbait zeregin desberdin egin ziren, hala nola azterketak prestatzea eta egitea, gradu eta master amaierako lanen defentsak prestatzea eta egitea, langileriaren kudeaketa lanak, etab.

## 2. taula

### COVID-19aren pandemiaren ondoriozko «Konfinamendua» eta «Edonon» agertokiaren inbentarioen ezaugarri bereizgarriak: epeak eta iraupena, garraio-beharrak, energia-kontsumoak (UPV/EHUn eta etxebizitzatan), material-kontsumoak eta hondakinen ekoizpena

| Ezaugarria                                      | Inbentarioa                                  | Konfinamendua   | Edonon   |
|---|--|---|--|
|   | Agertokia                                    |   |  |
| Epea eta iraupena                               | Langileria<br>Ikasleak                       | 2020/03/15-2020/07/15 (18 aste)<br>2020/03/15-2020/05/15 ( 7 aste)  | 2020/09/01-2020/12/31 (17 aste)<br>2020/09/06-2020/12/19 (15 aste) |
| Garraioa<br>(desplazamenduak)                   | Egunerokoak<br>Asteburukoak<br>Puntualak     | % 0<br>% 0<br>% 0   | % 75<br>% 50<br>% 0  |
| Energia-kontsumoaren<br>aldaketa UPV/EHUn       | Elektrizitatea<br>Gas naturala<br>Gasolioa   | -3,384 MWh<br>-4,032 MWh<br>-14,432 L   | +0 MWh<br>+3,310 MWh<br>+11,963 L                                  |
| Energia-kontsumoaren<br>aldaketa etxebizitzetan | Elektrizitatea<br>Gas naturala<br>Gasolioa   | +72.5 MWh<br>+2,166.2 MWh<br>+554.6 L   | +58.7 MWh<br>+1,492 MWh<br>+382 L                                  |
| Materialen kontsumoa                            | Erabilitako ekipamendu<br>informatiko berria | 136 ordenagailu eramangarri<br>50 datu-txartel<br>33 USB modem<br>325 instalazio finko eta 93 instalazio<br>mugikor ikasgelatan | 503 ordenagailu eramangarri<br>(17 aste, 7 urteko bizitza)         |
| Hondakinen ekoizpena                            | Sortutako hondakinak                         | Natura, bilketa eta azken tratamenduak ez dira aldatzen, hondakinak sortzen diren lekua baino ez da aldatzen.                   |  |

«Edonon» agertokian jarduera-akademikoa egokitu zen eta presentzialtasuna murriztu zen (eguneroko bidaetan irakasleen mugikortasuna % 75 suposatu da eta ikasleena % 50). Irakasleentzat irailaren hasieratik abenduaren bukaera arte, guztira 17 asteko iraupena du. Ikasleentzat ordea 15 asteko iraupena, lehen lauhilekoa, kontuan hartu da, irailaren bigarren astetik eta abenduaren hirugarren astean klaseak bukatu arte.

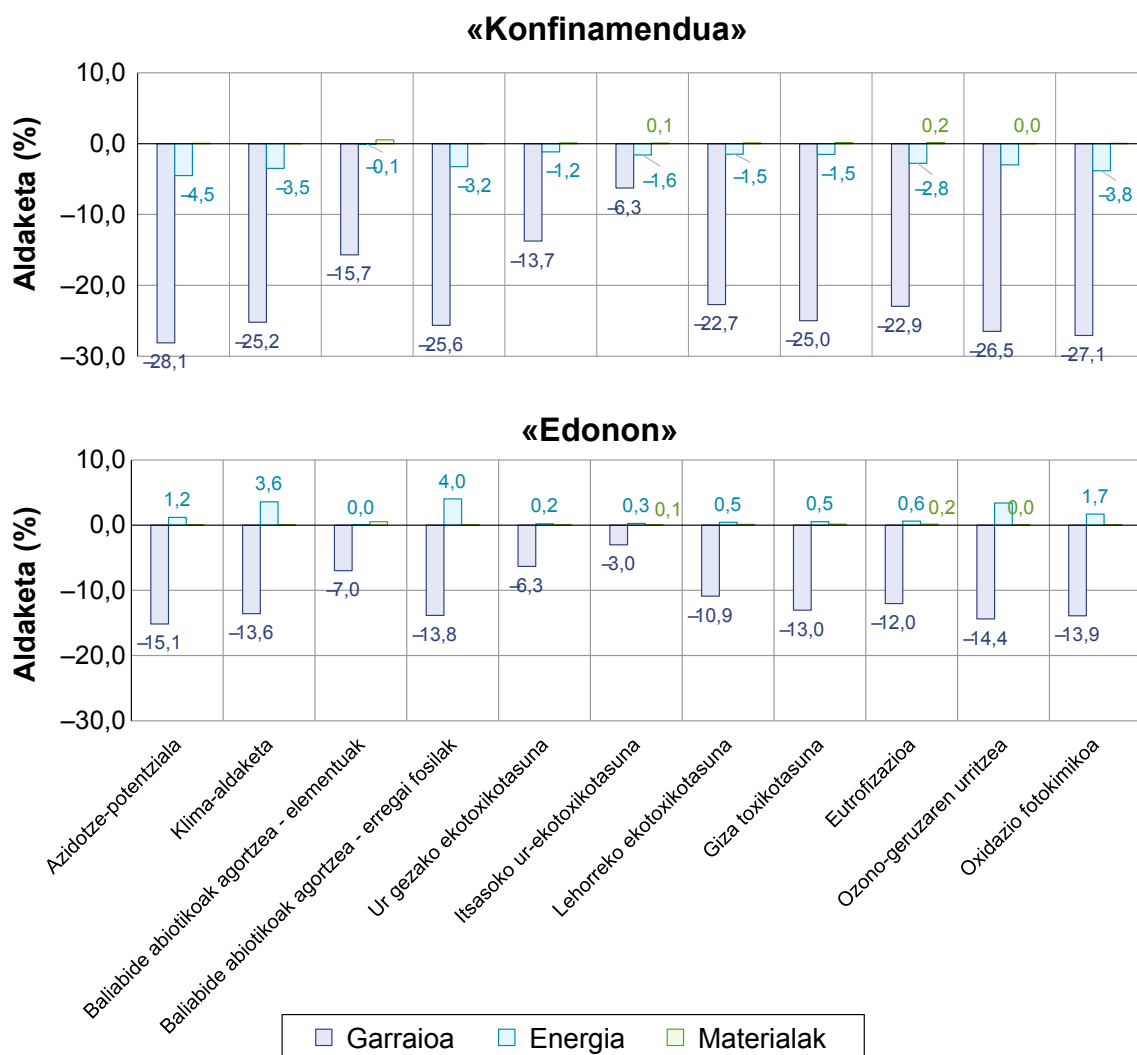
Energia kontsumoaren erreferentzia modura 2016. urtea hartu da, urte osoko kontsumoak: elektrizitatea 33.954 MWh, gas naturala 35.110 MWh eta gasolioa 152.694 L. Kontsumoen datuak 2020. urteko baldintza klimatikoetara doitzeko gradu-egun faktorearekin zuzendu dira (2020. urtea beroagoa izan zen 2016. urtearen aldean). Urte osoko kontsumoak, COVID-19 pandemiarik gabe, hauek dira: elektrizitatea 33.845 MWh (jatorri erabat berriztagarria), gas naturala 29.148 MWh eta gasolioa 109.070 L. 2. taulan «Konfinamendua» eta «Edonon» agertokietan UPV/EHUn eta etxebizitzetan estimatutako energia-kontsumoen aldaketak bistaratu daitezke. Izan ere, konfinamenduan UPV/EHUn energia kontsumoa zertxobait murriztu zen bitartean, etxebizitzetan handitu zen (kontsumo elektrikoa izan ezik, mantentzen dena). «Edonon» agertokian energia kontsumoa handitu zen bai UPV/EHUn, bereziki ikasgelak aireztatzearen ondorioz, eta baita etxebizitzetan ere te-lelana egitearen ondorioz, unibertsitatean baino neurri txikiagoan bada ere.

Material-kontsumoaren igoerari dagokionez, ekipamendu informatiko berria erosi behar izan zen bi agertokien irakaskuntza-egoera berriei aurre egiteko, ba-

liabiderik ez zuten ikasle zein irakasleentzat. 3. taulan UPV/EHUK hornitutako ekipamendu informatiko berriaren informazioa biltzen da. Nahiz eta «Konfinamendu» zein «Edonon» agertokietan erabili ziren, ez dira kontuan hartu erabiltzaileek konfinamenduaren aurretik zituzten ekipamendu informatiko pertsonalak. Azkenik, hondakinen ekoizpenean ez da aldaketarik kontuan hartu, hondakinak sortzen diren lekua baino ez delako aldatzen, eta horien natura, bilketa eta azken tratamenduak berdinak direlako.

Modelizazioa egiteko CML *Midpoint* metodologia erabili da. Ingurumen-inpaktu guztiak neurri handiagoan edo txikiagoan, murrizten dira erreferentziazko agertokiarekiko, bai «Konfinamendua» eta baita «Edonon» agertokian ere (5. irudia).

Prozesu desberdinen ekarpena aztertzen bada, murrizketa handieneko prozesua garraioa da, inpaktukategoria guztietan bai «Konfinamendua» agertokian (-% 6,3-tik -% 28,1-era) eta baita «Edonon» agertokian ere (-% 3,0-tik -% 15,1-era), azken agertoki honetan nolabaiteko mugikortasuna baitzegoen. Energia-kontsumoaren ekarpenari dagokionez, «Konfinamendua» agertokian gutxi murriztu zen (-% 4-5 gehienez), nahiz eta UPV/EHUn energia kontsumoa murriztu, etxebizitzetan energia kontsumoa handitu zelako. «Edonon» agertokian, energia-kontsumoaren ondorioz, ingurumen-inpaktuak zertxobait handitu ziren (+% 4 gehienez), ikasgelak aireztatzearen ondorioz energia-kontsumoa handitu zelako. Azkenik, ekipamendu informatiko berria hornitzearen ondorioz ingurumen-inpaktuak bi agertokietan neurri oso txikian handitu ziren (+% 0,6 gehienez).



**5. irudia:** COVID-19aren ondoriozko «Konfinamendua» eta «Edonon» agertokietako ingurumen-inpaktuen aldaketa erreferentziazko agertokiarekiko (2020. urtea, COVID-19 pandemiarik gabe). Aldaketak ehunekoetan adierazi dira prozesuka berezituta: garraioa, energia-kontsumoa eta materialen kontsumoa.  $\pm$ 0,1 baino ekarpen txikiagoa duten inpaktuen balioak ez dira adierazi.

#### 4. Ondorioak

Artikulu honetan Euskal Herriko Unibertsitatearen (UPV/EHU) jarduera akademikoaren ingurumen-aztarna kalkulatu da, bizi-zikloaren ikuspegitik. Goi-mailako hezkuntzako erakundeen testuinguruan ingurumen-aztarna kalkulatzeko egindako azterketa bakanetako bat da hau. Izan ere, azterketa gehienek inpaktu-kategoria bakar batzuk baino ez dituzte barne hartzen, oro har, klima-aldaketarekin edo karbono-aztarnarekin lotutakoak. Lan honetan, 2016. urtea oinarri modura, eta 2016/17 ikasturteko UPV/EHUren erabil-tzaile guztien % 96,8 kontuan hartu dira. Modelizazioa

egiteko Ecoinvent datu-basea, OpenLCA software li-brea eta CML midpoint ebaluazio-metodologia erabili dira. Lortutako emaitzen arabera, UPV/EHUren ingurumen-aztarnaren % 60 inguru garraioari zor zaio aztertutako ingurumen-inpaktuaren kategoria gehien-tan. Bestalde, energia- eta material-kontsumoek eta hondakinen tratamenduak ekarpen txikiagoa dute. Erabiltzaile bakoitzeko sortzen diren inpaktuak txikia-goak dira hiriguneetan dauden fakultate eta zentroetan, batez ere garraio publikoaren bidez bertaratzea errazagoa delako. Hiriguneetatik aldentuta dagoen Leioako Campuseko inpaktuak handiagoak dira bertaratzeke zenbaitetan auto pribatua erabiltzen da eta.

Hortaz, garraio ohiturak aldatu beharko lirateke, mugikortasuna murrizteko eta garraio publikoaren erabilera sustatzeko.

Ingurumen-aztarnaren kalkulua tresna eraginkorra da UPV/EHUren jarduera akademikoaren ondoriozko inpaktuak kalkulatzeko eta ingurumen-inpaktuak murrizteko neurri posibleak ebaluatzeko eta proposatzeko, iraunkortasunaren bidean aurrera egiteko. Etorkizunera begirako agertokien azterketaren arabera, «Blended working» eta «Garraio publikoa» dira ingurumen-inpaktu murrizketa nabarmenena sortarazten duten agertokiak. Alabaina, agertokien arteko alderaketak analisi sakonagoa eskatzen du, bai horien egokitasuna zein bideragarritasuna zehazte aldera.

COVID-19aren pandemiaren «Konfinamendua» eta «Edonon» agertokietan ingurumen-aztarna murriztuz, batez ere, garraioa murriztearen ondorioz (% 20 inguruko murrizketa inpaktu-kategoria gehienetan). Energia-kontsumoaren murrizketa txikiagoa da «Konfinamendu» agertokian eta zertxobait handiagoa «Edonon» agertokian, ikasgelak aireztatzearen ondorioz. Ekipamendu informatiko berria erostearen ondoriozko inpaktuen igoera txikia da.

Beraz, UPV/EHUn hobekuntza-tartea badago, baina neurri zehatzak ezartzeko azterketa sakonagoa egin behar da erakundearen kudeaketan zuzenean parte hartzen dutenen partaidetzarekin. Hori horrela, ekonomia zirkularreko kudeaketa-ereduak ezartzea, etengabeko hobekuntza-zikloaren sistematika aplikatzeko (planifikatu-egin-egiazatu-jokatu) proposatzen da. Horrez gain, informazio- eta sentsibilizazio-kanpainak egin behar dira unibertsitateko langileentzat eta ikasleentzat. Azkenik, inbentario-datuak biltzeko metodologian hobekuntza nabarmenak egin daitezke datuak modu normalizatu eta sistematikoan biltzeko. Hala ere, lan honetan biltzen diren metodologia eta ondorioak beste Goi Mailako Hezkuntzako erakundeetan aplikatu daitezke.

Etorkizuneko ikerkuntzan, lanaren mugak gainditzea espero dugu, UPV/EHUren progresioa iraunkortasunerantz ebaluatzeko metodologia eguneratu eta hobetu batekin. Lehenengo eta behin, inbentarioko datuak eguneratu eta oinarri modura 2024 urtea erabiliko dugu. Bigarrenez, lan honen irismenetik kanpo geratu diren zenbait erabiltzaile (hala nola, Bilboko Ingeniaritza Eskolako Portugaleteko eraikinekoak), material eta kontsumo (esaterako, laborategietarako gas-botilak), etab. kontuan hartuko ditugu. Azkenik, ingu-

rumen-aztarna kalkultzeko Ecoinvent datu-basearen eta OpenLCA programaren bertsio eguneratuak erabiliko ditugu. Horri guztiari esker, azterketa sakonagoa egingo dugu, UPV/EHU komunitate osoaren eta UPV/EHUko kudeatzaileen parte-hartzearekin erabaki zehatzak hartu ahal izateko ekonomia zirkularrerako unibertsitate jasangarriago baterako.

## 5. Eskerrak

UPV/EHUko Zientzia eta Gizarte Garapenaren eta Transferentziaren arloko errektoreordetzari, Campus Bizia Lab programako proiektuek jasotako dirulaguntzagatik: EHU-Aztarna (CBL 2017/18, 2018/19 eta 2019/20 deialdiak), EHU-Aztarna 2 (CBL 2020/21, 2021/22 eta 2022/23 deialdiak), EHU Aztarna 2024 (CBL 2023/2024).

## 6. Interes-gatazka

Egileek artikulu honetan jorratzen den gaiari dagokionez interes-gatazkarik ez dutela adierazten dute.

## 7. Egiletza eta ekarpenak

Egile guztiek parte hartu dute ikerkuntzaren diseinuan eta baita eskuizkribuaren berrikusketan. Aurkeztutako artikulua azken bertsioa onartu dute. Hona hemen egileen ekarpenaren xehetasunak: M. de Blas, G. Bueno, E. Perez-Iribarren: datuak bildu, modelizazioa egin, emaitzak eztabaidatu eta eskuizkribua prestatu, I. Zuazo, E. Torre-Pascual: garraioaren inguruko datuak bildu eta modelizazioa egin. O. Akizu: modelizazioa egin. I. Etxano, A. Erauskin-Tolosa, I. Barinaga-Rementería: etorkizunerako agertokien analisisia egin, Unai Tamayo: COVID19aren agertokiak berrikusi, I. Barrio eta G. Zulueta: inbentarioko datuak bildu.

## 8. Erreferentziak

Bueno, G., de Blas, M., Pérez-Iribarren, E., Zuazo, I., Torre-Pascual, E., Erauskin, A., Etxano, I., Tamayo, U., García, M., Akizu-Gardoki, O., León, I., Marieta, C., Zulueta, G., Barrio, I. (2021). The environmental and social footprint of the university of the Basque Country UPV/EHU. *Journal of Cleaner Production*, 315, 128019, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128019>

- Bueno, G., de Blas, M., Pérez-Iribarren, E., Zuazo, I., Torre-Pascual, E., Erauskin, A., Etxano, I., Tamayo, I., García, M., Aki-zu-Gardoki O., León, I., Marieta, C., Zulueta, G., Barrio, I. (2022). Dataset on the environmental and social footprint of the University of the Basque Country UPV/EHU. Data in Brief, 41, 107847 <https://doi.org/10.1016/j.dib.2022.107847>
- Clabeaux, R., Carbajales-Dale, M., Ladner, D., Walker, T. (2020). Assessing the carbon footprint of a university campus using a life cycle assessment approach. Journal of Cleaner Production, 273, 122600 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122600>
- Deda, D., Gervásio, H., Quina, M. J. (2023). Bibliometric Analysis and Benchmarking of Life Cycle Assessment of Higher Education Institutions. Sustainability 15 (5), 4319, <https://doi.org/10.3390/su15054319>
- Erauskin-Tolosa, A., Bueno, G., Etxano, I., Tamayo, U., García, M., de Blas, M., Pérez-Iribarren, E., Zuazo, I., Torre-Pascual, E. Akizu-Gardoki, O. (2021). Social organisational LCA for the academic activity of the University of the Basque Country UPV/EHU. The International Journal of Life Cycle Assessment, 26, 1648-1669. <https://doi.org/10.1007/s11367-021-01940-y>
- Europako Batzordea (2013). Recomendación de la Comisión, de 9 de abril de 2013, sobre el uso de métodos comunes para medir y comunicar el comportamiento ambiental de los productos y las organizaciones a lo largo de su ciclo de vida. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=OJ:L:2013:124:FULL&from=EN> Eguneratze-data: 2024/05/20
- Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU (2015). EHUagenda 2030-iraunkorta-suna-Iraunkortasuna-UPV/EHU, <https://www.ehu.es/eu/web/iraunkortasuna/ehuagenda-2030> Eguneratze-data: 2024/05/20.
- Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU (2017a). Iraunkortasuna eta gizarte konpromisoa. Campus Bizia Lab. <https://www.ehu.es/eu/web/iraunkortasuna/campus-bizia-lab> Eguneratze-data: 2024/05/20.
- Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU (2017b). Iraunkortasunaren arloko Zuzendaritza. Iraunkortasun Memoria, 2017. <https://www.ehu.es/documents/4736101/5518493/Iraunkortasunaren-arloko-zuzendaritza-memoria-2017.pdf/b632e744-c95d-ffac-af3-36c76d807b5e?t=1541158882000> eguneratze-data: 2024/05/20
- Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU (2020). EHU edonondik. <https://www.ehu.es/eu/ehu-edonondik/estrategia> eguneratze-data: 2024/05/20
- Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU (2024a). Ikastegien kokapena. <https://www.ehu.es/eu/ikastegien-kokapena> Eguneratze-data: 2024/05/20
- Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU (2024b). Campus Bizia Lab Proiektuak. EHU-Aztarna2024. EHU-Aztarna2024 / Era-kundeko ingurumen- eta gizarte-aztarnaren kalkulua, UPV/EHU <https://www.ehu.es/eu/web/iraunkortasuna/ehu-aztarna2024> Eguneratze-data: 2024/05/20
- Filimonau, V., Archer, D., Bellamy, L., Smith, N., Wintrip, R. (2021). The carbon footprint of a UK University during the COVID-19 lockdown. Science of the Total Environment, 756, 143964. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143964>
- Forin, S., Mikosch, N., Berger, M., Finkbeiner, M. (2019). Organizational water footprint: a methodological guidance. The International Journal of Life Cycle Assessment 1-20, <https://doi.org/10.1007/s11367-019-01670-2>
- Gamarra, A.R., Herrera, I., Lechón, Y. (2019). Assessing sustainability performance in the educational sector. A high school case study. Science of The Total Environment 692, 465-478, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.264>
- Guinée, J.B.; Gorrée, M.; Heijungs, R.; Huppes, G.; Kleijn, R.; Koning, A. de; Oers, L. van; Wegener Sleswijk, A.; Suh, S.; Udo de Haes, H.A.; Bruijn, H. de; Duin, R. van; Huijbregts, M.A.J. (2002) Handbook on life cycle assessment. Operational guide to the ISO standards. I: LCA in perspective. IIA: Guide. IIB: Operational annex. III: Scientific background. Kluwer Academic Publishers, ISBN 1-4020-0228-9, Dordrecht.
- Gulcimen, S., Qadri, S., Donmez, R. O., Uzal, N. (2023). A holistic sustainability assessment of a university campus using life cycle approach. International Journal of Environmental Science and Technology, 20, 3309-3322, <https://doi.org/10.1007/s13762-022-04214-8>
- Ihobe (2021). Ingurumen-Aztarna Korporatiboa aplikatzeko gidaliburu metodologikoa. <https://www.ihobe.es/argitalpenak/ingurumen-aztarna-korporatiboa-aplikatzeko-gidaliburu-metodologikoa-4> Eguneratze-data: 2024/05/20
- Ingartek, (2018). Diagnóstico de movilidad de la UPV/EHU - Sostenibilidad - UPV/EHU. <https://www.ehu.es/documents/4736101/10451051/Presentacion-Diagnostico-Movilidad-UPVEHU-2018.pdf/4403ed7c-88c6-bc22-f46c-d08288826be0> Eguneratze-data: 2024/05/20
- Lo-Iacono-Ferreira, V. G., Torregrosa-López, J. I., Capuz-Rizo, S. F. (2017). Organizational life cycle assessment: suitability for higher education institutions with environmental management systems. The International Journal of Life Cycle Assessment, 22, 1928-1943, <https://doi.org/10.1007/s11367-017-1289-8>
- Manzardo, A., Loss, A., Mazzi, A., Scipioni, A. (2016). Environmental Footprints and Eco-Design of Products and Processes. Springer 2016, pp. 47-73.
- Martinez, S., Delgado, M.D.M., Martínez Marín, R., Alvarez, S. (2019). Organization Environmental Footprint through Input-Output Analysis: A Case Study in the Construction Sector. Journal of Industrial Ecology, 23, 879-892, <https://doi.org/10.1111/jiec.12827>
- Neppach, S., Nunes, K. R. A., Schebek, L. (2017). Organizational Environmental Footprint in German construction companies. Journal of Cleaner Production, 142, 78-86, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.065>
- Qiu, Y., Dong, Y. (2024). Life cycle assessment of campuses: A systematic review. Energy and Buildings, 319, 114455, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2024.114455>
- Real Decreto 463/2020, de 14 de marzo, por el que se declara el estado de alarma para la gestión de la situación de crisis sanitaria ocasionada por el COVID-19. Boletín Oficial del Estado. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2020-3692>

De Blas, M.; Pérez, E.; Zuazo, I.; Torre, E.; Akizu, O.; Etxano, I.; Erauskin, A.; Barinaga, I.; Tamayo, U.; Barrio, I.; Zulueta, G.; Bueno, G.

- Resta, B., Gaiardelli, P., Pinto, R., Dotti, S. (2016). Enhancing environmental management in the textile sector: An Organizational-Life Cycle Assessment approach. *Journal of Cleaner Production*, 135, 620-632, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.135>
- Silva, D. A. L., De Oliveira, J. A., Saavedra, Y. M., Ometto, A. R., i Pons, J. R., Durany, X. G. (2015). Combined MFA and LCA approach to evaluate the metabolism of service polygons: A case study on a university campus. *Resources, Conservation and Recycling*, 94, 157-168, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.11.001>
- UNEP/SETAC (2015). *Guidance on Organizational Life Cycle Assessment*. Life-Cycle Initiative. Paris, France.
- United Nations (2015). *General Assembly Resolution A/RES/70/1. Transforming Our World, the 2030 Agenda for Sustainable Development*. <https://sdgs.un.org/2030agenda> Eguneratze-data: 2024/05/20.
- Valls-Val, K. eta Bovea, M. D. (2022). Carbon footprint assessment tool for universities: CO2UNV. *Sustainable Production and Consumption*, 29, 791-804. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.11.020>
- Wang, Q. C., Lu, T., Chen, H. S., Wang, L., Jia, J., Chen, W. Q. (2024). Tracing environmental footprint of copper wire rod manufacturing in China. *Resources, Conservation and Recycling*, 204, 107503.
- Yañez, P., Sinha, A., Vásquez, M. (2019). Carbon footprint estimation in a university campus: Evaluation and insights. *Sustainability*, 12(1), 181 <https://doi.org/10.3390/su12010181>
- Zuazo, I., Torre-Pascual, E., Bueno, G., Tamayo, U., Saez de Cámara, E., de Blas, M., Pérez-Iribarren, E., Erauskin, A., Etxano, I., Akizu-Gardoki, O., Barinaga-Rementeria, I. (2024). The environmental impact of transport in the University of the Basque Country (prestaketa-prozesuan).