

ARRISKUEN ANALISI KUANTITATIBOA

2019



EUSKO JAURLARITZA



GOBIERNO VASCO

ARRISKUEN ANALISI KUANTITATIBOA

2019

Data 2019ko martxo

Jabea Eusko Jaurlaritza.



[Lurzoruaren kalitatearen ikerketa](#)



SARRERA	1
ARRISKUEN ANALISI KUANTITATIBOAREN ALDERDI OROKORRAK	1
Arriskuen analisi kuantitatiboaren mailak	1
Arriskuen eredu kontzeptuala	2
Arriskuen analisiaren elementuak	3
GIZA OSASUNERAKO ARRISKUEN ANALISI KUANTITATIBOA EGITEKO PROZEDURA	3
Esposizioaren analisia	3
Toxikotasunaren analisia	7
Arriskuaren karakterizazioa	8
Eraginak metatzea	9
EKOSISTEMETARAKO ARRISKUAK EBALUATZEKO PROZEDURA OROKORRA	10
Alderdi orokorrak	10
Efektu ekologikoen ebaluazioa	11
Esposizioaren analisia	12
Arriskuaren karakterizazioa	13
ZIURGABETASUNA ETA SENTIKORTASUNA AZTERTZEA	14
Ziurgabetasunak ebaluatzeko metodologia	14
Sentikortasunaren analisirako metodologia	15
ARRISKUAREN ONARGARRITASUNA ETA EMAITZEN INTERPRETAZIOA	16
ERREMEDIATZE-HELBURUAK KALKULATZEKO PROZEDURA	17
Erremediatze-helburuak kalkulatzeko banako konposatueterako	17
Erremediatze-helburuak kalkulatzeko efektuen metaketagatik	18

SARRERA

Zenbait parametro identifikatu, neurtu eta konparatzeko prozesu gisa definitzen da arriskuen analisi kuantitatiboa; horren bidez, lurzoruan eta beste ingurune batzuetan substantzia kutsagarriak egoteak pertsonen osasunerako eta ingurumenerako zein arrisku ekar ditzakeen aztertzen eta analizatzen da, eta arriskuon ezaugarriak zehazten dira.

Arriskuen analisi kuantitatiboa, ikerketa xehearen osagai gisa, tresna gisa erabiltzen da: batetik, arriskuaren onargarritasunari buruzko erabakiak hartzeko; bestetik, hartuko diren neurriak diseinatzeko, eskuarki arriskukudeaketa gisa ezagutzen den prozesuaren bitartez.

Alor horretan, arriskuen analisi kuantitatiboak kontuan hartzen ditu kutsadurak erasan ditzakeen objektu babesgarri guztiak; hau da, lurzoruaren, lurpeko uraren, lur gaineko uraren, lurzoruko gasaren eta beste ingurune batzuen ezaugarri kimikoak aldatzen badira gizakien osasunaren eta ekosistemen funtzionamenduaren kontrako efektuak eragiteko zer probabilitate dagoen aztertzen du. Halaber, substantzia kutsagarriak beste ingurune batzuen bitartez (funtsean, ura) barreiatzeko probabilitateak ebaluatzen ditu, baita zer arrisku eragin dezakeen horrek ere. Kasu zehatz batek hala eskatzen badu, analisiak barnean har dezake beste elementu batzuetarako arriskuen analisia ere, adibidez, azpiegituretarako edo produktibitaterako.

Arriskuen analisia egiteko prozesuaren abiaburuan eredu kontzeptuala dago; hau da, lekuaren edo lekuaren zati batzuen irudikapen eskematiko eta dinamikoa, arriskuari dagokionez (kaltetutako inguruneak, esposizio-bideak eta arriskuaren hartzailak). Lurzoruaren kalitatearen azterketaren une bakoitzean horri buruz dagoen informazio guztia kontuan hartuz egiten da.

ARRISKUEN ANALISI Kuantitatiboaren Alderdi Orokorrak

Arriskuen analisi kuantitatiboaren mailak

Ikerketan zehar eredu kontzeptuala aberasten den bezala, arriskuen analisia ere prozesu progresiboa da eta lekuaren elementu gero eta zehatzagoak hartzen ditu kontuan, ikerketa-fasearen, eskuratu daitekeen informazioaren eta hura ebaluatzean ateratzen diren ondorioen arabera. Hurbilketa-prozesu progresibo horretan hiru maila bereiziko dira:

- a) Arriskuen analisi sinplifikatua; hau da, zuzeneko konparazioa egitea kutsagarrien kontzentrazioen eta ingurune eta erabilerei aplikatu beharreko kalitate-estandarren artean. Konparazio hori ikerketaren faseetako edozeinetan egingo da. Hala ere, esploratzeko ikerketa-fasean erabakigarria izango da, estandarrak gainditzea izango baita ikerketa xehatua hasteko funtsezko arrazoia.
- b) Arriskuen analisi kuantitatibo orokorra, arriskuaren zenbatespen kuantitatiboa egiteko, kontuan harturik zer esposizio-bide eta -ibilbideren bitartez izan dezakeen hartzaile batek kontaktua kutsagarri batekin. Aldagaien baterako balio erreal edo neurturik ez badago, balio orokor eta zuhurrak erabiltzen dira. Balio orokor horiek erabilia, emaitza homogeenagoak lortu ahal izango dira eta leku guztietan zuhertasun-maila jakin bat bermatuko da. Oro har, analisiaren maila honetan arriskuaren onargarritasun-mailak gainditzeak emango dio bidea hurrengo hurbilketa-mailari. Nolanahi ere, behar bezala arrazoitu beharko da zehaztasun-maila batetik bestera aurrera egiteko erabakia. Giden, ohar teknikoen eta beste trena batzuen bidez argitaratuko eta eguneratuko dira analisi honetan erabiliko diren aldagarritasun handieneko parametroetarako gomendatzen diren balioak.
- c) Arriskuen analisi kuantitatibo xehea arriskuen analisisiko maila aurreratuena da. Maila honetan, ebaluatzen ari den tokirako zehaztutako esposizio-parametroak hartuko dira, eta, kasuan-kasuan, neurketa espezifikokoak gauzatzea, lurzoruaz eta lurpeko/lur gaineko uraz bestelako matrize batzuetan laginak hartzea (lurreko gasa, elikagaiak), eta abar ekar dezake berekin.

Hurrengo apartatuetan deskribatuko dira zer alderdi jaso behar dituen arriskuen analisi kuantitatibo orokor nahiz xeheak.

Arriskuen eredu kontzeptuala

Arriskuen eredu kontzeptuala funtsezko elementua da lurzoruaren kalitatea ikertzen denean, arriskuen analisi kuantitatiboaren oinarria baita. Lekuaren edo haren zatien irudikapen eskematiko bat da, eta bertan zehatz-mehatz identifikatu behar dira ukitutako inguruneak, kutsagarrien garraio-mekanismoak eta oraingo nahiz geroko hartzaileak. Eredu kontzeptualaren karakterizaziotik abiatuta, arriskuen analisi kuantitatiboaren bitartez ebaluatuko diren tokiak zehazten dira.

Ereduan jasotzen da zer egoeratan dagoen aztertuko den eremua, eta kontaminazio-fokuen eta hartzaileen arteko erlazioa deskribatzen da, izan daitezkeen esposizio-bideak kontuan harturik. Arriskuen analisiaren garapenean, funtsezkoa da eredu kontzeptual ona zehaztea. Eredu

kontzeptuala gaizki zehaztuta edo osatu gabe badago, arriskua gutxiestera eramán dezake, eta horrek ondorioak eragin daitezke hartzaileen gain; edo neurritz kanpoko balio eman dakioke, eta horrek beharrik gabeko saneamendu-jarduerak ekar ditzake ondorioz.

Aplikazio zuzenena arriskuen analisi kuantitatiboaren barruan egiten bada ere, hasierako fasetik eta lurzorua kalitatea aztertzeko prozesu osoan zehar erabili behar da eredu kontzeptuala. Arriskuen analisisen fasean, xehetasunez berrikusi eta eguneratuko da eredu kontzeptuala, datu gehiago eta informazio zehatzagoa lortu ahala.

Arriskuen analisiaren elementuak

Arriskuen analisisa egiteko prozedura espezifikoa desberdina izango da hartzailearen arabera (kasu honetan, giza osasuna eta ekosistemen funtzionamendua), baina arriskuaren ebaluazioak kasu guztietan hartuko ditu kontuan hurrengo apartatueta deskribatzen diren elementu komun hauek:

- a) Esposizioaren analisisa
- b) Toxikotasunaren analisisa
- c) Arriskuaren karakterizazioa
- d) Sentikortasunaren eta ziurgabetasunaren analisisa
- e) Emaizten interpretazioa

GIZA OSASUNERAKO ARRISKUEN ANALISI KUANTITATIBOA EGITEKO PROZEDURA

Esposizioaren analisisa

Esposizioaren analisisaren helburua da identifikatutako substantzia kutsagarria zer motakoa den eta hartzaileentzat zer magnitudekoa izango den zenbatestea. Azterten ari den lekuaren egoera espezifikoetan hartzaileak aurreikuspenen arabera esposizio-ibilbide bakoitzerako jasoko dituen dosiak izango dira esposizioaren analisisaren emaitza.

Esposizioaren analisisan, alderdi hauek hartu behar dira kontuan:

- a) Esposizio-ingurunearen deskribapena: funtsean, lekuaren eredu kontzeptualaren datuak biltzea, ezaugarri fisiko guztiak identifikatu eta zehazteko moduan, inguruneari (geologia, hidrogeologia, meteorologia, lur gaineko urik den, eta abar), esposiziopeko hartzaileei (lurzorua erabilerak, populazio kalteberak, jarduera-ereduak, inguruabar espezifiko eta

partikularrak, eta abar), eta tokiak zehazteko garrantzia izango duten oinarrizko beste ezaugarri batzuei dagokienez (eraikinen parametroak, zoladurak, uren aprobetxamendua, eta abar).

- b) Hartzaile potentzial bat (oraingoa nahiz gerokoa) kutsagarriekin kontaktuan jar dezaketen esposizio- egoerak zehaztea. Esposizio-egoera bat guztiz zehazteko, honako hauek hartu behar dira kontuan:

- Kontaminazio-fokuaren ezaugarriak
- Ukitutako ingurunea (adibidez, lurzorua, ura, airea)
- Kutsatzailea mobilizatuko duten garraio-mekanismoak
- Hartzailea
- Esposizio-bidea (adibidez, ahoratzea, arnastea, xurgatze dermikoak)

- c) Arriskuen analisian kontuan hartu beharreko kutsatzaileak

Arriskuen analisi kuantitatiboan substantzia kutsagarri hauek hartuko dira kontuan:

- aplikatu beharreko erreferentzia-balioak gainditzen dituzten kontzentrazioetan hautemandakoak. Hala bada, kontuan hartuko dira analisien emaitzen ziurgabetasuna dela-eta araudiarekin bat datozen frogatu ezineko substantziak,
- baita analisiaren txostenean identifikatutakoaren arabera kuantifikazio-muga nabarmen gainditzen dutenak ere, araudi honetan edo besteetan horietarako erreferentzia-baliorik zehaztu ez arren balio toxikologikoak badituzte.

Petrolio-hidrokarburoen kasu zehatzerako, lurzorian 50 mg/kg-ko TPH balioa gainditzen bada, arriskuen analisi kuantitatibo baten bitartez egin ahal izango da urtarrilaren 14ko 9/2005 Errege Dekretuak eskatutako arriskuen ebaluazioa, frakzio aromatiko eta alifatikoen kontzentrazioen modelizazio kuantitatiboaren aurretik, Holandako Osasun eta Ingurumen Institutuaren (RIVM) 711701023 txostenean lurzorurako eta lurpeko uretarako argitaratutako erreferentzia-balioak konparatuz. Beste kutsatzaile batzuk egoteagatik arriskuen analisiaren hurrengo fasea egin behar bada, eta lurzoruko TPHak 50 mg/kg-tik gorakoak badira, arriskuen analisi kuantitatiboan kontuan hartu behar dira TPHak, baita kontzentrazioak RIVM 711701023 txostenean zehaztutakoak baino txikiagoak direnean ere. Lurzorurekin gertatzen den ez bezala, lurpeko uretan TPHrako erreferentzia-balioa gainditzen bada, arriskuaren

balorazioa ezin da egin RIVM 711701023 txostenean zehaztutako frakzio alifatiko edo aromatikoekin alderatuz.

- d) Esposizioa kuantifikatzea, hartzailleak esposizioaren magnitudearen, maiztasunaren eta iraupenaren arabera jasotako kutsatzaile-dosia kalkulatzat aktibotzat/irekitzat hartzen den ibilbide bakoitzerako.

Ibilbide bati dagokion esposizio-dosia kalkulatzeko formula generikoa hau da:

$$D = \frac{C_{exp} \cdot TC \cdot FE \cdot DE}{PC \cdot PE}$$

Non:

D Esposizioaren dosia. Truke-puntuan dagoen kutsatzaile kantitatea, eskuarki adierazita: kutsatzailea mg-tan / hartzaillearen pisua kg-tan - eguna

C_{exp} Esposizioaren kontzentrazioa Unitate egokietan adierazita (kutsatzaile mg/lurzoru kg edo kutsatzaile mg/litro ur)

TC Kontaktu-tasa. Hartzaillearekin kontaktuan jarri den bitarteko kutsatuaren k denbora-unitate edo esposizio-gertaera bakoitzeko (adibidez lurzoru mg/egun litro/egun).

FE Esposizioaren maiztasuna. Urtean esposiziopean egon den egun kopuruaren adierazi ohi da.

DE Esposizioaren iraupena. Esposizioa zenbat denboraz gertatu den deskribatzen du

PC Giza gorputzaren pisua. Esposizioak iraun bitartean esposiziopean egon den hart batez besteko pisua (kg)

PE Esposizioaren batez besteko denbora. Esposizioa normalizatu den aldia (egun nolako eragina ebaluatzen den (kantzerigenoak edo ez-kantzerigenoak), balioa de izango da

Ekuazio horrek bi aldagai mota nagusi jasotzen ditu:

- Kutsatzailearekin lotutako aldagaiak: esposizioaren kontzentrazioa.
- Esposiziopeko hartzailearekin lotutako aldagaiak: kontaktu-tasa, esposizioaren maiztasuna eta iraupena eta hartzailearen pisua.

Aldagai horietako bakoitzak balio posibleen tarte bat har dezake. Horien aukeraketa funtsezkoa da eta behar bezala arrazoitu behar da, ebaluatzen den esposizio-egoera bakoitzean erabilitako balioek bermatu ahal izan dezaten leku horretarako kontuan hartuko den dosi posiblea zentzuz espero litekeen handiena dela (arrazoiaren arabera esposizio handienaren pean dagoen hartzaileari lotuta).

Hortaz, esposizioaren kontzentrazioaren kasuan, arriskuen analisi kuantitatibo orokorraren mailan, detektatutako handiena erabiliko da; aldiz, arriskuen analisi kuantitatibo xehearen mailan, batez besteko kontzentrazioa kalkulatu ahal izango da (UCL 95), ebaluatu nahi den esposizio-eremuari dagokionez espezifikoki, horretarako aski lagin edukiz gero.

Esposizioaren kalkuluan sartutako parametro bakoitzerako, toki zehatz bakoitzean hartutako datu zehatzak erabiliko dira ahal den guztietan. Ezin bada hala egin, lekuaren benetako egoerara gehien hurbiltzen diren balio lehenetsiak aplikatuko dira. Arriskuen analisi orokorraren mailan, gidetan, ohar teknikoetan eta beste tresna batzuetan argitaratuz finkatu diren balio orokorrak erabiliko dira.

Hauek dira esposizio-bideak, eta arriskuen ebaluazioan kontuan hartu beharreko kutsatzaile bakoitzaren ahorrakina kalkulatu beharko da hauetako bakoitzerako:

- a) Lurzorua irenstea
- b) Lurzoruarekin kontaktu dermikoa izatea
- c) Hautsa inhalatzea kanpo-ingurunean
- d) Lurzoruko eta/edo lurpeko uretako lurrinak inhalatzea kanpoaldean
- e) Lurzoruko eta/edo lurpeko uretako lurrinak inhalatzea barnealdean
- f) Kutsatutako elikagaiak irenstea
- g) Kutsatutako ura irenstea
- h) Kutsatutako urarekin kontaktu dermikoa izatea

Zuzeneko neurketarik ezean, garraio-ereduak beharko dira esposizio-bide horietako zenbait kalkulatzeko. Garraio-ereduak beharrezko diren tresnak dira esposizio-puntuetako kutsatzaile- kontzentrazioak kalkulatzeko, tokian bertan lortzeko zailak badira edo kutsatzaileak denboran zehar egin duen aurrerabidea zenbatetsi behar bada. Egoera hori bereziki garrantzitsua da

ingurumen-arriskuen analisisien alorrean, esposizio kronikoak hartzen dituen kontuan. Ereduen aplikazioa ziurgabetasun-iturri garrantzitsuetako bat da esposizioa kalkulatzeko. Horretarako, nazioartean aintzat hartutako ereduak erabili beharko dira; zehazki, ebaluatu nahi den lekuaren berezitasunei aplikatu dakizkiekeen ezaugarriak dituztenak.

Arriskuen analisiari buruzko ikerketa xehatuaren kapitulu argi eta garbi eta zehatz-mehatz jaso beharko da esposizioa kalkulatzeko erabilitako informazio guztia (erabilitako modeloak, lekuari buruzko datu espezifikoak, datu orokorrak eta datu lehenetsiak), baita, hala badagokio, horren erabilera justifikatzen duten arrazoiak ere. Era berean, hor sartuko dira erabilitako ereduaren kalkulu eta tarteko urrats guztiak eta, aplikazio informatiko komertzialak erabiltzen badira, sarrera eta irteera taula guztiak erantsiko dira.

Toxikotasunaren analisia

Toxikotasunaren analisia arriskuen analisiaren fase garrantzitsuenetakoa da, izan ere, arriskuaren ezaugarriak finkatzeko ekuazioaren funtsezko osagaia da. Fase horrek helburu hauek ditu:

- a) Kutsatzaile batek giza osasunaren kontrako efektuak eragiteko potentziala duen frogatzea, efektu motak ezaugarrituz, hala toxikoak (sistemikoak edo ez-kartzinogenikoak) nola kartzinogenikoak.
- b) Esposizioaren dosiaren eta banako bati eragindako ondorioen larritasunaren arteko harremana ebaluatzea, dosi-ondorio erlazioak ezarriz, hartzaileak kutsatzaileari dagokionez zer erantzun-tasa izango duen auresateko.

Fase honetan, analizatuko den kutsatzaile bakoitzaren datu eta ezaugarriak bilatu, eta haren jokabide toxikologikoa modu ahalik eta fidagarrienean islatzen dutenak aukeratzen dira. Horretarako erabiliko den prozesuak urrats hauek hartu behar ditu barnean, gutxienez:

- a) Toxikologiako informazioa biltzea
- b) Esposizio-epeak identifikatzea
- c) Ondorio ez-kantzerigenoetarako parametroak zehaztea
- d) Ondorio kantzerigenoetarako parametroak zehaztea
- e) Analisisian erabiliko diren balio toxikologikoak laburpen batean jasotzea

Aplikatu beharreko erreferentzia toxikologikoak zehazteko, ezinbestekoa da datu-baseak eguneratuta mantentzen dituzten prestigiozko iturrietara jotzea. Kutsatzaile bakoitzerako banan-banan erabiliko dira datu berrienak

hala ondorio sistemikoetarako nola kartzinogenikoetarako. Ildo horretan, aurkezten den arrisku-analisi bakoitzerako deskribatu eta justifikatuko da zer prozesuri jarraitu zaion ebaluazioan erabilitako datu toxikologikoak aukeratzeko, eta haien erreferentzi zehatzak emango dira.

Arriskuaren karakterizazioa

Eta hau arriskuaren zenbakizko kuantifikazioari eta aplikatu beharreko araudian erregulatutako gehieneko balio onargarriekin lortutako arrisku-indizeen konparazioari dagokie. Lortutako amaierako emaitzatik funtsezko alderdiak ondorioztatuko dira: adibidez, lurzoruen kalitatearen kalifikazioa lurzoruen kalitatearen adierazpenean, edo saneamenduko jarduketak nahiz arriskuak kudeatzeko beste jarduketa batzuk egin behar diren.

Arriskua balioztatzen irizpide hauek erabiliko dira, indarrean dagoen legeriarekin bat etorriz:

- Substantzia kantzerigenoetarako, egoeraren arrisku onargarria dela ulertuko da, baldin eta esposiziopeko biztanleengan espero daitekeen minbizia-agerraldiaren maiztasunak ez badu gairatzen kasu bat ehun milako atalasea.
- Kantzerigenoak ez diren substantzietarako, arriskua onargarritzat hartuko da, baldin eta, identifikatutako substantzia kutsatzaileei dagokienez, epe luzeko esposizio-dosien eta gehieneko dosi onargarriaren arteko zatidura unitatea baino txikiagoa bada.

Substantzia motak	Ebaluazio irizpidea	Arriskuaren kuantifikazioa
Substantzia kantzerigenoa	Gizabanako batek bere bizitzan zehar minbizia garatzeko probabilitatea handitzea substantzia kantzerigenoen esposiziopean egoteagatik	$R_{ix} = CE_{ix} \times URF$ inhalazio-biderako $R_{ix} = I_{ix} \times SF$ gainerako bideetarako Non: R_{ix} Arrisku kantzerigenoa handitzea, x bidetik i konposatuaren esposiziopean egoteagatik, bizitzan zehar CE_{ix} i konposatuaren esposizio kronikoaren kontzentrazioa ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), x bidetik, bizitza osoan zeharko batez bestekoa egunik URF Arrisku unitarioa inhalazio-biderako ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)-1 I_{ix} i konposatuaren esposizio-dosi kronikoa (mg/kg -egun), x bidetik, bizitza osoko batez bestekoa egunik. SF Minbiziaren malda-faktorea (mg/kg -egun)-1
Substantzia ez-kantzerigenoa	Aldi jakin bateko esposizio-dosi edo kontzentrazioa zati intereseko konposaturako eta esposizio-bide bererako ezarritako erreferentziako dosi edo kontzentrazioa, esposizio-aldi edo epe bererako deribatua (akutua, azpikronikoa, kronikoa).	$R_{ix} = \frac{CE_{ix}}{RfCi}$ inhalazio-biderako $R_{ix} = \frac{I_{ix}}{RfDi}$ gainerako esposizio-bideetarako Non: x bidetik i konposatuaren esposiziopean egoteagatik arrisku ez-kantzerigenoaren indizea x i konposatuaren esposizio-kontzentrazioa (mg/m^3), x bidetik Erreferentziako dosia inhalazio-biderako (mg/m^3). x i konposatuaren esposizio-dosia (mg/kg -egun), x bidetik Erreferentziako kontzentrazioa inhalazioko (mg/kg -

Eraginak metatzea

Arriskua kuantifikatzean, kontuan hartuko dira eragin metagarriak. Horretarako, konposatu bakoitzak bakarka dituen arriskuei aplikatutako ebaluazio-irizpide berberak aplikatuko zaizkie arrisku metagarriei ere. Zuhurki, arriskuen analisi kuantitatibo orokorrak barnean hartuko du kontuan hartutako kutsatzaile guztiek esposizio-bide bakoitzerako eta bide baten baino gehiagoren konbinazioa hartzaile beraren gain sortutako arrisku kantzerigenoen batukortasuna eta arrisku ez-kantzerigenoen batukortasuna.

Ikuspegi hori sinplifikazio erabilgarria da egon daitezkeen eragin batukorre dagokienez lehenengo hurbilketa orokorra egiteko; hala ere, aplikazioak hainbat muga ditu. Horregatik, honako hau planteatzen da:

- Arriskuen analisi kuantitatibo orokorrean, metatutako arriskuek ez badituzte gainditzen onargarritasun-atariak, arriskuen analisi kuantitatiboa amaitutzat eman ahal izango da.
- Arriskuen analisi kuantitatibo orokorrean, arrisku batukorrek gainditu egiten badituzte arriskuaren onargarritasun-atariak, orduan, erabakiak hartzeko xeheki ebaluatu beharko dira arrisku-

indizeak batzean gainditu diren mugak (pisu zientifiko desberdineko balio toxikologikoak, arrisku-indizeen balorazioa efektu motaren eta ekintza-mekanismoaren arabera, eta abar). Ebaluazio horretan, ongi dokumentatutako erreferentzien bitartez frogatu beharko dira, adibidez, ekintza-mekanismo edo helburu-organo jakin bati dagokionez konposatu bat barnean hartu edo kanpoan uzteko erabakiak, arriskurik ez gutxiesteko. Erreferentzien bilaketa oso zehatza egin beharko da, eta erabakiak oinarritzeko adina informazio bildu beharko da.

EKOSISTEMETARAKO ARRISKUAK EBALUATZEKO PROZEDURA OROKORRA

Alderdi orokorrak

Kasu hauetakoren bat gertatuz gero, arriskuen analisisan kontuan hartuko dira hartzaile ekologikoak:

- a) Erasandako lurzatia nekazaritza eta abeltzaintzarako erabiltzen da.
- b) Erasandako lurzatia eta alboko ingurunea ez daude guztiz antropizatuta (gaur egungo egoeran nahiz aurreikusitakoan); hau da, ez dago errutinazko mantentze-lanak jasotzen dituen zoladura, bide, eraikin, estaltzeko egitura edo lorategirik.
- c) Ukitutako lurzatia, edozein dela ere antropizazioa, ingurune kaltebera baten barruan edo horretatik 500 metrora baino gutxiagora badago, eta mehatxupeko, babespeko edo babeserako neurriren batean sartutako espezieentzako habitat edo babesleku gisa balio badu.
- d) Lurzoruaren kontaminazioa dela-eta lurpeko urei erasan badakieke, lekuan nahiz jariatzeetan zehar zirkulatzen duten lurpeko uren deskargaren bidez edo ingurunera kutsatzaileak garraia ditzakeen beste edozein mekanismoren bidez.

Leku batean aurrez aipatutako egoeretako edozein gertatzen bada, ez da beharrezkoa izango analisisan lurreko hartzailerik sartzea, inguruabar hauetakoren bat suertatzen bada:

- Kutsatutako lurzoruak 1,5 m-tik gorako sakonera du. Baldintza hori ez da aplikatuko lur gaineko urei erasateko arriskurik dagoenean.
- Lurreko hartzaileen esposizioa eragozten duen oztopo fisikorik dagoenean.

- Lurzatiaren azalera 5.000 m²-tik beherakoa da (ekosistemen funtzionamenduari nabarmen erasan dakiokelako arrastorik dagoenean salbu).

Ekosistemetarako beharrezkotzat hartzen denean arriskuen ebaluazioa, eredu kontzeptuarekin zehaztu behar da zer entitate ekologiko babestu behar den. Entitate ekologikoa izan daiteke espezie jakin bat, espezie multzo funtzional bat (arrainjaleak), komunitate bat (ornogabe bentonikoak), ekosistema bat (aintzira), habitat espezifikoa bat (larre hezeak) nahiz beste edozein. Intereseko entitate ekologikoa identifikatutakoan, babestu nahi diren atributu zehatzak ezarriko dira.

Giza osasunaren gaineko arriskuaren ebaluazioaren antzera, urrats hauek sartuko dira arrisku ekologikoen analisia egiteko prozedura orokorrean:

- a) Efektu ekologikoen ebaluazioa
- b) Esposizioaren analisia
- c) Arriskuaren karakterizazioa
- d) Sentikortasunaren eta ziurgabetasunaren analisia
- e) Eraitzen interpretazioa

Efektu ekologikoen ebaluazioa

Eta honetan, kutsagarriak ekosistemetan duten efektuaren ezaugarriak zehaztuko dira, hartzaileak kutsagarriari emandako erantzun-tasa auresateko. Kutsagarri bakoitzaren portaera ekotoxikologikoa ahalik eta xehekien eta fidagarrien islatzen duten datuen eta ezaugarrien bilaketak oinarrituko du balorazioa. Bilaketari esker, zehaztu ahal izango da kutsatzaileen zer kontzentrazioetan (ekotoxikotasuna) dauden gerta litezkeen kontrako efektu ekologikoak zehazteko kontuan hartu beharreko atalase zehurrak. Efektu ekologikoen ebaluazioan ekosistemaren adierazgarri diren kide guztiak sartuko dira (bai landareak bai animaliak), baita elikakateko maila guztiak ere.

Datuak biltzeko, nazioartean aintzat hartutako informazio ekotoxikologikoko iturrietara joko da, kontuan hartuta zer organismorako edo organismo multzorako ezartzen den irizpide ekotoxikologikoa. Nolanahi ere, kutsagarri bakoitzerako, kontuan hartuko da aztertzen ari den ekosistemarako egin diren ikerketa, argitalpen edo entsegu berri eta egokienetatik datozen datuen erabilera.

Eta honetan, ondorio toxikologikoen ebaluazioa egiteko datuak zergatik aukeratu diren arrazoitzeaz gain, datu ekotoxikologikoak aukeratzeko zer metodologiari jarraituko zaion justifikatu da.

Esposizioaren analisisia

Esposizioa zenbatetsea da dosia zehaztea, aztertzen ari den ekosistemako organismo edo organismo multzo bakoitzerako, esposizio-ibilbide oso baten erasana jaso badezakete (fokua – esposizio-bidea – hartzailea). Ekosistemaren funtzionamendu orokorraren adierazgarri gisa aukeratzen dira.

Kutsatzaileekiko esposizioa zenbatetseko, kontuan hartuko dira ingurunean neurtutako edo zenbatetsitako gehieneko kontzentrazioak, edo kutsatzaile bakoitzaren kontzentrazioaren hurbilketa zuhurra, eta hartzaile ekologikoen tipologia eta kutsatzaile baten kontzentrazioak elikakatearen bitartez izan ditzakeen aldaketak. Esposizioa zenbatetseko beharrezko diren parametroei dagokienez, horietarako ez badago informazio espezifikorik edo lortzeko zailak izango direla uste bada, hipotesi zuhurrak erabiliko dira.

Zenbatetsitako dosia edo ingurumen-kontzentrazioa kalkulatzeko formula generikoa hau da:

$$D = TI \cdot C \cdot FC$$

Non:

D Dosia edo zenbatetsitako ingurumen-kontzentrazioa

TI Kontaktutasa

C Kontzentrazioa ingurumenean

FC Esposizioa zuzentzeko faktoreak (kutsatutako dietaren frakzioa, elikagai bioerabilgarria, eta abar)

Esposizioaren kalkuluan erabilitako parametro bakoitzerako, toki zehatz bakoitzean hartutako datu zehatzak erabiliko dira ahal den guztietan. Ezin bada hala egin, ebaluatzen ari den kokalekua hobekien adierazten duten balio lehenetsiak aplikatuko dira.

Esposizioa kalkulatzeko erabilitako eredu matematikoak estandarizatuta egongo dira eta nazioartean erabilera onartua izango dute.

Arriskuen analisiari buruzko ikerketa xehatuaren kapituluaren argi eta garbi eta zehatz-mehatz jaso beharko da esposizioa kalkulatzeko erabilitako informazio guztia (erabilitako modeloak, lekuari buruzko datu espezifikoak eta datu lehenetsiak), baita, hala badagokio, horren erabilera justifikatzeko zer arrazoibideri jarraitu zaion ere. Era berean, hor sartuko dira erabilitako

ereduen kalkulu eta tarteko urrats guztiak eta, aplikazio informatiko komertzialak erabiltzen badira, sarrera eta irteera taula guztiak erantsiko dira.

Arriskuaren karakterizazioa

Ekosistemak babesteari dagokionez, indarrean den legeriaren arabera, egoeraren arriskua onargarria izango da, baldin eta, identifikatutako kutsatzaileetarako, kontzentrazio gisa adierazitako esposizio- mailaren eta atalase ekotoxikologikoaren arteko zatidura unitatea baino txikiagoa bada; atalase hori ekosistemetan ondoriorik espero ez den gehieneko kontzentrazioak definitzen du.

Hartzaile ekologikoentzako arriskua arriskugarritasun-zatiduraren bitartez kuantifikatuko da. Zatidura lortzeko, kutsatzaile bakoitzaren esposizioaren kontzentrazioak eta ekotoxikotasunaren balioak hartuko dira abiaburuan, ekuazio hauen bitartez:

$$HQ = \frac{Dosis}{NOAEL} \qquad HQ = \frac{CAE}{NOAEL}$$

Non:

HQ	Arriskugarritasun-zatidura
Dosiak	Zenbatetsitako kutsatzaile-ahorakina
NOAEL	Behatu gabeko kontrako efektuen maila
CAE	Zenbatetsitako ingurumen-kontzentrazioa

Ondoriozko arriskua irizpide hauen arabera balioztatuko da:

- Kutsatzaile jakin batek 1etik beherako arriskugarritasun-zatidura izateak adierazten du kutsatzaileak, bakarka kontuan harturik, kontrako efektuak eragiteko probabilitatea txikia dela.
- Arriskugarritasun-zatidurak unitatea gainditzen badu, hartzaile ekologikoen babeserako arrisku ez- onargarriaren adierazgarritzat hartuko da.
- Ekintza-mekanismo beraren bidez efektuak eragiten dituen kutsatzaile bat baino gehiago badago, guztiek batera sortutako arriskua hartuko da kontuan (arriskugarritasun-zatidurak batu beharko dira). Emaitzazko balioari arriskugarritasun-indize esango

zaio, eta unitatea baino txikiagoa izan beharko da kutsatzaile multzo horri kontrako efektu gertagaitzak lotzeko.

ZIURGABETASUNA ETA SENTIKORTASUNA AZTERTZEA

Arriskuaren analisi kuantitatiboaren prozesuan, oinarrian, funtsezko aldagai sorta batek definitutako eredu matematiko batean txertatzen da leku bateko ingurumenari buruz eskura daitekeen informazioa, eta ekuazioak erabiltzen dira kutsatzaileen garraioa eta hartzaileen esposizioa simulatzeko. Horiek horrela, kalkulatzeko prozesuan, azken emaitzetan eragina izan dezaketen zenbait suposizio eta sinplifikazio onartzea eskatzen du prozesuak. Eragin horren norainokoa zenbatestea funtsezkoa da emaitzak ebaluatzeko eta erabakiak hartzeko.

Ziurgabetasunak ebaluatzeko metodologia

Ziurgabetasunaren analisia egitea da identifikatzea analisisian onartutako zer aldagaik eta hipotesik izan dezaketen eragin handiena emaitzetan; hartara, arriskuaren ezaugarriak finkatzeari buruzko azken emaitzetan zenbaterainoko eragina izan duten baliozta daiteke.

Ziurgabetasunak zerikusia du erabakiak hartzeko datuak faltan izatearekin, nahikoa datu ez izatearekin edo analisiaren testuingurua guztiz edo ongi ez ulertzearekin. Horregatik, zenbatesteko edo in situ neurtzeko zailak diren datuekin edo, zentzuz lortzeko modukoak izan arren, ezaugarriak fidagarritasunez finkatzeko nahikoak izan ohi ez diren datuekin lotzen da ziurgabetasunaren analisisetan eskuarki ebaluatzen den informazioa. Horien artean, honako hauek daude:

- Eraginpeko matrizeen karakterizazioaren adierazgarritasuna (adibidez, fokua identifikatzea, behar besteko laginketa-puntuak, eta abar).
- Intereseko konposatuak (adibidez, lekuan egon arren bazter uzten diren konposatuak, erreferentziako balioekin lehenengo konparazioa egitearen ondorioz) eta kontzentrazio adierazgarriak (adibidez, gehienekoak, batez bestekoak, UCL95, eta abar) aukeratzea.
- Ingurunearen berezko parametroak (adibidez, eremu ez-asearen porositatea, zerrenda kapilarreko aire-edukia, eta abar).
- Garraio-mekanismoak (adibidez, eraikinetan lurrunak sartzearekin lotutako eraikitze-parametroak, presio-diferentziala, oreka-baldintzak edo baldintza iragankorrak, eta abar).

- Toxikologia (eskura daitekeen informazio toxikologikoaren fidagarritasuna).
- Esposizioa (adibidez, bazter utzitako esposizio-bideak, kontaktu-tasa ezezagunak, eta abar).
- Konposatuen eta askotariko bideen nahasketaren ondoriozko arriskuen kalkulua (adibidez, sinergiak, antagonismoak, eta abar).

Arriskuaren analisia egitean, beti ebaluatu beharko da. Horretarako, honako hau adierazi beharko da:

- a) Aurreikusitakoaren arabera analisiaren zein alderdik izango duten eragin handiena ziurgabetasunean.
- b) Zer eragin izango duten zenbatetsitako ziurgabetasunek erabakiak hartzean.

Horretarako, komeni da ziurgabetasunekin lotutako informazioa sistematizatzea, honako hauek xeheki landuta:

- a) Kontuan hartutako premisa nagusien zerrenda.
- b) Egindako aukeren justifikazioa.
- c) Parametro bakoitzaren aldakuntzak zer-nolako eragin kualitatiboa izango duen emaitzari buruzko eztabaidan, barnean harturik aldakuntzaren noranzkoa (arriskua handitu/txikitu) eta magnitudearen ordena edo aldakuntzaren eraginaren sailkapen kualitatiboa (baxua/ertaina/altua).

Ziurgabetasunaren analisiak egitean garrantzitsua da emaitzetan eragin handiena izan dezaketen parametroetan jartzea arreta, eta baliabide gutxiago bideratzea azken emaitzetan aldaketa aipagarrikerik eragiten ez duten aldagaietara.

Ziurgabetasun-faktoreen balorazioaren emaitzek zehaztu dezakete arriskuak behin betiko ebaluatu aurretik informazio gehiago lortu behar den.

Sentikortasunaren analisirako metodologia

Sentikortasunak eta ziurgabetasunak lotura handia dute elkarrekin; hala ere, ziurgabetasunak parametroekin du zerikusia, eta sentikortasuna, aldiz, kalkulu algoritmoetan oinarrituta ebaluatzen da. Sentikortasunaren analisia funtsezko tresna da arrisku-ereduetako ziurgabetasun-iturrien ebaluazio kuantitatiboa egiteko. Sentikortasunaren analisiak aztertzen du zer erantzun ematen dion ereduak sarrera- balioetan izandako aldaketei.

Sentikortasunaren ebaluazio kuantitatiboak barnean hartu behar ditu arriskuen analistak azken emaitzetan eragin handienekotzat identifikatutako parametroak, parametro bakoitza bereiz aldatzen denean arrisku- ebaluazioaren emaitzetan zer aldaketa dagoen ikusteko.

Arriskuen analisi kuantitatiboa egiten denean, beti aurkeztu beharko da sentikortasunaren analisia. Zer- nolako irismena izango duen oinarritzeko, alderdi hauek hartu behar dira kontuan, besteak beste:

- Arriskuaren ezaugarriak finkatzean ateratako emaitzak zein gertu dauden gehieneko balio onargarririk.
- Aurreikusitako erabileren eta ukitutako ibilbide eta hartzaileen kalteberatasuna.
- Egindako ebaluazioaren esangura eta arriskuen analistari eta ukitutako eragileei ekar diezaiokkeen ikuspegia.

Nolanahi ere, arriskuen analisi kuantitatiboan sartutako parametroen justifikazioa eta kontuan hartutako aldakortasun-tarteak emango dira sentikortasunaren analisiarekin batera.

ARRISKUAREN ONARGARRITASUNA ETA EMAITZEN INTERPRETAZIOA

Arriskuaren onargarritasuna da leku batek erremediatzerik behar duen zehazteko funtsezko alderdia. Aurrez adierazi den bezala, onargarritasun-irizpide hauek ezartzen ditu indarrean den araudiak:

- Giza osasunerako arrisku kartzinogenoa: Biztanleengan espero daitekeen minbizia-agerraldiaren maiztasuna ez da izango 100.000 biztanletik bat baino handiagoa.
- Giza osasunerako arrisku ez-kartzinogenoa: epe luzeko esposizio-dosien eta gehieneko dosi onargariaren arteko zatidura unitatea baino txikiagoa izango da.
- Arrisku ekologikoa: Ikusi den edo espero daitekeen kutsatzaile-dosiaren eta ekosistemetan eraginik izango ez dela pentsarazten duen gehieneko dosiaren arteko zatidura unitatea baino txikiagoa izango da.

Onargarritasun-irizpideak gainditzen badira, arriskua minimizatzeko neurriak hartu beharko dira nahitaez. Horrez gain, badira erremediatzeko jarduketak abian jartzea eskatuko duten beste irizpide batzuk ere: adibidez, fase ez-akuosorik detektatzen bada.

Arriskuei buruzko analisiak egindakoan, lekuan dauden arriskuen tamainari eta izaerari buruzko ondorioak atera beharko dira, baita horiekin lotutako ziurgabetasunei buruzkoak ere. Ondorio hauetan oinarrituz hartuko dira arriskuak kudeatzeari buruzko erabakiak. Lekuko arriskuari dagozkion zenbakizko balioak finkatzeko bitartekoak eman behar ditu eztabaidak. Horrek esan nahi du argi eta garbi identifikatuko direla, bai banaka nahiz metatuta onargarritasun-mailak berdintzen edo gainditzen dituzten arrisku-

balioak, bai, horiek gainditu gabe ere, beste batzuekin batera arrisku metatuak eragin ditzaketenak.

Onargarritasun-mailekin alderatuz arrisku-balioak ebaluatzeko aukera emateaz gain, emaitzen eztabaidak jarduteko premiari buruzko erabakiak hartzea ahalbidetu behar du (arriskuaren kudeaketa) eta, aldi berean, saneamendurako hautabide edo hautabide multzo egokiena aukeratzeko gidalerroak eman behar ditu.

Arriskuen analisisia izango da erabakiak hartzeko oinarria eta, ondorioz, ezinbestekoa izango da emaitzak argi eta zehatz jasota egotea.

ERREMEDIATZE-HELBURUAK KALKULATZEKO PROZEDURA

Onargarritasun-ataria gainditzeko duten arrisku-indizeak ateratzen badira arriskua kalkulatzeko aurrez deskribatu den prozesuaren ondorioz, beharrezkoa izango da kutsatzaileen kontzentrazioak zehaztea, indize onargarriak gainditzera iritsi gabe ere agian horiek har ditzaketen ingurune guztietan (erremediatzearen xede izango diren kontzentrazioak), azken batean, hartuko diren ekintzak diseinatzeko.

Kalkulatzeko, arriskuen analisirako erabiltzen den prozedura bera erabiltzen da, baina prozesuaren ordena alderantzizkatzen da. Horrek esan nahi du arrisku onargarriko indizeak lortzeko kutsatzaileak zer kontzentrazio izan beharko lukeen kalkulatu dela, arriskuaren onargarritasun-atarietatik abiatuta eta kontuan hartuta intereseko konposatuak, esposizio-parametroak eta balio toxikologikoak.

Erremediatze-helburuak kalkulatzeko banako konposatuarentzako

Banakako konposatu baterako, xede-helburuen kalkulua bereiz egiten da ukitutako ingurune bakoitzerako, hartzaile mota bakoitzerako haurrak, testuinguruko horretan bizitegietan dauden helduak, testuinguru horretan lantokian dauden helduak, eta abar) eta ebaluatutako efektu mota bakoitzerako (kantzerigenoa eta ez-kantzerigenoa). Esposizioa bide batetik baino gehiagotik gertatzen bada, haietako bakoitzerako kalkulatu dira xede-helburuak.

Kutsatzaile bakoitzerako erremediatze-helburua ezartzeko, kalkulatu direnen artean kontzentrazio murrizgarriena hartuko da arrisku toxikorik ez

dagoela, arrisku kartzinogenikorik ez dagoela eta arrisku ekologikorik ez dagoela ziurtatzeko.

Helburu-maila ezartzean, kontuan hartu beharko dira alderdi hauek:

- a) Lurzoruan, hondar-asetasunaren kontzentrazioak gehieneko kontzentrazioa mugatu dezake (adibidez, hidrokarburoen kasuan, kontzentrazio horretatik gora, gerta liteke fase ez-akuosoan egotea hidrokarburoa).
- b) Uretan, konposatu bakoitzaren disolbagarritasunak gehieneko kontzentrazioa mugatzen du (aratza edo eraginkorra, Raoulten Legea kontuan hartu bada).
- c) Lortzen diren xede-kontzentrazioak asetasunekoak edo disolbagarritasunekoak baino handiagoak badira, ondorioetan azalduko da gertakari hori eta etorkizunean hauteman gabeko fase librerik ez egotea edo ezin egotea zaindu beharko da; izan ere, fase librerik badago, ezinbestean egin beharko da erremediatzea.
- d) Lurzoruaren helburu-mailak ez dira izan behar A ebaluazioko balio adierazleak (A-EBA) edo eremuaren hondoko mailakoak baino txikiagoak; kutsatzaileak lurzoruetan era naturalean aurki daitezkeen kontzentrazioei dagozkien horiek. Hala bada, A-EBARA edo hondoko mailara egokituko dira saneamendu-xedeak, eta inguruabar horren berri emango da txostenean.
- e) Kalkulatutako helburu-mailak ez dira izan behar muga baxuenak onartzen dituzten analisi-metodoen kuantifikazio-mugenak baino txikiagoak; izan ere, hala izanez gero, ezingo da berretsi ezarritako kontzentrazioak betetzen direla. Aurreko apartatuan bezala, txostenean jasoko da gertaera hori.

Erremediatze-helburuak kalkulatzeko efektuen metaketagatik

Lekuan konposatu bat baino gehiago dagoela hauteman denean, eta horietarako kontuan hartu behar badira haien guztien edo haietako batzuen efektu metatuak, ziurtatu behar da helburu-mailek ez dakartela arrisku onartezinik, ez banako efektuengatik, ez efektuen metaketagatik.

Egoera horretan, banako helburu-mailaren konbinazio bat baino gehiago egongo da aukeran, zeinen batuketa arriskuaren onargarritasun-irizpidearen berdina edo txikiagoa izango baita. Garrantzitsua da kontuan hartzea modu kontrolatuan egin behar dela kontzentrazioen amaierako aukera, eta azkenean hautatutako balioak koherenteak direla ziurtatu behar dela; hau da, kutsatzaile guztietarako ezarri behar dira eskura dauden teknologiekin lortzeko moduko kontzentrazioak.

Amaierako helburu-mailak lortzeko prozesuan, «proba eta akats» motako kalkulu iteratibo bat egin behar da, eta atal horretan egokituko dira banako kontzentrazioak, onargarritasun-irizpidearen azpitik dauden banako eta metatutako arrisku-balioak lortu arte.

Kalkulatzeko prozesuak kontuan hartuko ditu bai efektu kantzerigenoak bai ez-kantzerigenoak, eta konposatuko kontzentrazio bakarra zehaztuko du ukitutako ingurune bakoitzean.