ARTIKULU ZIENTIFIKOA

Hiri-metabolismoa: kontzeptutik inplementaziora

Lurralde-plangintzan eta hirigintzan aplikatzeko aukerak

Laburpena

Hiri-metabolismoaren kontzeptua azken hamarkadetan hiriko garapen iraunkorraren inguruko eztabaidetan ageri zen. Hala ere, haren aplikazioa plangintza-eremuan oso eskasa izan da. Artikulu honek zenbait adibide adierazgarri aurkeztuko ditu, antzeko estrategiak beste leku batzuetan ezartzeko eredu edo inspirazio gisa.

Gako-hitzak: hiri-metabolismoa, hirigintza, garapen iraunkorra, baliabideen kudeaketa

Abstract

The concept of Urban Metabolism has been present in sustainable urban development debates for the past decades, yet its actual application into urban planning remains almost inexistent. This paper aims to present some representative proposals that could serve as a model or inspiration to implement similar strategies in other urban areas.

Keywords: urban Metabolism, urban planning, urban design, sustainable development, resource management

Maria Ruiz de Gopegi Aramburu

Arkitekto hirigilea, garapen eta klima-aldaketan aditua. BC3n ikertzailea

Bidaltze data: 2018-09-06
Onartze data: 2018-09-22

Kontzeptua

Azken urteotan, garapen iraunkor eta ekologikoaren arloaren eztabaidan indartsu ageri den hitzetako bat «hiri-metabolismoa» da. Kontzeptua XX. mendeko 60ko hamarkadan jaio bazen ere[1], gaur egun pil-pilean dago eta han eta hemen agertu dira gure egungo hirien metabolismoa aztertzeko, ulertzeko eta eraldatzeko ikerketa eta proposamenak.

Metabolismoaren kontzeptua tradizionalki organismoen dinamika zirkularrak aztertzeko biologiaren arloan erabili bazen ere, hirigintza eta plangintzaren arloetan erabilgarritasuna frogatzen ari da, zeren eta hiriak eta lurraldeak baliabide anitzen kontsumitzaile eta sortzaile baitira aldi berean, prozesu tekniko eta sozioekonomiko ezberdinen bitartez (Kennedy, 2007), eta kontzeptua dinamika horiek ulertu eta neurtzeko balio daiteke[2]. Hiri-metabolismoek (HM) kasu gehienetan eskema linealari jarraitzen diote, ezinbesteko baliabideak agortuz hirien ongizatea eta existentzia bera arriskuan jartzen dituzte; hortaz ezinbestekoa dirudi modelo metaboliko zirkularrerako trantsizioa egiteak, irteerak (hondakinak) berriro sarrera (baliabide) bezala aprobetxatuz (1. irudia).

Gaur egun, HMa aztertzeko materialaren fluxuen analisia (MFA) erabiltzen da batez ere, zeinak sisteman sartzen diren materialak, barne-fluxuak eta ondoriozko irteerak (kutsadura, hondakinak edo esportazioak) neurtzen dituen. Kasu gehienetan ura, energia, hondakinak, elikadura, edo eraikuntza-materialen fluxuak aztertzen dira, eta ikerketaren eskala auzotik herrialdera edo mundu-mailara ere izan daiteke.

Erreferentzia-kasuak

Nahiz eta kontzeptua akademia eta politikaren arloetan hainbat hamarkadatan erabili den arren, haren aplikazioa orain arte iraunkortasun-adierazleen garapenean edo hiriko berotegi-efektuko gasen (BEG) kontabilitatean kontzentratu da (Kennedy et al., 2010). Beraz, nahiko gutxi izan dira kontzeptu hau hiri-diseinu eta plangintzarako tresna bezala erabili duten kasuak. Ondoren, mundu-mailan hiri-plangintza edo hiri-politika garatzeko erabilitako HM ikerketak azalduko dira.

• Lehenengo saiakera Oswald eta Baccini egile suitzarrek beren Netzstadt liburuan (2003) egindako proposamena izan zen, zeinak garapen iraunkorra, globalizazioaren ekonomia eta lurraldearen morfologia lotzen dituen. Haiek defendatzen zuten hiriko erdialde/kanpoalde dikotomia edota azken hamarkadetan sortutako megahiriak ez direla lurraldearen garapen orekatua lortzeko konponbidea. Horren ordez, ondo konektatutako hiri txiki eta beregainez osatutako sareak proposatu zituzten, beren kontsumorako elektrizitatea, ura, janaria edo eraikuntza-materialak ekoizten dituztenak. Ondoren, Etiopiako landa-eremuen garapena bideratzeko proiektua diseinatu zuten, NEST izenekoa (New Energy Self-sustained Towns), egun inplementazio-fasean dagoena. Landa-eremutik hirietara espero den emigraziorako irtenbide-eredu hori ingurumenean eta auto-

1 Wolman, A. (1965): "The metabolism of cities". Scientific American, 213(3), 178-193.

2 Kennedy, C., Cuddihy, J., & Engel-Yan, J. (2007): "The changing metabolism of cities". Journal of industrial ecology, 11(2), 43-59.

Aldiri, 2018, III, **35**, 41-45, ISSN 1889-7185

hornikuntzan oinarrituta dago (elikadura, elektrizitatea, hezkuntza, lur-jabetza eta komunikazio-segurtasuna bermatuz), tokiko tradizioetara eta komunitate-politiketara egokitutako kapitalismo mikroekonomikoaren printzipioak erabiliz (2. eta 3. irudiak).

Nahiz eta eredu horren arrakasta oraindik frogatzear dagoen, lurralde-eredu polizentrikoak jadanik Alemanian edo Herbehereetan aurkitzen dira[3] eta, are gehiago, Europako Lurralde Estrategiak hirien garapen polizentrikoa sustatzen du, non eskualde desberdinen arteko harremanak eta osagarritasunak konbinatuz haien lehiakortasuna, eraginkortasuna eta bizi-kalitatea areagotu daitezkeen (Europar Batasuna, 2016; Cowell, 2010; Hall and Pain, 2006).

• Toronto: Torontoko Unibertsitateko Ingeniaritza Zibileko ikasleek ere HMa erabiltzen dute hiri-diseinu iraunkorra garatzeko tresna gisa. Ura, energia, mantenugaiak eta materialen fluxuak aztertzen dituzte auzo-eskalan eta eraikin berdeen diseinuko, garraio iraunkorreko eta energia alternatiboetako teknikak aplikatzen dituzte zikloak ixteko eta bai sarrerak bai irteerak modu esanguratsuan murrizteko (Kennedy, 2007; Codoban and Kennedy, 2008) (4. irudia).

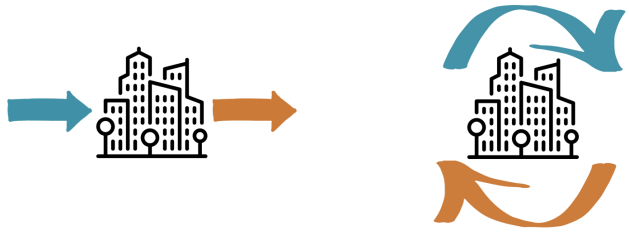
• Europa mailan, 2009an EBko BRIDGE proiektuak (sustainaBle uRban plannIng Decision support accountinG for urban mEtabolism) hiri-plangintzen iraunkortasuna ebaluatzeko eta erabakiak hartzeko prozesuak errazteko sistema informatikoa garatu zuen, energia, ur, karbono eta kutsatzaileen fluxuak ikertuz. Hiriko iraunkortasun-helburuak eta faktore sozioekonomikoak erabiltzaileak kontsultatuz definitu ziren, eta etorkizuneko agertokiak konparatu ziren irizpide anitzeko ebaluazioaren bidez. Modu horretan, tresnak alternatiba desberdinen eragina hiri-metabolismoan nabarmendu dezake eta plangintza iraunkorreko estrategiak susta ditzake hirigileak, gobernuak eta biztanleriak informatuz.

Tresna bost kasu-azterketatan probatu zuten: Helsinki, Atenas, Londres, Florentzia eta Gliwice (Chrysoulakis et al., 2013). Nahiz eta ikertutako hirigintza-aukerek adierazle guztientzako emaitza onenak jaso ez zituzten, frogatu zen garatutako tresnak balio dezakeela agertokien emaitzak kuantifikatu eta mapeatzeko, bai eta hiriko plangintza-prozesuaren konplexutasunari modu egokian aurre egiteko ere (5. irudia).

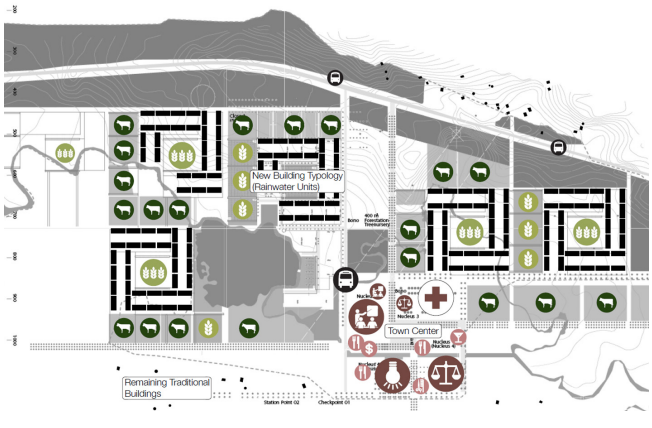
• Singapur: MITeko ikertzaileak Singapur estatu-hiriko kasu berezia aztertzen ari dira, non baliabide gehienak inportatu behar diren eta azken hamarkadetako urbanizazio-prozesu azkarrak baliabideen kontsumo-maila handia eragin zuen. Kasu berezi honek hiri-metabolismoaren dinamika ulertzeko balio dezake, baita hiriko fluxu fisikoen eta faktore sozioekonomikoen arteko harremana ere (Abou-Abdo et al., 2011).

Hirigintzaren arloan aplikatzeari dagokionez, Singapurreko Unibertsitate Nazionalak Jurong eremuko baliabideen fluxuen eta etorkizuneko garapen-proiektuen inpaktuaren ebaluazioa burutu zuen. Horretarako, etorkizuneko lurralde-plangintzetarako askotariko agertokiak ikertu

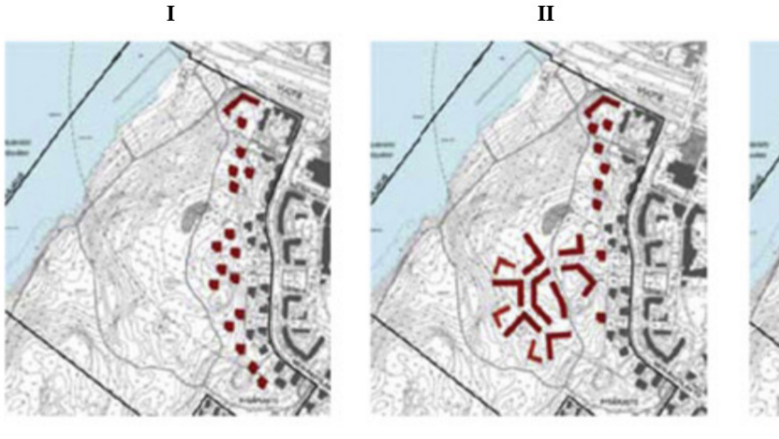
3 Hall, P.G. & Pain, K. (edit.). (2006): The polycentric metropolis: learning from mega-city regions in Europe, Routledge.



1. irudia ~ Hiri-metabolismo lineal eta zirkularren diagrama eskematikoak.
Egilea ~ Maria Ruiz de Gopegi Aramburu.



3. irudia ~ Etiopiako NEST proiektu pilotua (oinplanoa).
Egilea ~ NESTown Group & SEUL (Singapore ETHiopia Urban Laboratory).



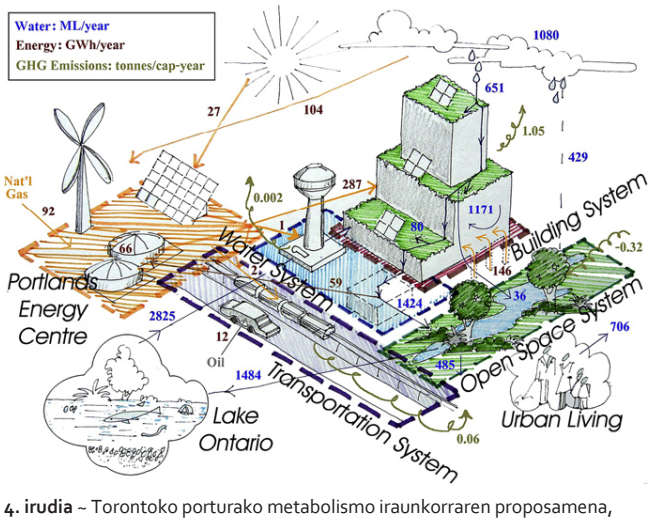
5. irudia ~ Hiri-plangintzaren alternatibak Helsinkirako (mapak eta emaitzen izar-diagramak)
Egilea ~ Chrysoulakis et al., 2013.

zituzten eta baliabideen kontsumoa gutxitzeko estrategiak proposatu ziren. Ikerketa horren arabera, hondakinen eta BEG isurketen murrizketa altuena zarama organikoa eta ez-organikoa bereiziz eta alde organikoa konpost bihurtuz lor zitekeen; bai eta eraikin eta errepide berrien granitoa birziklatutako hormigoi agregatuekin ordezkatuz ere[4].

2. irudia ~ Etiopiako NEST proiektu pilotua (3D).
Egilea ~ Franz Oswald.

• Rotterdam:

Rotterdam-eko Nazioarteko Arkitektura Bienala (IABR): proiektu honek hiri-metabolismoaren 9 fluxu nagusiak (Gaiak, Jendea, Hondakinak, Biologia, Energia, Elikadura, Harea eta Airea) aztertu eta mapeatu zituen materialen fluxuen eta bizi-zikloaren analisiak hiri-garapenarekin erlazionatuz. Ondoren, fluxuak optimizatzeko eta Rotterdameko hirigintza gidatzeko ikuspegi edo proiektu pilotuetarako ideiak proposatu ziren (Tillie et al., 2014). Horien artean, nekazaritzaren soberako mantenugaiak akuikulturan berrerabiltzea; ibaietako sedimentuak kostaldeko kaltetutako zonak birsortu eta landareztatzeko erabiltzea; edo hirigunean txikizkako merkataritzaren desagertzeak utzitako hutsetan ezaguera-zentroak eta industria txiki berritzaile eta garbietarako gune logistiko eta garraio-sare publikoak kokatzea aipatzen ziren (6. irudiak).

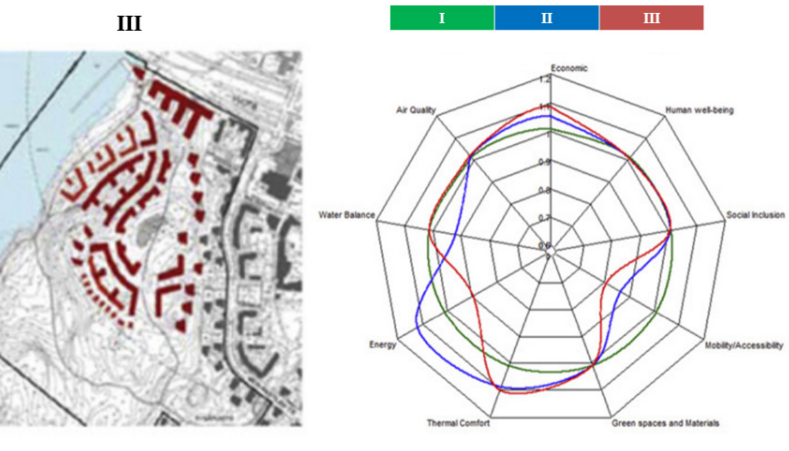


4. irudia ~ Torontoko porturako metabolismo iraunkorraren proposamena, Torontoko Unibertsitateko ikasleek diseinatua.
Egilea ~ Kennedy et al., 2011.

Gaur egun garatzen ari diren proposamenetariko bat Rotterdam Energy approach and Planning (REAP) da, 2025ean CO2–aren emisioak % 50 murrizteko helburua duena, 1990. urteko isuriekin konparatuz[5]. Beste neurrien artean, energiaren ekoizpena eta kontsumoa mapeatu ziren eta balantze energetikoa berokuntza-sare zentralizatuen bitartez egingo da. Horretarako, estatu-mailan, «Heat Roundabout» izeneko azpiegitura inplementatzen ari da, portuan eta industriaguneetan sortutako beroa Herbehereetako hegoaldeko hirietara eramango duena (oraindik Rotterdam hiria baino ez dago sare horretan konektatuta). Gainera, portuan sortutako CO2-a landareek aprobetxatzeko berotegietan berrerabiltzen da[6]. Modu horretan, hiria, portua, berotegi-zonak eta ibaia etengabeko fluxuan konektatuta daude.

Euskadiko metabolismoa

Informazio eguneratua ez izan arren, estatistika ofizialetatik EAEko HMaren aurrekontu orokorra egin daiteke. EAEko produktu eta zerbitzuen kontsumo-patroiak kanpoko baliabideekiko mendekotasun sendoa islatzen du: euskal ekonomiako materialen sarrera guztien % 70 inguruan inportazioak dira, eta haietako % 50 inguru berriz esportazioetara bideratzen dira[7]. Hori, beste faktore batzuen artean, euskal ekonomia industrialaren ondorioa da (are gehiago, industria astunaren garrantziagatik).



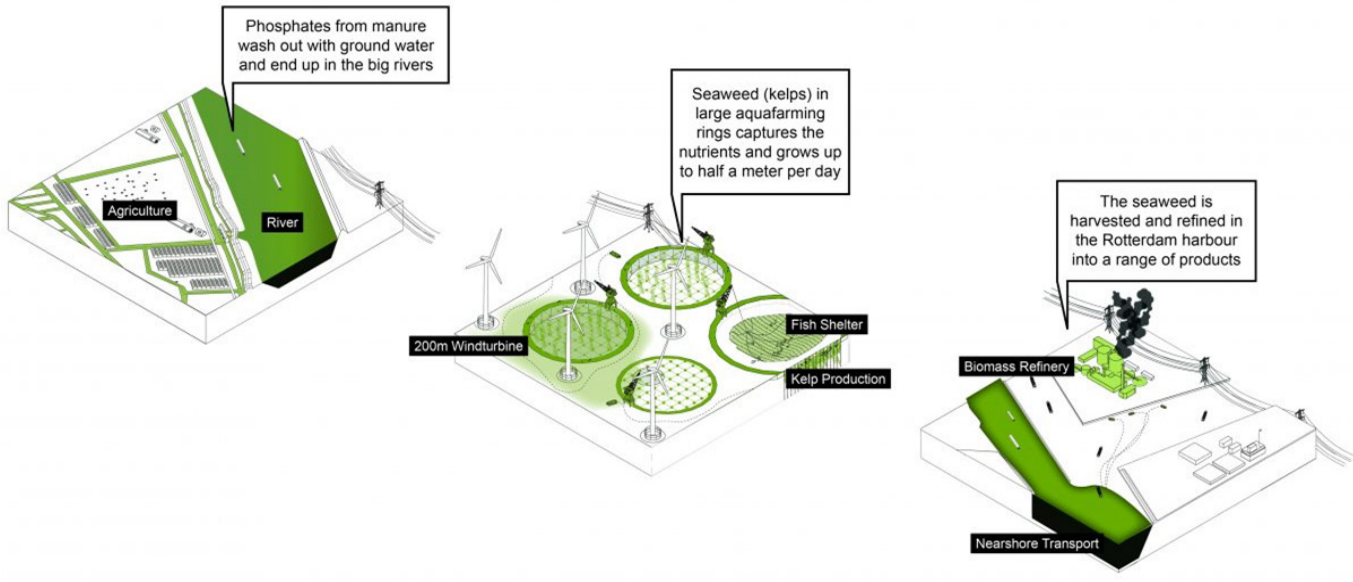
4 Kua Harn Wei: "Urban Metabolism (Industrial Ecology) studies". Centre for Sustainable Asian Cities, National University of Singapore. https://www.jld.sg/-/media/User%20Defined/URA%20Online/urban-lab/explore-research/themes/environmental-quality/urban-metabolism-executive-summary.pdf?la=en

5 Tillie, N., Van Den Dobbelsteen, A., Doepel, D., Joubert, M., De Jager, W., & Mayenburg, D. (2009). "Towards CO2 neutral urban planning: presenting the Rotterdam Energy Approach and Planning (REAP)". Journal of Green Building, 4(3), 103-112.

6 www.rotterdamclimateinitiative.nl

7 Ihobe, 2018. Indicadores de economía circular. Euskadi 2018. Marco de seguimiento europeo.

Aldiri, 2018, III, **35**, 41-45, ISSN 1889-7185



6. irudia ~ Rotterdameko IABRn aurkeztutako proposamen batzuen diagramak: mantenugaien berrerabilera (A).
Egilea ~ FABRIC (www.fabrications.nl).

Hondakinen sorrerari dagokionez, Euskal Herrian kontsumitutako materialen % 26 inguru hondakin bihurtzen da (Ihobe, 2018a), eta haietako % 40 inguru zabortegietan alferrik galtzen da[8]. Gaur egun aprobetxatzen ez diren material horien balio ekonomiko teorikoa 44 milioi euro urtean ingurukoa da[9].

Ihobek argitaratutako Ekonomia Zirkularreko Diagnostikoaren arabera (2018c), nahiz eta materialen produktibitatea handitu egin den, gaur egungo produkzio- eta kontsumo-eredua metabolismo zirkularreko eskematik urrun dago, beraz ekonomia zirkularreko estrategiei lehentasuna ematea beharrezkoa da sistemaren epe luzerako iraunkortasuna bermatzeko.

Berotegi-efektuko gasen isurketak murrizteari dagokionez (BEG), Euskadi EBko batez bestekoaren atzean dago oraindik (batez ere garraio- eta industria-sektoreengatik), eta are gehiago gutxitu egin beharko da 2020rako Europako helburuak lortzearren[10].

Azkenik, gaur egun elikagaien industriak, Euskadiko BPGDaren % 10,6, garrantzi ekonomiko txikia du Europa edo Espainiako mailekin konparatuz, Euskal Herriko elikagaien industria-tradizioaren gabezia dela-eta. Hala ere, Euskadiko Gastronomiaren eta Elikaduraren Plan Estrategikoak hurrengo urteetan zifra horiek areagotu daitezkeela estimatzen du (Euskadiko Elikaduraren Clusterra, 2018), eta nazioartean gero eta kezka handiagoa dago elikagaien sisteman trantsizio zirkularra egiteko, sektore horren ingurumen-inpaktuengatik eta eraginkortasunik gabeko baliabide-erabileragatik (Jurgilevich et al., 2016; Rood et al., 2017).

Beraz, agerian dago gure lurraldeko garapen-eredua oraindik eredu zirkularretik urrun dagoela, baina informazio, tresna eta kudeaketa-eredu egokiak erabiliz trantsiziorako bidea irekitzen hasi daiteke. Zentzu horretan, industria-sektorea ekodiseinurantz eta hondakinen berrerabilerarantz orientatzea; tokiko beroa, hotza edo CO2–a trukatzeko sareak instalatzea; elikagaiak ekoizteko politikak bultzatzea; edo ekosistemen zerbitzuen (klima erregulazioa, uraren eta airearen garbiketa, elikagai ekoizpena, etab.) hornidura eta eskaera mapeatzea HMa eredu zirkularrerantz bideratzeko estrategiak izan litezke.

Ondorioak

Ikus daitekeenez gero, metabolismo zirkularraren paradigmara aldatzea ez da ariketa erraza, faktore askoren arteko harreman konplexuak aztertzeko diziplinarteko ikuspegia behar duen prozesua baita. Horregatik, gizartearen, zientzialarien eta hiri-kudeaketa iraunkorreko adituen aholkularitzarekin batera, gobernuen eta erakunde pribatuen arteko lankidetza funtsezkoa izango da proposamen ekonomiko, ekologiko eta espazialak bateratzeko estrategia malgu eta berritzaile moduan.

Aipatutako proposamen berritzaileetatik asko ikasi daiteke; Rotterdameko portua bezalako eskualdeak lehiakortasun-indarra eta eraginkortasuna lortzen ari dira beren zikloak ixteaz arduratzen direlarik, hondakinen birziklapena lehengai berriak bihurtuz. Garapen-eredu berriek onura-iturri berriak sortuko dituzte, eta ziurrenik hiriak eta lurraldeak beste modu batera garatuko dira. Inguru aldakor eta ezusteko honetan beharrezkoa izango da adimen zabala izatea eta indarrak bateratzea gure lurraldeko garapen iraunkorrerako aukera berriak bilatu eta garatzeko.

///

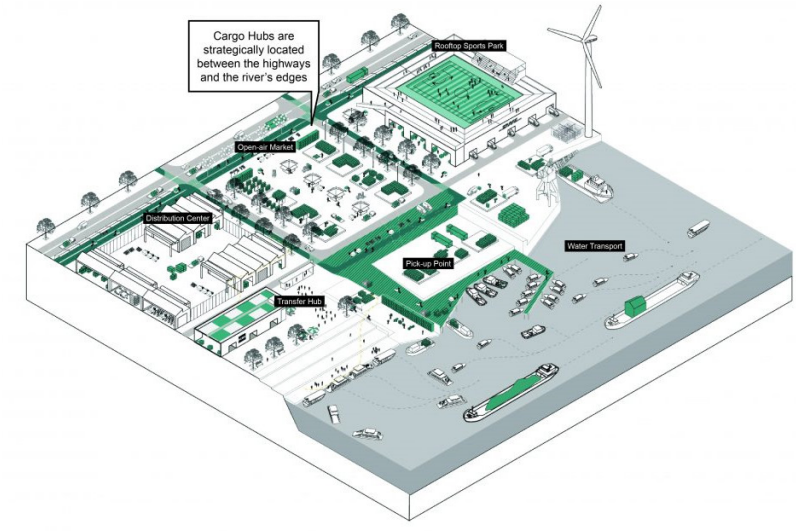
Bibliografia

Abou-Abdo, T., Davis, N. R., Krones, J. S., Welling, K. N., & Fernández, J. E. (2011): "Dynamic modeling of Singapore's

8 Ihobe, 2018. Resumen ejecutivo del Plan de Prevención y Gestión de Residuos de la CAPV 2020. Revisión Intermedia.

9 Ihobe, 2015. Fabricación Verde. El valor de los materiales contenidos en los residuos: oportunidades para una economía circular en el País Vasco.

10 Ihobe, 2016. Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero del País Vasco.



6. irudia ~ Rotterdameko IABRn aurkeztutako proposamen batzuen diagramak: gune logistiko berritzaileak (B).
Egilea ~ FABRIC (www.fabrications.nl).

urban resource flows: Historical trends and sustainable scenario development". Sustainable Systems and Technology (ISSST), 2011 IEEE International Symposium (pp. 1-6). IEEE.

Chrysoulakis, N., Lopes, M., San José, R., Grimmond, C. S. B., Jones, M. B., Magliulo, V., & González, A. (2013): "Sustainable urban metabolism as a link between bio-physical sciences and urban planning: The BRIDGE project". Landscape and Urban Planning, 112, 100-117.

Codoban, N. and Kennedy, C.A. (2008): "Metabolism of Neighborhoods". Journal of Urban Planning and Development, 134, 21-31. http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9488(2008)134:1(21)

Europar Batasuna (2016): Polycentric Territorial Structures and Territorial Cooperation. ESPON Policy Brief. Luxembourg. [online]. Available from: https://www.espon.eu/sites/default/files/attachments/ESPON_policy_brief_polycentricity_071016_FINAL_1.pdf [Accessed August 25, 2018].

Kennedy, C., Pincetl, S., & Bunje, P. (2011): "The study of urban metabolism and its applications to urban planning and design". Environmental pollution, 159(8), 1965-1973.

Oswald, F., Baccini, P., & Michaeli, M. (2003): Netzstadt. Springer Science & Business Media.

Rood T., Muilwijk H. and Westhoek H. (2017): "Food for the Circular Economy". PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, The Hague.

Tillie, NMJD., Klijn, O., Frijters, E., Borsboom, J., Looije, M., Sijmons, DF. (2014): *Urban Metabolism, sustainable development in Rotterdam*. IABR 2014: URBAN BY NATURE, Rotterdam