



DOMINIKAR ERREPUBLIKAKO LUR AZPIKO ALT XORRAK ARGITARA

NAGORE IRAZABAL TAMAYO
Alfonso Antxia Espeleologi Zientzien Elkartekoa

Los Haitises parke naturala Dominikar Errepublikako karst tropikal ikusgarriena da. Azken urte hauetan han izan gara kobak topografiatzen eta aztertzen Bilboko Alfonso Antxia Espeleologi Zientzien Elkartekook; zeregin horretan, Espeleogrupu Santo Domingo espeleologia-taldearen laguntza eta Caño Hondo hotelaren babesa ere izan ditugu. Egindako lanaren helburua izan da karstaren eta barrutik doan uraren ezaugarriak aztertzea, ukitu gabeko toki hori ustiapen industrialetik babesteko. Horrez gain, 23 koba topografiatu ditugu. Artikulu honetan duzue Los Haitises parke ezezagunari buruzko informazioa eta elkartekook bertan egindako lanaren laburpena, bai eta han bizi izandako zenbait pasadizoren berri ere.

Los Haitises parkea uhartearen ipar-ekialdean dago, 673 km²-ko karbonatozko lurralde babestua da, karst tropikal handiago baten zatia (alemanezko karst hitzak “karreharritzko goi-ordokia” esan nahi du). Erliebe karstikoa zenbait erreakzio kimiko eta fisikoen eraginez gertatzen da. Zenbat eta altuagoa izan tenperatura, handiagoa hezetasuna eta trinkoagoa landaredia —karst tropikaletan gertatzen den bezala—, orduan eta eraginkorragoa da karstaren disoluzioa.

Karst tropikal horrek 1.350 km²-ko azalera du, eta eguraldiak eta hezetasunak eragindako karstifikazio gogorak paisaia ikusgarria sortu dute, arrautza-kutxa baten itxurakoa (*cockpits*); muino (*hums* edo *haitises*) ugarien artean dolina (edo zulo) asko dago (Díaz de Neira eta Hernaiz, 2004).

Los Haitises parkean ez dago karstetan ohikoa den erreka-sare aruntik. Izan ere, karstifikazio tropikalaren ondorioz, sargune asko daude, eta euri-ura sargune horietatik sartu eta lur azpitik igarotzen da. Erreka gehienak Los Haitises-en kanpoaldean daude, eta morfologia erradiala edo paraleloa dute karstarekiko. Iparraldeko ibai nagusiak Yuna eta Yabon dira. Yuna ibaiak Samaná badiara isurtzen ditu urak, eta Yabon ibaia Sabana de la Marretik gertu itsasoratzen da.

Dominikar Errepublika uharteko akuifero-rik handiena Los Haitises parke naturalean dago, eta duen ura gehienbat euri-ura da, nahiz eta karstaren mendebaldean zenbait errekek urez hornitzen duten. Bi ur-mota horien nahasketa dela eta, barrutik doan uraren funtzionamendu hidrogeologikoa desberdina da, eta oso konplexua ikertzeko.

Klima tropikala du (batez beste 26 graduko), eta urtean zehar aldaketa gutxi izaten da; urtean, oro har, prezipitazioak ugariak dira (1.800 eta 2.200 mm artekoak), eta ohi-



Los Haitises-eko oihan tropikal tipikoa. ARG.: JABIER LES.

koa da ekaitz tropikalak eta hurakanak ego-
tea (Baliabide Naturalen eta Ingurumen-era-
ko Estatuko Idazkaritza, 2006). Lurruntze-
eta transpirazio-potentzialaren balioak ere
oso altuak dira, urteko 1.500 mm (Díaz de
Neira eta Hernaiz, 2004). Los Haitises parkea
uharteko tokirik hezeena da, eta hango lan-
daredi tropikala oso trinkoa da.

URAK ZER IBILBIDE EGITEN DUEN JAKITEKO SAIAKUNTZAREN EMAITZAK

2010eko otsailean, Alfonso Antxiakook tin-
daketa-saiakuntza bat programatu genuen,
Los Haitises-eko karsteko uraren ibilbideak
ikertzeko asmoz, hain justu ere, Sabana de
la Mar herritik pasatzen den erreka eta
Samaná badiako urak zer jatorri zuen jaki-

teko. Ur hori Caño Hondoko Jibale iturburu-
tik dator (karstaren beheko eremuan), baina
Jibaleko iturburura iritsi arteko ibilbidea
ezezaguna zen. Karsteko hausturen norabi-
deak kontuan harturik, eta Juan basozainar-
en informazioaren arabera, uraren jatorria
Los Haitises parkeko Llanada Grandeko San
Rafael koban egon zitekeen.

Hala ote zen jakiteko, San Rafael koban
tindagaia (uranina, hau da, sodio fluoreszei-
na) bota genuen, eta berdez tindatutako ura
atera zitekeen erreka eta iturburuetan fluo-
kaptatzaileak ipini genituen. Karbono akti-
boa duten poltsatxoak dira; uretan sartzen
dira, eta, gero, poltsa horiek analizatuta, ja-
kin dezakegu ur tindagaiduna toki horretatik
igaro den ala ez.

Beraz, otsailaren 11n, fluokaptatzaileak
ipini genituen karstaren beheko iturburu
eta erreketan, eta otsailaren 12an, goizeko
10:15ean, uranina kilo bat bota genuen San
Rafael koban.

Tindagaia bota eta bi egunera, taldeki-
deok egindako tindaketak agerian utzi zuen
uraren jatorria Los Haitises parkeko Llanada
Grandeko San Rafael koban zegoela, kolora-
tzailea Jibale iturburuan agertu zelako. Hu-
rrengo orduetan, Caño Hondoko putzuak,
Sabana de la Marrera doan erreka eta Sa-
maná badia berdez tindatuta agertu ziren.

Hala, Antxiakook egiaztatu genuen, bate-
tik, uraren jatorria zein zen, eta, bestetik,
karstaren barrualdeko mendian sartzen zen
urak ez zuela luze irauten barruan. Are
gehiago, bi egunen buruan karstaren behe-
ko iturburuetara heltzen zela frogatu ge-
nuen. Gainera, Caño Hondon laginak ordu
oro hartuta, tindagaiaren irteteko abiadura
neurtu ahal izan genuen.

Kontzentrazioaren kurban piko nagusia
60 orduren buruan agertzen dela ikusten da,
eta 80 ordura bigarren bat dago. Banaketa
hori tipikoa da fluxu arina duten akuifero
karstikoetan. Bi tontor horiek, halaber, adie-
raz dezakete ur-fluxua bi bide nagusitatik
doala; hau da, bide nagusi bat egon daiteke,
arinagoa eta oso zabala, eta bigarren bide
bat, konplexuagoa eta estuagoa. Azken hori
izan da, segur aski, tindagaia geroago ager-
tzeko arrazoia. Laburbilduz, zirkulazio-flu-
xua oso arina da (neurtutako gehienezko
abiadura eguneko 1.100 m izan zen), kon-
tuan hartuta, gainera, ez zela euri-garaia;
horrek baieztatu digu oso kasrtifikazio-mai-
la handiko tokia dela, esan bezala, karst tro-
pikaletan disoluzio-maila oso handia izaten
baita.

Bestalde, tindagaia soilik altitude handie-
neko iturburuan (Jibale) agertu zen, eta ez
behatutako beste iturburuetan (altitude txi-
kiagoetan daudenak); horren arrazoia izan
daiteke akuiferoan mugitzen den ur-geruza
oso mehea izatea, eta ondoriozta dezakegu
oso azaletik doala Samaná badiaraino eta
itsasoraino heldu arte.

**AKUIFEROKO URAREN AZTERKETA FISIKO-
KIMIKO, ISOTOPIKO ETA MIKROBIOLOGIKO**
Azterketa fisiko-kimikoak egiteko, landa-
aparatuak erabili genituen. Azterketa mikro-
biologikoak eskuko berogailu batekin eta
laminokultiboekin egin genituen (mikroor-
ganismoak hazteko plaka bereziak).

Oro har, Los Haitises-eko karsteko urak
mineralizazio baxuko edo ertaineko urak
dira, pH neutrokoak, eta kalitate onekoak



Los Haitises-eko karstaren kokapen geografikoa uhartean. ARG.: JABIER LES.



Llanada Grandeko San Rafael kobaren topografia. Kobak 250 m-ko luzera du, eta ura du ibilbide osoan. Sarrerek 1,40 m-ko altuera du, baina hortik aurrera soilik metro batekoa da. Galeriaren azkeneko zatia sifoi bihurtzen da, hau da, urez betetzen da, eta hantxe sortzen da iturburu. ARG.: JABIER LES.



parametro fisiko-kimikoei dagokienez (sodioa, magnesioa, kloruroa, bikarbonatoa eta nitratoa kontuan hartuta, hain zuzen ere).

Mikrobiologiaren aldetik, edateko ur bihurtzeko tratamendu sinplea behar duten urak dira, hau da, iragaztea gehi desinfekzioa. (927/1988 ED, uztailearen 29koa, eta ondorengo aldaketak).

Bestalde, karsteko uren isotopoen azterketak egin ziren. Isotopo egonkorren azterketak Granadako CSICen egin ziren (Zientzia Ikerketarako Goi Kontseilua). Azterketa horietan, ur-laginen oxigeno-, hidrogeno- eta karbono-isotopo egonkorren kantitateak ikertu ziren (hau da, $\delta^2\text{H}$ -a, $\delta^{18}\text{O}$ -a eta $\delta^{13}\text{C}$ -a), eta horien arteko erlazioak.



Uraren hidrogeno- eta oxigeno-isotopoen ($\delta^2\text{H}$ eta $\delta^{18}\text{O}$) arteko erlazioei erreparatuta, akuiferoko urari buruzko zenbait datu jakin ditugu nahiko modu fidagarrian: euri-ura den ala lur azpian metatuta denbora daraman ura den; zer kotatan iragazten den, bereziki, euri-ura; eta zein den ur-mota horien (euri-ura eta metatutako ura) arteko erlazioa. Beste era batera esanda, leku jakin bateko uraren isotopoen kopurua eta portzentajea aztertuta, jakin dezakegu toki horretako prezipitazio, altitude eta ohiko beste ezaugarri batzuei buruzko informazioa.

Eta isotopoen kontzentrazioa ikertuta, jakin dugu zenbatekoa den uraren lurruntze-maila.

Bestalde, uraren karbono-isotopoak ($\delta^{13}\text{C}$ -ak) aztertuta, karbonoaren jatorria jakin daiteke; hau da, karbonoa kareharriaren disoluzioaren ondorioz datorren edo urak bere ibilbidean lurretik hartu duen.

$\delta^{13}\text{C}$ -ko isotopoen ikerketak egin eta gero lortutako emaitzek agerian utzi dute, batetik, landarediak garrantzi handia duela uren karbonoaren jatorrian. Bestetik, egun, egituren eraketa disoluzioa baino garrantzitsuagoa da; hau da, estalagmita eta estalagmita moduko egiturak etengabe ari dira eratzten, tokiko kondizioei esker. Azkenik, akuiferoko ur gehienak euri-uretan du jatorria; beraz, uren ezaugarriak asko aldatzen dira sasoi lehorretik sasoi hezera.

Horrez gain, Los Haitises-eko azken urteotako klima ikertzeko, estalagmita batzuk hartu genituen, haien isotopoen azterketa egiteko. Isotopoak aztertuta, egiturak eratu



La Línea kobazuloko piktografiak. ARG.: JABIER LES.



Los Naranjos koban laginak hartzen. ARG.: JABIER LES.

tuztzen uren ezaugarriak eta jatorria jakin ditzakegu, bai eta egitura horiek eratu bitartean izandako lehorte edo euri-gariaik ere; hau da, azken milaka urteetako klima ezaugu dezakegu. Ikerketa horiek Granadako CSICen ari dira egiten, eta urtebete barru bukatuko dituzte.

ONDORIOAK

Los Haitises parkea industralki ustiatu/ez ustiatu eztabaida, gorabehera batzuekin, aspal-

dikoa da, eta esan behar dugu orain eztabaida sekula baino sutuago dagoela. Amerikako Estatu Batuetako enpresa multinazional batek zementu-fabrika bat jartzeko asmoa agertu zuenetik etengabea izan da aldekoen eta kontrakoen arteko eztabaida. Fabrikaren jabeek eta ipintzearen alde daudenek onura ekonomikoak aipatzen dituzte. Baina arrazoi eztabaidaezinak daude, eta horiek, argi eta garbi, adierazten dute fabrika jartzeak ondorio negatiboak izango lituzkeela.

Lortu genituen datuek egiazatu zuten Los Haitises parkeko uren kalitatea ona zela, bai alde fisiko-kimikotik, bai alde mikrobiologikotik. Baina, kutsadura gertatuz gero, horrek akuiferoko urak kutsatzeko arriskua ekarriko luke, karstaren iragazkortasuna dela eta. Hori izan zen gure lehen ondorioa.

Bigarrenik, ikusi genuen parkearen barrualdean zebiltzan urak Samaná badian eta Sabana de la Marren agertzen zirela bi egunen buruan, eta, hortaz, ohartu ginen haien zirkulazio-abiadura oso arina zela. Horrek adierazten digu Los Haitises parkean jarduera industrial batek eragindako kutsadura txiki batek zuzeneko eragina izango lukeela, batetik, Samaná badiako dibertsitatean eta Sabana de la Marreko gune zabalako eremu ureztatueta (hondamendi ekologikoaz ari gara: arrainak, lertxun endemikoak, pelikanoak eta abar hilko lirateke; bale urdinek alde egingo lukete...); eta, bestetik, edateko uren hornitze-guneetan eragina izango luke (osasun publikoko arazo larriez ari gara: edateko ura eta arroz-soroak kutsatuko lirateke, eta abar).

Hirugarrenik, akuiferoan aldaketak gertatuko lirateke eta, horren ondorioz, kobetako egiturak (estalaktitak, estalagmitak, geodak...) eratzeko kondizioak aldatuko liraterke. Eta, jadanik, erata dauden egiturak desagertzeko prozesua areagotuko litzateke (milaka urte behar izan dituzte eratzeko).

Kontuan hartu beharko liraterke, halaber, kobetan dauden piktografia eta arrasto tai-



Caño Hondo hoteleko ur-jauziak tindatuta. ARG.: JABIER LES.

noak (gehienak oraindik aztertu gabe daude); beraz, kobak hondatuz gero, horiek guztiak desagertuko liraterke eta irlako arbasoen historia eta kultura galduko liraterke.

Azkenik, ukitu gabeko toki honetan fabrika bat ipintzeak oihanaren deforestazio bortitza ekarriko luke, besteak beste, errepide-sare berria eraiki beharko litzatekeelako. Eta horrek beste arazo larri bat ekarriko luke, hain zuzen ere, koba-egiturak desagertzeara. Egiazatu genuen landarediak garran-

tzi handia duela uren karbonoaren jatorrian. Karbono horrek parte hartzen du kobetako egiturak eratzen; beraz, oihana babestea funtsezkoa da.

Hortaz, gure ondorio nagusia izan zen Los Haitises parkea zaindu behar dela, duda

Hausnarketa bat

Gure iritziz, "Tokixan-tokixan, txakurrak ortozik" esaera zaharrak dioenez, Los Haitises-en gerta daitekeen hondamendia Euskal Herrian aspalditik ari da gertatzen. Ez toki bakar batean, baizik eta han eta hemen, aurrerapenaren izenean. Demagun, adibide gisa, Abiadura Handiko Trenaren ibilbidea edota Bilboko hegoaldeko saihesbideko obrak. Horiek hondamendi izugarria ekarri diote ingurumenari, akuiferoen kutsadura eta uraren ibilbideak aldatu dira, eta, jakina, kobak desagertu dira eta han dauden egiturak ere txikitu egin dituzte. Guk dakigula ez da egiten inolako koben aurreazterketarik, ezta obren ondoko txosten publikoa aurkezten ere, egindako suntsiketak azaltzeko. "Ikusten ez dena, ez da" leloari jarraituz, espeleologo guztiok itsu, mutu eta geldi. Hobe horrela; gaur egun, triskantza horien salaketa isilarazteko mekanismo batzuk baitaude: batetik, ezer ez esatea; bestetik, hondamendiak salatzen dituztenak gezurtizat jotzea; eta komunikabide leial-leial batzuen laguntzaz, hondamendiak egiten dituztenak konplot baten biktima bihurtzea.



Koba-egiturak Ojo del Cielo kobazuloan. ARG.: JABIER LES.



barik, eta ustiapen industrialari alternatibak bilatu behar zaizkiola. Gure ustez, ahalegin guztiak egin behar dira toki ukitu gabe hori ustiapen industrialetik babesteko, atzera bueltarik ez duen prozesua baita kutsadura.

Gainera, Los Haitises parkeko ustiapen industrialak ez du gizartearen oniritzia, eta hori ere kontuan hartu beharrekoa da.

Santo Domingoko Unibertsitatean, 2010eko otsailaren 20an, emandako prentsaurrekoan azaldu genituen ondorio horiek. Prentsaurrekoaren titulua honako hau izan zen: "Los Haitises-en egindako ikerketek ohartarazi dute bertako urak eta Samaná badia oso egoera ahulean daudela". Hurrengo egunetan gure prentsaurrekoa Dominikar Errepublikako egunkari garrantzitsuenetan atera zen. ●

AIPAMENAK

Eskerrak eman nahi dizkiegu Caño Hondo hoteleko nagusiei, Toniri eta Rosanari, emandako laguntzagatik, eta, orobat, hoteleko langileei, jaso dugun tratuaengatik; Espeleogrupu Santo Domingoko espeleologia-taldeari; eta, zelan ez!, espedizioko partaide guztiei: Antonio, Lorena (guretzat "Lore Pitonisa"), Txunai,

Jabi, Josu, Marian, Rober eta Nerea. Eskerrik asko guztiei, edozein espediziook lortu nahi lukeen emaitzarik garrantzitsuena lortu genuelako, primeran pasatzea eta barrez lehertzea.

Hizkuntza-aholkularia: Agurtzane Urrutia.

ESKAINITZA

Iñakiri,
"Bizitza gogoz hartu behar da", hala esaten zenidan,
"ez nagi, ez negarti, bizitza bakan duzu".
Baina orduak motelegi doaz, ahaztu nahi duenarentzat,
beharrik zure aholku dudana, zure hitz goxo-goxoak.
Badakit zuri esker naizela zutik.

(Ruper Ordorika)

Asierri,
Gezur ofizialaren aurrean sentitzen dudana amorrua.
Zapalkuntza estaltzen dutenenganako gorroto bizia,
Sentitzen dudana, adierazi beharra.

(Berri Txarrak)

Asier 2008. urteko abenduaren 1ean hil zen, Bilboko hegoaldeko saihesbidean (Supersur) gertatutako lan-istripu batean, laneko segurtasun neurriak ez zirelako bete (horrela dago ebatzita Bilboko 9. Gizarte-Epaitegiko 2011ko martxoaren 18ko 131. sententzian: asierirazabal.wordpress.com).

BIBLIOGRAFIA

DÍAZ DE NEIRA, J. A.; HERNÁIZ, P. P.: 6272-I. orriko mapa geologikoa (1:50.000 eskala) (Antón Sánchez) eta dagokion memoria. Meategietako Zuzendaritza Orokorra, Santo Domingo, (2004), 125. or.

BALIABIDE NATURALEN ETA INGURUMENERAKO ESTATUKO IDAZKARITZA. *Dominikar Errepublikako Baliabide naturalen eta biodibertsitateko atlas digitala*. Marta Pérez (ed.). Ingurumenerako informazio eta Baliabide Naturalen Zuzendaritza. Dominikar Errepublika, 2006.

927/1988 Errege Dekretua, uztailaren 29koa – Uraren Administrazio Publikoaren eta Plangintza Hidrologikoaren Araudia onesten duena, eta Uraren Legearen II. eta III. tituluak garatzen dituena – eta Errege Dekretu horren aldaketak–.

Los Haitises-eko karsta: Caño Hondo-Samaná sektorearen (Dominikar Errepublika) ikerketa hidrokimiko eta mikrobiologikoa. www.sociedadalfonsoantxia.org.

Eraiki zure etorkizuna

www.etorkizuna.eu

