

AMAIERAKO TXOSTENA

2019KO ABENDUA

**AZRTERLAN EPIDEMIOLOGIKOA,
GIPUZKOAKO INGURUMEN GUNeko
BALORIZAZIO ENERGETIKOKO
INSTALAZIOARI BURUZKOA
(2017/11-HH-ZE)**

**AZTERLAN EPIDEMIOLOGIKOAREN
LABURPENA**

Jesús Ibarluzea Maurologoitia

Ikertzaile nagusia

Ingurumen Epidemiologiako eta Haur Garapenako Ikerketa Taldea

**CIBERESP (Sareko Ikerketa Biomedikoko Zentroa, Epidemiologia eta Osasun Publikoa,
Carlos III. institutua)**

Edukia

1. AURREKARIAK	3
2. AZTERLANARI NOLA HELDU	5
3. ONDORIO OROKORRAK	10
4. ERREFERENTZIAK	11

1. AURREKARIAK

Hirietan sortzen ditugun hondakin solidoak kudeatzea da aurre egiteko dugun erronkarik handienetako bat, gizarte garen aldetik. Hondakinak erraustea da bolumenak murrizteko metoetako bat, kutsadura-iturri izan baidaiten ere, kloroa eta metal astunak dauzkaten material asko errausten delako (Van Caneghem et al., 2010). Errekuntza-prozesuan, kutsatzaile ugari isurtzen dirabesteak beste metalak, dioxina eta furanoak (PCDD/F) eta bifenilo polikloratuak (PCB). Izan ere, ingurumeneko dioxina-iturri nagusia erraustegia da (Domingo et al., 2000), eta 80ko eta 90eko hamarkadetan hiriko hondakin solidoen errekuntza izan zen dioxina isurpenen kausa nagusia (Jones et al., 1993; Eduljee et al., 1996; Quaß et al., 2000; Kim et al., 2001; Quaß et al., 2004; Burns et al., 2010). Dioxinak kantzerigenotzat sailkatzen ditu Minbizia Ikertzeko Nazioarteko Agentziak (IARC). Hainbat azterlanek lotura ezarri izan dute erraustegien eta hainbat minbizi motaren intzidentziaren artean, gertuko populazioaren artean; besteak beste, ez-Hodgkin linfomaren (Viel, 2000; Floret, 2004; Viel, 2008; Biggeri, 2005), sarkomaren (Zambon, 2007) eta laringekoaren intzidentzietan (Elliot, 1996; Federico, 2010; Gouveia, 2010; Ranzi, 2011). Hala eta guztiz ere, ebidentzia horiek, askotan, erraustegi zaharren ingurukoak dira, aire-kalitatearen eta iragazkien kontrolak zaharkituta zeuden garaikoak. Minbizi-kasuak erraustegien ondorio-aldagaitzat hartzearen beste eragozpenetako bat gaixotasun horien latentzialdi luzeak dira, izan ere, lehenengo kasuak ezin izaten dira detektatu kutsatzaile kantzerigenoaren eraginpean egon eta 5 urte baino lehen, tumore hemaotologikoetan, eta 15 urte baino lehen ez, tumore solidoetan.

Dioxinez gain, energia-balorizazioko instalazioek ingurumeneko beste kutsatzaile batzuk ere sortzen eta isurtzen dituzte. Besteak beste, diametro aerodinamikoa $\leq 2.5 \mu\text{m}$ ($\text{PM}_{2.5}$) duten partikulak, metalak eta hidrokarbuo aromatiko poliziklikoak (HAP).

$\text{PM}_{2.5}$ partikulak, batez ere, industria-prozesuetan eta erregai fosilak erretzean eratzen dira. Literatura zientifikoak zabal jaso ditu $\text{PM}_{2.5}$ partikulek osasunean eragiten dituzten ondorioak, hots, esposizio-egun jakin batzuen ondorioak (gehienetan, astebete baino gutxiago). Ikerlan asko argitaratu da, hala European nola mundu-mailan, partikulekiko esposizioaren eta hilkortasun eta ospitaleratzeen arteko loturaren inguruan (OME 2013).

Mota horretako azterlanak oso erabilgarriak izaten dira berehala ebaluatu ahal izateko zer onura dakartzan isurpen-murrizketaren politikak; edo alderantziz. $\text{PM}_{2.5}$ partikulekiko esposizioaren eraginak askotarikoak dira, hala nola arnasketako eta bihotzeko gaixotasunak

dituztenen heriotza goiztiarra, bihotzeko ez hilgarriak, takikardiak, asma-atakeak, biriketako funtzioaren gutxitzea, arnasketa-sintomak ugaltzea, hala nola arnas bideen narritadura, eztula edo arnasteko zailtasuna (Anderson et al., 2012). Partikulei atxikiriko As, Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Zn, Fe, Ce, V eta Pb metalak dira, besteak beste, material partikulatuaren toxikotasuna eragiten duten osagaiak. Jaiotza-pisu eskasa, antzutasuna, genotoxizitatea, minbizia, teratogenizitatea, neurotoxizitatea eta portaera-aldaketak dira, besteak beste, partikuletan egoten diren metalekiko esposizioaren ondorioak (Cao et al., 2014; Loomis et al., 2014; Wiseman and Zereini, 2009). Horregatik, nazioarteko hainbat erakundek aire-kalitateari buruzko gida edo zuzentarau batzuk landu dituzte, PM_{2.5} kontzentrazioak mugatzen dituztenak (OME, 2005; EPA, 2012).

HAPei dagokien ez esan behar da kezka eragiten dutela, ingurumenean asko irauten dutelako. Hala, lehentasunezko kutsatzaileen EB EPA zerrendan sartu dira (EPA, 2014) 16 HAP, hain zuzen ere, hauexek: naftalenoa, azenaftilenoa, azenaftenoa, fluorenoa, fenantrenoa, antrazenoa, fluorantenoa, pirenoa, benzo(a)antrazenoa, krisenoa, benzo(b)fluorantenoa, benzo(k)fluorantenoa, benzo(a)pirenoa, indeno(1,2,3- c,d)pirenoa, dibenzo(a,h)antrazenoa eta benzo(g,h,i)perilenoa. HAPak, pisu molekular handienekoak bereziki, hala nola benzo(a)pirenoa eta dibenzo(a,h)antrazenoa, kantzerigenotzat eta kantzerigeno probabletzat katalogatu dira, hurrenez hurren (Delgado-Saborit et al., 2011). Konposatuaren arabera kartzionogenizitate eta toxizitate maila aldatu badaitezke ere, baliokidetasun toxikoko faktoreak garatu dira HAP guztietarako (Collins et al., 1998; Nisbet et al., 1992), eta, ondorioz, intereseko kutsatzaile bihurtu dira komunitate zientifikorako.

Energia-balorizaziorako instalazioetako hobekuntza teknologikoek kutsatzaileen kontrolaren eragingarritasuna areagotu badute ere azken urteetan (Ranzi et al., 2011), eta planta horiek hainbat minbizi motaren, ugalketa- eta jaiotza-ondorioen intzidentzian duten eragina mugatua bada ere (Mattinello eta al., 2013), hondakinen errausteak zalantzak sortzen ditu, oraindik ere, osasunean nahiz ingurumenean izan ditzakeen ondorioez.

Horregatik, Gipuzkoako Foru Aldundiak, lizitazio publiko bidez, Gipuzkoako Ingurumen Guneke zati den Energia Balorizazioko Instalazioari buruzko (aurrerantzean GIGEBI) azterketa epidemiologiko bat egiteko kontratua esleitu zion Biodonostia Institutu Elkarteari. Kontratuaren helburu nagusia zen azterlanak balio basalak zehazteko balio izatea, instalaziotik gertu bizi zen populazioaren osasuna ebaluatzeko orduan, gerora, balio horien emaitzak erkatu ahal izateko instalazioa martxan den bitarteko balioekin.

Kontratuaren xedea da azterketa epidemiologikoa bat egitea, GIGen zati den Energia Balorizazioko Instalazioa martxan jarri aurretik (2020ko lehenengo hilabetetarako aurreikusi da) osasun publikoa nolakoa den ebaluatzeko. Azterlan horren edukia hiru zatitan banatuta dago: aireko kutsatzaile atmosferikoekiko esposizioa ebaluatzea (kutsatzaileen artean ditugu dioxina-furanoak eta PCBak, PM_{2,5} partikulak eta PM_{2,5}ei loturiko aztarna-elementuak, hots metalak eta HAPak), kutsatzaileekiko esposizioa ebaluatzea biomarkatzaileak analizatuta, eta, azkenik, epe motzerako eta luzerako osasuna ebaluatzea.

2. AZTERLANARI NOLA HELDU

Azterlan honen helburua da Zubietako GIGEBI martxan jarri aurreko egoera ebaluatzea, aire-kalitateari, biztanleen kutsatzaileekiko esposizioari eta populazioaren osasunari dagokionez.

Hala, hauek dira azterlan epidemiologikoaren helburuak:

- 1- Airearen kalitatea ebaluatzea, eraginpeko eremuko dioxina-furano eta PCBak, PM_{2,5}ak, metalak eta partikulei loturiko HAPak kuantifikatuta, instalazioa martxan jarri aurretik.
- 2- Instalaziotik gertuko eta urruneko populazioan dagoen dioxina eta aztarna-elementuen mailaren zaintza epidemiologikoa egitea, instalazioa martxan jarri aurretik zegoen egoera basalaren berri izateko.
- 3- Kutsatzaile horietarako inpregnazio-mailak denboran zehar izan duen joera ebaluatzea, jarduera martxan jarri aurretik.
- 4- Kutsadura atmosferikoaren arrisku basala estimatzea, partikulekiko esposizioari dagokionez, osasun orokorrean eta ugalketa-osasunean, energia-balorizazioko plantak sortutako arriskuarekin erkatzeko gerora.
- 5- Gipuzkoako populazioan minbizia nola banatuta dagoen deskribatzea, energia-balorizazioko plantak izaten duen eragina ebaluatzeko gerora.

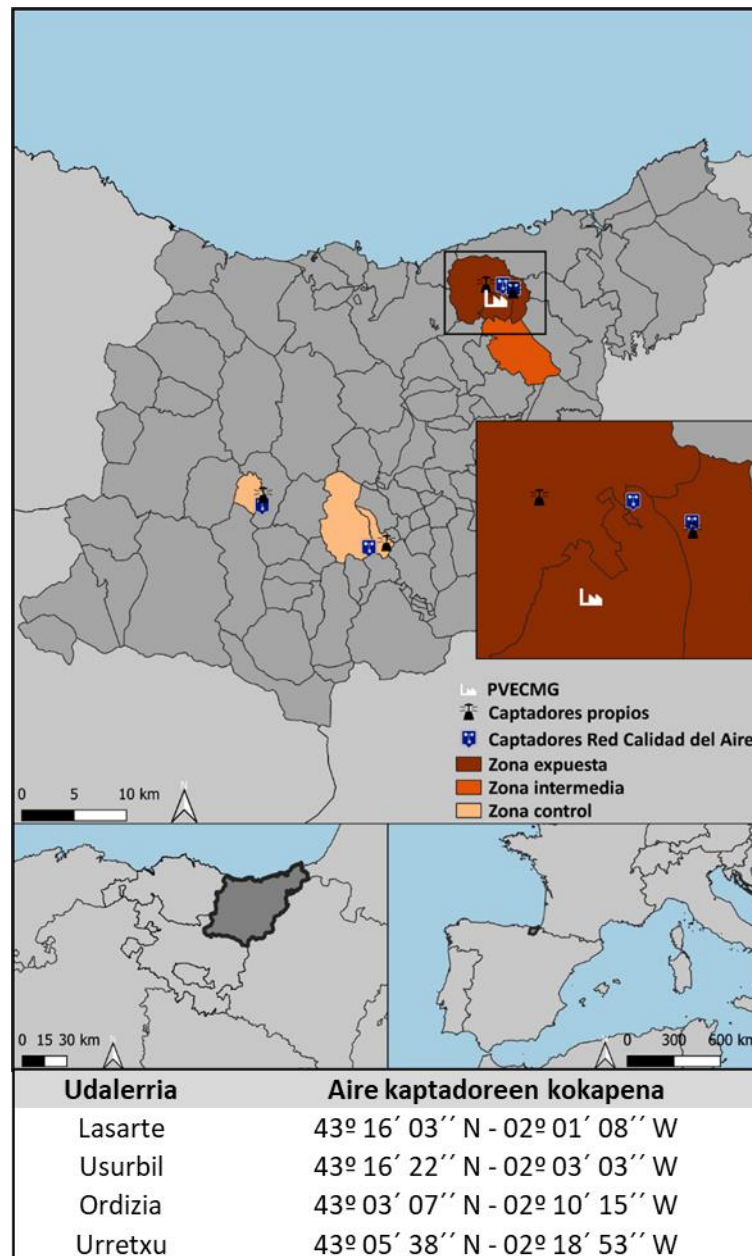
Helburu horiek lortzeko, hiru ildotan zehaztu dira garatu beharreko lanak:

- **1. ildo:** aireko kutsatzaile atmosferikoekiko esposizioaren ebaluazioa.
- **2. ildo:** kutsatzaile atmosferikoekiko esposizioaren ebaluazioa, biomarkatzaileen bidez.

- **3. ildo:** epe motzerako eta luzerako osasunaren ebaluazioa, eraginpeko populazioan eta populazio orokorrean.

Azterreremua hauek osatzen dute: GIGEBIren eraginpean dagoen eremua, *eraginpeko eremu* deitua; Donostiako Zubieta auzoak eta Usurbil eta Lasarte herriek osatzen dute. Erdi-mailako eragina duen eremu bat ere aukeratu dugu, *tarteko eremua* (Andoain); eta erreferentziazko edo kontroleko beste eremu bat era bai, *kontrol-eremua*, Goierriko Beasain eta Ordizia eta Urola Garaiko Urretxu biltzen dituela. Eremu horiek zehazteko, GIGEBItik zer distantziatara dauden hartu da kontutan (1. irudia).

Airea egunero hartu da Lasarten eta Usurbilen (eraginpeko eremua) eta Ordizian eta Urretxun (kontrol eremua), non 4 hargailu jarri baitira (kokapen zehatza 1. irudian).



1.irudia: Azterreremua

Azterlaneko erreferentziako edo kontroleko udalerrriak industria handiko eremuak dira, jarduera metalurgikoa eduki dutenak edo gaur egun daukatenak. 1. taulan dago jasota Isurpen eta Iturri Kutsatzaileen Erregistro Estatalean (P RTP) sartutako zenbat industria dauden azterreremuko udalerrietan, eta zer kutsatzailei buruz eman behar duen informazioa enpresak.

1. taula. PRTR irsurtzen duten industriak

		PRTR INDUSTRIEN KOPURUA ZER ISURPENEN BERRI EMAN BEHAR DUTE					
		UDALERRIA	PM	HAP	PCDD/PCDF	PCB	METALAK
ERAGINPEKO EREMUA	Usurbil		1		1		1
	Lasarte		1				
TARTEKO EREMUA	Andoain		1				
KONTROL-EREMUA	Beasain		3		2		2
	Legazpia						1
	Lazkao						
	Urretxu						
	Zumarraga						
	Ordizia						

1. ildorako, egunero hartu dira PM_{2,5}ak Lasarten eta Usurbilen (eraginpeko eremua) eta Urretxun eta Ordizian (kontrol-eremua). Gainera, metalak zehaztu dira, HAPak, 2017ko irailetik 2019ko irailera bitartean, lau udalerrri horietan; dioxina/furanoen eta PCBen kontzentrazioak neurtu dira eraginpeko eremuan (Usurbil) eta kontrol-eremuan (Urretxu), urteko garai desberdinetan.

2. ildorako, populazio orokorraren lagin biologikoak hartu dira (odola eta gernua) eraginpeko eremuan (Usurbil, Zubieta eta Lasarte), tarteko eremuan (Andoain) eta kontrol-eremuan (Beasain y Ordizia), metalen, PCDD/Fen eta PCBen zehaztapenak egiteko. Gainera, informazioa bildu da aldagai sozioekonomiko eta elikadurazkoei buruz, azterlaneko partaideen artean.

3. ildo beste 3 azpi-ildo desberdinetan banatu da, hauek aztertzeko: 1) minbiziaren eta anomalien EAEko intzidentzia eta hilkortasuna, arrisku-mapa bidez; 2) material partikulatuarekiko esposizioaren epe motz eta luzerako ugalketa-ondorioak (jaiotza-pisu eskasa, prematuritatea eta txikia adin gestionalerako), eta 3) kutsadurarekiko esposizioaren osasun-ondorioak, populazio orokorrean. Proiektuaren 1. eta 2. ildoetan (kutsadura atmosferikoa eta lagin biologikoetako kutsadura-mailak), airean neurturiko hainbat kutsatzaile atmosferikoren mailak eta substantzia toxikoen mailak erkatu dira, airean eta bi populaziotako matrize biologiko

desberdinetan: eraginpeko eremu bat eta kontrol-eremu bat. 3. ildoan, arazoari beste modu batean heldu zaio ez daukagu-eta 2017ra arteko informaziorik eraginpeko eremuko (Usurbil-Lasarte) kutsatzaile atmosferikoei buruz.

Ildo horretan, kutsatzaile atmosferikoaren eraginpean egoteak dakarren arriskua ebaluatzeko, bi eremu hartu dira (eremu hiritarra eta hiritar-industrialak), bakoitzean dituzten isurpen-iturrien arabera definituta. PM_{10} eta $PM_{2.5}$ partikulak aukeratu dira azterketarako, osasunean inpaktu handiena daukaten kutsatzaileak direlako. Bestalde, aurreko azterlan batek erakutsi zuen (Lertxundi eta al., 2011) aireko partikulei loturiko Ni, Cd, Cr, Mn kontzentrazioa handiagoa zela kutsadura-foku nagusia industria den eremuetan, kutsadura-foku nagusia ibilgailuen zirkulazioa zen eremuetan baino. Eraginpeko eremuak (Usurbil-Lasarte) 3.1 eta 3.2 ildoetan zehazturiko eremu hiritar-industrialaren antzeko ezaugarriak ditu; beraz, itxarotekoa da eremu hiritar-industrialean ikusten den arriskua eraginpeko eremuan ikusiko litzatekeenaren antzekoa izango dela.

3.1 ildoan, jaiotzako ondorioei buruzko azterlanetan, bi eremu erkatzen dira: eremu hiritarra, Donostia, eta eremu hiritar-industrialak (1. eta 2. ildoetan kontrol-eremutzat zehazturikoa), non Goierri eta Urola Garaiko udalerririk jendetsuenak sartzen diren (2014tik 2015erako azteraldia). Ildo honetan aztertzen da ea kutsadura atmosferikoak eragiten duen bi eremuetako osasunean, GIGEBI martxan jarri aurretik, eta ea eragina desberdina den, bi eremuetan nagusi diren kutsadura-iturriak aintzat hartuta.

3.2 ildoan, hilkortasun eta ospitaleratzeei buruzko azterlanean (2013-2015 azteraldia), zabaldu egin dira azterreremuak, eta industria-pisu handia duten bailarak sartu dira, estatistika-potentzia areagotzeko. Donostia, Errenteria, Lezo eta Pasaiak osatzen dute eremu hiritarra, eta Beasain, Ordizia, Lazkao, Bergara, Aretxabaleta, Arrasate, Tolosa, Azpeitia eta Azkoitiak, eremu hiritar-industrialak. 3.2 ildoak ere 3.1 ildoaren helburu bera dauka: ebaluatzea ea kutsadurak eraginik duen egunero erregistraturiko heriotza eta ospitaleratzeetan, eta, hala balitz, arriskua eremuka desberdina den aztertzea.

Hasiera batean 2010-2015 aldia aukeratu genuen azterlanerako, baina, azkenean, 2014-2015 aldia hartu zen 3.1 ildorako, eta 2013-2015 aldia, 3.2 ildorako, izan ere, 2011-2012 aldian, handia da galdutako balioen ehunekoa, partikulen denbora-seriean.

3. ONDORIO OROKORRAK

Aireko PM_{2.5}en batez besteko mailak (9.56 µg/m³, 10.58 µg/m³, 12.20 µg/m³ eta 10.15 µg/m³ Lasarten, Usurbilen, Ordizian eta Urretxun, hurrenez hurren) txikiagoak izan ziren 102/2011 Errege Dekretuan ezarritako mugak baino (25 µg/m³) azteraldian (2017ko irailetik 2019ko irailera), bai eraginpeko eremuan, bai kontrol-eremuan. Ordizia izan zen PM_{2.5}, metal eta HAPen maila handieneko udalerria. Azterturiko lau udalerrietatik, Urretxun ikusi ziren kutsatzaile-maila txikienak. PM_{2.5}ei loturiko nikel-kontzentrazio handiak detektatu dira Ordizian. PM₁₀etako nikelaren balio estimatua (54.91 ng/m³), PM_{2.5}etako mailaren arabera kalkulatua, 102/2011 Dekretuan ezarritako legezko mugaren (20 ng/m³) bikoitza baino handiagoa da. Aireko dioxina, furano eta PCBen maila Espainia eta Europako beste leku batzuetan aurkitutakoaren antzekoa zen. Urretxuko kontzentrazioa (kontrol-eremua) Usurbilgoa (eraginpeko eremua) baino txikiagoa zen. PCDD/F+PCBen balioen (fgTEQ/m³) artean ez zegoen diferentziarik Usurbilen eta Lasarten.

Kutsatzaileekiko esposizioa lagin biologikoetako biomarkatzaile bidez ebaluatu zen, eta erakutsi zuten, oro har, metal-mailak txikiagoak edo berdintsuak direla beste herrialde batzuetan eta EAEn aurrez egindako azterlanetan aurkitutakoekin alderatuta. Dioxina, furano eta dioxina jardueradun PCBen mailak –eraginpeko eremuan (Lasarte eta Usurbil) 10.83 pgTEQ/g, tarteko eremuan (Andoain) 11.70 pgTEQ/g, eta kontrol-eremuan (Ordizia eta Beasain) 10.01 pgTEQ/g– eraginpean ez zegoen populaziorako aipaturikoen antzekoak izan ziren, eta beste herrialde batzuetan erraustegietatik gertuko eta urruneko eremuetarako egindako azterlan gehienetan aipaturikoak baino txikiagoak.

Jaiotzako ondorioei dagokienez, ez da diferentziarik ikusi ugalketa-osasunean (pisu eskasa eta prematuritatea), azterturiko bi eremuetan [eremu hiritarra (Donostia) eta eremu hiritar-industriala (Urola Garaia bailara – Zumarraga, Urretxu eta Legazpi eta Goierri – Beasain, Ordizia eta Lazkao)]. PM_{2.5} eta PM₁₀ekiko jaioaurreko esposizioak ez du haurren jaiotza-pisuan eragiten, baina bai gestazio-asteetan: zenbat eta esposizio handiagoa, orduan eta arrisku handiagoa prematuritaterako.

Hilkortasunari eta ospitaleratzei dagokienez, nahiz eta oso antzekoa izan partikulen urteko batezbestekoa eremu hiritarrean eta eremu hiritar-industrialean, ospitaleratzeen eta heriotzen kopurua eremu ez-hiritarrean halako bi da eremu hiritarrean (heriotzak eremu hiritarrean vs. eremu hiritar-industrialean: 13.93 vs. 7.16). Eremu hiritar-industrialean eragin handia dago PM_{2.5} eta PM₁₀ei loturiko arnasketa-arazoaren ondoriozko heriotza eta ospitaleratzeen

guztizkoan, bai eta PM₁₀i loturiko bihotzeko arazoen ondoriozko ospitaleratzeetan ere. Eremu hiritarrean, bihotzeko arazoen ondoriozko ospitaleratzeak PM_{2.5}arekin lotzen dira. Aireko PM_{2.5} eta PM₁₀en urteko batezbestekoa % 20 murriztuz gero, urtean 13 eta 48 heriotza/ospitaleratze artean saihestu daitezke. Aireko PM_{2.5} eta PM₁₀en urteko batezbestekoa OMEk gomendaturiko balioetara murriztuz gero, urtean 2 eta 9 heritoza/ospitaleratze artean saihestu ahalko lirateke.

Minbiziagatiko hilkortasunari dagokionez, heriotza kopurua igo egin dela ikusi da lehenengo bosturteketik (2007-2011) bigarrenera (2012-2016) (heriotza-tasa estandarizaturik (HTE) 2007-2011 aldian vs. 2012-2016 aldian: gizonezkoetan: 335.23 vs. 342.81; emakumezkoetan: 184.29 vs. 195.23). Igoerarik nabarmenena, gizonezkoetan, Ordizia-Beasainen izan da. Neurri handi batean, koloneko, zintzurrestekoa eta bronkioetakoekin loturiko heriotzak areagotzeagatik gertatu da. Emakumezkoetan ere, igo egin dira, zertxobait, minbiziagatiko heriotzak, batez ere, Beasain-Ordizian eta Usurbil-Lasarten, koloneko eta ondestekoekin loturiko heriotzak areagotu egin direlako bereziki. Azterlan honetako eraginpeko eremuan tumore guztien HTEak ere igo egin ziren, denboran zehar, gizonezkoetan (balioak: 270.7, 2007-2011 aldian eta 273.7, 2012-2016 aldian) nahiz emakumezkoetan (HTE: 127.2 vs. 175.1 2007-2011 eta 2012-2016 aldietan hurrenez hurren).

Sortzetiko malformazioei dagokienez, 2007-2011 eta 2012-2014 denboraldietan, guztira, 4.550 jaioberri erregistratu ziren EAEn, sortzetiko malformazioen bat zutenak, hau da, 27-28 kasu, bizirik jaiotako 1.000 laguneko eta urteko. Malformazioen artean, bihotzarekin zerikusia duten malformazioek erakutsi zuten prebalentziarik handiena. Eremua eta azteraldia kontutan hartuz gero, Urola Garaian jaitsi egin direla ikusten da, eta Beasain-Ordizian, igo. Igoera hori, batez ere, bihotzeko malformazioak areagotzearen ondorio da. Azterlaneko eraginpeko eremuan, 3.56koa izan zen prebalentzia, 2007-2011 aldian eta 1.51koa, 2012-2014 aldian.

4. ERREFERENTZIAK

- Anderson JO, Thundiyil JG, Stolbach A. 2012. Clearing the air: a Review of the effects of particulate matter air pollution on human health. Journal of medical toxicology: oficial journal of American College of Medical Toxicology 8(2): 166-75.
- Biggeri A, Catelan D. 2005. Mortalita ` per linfoma non Hodgkin e sarcomi dei tessuti molli nel territorio circostante un impianto di incenerimento di rifiuti solidi urbani.

- Campi Bisenzio (Toscana, Italia) 1981–2001. *Epidemiol Prev* 29(4–5):156–159
- Burns CJ, Collins JJ, Humphry N, Bodner KM, Aylward LL, McBride D. 2010. Correlates of serum dioxin to self-reported exposure factors. *Environ Res* 110(2):131-6.
 - Cao S, Duan X, Zhao X, Ma J, Dong T, Huang N et al. 2014. Health risk from the exposure of children to As, Se, Pb and other heavy metals near the largest coking plant in China. *The Science of the Total Environment* 472: 1001-9.
 - Collins JF, Brown JP, Alexeeff GV, Salmon AG. 1998. Potency equivalency factors for some polycyclic aromatic hydrocarbons and polycyclic aromatic hydrocarbon derivatives. *Regul Toxicol Pharmacol* 28(1):45-54.
 - Comisión Europea. Air Quality Standards. Disponible en: <https://ec.europa.eu/environment/air/quality/standards.htm>
 - Delgado-Saborit JM, Stark C, Harrison RM. 2011. Carcinogenic potential, levels and sources of polycyclic aromatic hydrocarbon mixtures in indoor and outdoor environments and their implications for air quality standards. *Environ Int* 37:383-392.
 - Domingo, J.L., Schuhmacher, M., Müller, L., Rivera, J., Granero, S., Llobet, J.M., 2000. Evaluating the environmental impact of an old municipal waste incinerator: PCDD/F levels in soil and vegetation samples. *J. Hazard. Mater.* 76, 1–12.
 - Eduljee GH, Dyke P. 1996. An updated inventory of potential PCDD and PCDF emission sources in the UK. *Sci Total Environ* 177:303–21.
 - Elliott P, Shaddick G, Kleinschmidt I, Jolley D, Walls P, Beresford J, Grundy C. 1996. Cancer incidence near municipal solid waste incinerators in Great Britain. *Br J Cancer* 73:702–710.
 - EPA. 2012. Revised air quality standards for particle pollution and updates to the air quality index (AQI).
 - EPA. 2014. Priority Pollutant List.
 - Federico M, Pirani M et al. 2010. Cancer incidence in people with residential exposure to a municipal waste incinerator: an ecological study in Modena (Italy), 1991–2005. *Waste Manag* 30(7):1362–1370.
 - Floret N, Mauny F, Challier B, Arveux P, Cahn JY, Viel JF. 2003. Dioxin emissions from a solid waste incinerator and risk of non- Hodgkin lymphoma. *Epidemiology* 14:392–398
 - Gouveia N, Ruscitto do Prado R. 2010. Health risks in areas close to urban solid waste landfill sites. *Rev Saude Publica* 44(5):1–8.
 - IARC. Complete List of Agents evaluated and their classification. Consultado en

- diciembre de 2019. Disponible en: <https://monographs.iarc.fr/list-of-classifications>.
- Jones PH, de Gerlache J, Marti E, Mischer G, Scherrer MC, Bontinck WJ, Niessen H.J. 1993. The global exposure of man to dioxins: a perspective on industrial waste incineration. *Chemosphere* 26, 1491–1497.
 - Kim Y, Yang SH, Kim M, Shin DC. 2001. PCDD and PCDF exposures in workers and controls living near an industrial waste incinerator. *Chemosphere* 43(4-7):985-7.
 - Lertxundi A, Martinez MD, Ayerdi M, Alvarez J, Ibarluzea JM. Air quality assessment in urban areas of Gipuzkoa (Spain) *Gaceta Sanitaria* Volume 24, Issue 3 May–June 2010 Pages 187-192.
 - Loomis D, Groose Y, Lauby-Secretan B, El Ghissassi F, Bouvard V, Benbrahim-Tallaa L, et al. 2013. The carcinogenicity of outdoor air pollution. *Lancet Oncol* 14: 1262-3.
 - Mattiello A, Chiodini P, Bianco E, Forgione N, Flammia I, Gallo C et al. 2013. Health effects associated with the disposal of solid waste in landfills and incinerators in populations living in surrounding areas: a systematic review. *International Journal of Public Health* 58(5):725–35.
 - Nisbet ICT & Lagoy PK. 1992. Toxic Equivalency Factors (TEFs) for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs). *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 16: 290–300
 - OMS. 2005. WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Global update 2005. Summary of risk assessment.
 - Organización Mundial de la Salud. World Health Organization. 2013. Review of evidence on health aspects of air pollution –REVIHAAP Project. WHO Regional Office for Europe. Denmark.
 - PRTR-España. Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes. Ministerio para la Transición Ecológica. <http://www.prtr-es.es/>
 - Quaß, U, Fermann MW, Broker G. 2000. Step towards a European dioxin emission inventory. *Chemosphere* 40, 1125–1129.
 - Quaß, U, Fermann, M, Broker G. 2004. The European dioxin air emission inventory project – final results. *Chemosphere* 54, 1319–1327.
 - Ranzi A, Fano V, Erspamer L, Lauriola P, Perucci CA, Forastiere F. 2011. Mortality and morbidity among people living close to incinerators: a cohort study based on dispersion modeling for exposure assessment. *Environ Health*. 24(10):22.

- Van Caneghem J, Block C, Van Brecht A, Wauters G, Vandecasteele C. 2010. Mass balance for POPs in hazardous and municipal solid waste incinerators. *Chemosphere* 78 (2010) 701–708.
- Viel JF, Arveux P, Baverel J, Cahn JY. 2000. Soft-tissue sarcoma and non-Hodgkin's lymphoma clusters around a municipal solid waste incinerator with high dioxin emission levels. *Am J Epidemiol* 152:13–19.
- Viel JF, Daniau C, Gorla S, Fabre P, de Crouy-Chanel P, Sauleau EA, Empereur-Bissonnet P. 2008. Risk for non Hodgkin's lymphoma in the vicinity of French municipal solid waste incinerators. *Environ Health* 7:51.
- Wiseman CL, Zereini F. 2009. Airborne particulate matter, platinum group elements and human health: a Review of recent evidence. *The Science of the Total Environment* 407(8): 2493-500.
- Zambon P, Ricci P, Bovo E, Casula A, Gattolin M, Fiore AR, Chiuosi F, Guzzinati S. 2007. Sarcoma risk and dioxin emissions from incinerators and industrial plants: a population-based case- control study (Italy). *Environ Health* 6:19.