



IKER
GAZTE
NAZIOARTEKO
IKERKETA EUSKARAZ

V. IKERGAZTE

NAZIOARTEKO IKERKETA EUSKARAZ

2023ko maiatzaren 17, 18 eta 19a
Donostia, Euskal Herria

ANTOLATZAILEA:
Udako Euskal Unibertsitatea (UEU)



Aitortu-PartekatuBerdin 3.0

ZIENTZIAK ETA NATURA ZIENTZIAK

**Ekosistema zerbitzuen ebaluazioa
lurraldea-antolamenduan
integratzen Urdaibaiko Biosfera
Erreserban**

*Unai Ortega Barrueta,
Ibone Ametzaga Arregi,
Unai Sertutxa Irazola
eta Lorena Peña Lopez*

341-348 or.

<https://dx.doi.org/10.26876/ikergazte.v.05.43>

ANTOLATZAILEA:



BABESLEAK:



LAGUNTZAILEAK:



Ekosistema zerbitzuen ebaluazioa lurraldea-antolamenduan integratzen Urdaibaiko Biosfera Erreserban

Unai Ortega, Ibone Ametzaga, Unai Sertutxa eta Lorena Peña
Euskal Herriko Unibertsitatea (Landareen Biologia eta Ekologia Saila)
Unai.ortegab@ehu.eus

Laburpena

Habitaten fragmentazioa gure planetak bizi duen biodibertsitatearen galeraren arrazoi nagusietako bat da. Horrek eragin zuzena izan du ekosistemen funtzionamenduan eta, ondorioz, ekosistemen zerbitzuen (EZ) horniduran. Horregatik, Europako Batzordeak, 2013ko komunikazio batean, Azpiegitura Berdea (AB) kontzeptua ezarri zuen, biodibertsitatea, konektibitate ekologikoa eta kapital naturala babesteko helburuarekin. Ikerlan gehienek animalien mugimenduan oinarrituta ABak identifikatzen dituzte, EZen hornidura kontuan hartu gabe. Ikerlan honetan, AB identifikatzeko metodo berri bat aurkezten da, animalien mugimendua zein EZen hornidura kontuan harturik. Metodologia berria Urdaibaiko Biosfera Erreserban (UBR) inplementatu zen. Bertako ABa identifikatzeko xedeaz, bai espezieen mugimenduan oinarrituriko ikuspuntua eta bai EZetan oinarrituriko ikuspuntua, biak integratu genituen kostu txikieneko bidea (least-cost path) deritzona erabiliz. Identifikatutako ABak UBRaren azaleraren %36 hartu zuen. EZ hornidura kontuan hartu izanari esker, ekosistema garrantzitsuak sartu ziren amaierako ABan, hala nola larre-belardiak eta padurak. Lortutako informazioa baliagarria izan daiteke erreserbako naturaguneetan lan egiten duten organizazio eta erakundeentzat.

***Hitz gakoak: Azpiegitura berdea, Sare ekologikoa, Ekosistema Zerbitzuak,
Gutxieneko kostuaren ibilbide-metodoa***

Abstract

Habitat fragmentation is one of the major causes of the biodiversity loss our planet is experiencing. This affects the functioning of ecosystems, which in turn affects the provision of ecosystem services (ES). Therefore, in a 2013 communication, the European Commission introduced the concept of green infrastructure (GI), which aims to protect biodiversity and ecological connectivity, as well as natural capital. Most studies base their GI on the movement of animals, regardless of the supply of ES. This study presents a new method of identifying a GI, taking into account both the movement of animals and the supply of ES. The new methodology was implemented at the Urdaibai Biosphere Reserve (UBR). In order to identify the local GI we integrated a multispecies approach and an ES-based approach using the least-cost path. The resultant GI included 36% of the UBR surface. By integrating the ES-based approach, important ecosystems such as meadows and marshes were introduced into the final GI proposal. The information obtained may be useful to institutions and organizations working in the restoration of the UBR wilderness.

Keywords: Green Infrastructure, Ecological network, Ecosystem Services, Least-cost path method

1. Sarrera eta motibazioa

Habitataren galera eta paisaiaren fragmentazioa biodibertsitatearen galeraren eta espezieen galeraren eragile nagusiak dira (Haddad et al., 2015). Biodibertsitatearen galera horrek, arriskuan jartzen du ekosistemek ekosistema zerbitzuak (EZ) modu erresilientean emateko duten gaitasuna (Cardinale et al., 2012). Gainera, klima-aldaketa dela eta, espezieak in situ aldatzen diren baldintzetara egokitu beharko dira edo paisai fragmentatuetatik sakabanatu klima egokiagoak bilatzeko (Root et al., 2003). Horregatik, Europako Batzordeak, 2030erako Biodibertsitate Estrategian, proposatzen du ekosistemak hobeto babestea eta berreskuratzea (Europako Batzordea, 2020). Hala eta guztiz ere, adostasun handia dago planetaren biodibertsitatea maila onargarrian mantentzea ezinezkoa dela eremu babestuetara mugatzen bagara, eta horregatik beharrezkoak direla tresna eta kudeaketa-eredu berriak (Mola et al., 2018).

Azken hamarkadetan, lurraldea kudeatzeko eredu berri bat sortu da. Eredu horrek, paisaiaren konektibitateaz gain, haren multifuntzionaltasuna (EZ ezberdinen hornidura eskaintzeko gaitasuna) barne hartzen du, biodibertsitatea kontserbatzeko eta etorkizuneko erronkei aurre egiteko, hala nola klima-aldaketa. Eredu hau Azpiegitura Berdea (AB) da, eta honela definitzen da: kalitate handiko naturguneen sare estrategikoki planifikatua, EZ ahalik eta gehien eskaintzeko eta biodibertsitatea babesteko diseinatua eta kudeatua, bai landa- eta hiri-kokalekuetan (Cannas et al., 2018). Europa mailan, "Azpiegitura Berdea: Europako kapital naturala indartzea" (Europako Batzordea, 2013) komunikazioak Europar Batasunaren AB estrategia garatzeko oinarriak ezartzen ditu; era berean, 2030erako Biodibertsitate Estrategiak adierazten du ABa sistematikoki integratu behar dela lurralde-plangintzan (Europako Batzordea, 2020). Gainera, Europako Parlamentuaren eta Natura Berritzeari buruzko Kontseiluaren erreglamendu proposamenak helburu gisa jarri du Europako habitat degradatuen %80 lehengoratzeko eta natura jatorrizko egoerara itzultzea ekosistema guztietan (Europako Batzordea, 2022). Espainiaren kasuan, Azpiegitura Berdeen eta Konektibitate eta Errestaurazio Ekologikoaren Estrategia Nazionala funtsezko plangintza-tresna da lurralde osoan hondatutako ekosistemak identifikatu, kontserbatu eta berreskuratzeko, eta haien artean, inguruko lurraldeekin eta sistema ekologikoekin lotzeko.

2. Arloko egoera eta ikerketaren helburuak

Paisaia-konektibitateari eustea funtsezkoa da populazioen iraupenerako, birkolonizazioa, urte-sasoiko migrazioa eta sakabanaketa bezalako prozesu dinamikoen ondorioz. Intereseko espezieen mugimenduei buruzko behaketetan oinarritutako loturak edo korridoreak identifikatzea estrategia aproposa litzateke eskualde baterako sare ekologikoak eraikitzeke (Feng et al., 2021). Izan ere, sare ekologiko koherente horien garapenak garrantzi handia izan du biodibertsitatea kontserbatzeko politiketan (Gurrutxaga & Saura, 2014). Ikerketa horietako gehienak espezie bakar baten mugimenduari buruzkoak dira (Feng et al., 2021; Gantchoff et al., 2021), eta oraintsuago, berriz, gero eta interes handiagoa dago espezie anitzentzako konektibitatea modelatzeko, elkarrekin bizi diren espezieen eta haien prozesu ekologikoen behar desberdinak asetzeko (Liu et al., 2018; Almenar et al., 2019). Gainera, azterlan batzuek EZen horniduran oinarritzen dituzte beren sareak, azpiegitura ekologikoen plangintzan EZren balioa maximizatzeke (Lee et al., 2014; Cannas et al., 2018).

Euskal Autonomia Erkidegoan (EAE) habitat naturalak oso fragmentatuta daude, industria guneen, nekazaritzaren intentsifikazioaren, baso-ustiapenaren eta lurraldeak jasan duen urbanizazio handiaren ondorioz (Gurrutxaga et al., 2010). Lurralde-Antolamendurako Gidalerro berriak (LAG) lurraldearen ABak identifikatzeko eta definitzeko arduradunak izan ziren. Horrela, EAEko ABa honako hauek osatzen dute: naturgune babestuak, naturgune garrantzitsuak eta aurreko hauek lotzen dituzten korridore ekologikoak. Hala ere, LAGek udalerrien eta eremu funtzionalen esku uzten dute ABren identifikazioa beren lurraldeetan eskala txikiagoetan (Eusko Jaurlaritza, 2016).

Lan honetan, Urdaibaiko Biosfera Erreserban (UBR) ABa identifikatzeko metodologia bat proposatu da, espezieen mugimendua kontuan hartuta zein EZn hornidura, biodibertsitatea eta paisaiaren konektibitatea babesteko helburuarekin.

3. Ikerketaren muina

3.1. Ikerketa gunea

Ikerketa hau Urdaibaiko Biosfera Erreserban (UBR) burutu zen. Erreserba honetan bertako basoak oso fragmentatuak aurkitzen dira espezie exotikoen baso-landaketen ondorioz (*Pinus radiata* D. Don eta *Eucalyptus globulus* Labill). Baso-landaketek UBRen azaleraren %50 hartzen duten arren

(Castillo-Eguskita et al., 2017), interes ekologiko handiko flora- eta fauna-mota ugari aurki daitezke, hala nola artadi kantauriarrak.

3.2. ABren identifikazioa

ABa identifikatzeko bi ikuspuntu erabili ziren: Hiru espezien mugimendua kontuan hartutako ikuspuntu bat eta EZen hornidura kontuan hartutako beste ikuspuntu bat (Liquete et al. 2015). Bi ikuspuntuak burutzeko metodologia berdina erabili zen, lehenengo konektatu beharreko gune nagusiak identifikatuz (Nukleo eremuak) eta ondoren konektibitate analisia burutuz. Konektibitate analisia egiteko gutxieneko kostuaren ibilbide-metodoa erabili zen bi ikuspegiatan. Horretarako *Linkage mapper* tresna erabili zen zeinak nukleo eremuen arteko ibilbide motzenak (LCP) identifikatzen dituen, paisaiaren elementuek espezieen mugimendua oztopatzen duten edo EZen hornidura murrizten duten kontuan hartuta. Tresna honek LCPak identifikatu ondoren korridore ekologikoak irudikatzen ditu. Hauek ibilbide zabalagoak dira LCPen inguruan eta biologikoki errealistagoak dira kontserbazioaren plangintzarako.

3.2.1. Espezie anitzen mugimendua kontuan hartzen duen ikuspuntua

Lehenik eta behin, aurretik egindako lanetan oinarrituta eta datuen eskuragarritasuna kontuan hartuta, lurraldean funtsezkoak diren eta ugaztun talde ezberdinak ordezkatzeko dituzten hiru espezie hautatu ziren (Eusko Jaurlaritzak, 2016):

- Orkatza (*Capraeus capraeus*): Baso hostoerorkor eta mediterraneoetan bizi da, oihanpe ugariko baso itxietan gehien bat, eta tarteka larreetan, sastraketan eta espazio irekietan aurkitu daiteke. Lurraldeko ugaztun handien taldearen ordezkari gisa aukeratu zen.
- Lepahoria (*Martes martes*): Hostoerorkorren eta koniferoen basoetan bizi da. Leku irekiak eta giza eragozpenak saihesten ditu. Mesomamiferoen taldearen ordezkari gisa hautatu zen.
- Muxar grisa (*Glis glis*): Baso-habitatego espezialista da. Baso hostoerorkor edo mistoetan bizi da. Etxaldeetatik eta parkeetan ere agertu daiteke. Ugaztun txikien taldearen ordezkari gisa aukeratu zen.

Bigarrenik, nukleo eremuak baso motaren eta baso horien tamainaren arabera hautatu ziren. 20 ha-tik gorako baso autoktonoak (baso misto atlantikoak, ibar-basoak eta artadi kantauriarrak) hautatu ziren (Eusko Jaurlaritzak, 2016). Amaitzeko, espezie bakoitzak mugitzeko orduan dituen lehentasunak kontuan hartuta, konektibitate-analisi bat egin zen espezie bakoitzarentzat sare-ekologikoak identifikatzeko. Horretarako, lurzoru-erabilera bakoitzari 1etik 1000ra bitarteko erresistentzia-balioak esleitu zitzaizkion, espezie bakoitzaren mugimendua zenbateraino oztopatzen duten arabera. Datu hauek EAerako Azpiegitura Berdearen Proposamenetik (Eusko Jaurlaritzak, 2016) lortu ziren.

Hurbilketa honetan, 13 nukleo eremu identifikatu ziren. Gehienak UBRren iparraldean aurkitzen ziren. Haietatik handienak artadi kantauriarrei zegozkien. Txikienak, ordea, baso misto atlantikoak ziren. Emaitzek adierazten zutenek, nukleo eremu horiek 23 korridorek lotzen zituzten orkatzen sare ekologikoan (azalera: 1042 ha; batez besteko luzera: 4,4 km), 20 korridorek lephoriarenean (azalera: 1380 ha; batez besteko luzera: 4,8 km), eta 23 korridorek muxar grisarenean (azalera: 610 ha; batez besteko luzera: 4,5 km). Guztira hiru sare ekologikoen korridoreek 1900 ha-ko azalera bete zuten, non %26a bi espezierentzat baliagarria zen eta %16a hiru espezieentzat. Korridore hauek, oro har, hirigune handienetatik eta artifizializatutako eremuetatik urruntzen ziren, batez ere lephoriaren korridoreen kasuan. Muxar grisaren korridoreak estuenak ziren, eta baso-landaketak saihesteko baso misto atlantikoak eta ibar-basoak aprobetxatzen zituzten. Orkatzen eta lephoriaren korridoreak, aldiz, zabalagoak ziren, eta ez zituzten koniferoen baso-landaketak saihesten.

3.2.2. EZen hornidura kontuan hartzen duen ikuspuntua

Ikuspuntu honetan, lehenik eskualdeko 7 erregulazio-zerbitzu garrantzitsuenak (Peña et al., 2020) aukeratu ziren: Ziko hidrologikoa erregulatzea, polinizazioa eta hazien sakabanatzea, karbono bahiketa, airearen kalitatea erregulatzea, habitata mantentzea, lurzoruaren emankortasunaren mantentzea eta suteen aurkako babesak. Ondoren, EZ hauen hornidura kartografiatu zen 1. Taula-ko indikatzaileak erabilia (Haines-Young & Potschin-Young, 2018; Peña et al., 2020).

1. Taula AB identifikatzeko aukeratutako EZ-ak, haien indikatzaileak eta hauek kalkulatzeko jarraitu den metodologia

Ekosistema zerbitzua	Indikatzailea	Kalkulatzeko metodologia
Ziklo hidrologikoa erregulatzea	Uraren Atxikipen Indizea (Water Retention Index)	$WRI = (WR_v R_v + WR_{gw} R_{gw} + WR_s R_s + W_{slope} Slope + WWB RWB) * (1 - R_a / 100)$ Non: WRI = Uraren Atxikipen Indizea $WR_v, WR_{gw}, WR_s, W_{slope}, WWB$ = Aldagai bakoitzari esleitutako pisuak R_v = Landarediak eragindako atxikipena R_{gw} = Lurpeko uretako atxikipena R_s = Lurzoruak eragindako atxikipena RWB = Ur-masen atxikipena R_a = Lurra iragazkaiztea
Polinizazioa eta hazien sakabanatzea	Habia egiten duten Polinizatzaileen Ugaritasunaren Indizea	InVEST programaren polinizazio moduluak
Karbono bahiketa	Karbono-biltegitratze osoa (Total Carbon Storage)	$TC = CLB + CDB + CS$ Non: TC = Karbono-biltegitratze osoa (tC/ha) CLB = C edukia biomasa bizian (tC/ha) CDB = C biomasa hila (tC/ha) CS = TC edukia lurzoruan (tC/ha)
Airearen kalitatea Erregulatzea	Airetik NO ₂ ezabatzeko gaitasuna.	$CE_{NO_2} = C_{NO_2} * Rd_{NO_2}$ Non: CE NO ₂ = Airetik NO ₂ ezabatzeko gaitasuna (µg/m ² s). C NO ₂ = Urteko NO ₂ kontzentrazioren bataz bestekoa airean (µg/m ³) Rd NO ₂ = Hostoetan NO ₂ -ren deposizio lehorren abiadura (ms ⁻¹)
Habitata Mantentzea	Habitataren Mantenuaren Indizea	$HM = W + S + P$ Non: HM = Habitataren Mantenuaren Indizea W = Bertako landare-espezie baskularren aberastasuna S = Segida ekologikoaren egoera P = Babestutako eremuak edo natura-intereseko eremuak
Lurzoruaren Emankortasunaren Mantenua	Lurzoruko goiko 30 cm-etan biltegitratutako karbono organikoaren edukia.	Eskuragai dagoen EAeko lurzoruko goiko 30 cm-etan biltegitratutako karbono organikoaren mapa erabili zen.
Suteen Aurkako Babesa	Baso-erregaien modeloak	Euskal Autonomia Erkidegoan suteen aurkako babes-plan bereziaren barruan aurkitzen diren baso-erregaien ereduak erabili ziren.

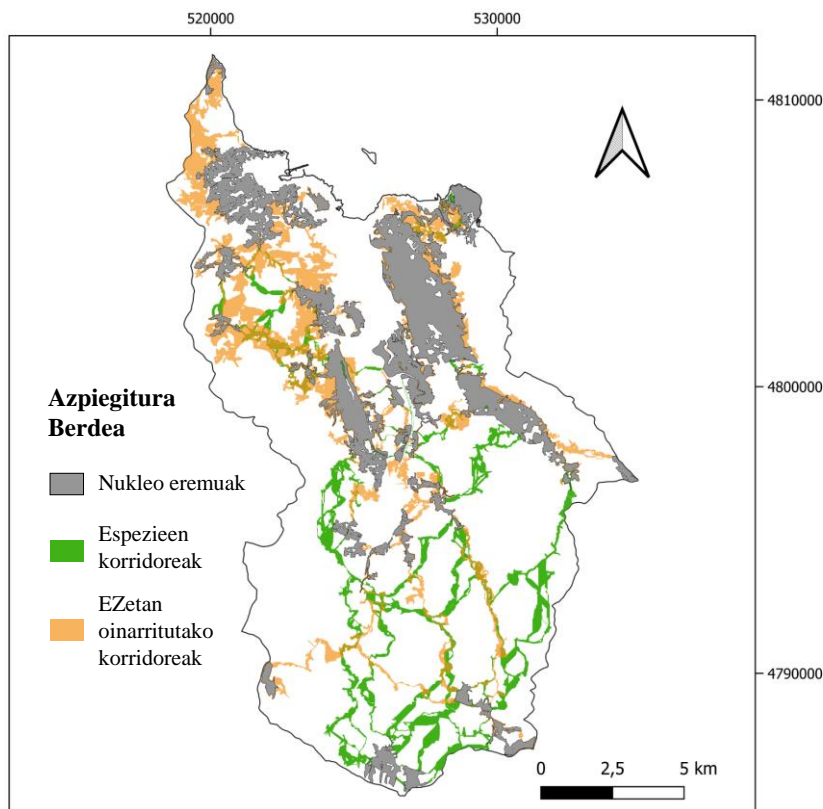
EZ kopuru handiena hornitzeko gai ziren eremuak area multifuntzional gisa identifikatu ziren eta haietatik 20 ha baino handiagokoak nukleo eremu gisa erabili ziren konektibitate analisirako. Azkenik, konektibitate analisia burutu zen aukeratutako eremuen arteko ibilbideak identifikatuz EZn hornidura handienetako eremuetatik. Horretarako, eremu bakoitzari 1etik 1000ra bitarteko erresistentzia-balioak esleitu zitzaizkion, EZn horniduraren arabera.

Ikuspuntu honetan 27 nukleo eremu identifikatu ziren. Hiru ugaztunen mugimenduetan oinarrituriko ikuspuntuan identifikatutako nukleo eremu guztiak bat zetozen eremu multifuntzionalekin, hegoaldean kokaturik zeuden bi izan ezik. Beste guztiak EZ hornidura handia eskaintzen zuten larre-belardiak eta padurak osatzen zituzten. Nukleo eremuak 39 korridorek lotzen zituzten (azalera: 2586 ha; batez besteko luzera: 2,2 km).

3.2.3. Amaierako Azpiegitura Berdea

Bi ikuspuntua konbinatuz, amaierako ABA lortu zen (1. irudia). Korridore guztien azalerak 3872 ha hartu zituen, eta nukleo eremuenak 3391 ha. Beraz, amaierako ABren azalerak UBR osoaren %36 hartu zuen. Amaierako ABren ekosistema ohikoena baso autoktonoak ziren (%37,4), eta ondoren baso-landaketak (%35,2). EZen hornidura kontuan hartu izanari esker, beste motako ekosistema garrantzitsuak ere sartu ziren amaierako ABan, hala nola larre-belardiak eta padurak.

1. Irudia Animalien mugimendua eta EZn hornidura kontuan harturiko amaierako Azpiegitura Berdea.



4. Ondorioak

Erabilitako metodologiaren bidez, biodibertsitatea eta konektibitatea mantentzen lagundu ahal duen eskala txikiko ABA identifikatu ahal izan dugu, espezieen mugimendua eta EZ hornidura kontuan hartuta. ABA identifikatzeko hiru espezie erabiliz, bat erabili beharrean ikerketa askotan

bezala (An et al. 2021; Feng et al., 2021), korridore sare konplexuagoa eta handiagoa lortu izan da. Hainbat espezieren konektibitatea aztertzearen erronka, metodorik egokiena eta zein konexio-mota erabili behar den zehaztea da. Izan ere, espezie ezberdinek habitat-lehentasun desberdinak eta behar desberdinak baitituzte. Espezie bakoitzaren konektibitatea banan-banan aztertzea eta ondoren sare ekologikoak konbinatzea aukeratu dugu kasu honetan (Liu et al., 2018; Khosravi et al., 2018).

Europar gero eta garrantzi handiagoa du eremu multifuntzionalak identifikatzeak, haien kontserbazioak biodibertsitatea kontserbatzen lagun baitezake, kapital naturala mantenduz (Schindler et al., 2016). Horregatik, lan honetan, eremu multifuntzionalak identifikatu eta haien arteko loturak ere sortu ziren, eremu isolatuak izan ez zitezen eta jarraitutasuna mantentzeko. EZen horniduran oinarritutako korridoreek larre-belardiak, baso autoktonoak, padurak eta zuhaixkak aprobetxatzen dituzte gutxieneko kostuko ibilbideak sortzeko. EZ buruzko ikerketa gehienak basoei, hezeguneei eta hiri-eremuei buruzkoak badira ere, larre-belardiak ekosistema oso garrantzitsuak dira EZak kontserbatzeko eta hobetzeko (Zhao et al., 2020). Era berean, padurak oso ekosistema garrantzitsuak dira UBRan, EZ asko eskaintzen baitituzte eta hegazti migratzaile espezie askoren habitata baitira. Ekosistema hauek ez ziren kontuan hartuko aukeratutako espezieen sare ekologikoak bakarrik erabiliz.

5. Etorkizunerako planteatzen den norabidea

Hainbat azterlanek adierazi dute UBRan baso misto atlantikoen fragmentazioak eragin negatiboa izan duela biodibertsitatean eta, ondorioz, EZen horniduran (Onaindia et al., 2013). Hori dela eta, ekosistema naturalak errestauratzeak garrantzi handia hartu du eremu honetan, non hainbat erakunde eta organizazio baso autoktonoa berreskuratzeko lan handia egiten ari baitira. AB honetaz baliatuz, priorizatu ahal izango genituzke basoberritzerako egokienak diren eremuak, egungo sarearen konektibitatea, kalitatea eta ZEen hornidura hobetzeko. Horretarako zirkuitoentzoria erabili genezake jakiteko zeintzuk diren korridore garrantzitsuenak eta zein eremutan diren sare ekologikoak ahulagoak. Gainera, espezie ezberdinetako korridoreak non gainjartzen diren aztertuz, konexiorako garrantzi handiko eremuak aurkitzen lagundu ahal digu (Liu et al., 2018). Informazio hau oso baliagarria izan daiteke errestaurazio hauetan lan egiten ari diren erakunde eta organizazioentzat.

6. Erreferentziak

- Almenar, J.B., Bolowich, A., Elliot, T., Geneletti, D., Sonnemann, G. & Rugani, B. (2019). Assessing habitat loss, fragmentation and ecological connectivity in Luxembourg to support spatial planning. *Landscape and Urban Planning*, 189, 335-351. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.05.004>
- An, Y., Liu, S., Sun, Y., Shi, F. & Beazley, R. (2021). Construction and optimization of an ecological network based on morphological spatial pattern analysis and circuit theory. *Landscape Ecology*, 36(7), 2059–2076. <https://doi.org/10.1007/s10980-020-01027-3>
- Cannas, I., Lai, S., Leone, F. & Zoppi, C. (2018). Green infrastructure and ecological corridors: A regional study Concerning Sardinia. *Sustainability*, 10(4). <https://doi.org/10.3390/su10041265>
- Cardinale, B.J., Duffy, J.E., Gonzalez, A., Hooper, D.U., Perrings, C., Venail, P., Narwani, A., Mace, G.M., Tilman, D., Wardle, D.A., Kinzig, A.P., Daily, G.C., Loreau, M., Grace, J.B., Larigauderie, A., Srivastava, D.S. & Naeem, S. (2012). Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*, 486, 59–67. <https://doi.org/10.1038/nature11148>
- Castillo-Eguskitza, N., Rescia, A.J. & Onaindia, M. (2017). Urdaibai Biosphere Reserve (Biscay, Spain): Conservation against development. *Science of the Total Environment*, 592, 124–133. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.03.076>
- Europako Batzordea (2020). EU Biodiversity Strategy for 2030. Bringing nature back into our lives Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Brussels, 380. <https://eur->

- [lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:a3c806a6-9ab3-11ea-9d2d-01aa75ed71a1.0007.02/DOC_1&format=PDF](http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:a3c806a6-9ab3-11ea-9d2d-01aa75ed71a1.0007.02/DOC_1&format=PDF)
- Europako Batzordea (2013). Green Infrastructure (GI). Enhancing Europe's Natural Capital. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:d41348f2-01d5-4abe-b817-4c73e6f1b2df.0014.03/DOC_1&format=PDF
- Europako Batzordea (2022). Proposal for a regulation of the European Parliament and of the council on nature restoration. https://environment.ec.europa.eu/publications/nature-restoration-law_en
- Eusko Jaurlaritzak (2016). Propuesta metodológica para la identificación y representación de la infraestructura verde a escala regional de la CAPV. https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/infrverde/es_def/adjuntos/infraestructura_verde.pdf
- Feng, H., Li, Y., Li, Y.Y., Li, N., Li, Y., Hu, Y. & Luo, H. (2021). Identifying and evaluating the ecological network of Siberian roe deer (*Capreolus pygargus*) in Tieli Forestry Bureau, northeast China. *Global Ecology and Conservation*, 26, 01477. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01477>
- Gantchoff, M.G., Erb, J.D., MacFarland, D.M., Norton, D.C., Tack, J.P., Roell, B.J. & Belant, J.L. (2021). Potential distribution and connectivity for recolonizing cougars in the Great Lakes region, USA. *Biological Conservation*, 257, 109144. <https://doi.org/10.1016/j.bcon.2021.109144>
- Gurrutxaga, M. eta Saura, S. (2014). Prioritizing highway defragmentation locations for restoring landscape connectivity. *Environmental Conservation*, 41(2), 157-164. <https://doi.org/10.1017/S0376892913000325>
- Gurrutxaga, M., Lozano, P.J., & del Barrio, G. (2010). GIS-based approach for incorporating the connectivity of ecological networks into regional planning. *Journal for Nature Conservation*, 18(4), 318–326. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2010.01.005>
- Haddad, N.M., Brudvig, L.A., Clobert, J., Davies, K.F., Gonzalez, A., Holt, R.D. & Townshend, J.R. (2015). Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science advances*, 1(2), 1500052. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1500052>
- Haines-Young, R. & Potschin-Young, M. (2018). Revision of the common international classification for ecosystem services (CICES V5. 1): a policy brief. *One Ecosystem*, 3, 27108. <https://doi.org/10.3897/oneeco.3.e27108>
- Khosravi, R., Hemami, M.R. & Cushman, S.A. (2018). Multispecies assessment of core areas and connectivity of desert carnivores in central Iran. *Diversity and Distributions*, 24(2), 193–207. <https://doi.org/10.1111/ddi.12672>
- Lee, J.A., Chon, J. & Ahn, C. (2014). Planning Landscape Corridors in Ecological Infrastructure Using Least-Cost Path Methods Based on the Value of Ecosystem Services. *Sustainability*, 6, 7564-7585. <https://doi.org/10.3390/su611756>
- Liquete, C., Kleeschulte, S., Dige, G., Maes, J., Grizzetti, B., Olah, B. & Zulian, G. (2015). Mapping green infrastructure based on ecosystem services and ecological networks: A Pan-European case study. *Environmental Science & Policy*, 54, 268-280. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.07.009>
- Liu, C., Newell, G., White, M. & Bennett, A.F. (2018). Identifying wildlife corridors for the restoration of regional habitat connectivity: A multispecies approach and comparison of resistance surfaces. *PLOS ONE*, 13(11), 0206071. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206071>
- Mola, I., Sopena, A. & Torre, R. (2018). Guía Práctica de Restauración Ecológica. *Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica*. 77 pp <https://ieeb.fundacion-biodiversidad.es/content/guia-practica-de-restauracion-ecologica>.
- Onaindia, M., Fernández de Manuel, B., Madariaga, I. & Rodríguez-Loiñaz, G. (2013). Co-benefits and trade-offs between biodiversity, carbon storage and water flow regulation. *Forest Ecology and Management*, 289, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.10.010>
- Peña, L., Fernández de Manuel, B., Méndez-Fernández, L., Viota, M., Ametzaga-Arregi, I. & Onaindia, M. (2020) Co-creation of knowledge for ecosystem services approach to spatial planning in the Basque Country. *Sustainability*, 12(13), 5287. <https://doi.org/10.3390/su12135287>

- Root, T.L., Price, J.T., Hall, K.R., Schneider, S.H., Rosenzweig, C. & Pounds, J.A. (2003). Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature*, 421(6918), 57-60. <https://doi.org/10.1038/nature01333>
- Schindler, S., O'Neill, F.H., Biró, M., Damm, C., Gasso, V., Kanka, R. & Wrška, T. (2016). Multifunctional floodplain management and biodiversity effects: a knowledge synthesis for six European countries. *Biodiversity and conservation*, 25(7), 1349-1382. <https://doi.org/10.1007/s10531-016-1129-3>
- Zhao, Y., Liu, Z. & Wu, J. (2020). Grassland ecosystem services: a systematic review of research advances and future directions. *Landscape Ecology*, 35(4), 793-814. <https://doi.org/10.1007/s10980-020-00980-3>

7. Eskerrak eta oharrak

Eskerrak eman nahi dizkiogu Eusko Jaurlaritzari lan hau finanziaitu izanagatik, ikertzaileak prestatzeko kontratazio deialdiko dirulaguntzaren bidez (PRE_2022_2_0194).