



TRABAJO FIN DE MÁSTER

MASTER-AMAIERAKO LANA

FINAL MASTER'S DISSERTATION

DENBORAREN AZTARNAK AIZKORRIKO PAISAIA

XABIER MARTINEZ DE GUEREÑU GONZALEZ



2015/2016

eman ta zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea



Zuzendariaren baimena Master-amaierako lana aurkezteko

Arantza Aranburu doktoreak, “Paisaiaren kudeaketa. Ondarea, lurraldea eta hiria” masterreko irakaslea, Xabier Martinez de Guereñu Gonzalez-ek egindako eta “Denboraren Aztarnak Aizkorriko Paisaian” izenburua duen master-amaierako lan hau aurkez dadin baimena ematen du.

Leioan, 2016.eko irailak 5ean

eman ta zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea



Zuzendariaren baimena Master-amaierako lana aurkezteko

Jesus Uriarte doktoreak, “Paisaiaren kudeaketa. Ondarea, lurraldea eta hiria” masterreko irakaslea, Xabier Martinez de Guereñu Gonzalez-ek egindako eta “Denboraren Aztarnak Aizkorriko Paisaian” izenburua duen master-amaierako lan hau aurkez dadin baimena ematen du.

Leioan, 2016.eko irailak 5ean

eman ta zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

AURKIBIDEA

1.	SARRERA.....	5
2.	LAN METODOLOGIA	6
3.	DESKRIBAPEN GEOGRAFIKO ETA FISIKOA	8
4.	AIZKORRIREN “HEZURDURA”: DESKRIBAPEN LITOLOGIKOA ETA ERATZE PROZESUAK	11
4.1.	URBIAKO EREMUAN EGINDAKO ZEHAR-EBAKIAK.....	15
5.	OROGENIA ALPETARRA: MENDIEN SORRERA	23
6.	ERLIEBEAREN MODELATZEA: HIGADURA, GARRAIOA ETA METAKETA.....	26
6.1.	KLIMA ETA MODELATZEA.....	26
6.2.	AIZKORRIKO ERLIEBEAREN FORMA NAGUSIAK.....	28
6.2.1.	METAKIN GRABITAZIONALAK: KOLUBIOIAK.....	28
6.2.2.	URAK SORTUTAKO FORMAK	31
7.	ARTZAINZA URBIAKO ZELAIETAN	49
8.	ERANTZUN ZEHATZIK GABEKO GALDERAK.....	51
9.	ONDORIOAK	55
10.	ESKER ONAK	56
11.	BIBLIOGRAFIA	57
12.	ERANSKINAK.....	60
	Resumen/Laburpena/Summary.....	65

1. SARRERA

Aizkorri Mendilerroa, euskaldun gehiengoagatik ezaguna dena, bazter oso esanguratsua izan da historian zehar. Araba eta Gipuzkoa probintzien arteko muga bertan dago lekutu eta Aizkorriko mendigunea zeharkatzen duen bideak, kostaldea eta barnealdea zein Espainia eta Frantzia komunikatu ditu mendeetan zehar. Horretaz gain, Santiagoko bidearen zatirik bitxienetariko bat ere bertatik pasatzen da.

Aizkorriko inguruak garrantzi handia erakutsi du hainbat sektoretan, ikerketa lan askoren lekuko izan delarik. Adibide onenak ondokoak dira: arlo geologikoan, hidrokarburoen bilaketarako zundaketak; hidrografikoan, isurialdeen banalerroari buruzkoak eta akuifero ahalmenarekin erlazionatutakoak; eta kulturalean, San Adrianeko tunela, erromatar galtzada, artzaintza... Hala ere, ez da aurkitu Aizkorriko formazioaren historia geologikoa herritarrentzako era ulergarrian eta erraztuan azaltzen duen dokumenturik. Azken finean, geologia da gaur egun gozatzen dugun paisaia eratzen, moldatzen eta baldintzatzen duena.

Master Amaierako Lan honen bitartez lortu nahi den helburua Aizkorriko mendizerraren zergatia ezagutzea eta bere paisaiaren bilakaera ulertzea da. Aizkorriren baitan dauden paisaia desberdinen ezaugarriei zergatiak eta azalpenak ematea, kasu honetan geologiak duen garrantzia azpimarratuz.

Paisaia, definizioz, zera da: “toki zehatz batetik behatu daitekeen lurralde zatia edo eremua” edota “alderdi artistikoagatik miresgarria den eremu naturala” (R.A.E.-tik hartuta eta euskaratuta). Dena den, “babestutako paisaia”-ren definizioa askoz ere hobeto moldatzen da Aizkorriko parajera: “bere balore estetikoak eta kulturalak direla medio, bere kontserbazioa bermatzeko helburuarekin babes legalaren objektua den eremu naturala” (R.A.E.-tik hartuta eta euskaratuta).

Adituek diotenez, jendeak paisaia naturalak ditu gustuko. Txoriek, zuhaitzek, landareek, ibaiek eta bestelako animaliek, eguneroko bizitzan ikusten ditugun egitura metalikoetatik eta zarata gogaikarriaz urruntzera laguntzen dute, mendia leku lasai bat bihurtuz. Horri, gizakiari mendi tontorrean dagoenean mundua bere azpian izateak sorrarazten dion nagusitasun eta kontrol pertzepzioa batu behar zaio, bere buruari gogobetetze eta suspertze sententzia ematen diona.

Paisaia bakoitzaren berezitasuna, edertasuna edo naturaltasuna nahiko subjektiboa da. Gainera, paisaia natural bakoitza osatzen duten elementuak zenbatezinak dira; hala nola erliebea, litologia, begetazioa, lurzoruaren erabilera, ura eta honen higadura-garraioa, kimika eta bideak, klima, faktore antropogenikoak...

Aizkorriko mendikatean topatzen diren paisaia deigarrienetariko batzuk aztertuko dira, ondoren, adibideen bitartez, bakoitzak gaur egungo itxura izan arte pairatu dituen eraketa prozesuak, deformazioak eta higadurak azaltzeko. Aizkorriko paisaiaren elementu nabarmenenak Aizkorriko gailurrak osatzen dituzten kareharri biluztuak, Urbia eta Oltzako landa leunak (zelaiak), pagadiak, metakin kolubialak eta egitura exokarstikoak, dira, San Adrianeko tunela esate baterako.

Paisaia guzti hauek ulertu ahal izateko erliebearen historia hiru etapatan bananduko da:

- I. Erliebearen “hezurduran” ageri diren arroka mota ezberdinen jatorria eta garai horretako baldintzak (klimatikoak gehien bat).
- II. “Hezurduraren” deformazioa: indar orogenikoek eragindako material ezberdinen altxatzea, deformazioa edo apurketa, baita aurretiko, aldi bereko edo ondorengo material berrien gainmetaketa.
- III. Gaur egungo erliebea eta “estaldura”: erliebeak gaur egun duen itxura, aurretiko bi ataletan sortutako erliebearen moldaera, higadura, bertako begetazioa eta gizakiak ingurua nola aprobeztatu duen, ingurunearekin erlazio kultural-natural bat ezarriz, oraingo Aizkorriko paisaia eraiki arte.

Araba eta Gipuzkoa artean kokatzen den mendikate hau, 120 Mu-tan zehar garatu diren prozesu geologikoen, klimaren eta bertako bizidunen ondorioa da azken finean, batzuek eta besteek aztarna utzi dutelarik. Hauetariko froga edo marka batzuk agerian jarriz, Aizkorriren zergatia ulertzen saiatuko gara.

2. LAN METODOLOGIA

Gradu Amaierako Lana burutzeko hiru izan dira erabilitako lan metodoak.

Hasieran Aizkorriko inguruneari eta hau osatzen duten arroka zein formazioei buruzko informazio bibliografikoa batu egin da. Hainbat artikuluetan zein tesi lanetan Aizkorriko litologiari, estratigrafiari, hidrogeologiari, begetazioari... buruzko informazio zehatzagoa

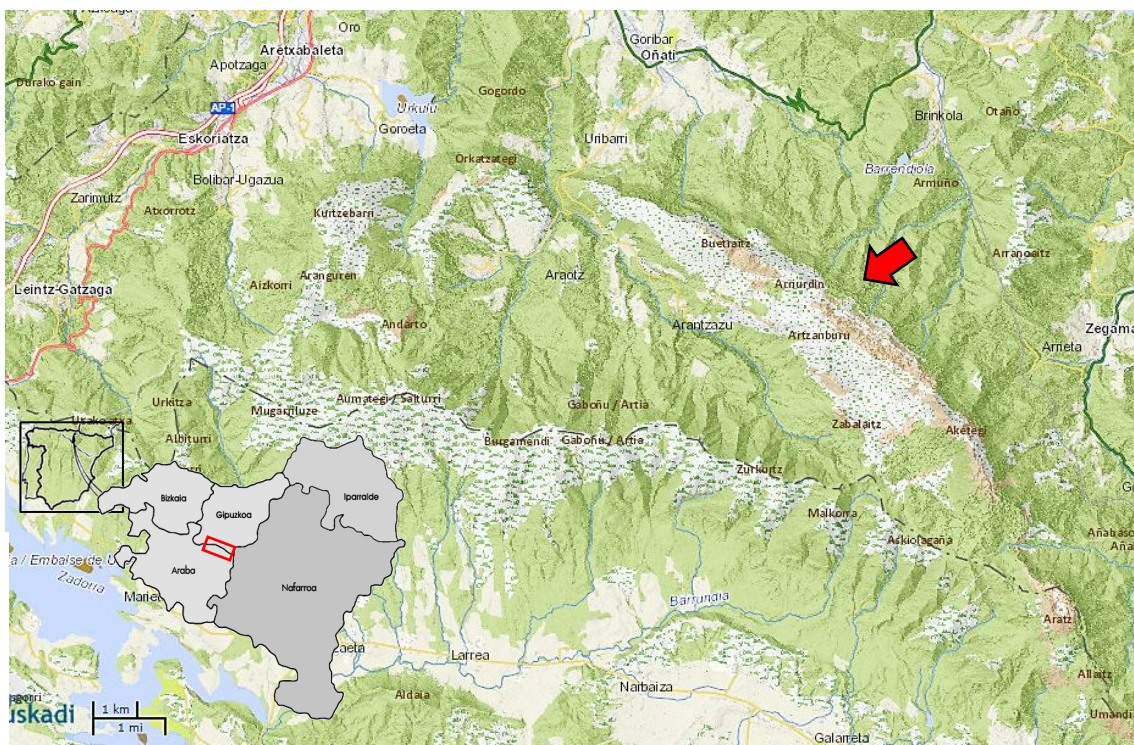
aurkitu da, baina orokorrakoak diren artikulak ere erabili dira; hala nola kareharriek urarekin pairatzen duen erreakzio kimikoa edo lurzoruen kimika azaltzen duten arlo kimikoko artikulak. “Urzainki Miqueleiz, A. (2007). De montes, parzoneras y parques naturales” liburua oso erabilgarria izan da, Urbiako Partzuergoari eta arlo kulturari buruzko informazioa edukitzeaz aparte, Aizkorriko arlo geologikoa, botanikoa, historikoa... ere azaltzen baititu. Oso erabilia izan den beste liburua “Aranburu A. (2016). San Adrian-Lizarrate. Gipuzkoako historiaren igarobidea” da. Aizkorriko historia geologikoa bertan oinarritu da.

Informazio geografikoa eta geologikoa maneiatzeko geobisoreak izan dira erabilienak. Informazio geologikoari dagokionez mapa litologiko ezberdinak erabili dira: alde batetik EVEk (Energiaren Euskal Erakundea) interneten eskaintzen dituen mapa geologikoak erabili dira, pdf moduan ezarrita eta interakzio gabekoak, baina xehetasun handikoak. Informazio orokorra bilatzeko edo ginetiko hainbat dudak modu azkar batean argitzeko, Eusko Jaurlaritzak interneten eskuragarri duen GeoEuskadi.net bisorea erabili da (<http://www.geo.euskadi.net/s69-bisorea/es/x72aGeoEuskadiWAR/index.jsp>), eskalak eta geruzak txandakatzeko (bisorearenak) eta mapatik libreki mugitzeko aukera paregabea delako. Bien arteko ezberdintasun nabarmenak failak dira, baita material bakoitzaren konposizio eta adinen xehetasuna. GeoEuskadiko bisorean ere eremuaren litologia, erliebea, permeabilitatea eta geomorfologiari buruzko informazioa ematen duten geruzak erabili dira, batzuetan haien artean gainjarriz. Kartografia deribatua erabili da ere, Itzaletako MDT LIDAR hain zuzen ere. Bertan sateliteak, landaretza eta lurzoruak ezabatuta, hiru dimentsioetan (3D) eratzen dituen erliebeek sortutako itzalak agertzen dira. Lanean eremuko hutsuneak bilatzeko eta interpretatzeko erabili da.

Azkenik landa lanerako metodologia dago. Iparrorratza eta koadernoak erabili dira estratuen norabideak neurtzeko. Arroka *in situ* behatzeko lupa (x10) erabili da, baita HCl (%10-era) soluzioa. Mailua arroka puska lortzeko erabili da, baita Lumix – Panasonic DMC-FS16 argazki kamerarekin ateratako argazkietan eskala ezartzeko.

3. DESKRIBAPEN GEOGRAFIKO ETA FISIKOA

Aizkorriko mendikatea Aizkorri-Aratz Parke Naturalaren barnean kokatuta dago, Euskal Autonomia Erkidegoaren (EAE) erdialdean, Araba eta Gipuzkoako probintzien artean (1. Irudia). 70 km²-ko azalerarekin, bere gainazalak forma makotua deskribatzen du NW-SE norabidea segituz, Kantauri Itsasotik Aralar Mendilerroa doan “Euskal Mendi” formazio menditsuaren ardatzaren norabide berdinarekin. Aizkorriko unitateak mendigune osoko lurralderik zabalena hartzen du baitan, eta Aratz (1443 m) edo Aizkorri (1541 m) bezalako gailurrek osatutako erliebe nabarmenen bitartez, Kantauriar eta Mediterranear arroen arteko ur-banalerroa mugatzen du.

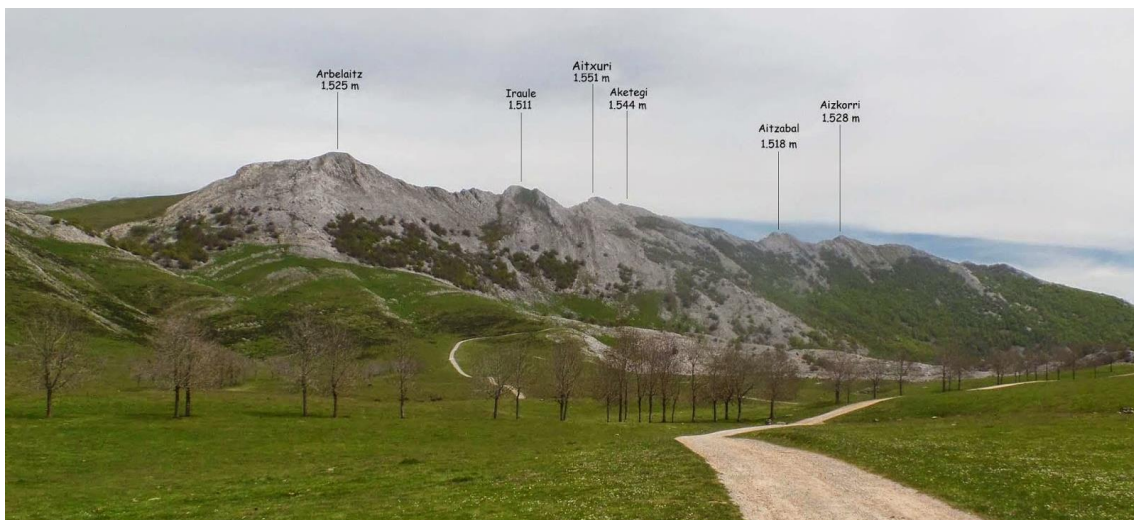


1. Irudia. Mapa txikian Aizkorri-Aratz Parke Naturalaren kokapen orokorra. Irudi handiengan, Aizkorri - Aratz Parke Naturalaren mapa geografiko zehatzago bat.

Eskualdea ondo bereiztutako bi aldeetan banatuta dago ipar-hego norabidea duen Araatz bailararen bidez (Arrizabalaga et al., 1997). Mendebaldeko aldea Degurixa-Gurutzeberri azpiunitateak osatzen duen talde menditsuari dagokio, Andaroto (1076 m), Gurutzeberri (1164 m.) eta Orkatzategi (874 m.) tontor altuenak direlarik. Ekialdeko aldea Aloña eta Aizkorri mendilerroan kokatzen da, eta Umandia mendia du muga.

Aizkorriko mendikatea, hurrengo tontorrek osatzen dute mendebaldetik ekialderako noranzkoan (2. Irudia): Arkaitz (1315 m.), Burgolaitz (1166 m.), Artzanburu (1368 m.), Aizkorritxo (1237 m.), Arbelaitz (1525 m.), Iraule (1511 m.), Aitxuri (1551 m.), Aketegi (1522 m.), Aitzabal (1518 m.), Aizkorri (1528 m.) eta Aiztonor (1431 m.).

Geomorfologiari dagokionez, eskualdea mendi-hegalen presentzia altuagatik bereizten da. Maldatsuenak ipar-ekialdean daude, Aizkorriko mendikatean hain zuzen ere. Dena den, mendi oin hauetatik 4-5 kilometrotara kokatuta dauden Zegama eta Oñatiko herrialdetatik (1. Irudia) mendikaterako bidean, larreak eta lursailak (herrien inguruan) eta basoak (mendikatetik hurbil) topa ditzakegu, aldapa askoz txikiko erliebea osatuz. Mendi oinera ailegatzean, basoak erabat maldatsuak diren mendi-hegaletatik gora zabaltzen dira, gailurretako kareharri arroka biluztuetara ailegatu arte. Izan ere, haizeak, elurteek, klima hotzak, higadura fisikoak, erliebe aldapatsuegien, babes ezak, etab. asko zailtzen baitute zuhaitzen presentzia.



2. Irudia. Aizkorri mendikatearen gailur altuenen argazkia, Urbiako zelaietatik (ostatutik) aterata. Ezkerretik (NW) eskuinera (NE) Arbelaitz, Iraule, Aitxuri, Aketegi, Aitzabal eta Aizkorri dira mendiak.

Hegoaldera beheratzen den erliebearen malda ordea, leunagoa da. Haranak, Urbiako eta Oltzako zelaiak zeharkatuz, hego-mendebalderantz abiatzen dira, mendebaldetik datorren Urkilla mendikatearekin topo egin arte. Zelai hauek duela hainbat mende baso izan ziren 800 hektareatik gorako azalera betetzen dute (Urzainki A., 2007). Belarrez estalita ia urte osoan zehar – neguko elurteetan ez bada –, abereentzako bizileku oparoa da gaur egun.

Urbiako zelaietan erreka bakar bat dago (3. Irudia). Emari txikia eta ibilbide motza du, eta urtaroen arabera bizi berritzen da. Udan, esaterako, gehienetan siku egoten da. Erreka jarraituz, ohikoa da artaldeak, behiak eta zaldiak bertan edaten topatzea (4. Irudia).



3. Irudia. Urbiako gainazala mendebaldetik ekialdera zeharkatzen duen errekatxoa.



4. Irudia. Errekatxoaren inguruetan maiz ikusten dira zaldi-taldeak.

4. AIZKORRIREN “HEZURDURA”: DESKRIBAPEN LITOLOGIKOA ETA ERATZE PROZESUAK

Aizkorriko mendikatean azaleratzen diren arroka esanguratsuenak Behe Kretazeo garaikoak dira, Barremiar (129-125 Mu) eta Albiarrekoak (113-100 Mu) hain zuzen ere. Garai hartan, gaur egun Euskal Autonomia Erkidegoak osatzen duen lurralde gehiengoa itsasoa zen. Orduko mendietatik behera errekek garraiatutako sedimentuak pilatzen zireneko lekua zen eta itsas-baldintzei esker bizi-ekoizpen oparoa izan zuen itsasoa. Gaur, Eusko Kantauriar Arroa izenez ezagutzen dugu. Aizkorriko inguruetan ageri diren arrokek hiru aldi eta baldintza desberdinetan metatu ziren. Zaharretik gazteenera hauek dira (CADEM, 1984; EVE, 1986a; EVE, 1986b; EVE 1996):

- Lutita beltzak nagusi diren unitatea, pikor fineko hareharrien tartekatzeekin (Purbeck-Weald konplexua). Eskoriatza aldean, mendilerroaren mendebaldean Gurutzeberri goragunearen behealdean, arrokek itxura arbeltsuagoa dute. Sedimentu hauek sakonera txikiko, ur gazi-gezak nahasian zeuden kostalde zabaleko ingurunean metatu ziren. Arroka hauek nagusiki Aizkorriko kareharrien behealdean azaleratzen dira. Permeabilitate baxuko materialak direnez, gainean duen unitatearen zigilua osatzen dute.
- Kareharriz eta hareharriz osatuta dagoen unitatea (Konplexu Urgondarra, Aptiar/Behe Albiar (125-112 Mu) garaikoa). Oinarrian, lutita eta buztin segida labur bat dago, bere baitan hareharri karbonatodun mailak tartekatuak dituena. Bere gainean, kareharri gris eta zurrun jarraitua azaleratzen da, erdigunean 2000 metrotako lodiera izan dezakeena (Llanos eta Eguiluz, 1987; CADEM, 1984; Fernández-Mendiola eta García-Mondéjar, 1986). Karbonatozko formazio hau bi kareharri motaz osatuta dago. Bata, kareharri arrezifal masiboa da; bigarrena, lodiera handiko geruzetan egituraturako kareharri zurrun eta zartatua. Orokorrean, kareharri hauen baitan dauden fosil itsastarrek (koral, molusko, gasteropodo eta bestelako foraminiferoak) Behe Kretazeoko (145,5-99,6 Mu) sakonera txikiko (hamarka metro gutxi) itsas tropikalean eratutako arrokek direla adierazten digute. 1000 eta 2000 metro tarteko lodiera duten kareharri hauek, mendikate osoko erliebe malkartsu eta goratuenean azaleratzen dira (Aizkorri, Aitxuri, Aketegi, Aratz).

- Hareharri mikatsuz osatua dago, lodiera anitzeko lutitazko tartekatzeekin – gehienak karbonatodunak – (Konplexu Supraurgondarra, Goi Albiarra (100 Mu)). Material konglomeratsuak ere ageri dira bertan tartekatuta, Aizkorriko Unitatearen albo bietan azaleratuz eta fazie siliziklastiko ezberdinak erakutsiz haien jatorrizko posizio paleogeografikoen arabera. Hegoaldean azaleratzen diren arrokek pikor finertaineko hareharriak eta mikro konglomeratu hareatsuak (silizikoak) dira. Haien ezaugarri fisikoak eta mekanikoak, Araba eta Gipuzkoako muga naturala diren Urkilla eta Elgeako mendilerroen altuera nabarmenaren zergatia dira. Beste aldetik, Aizkorritik iparraldera, flysch itxurako formazioa dago: buztinez, hareharri karetsuez eta lutitaz osatutako kolore ilun eta pikor tamaina fineko materialen segida. Material hauek, kareharrien gainean, Erdi Albiar garaian lekutu zen delta sisteman pilatutakoak dira. Delta hartara hegoaldetik iristen ziren ibaiek garraiatzen zuten sedimentua, eta gaur egungo Aizkorri parean zegoen itsas ezpandan behera sedimentuetariko batzuk jauzi ondoren, iparralderantz irekitzen zen sakonera handiagoko itsasoan metatu ziren flysch beltza osatuz.

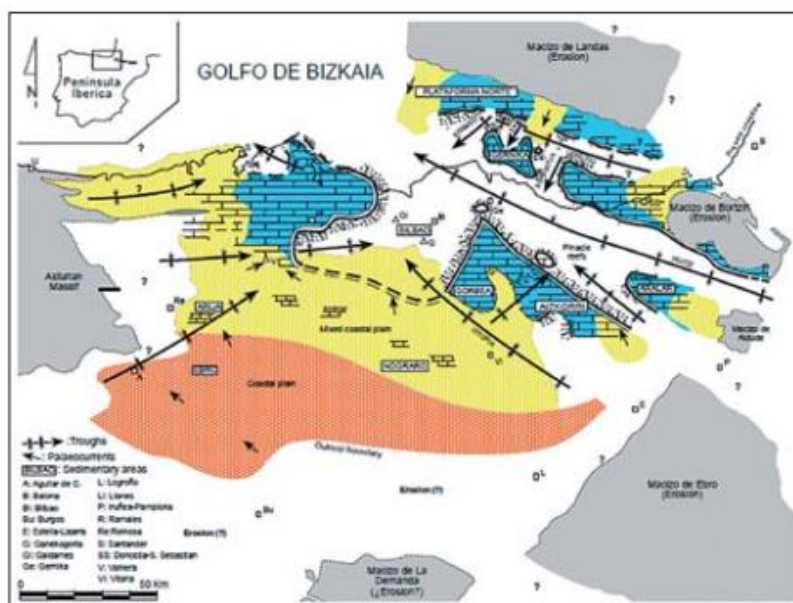
Hiru arroka mota hauek Aizkorriko ingurune osoa osatzen dute, baina edozein lekutan egon gabe. Hau da, bakoitzaren kokapena zergati bat du.

Litologia desberdinen banaketa zehatz honek erabat baldintzatzen du Aizkorriko paisaiaren formak.

Aizkorri esanguratsuen diren mendiak eta zelaiak Aptiar-Albiar garaiko arrokez daude osatuta. Kareharriek erlieberik altuenak osatzen dituzte, karbonatoetan hain aberatsak ez diren beste arrokek baxuagoak osatuz. Hego-mendebaldean, Urkillako mendiak Balmaseda Formazioko hareharriz, lutitaz eta bestelako arroka terrigenoz daude osatuta, erliebe altuak ere eratuz. Ipar-ekialdean dauden arrokek, Aizkorriko mendikatetik harago, karbonatodun hareharriz eta lutitaz daude osatuta.

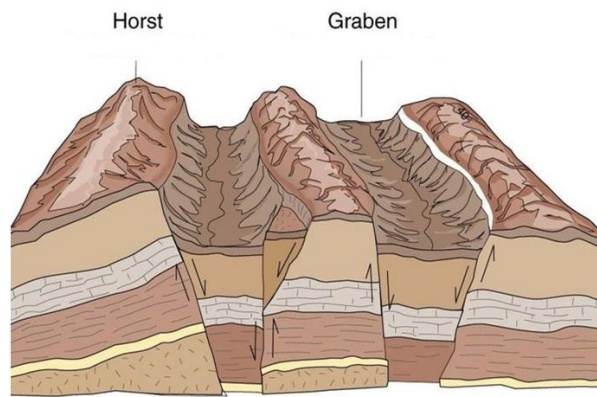
Arroka mota bakoitzaren zergatia ezagutzeko, Kretazeo garaiko itsasoa nolakoa zen ulertu behar da.

Aipatuenez, Aizkorriko mendigunean gaur azaleratzen diren arroak, duela 125-100 milioi urte (Mu.) inguru Kretazeo garaian metaturako sedimentuez osatuta daude. Aizkorriko arroek garai hartako kontinenteen kokaera, itsasoak, klima eta bizitza-formak oraingoekin alderatuta oso ezberdinak zirela erakusten dute. Garai hartan, orain Euskadik hartzen duen eremua tokiaren arabera sakonera handiagoa edo txikiagoa zuen itsaso baten azpian, urpean, zegoen ia erabat. Itsasertza askoz hegoalderago zegoen kokatuta, 5. Irudian azaleratutako zatiak argi ikusten diren bezala.



5. Irudia. García-Mondejar et al., 2004. Eusko Kantauriar Arroko Aptiar-Albiar garaiko mapa paleogeografikoa. Gaur egungo itsasertza erreferentzia izanik, Kretazeoko sedimentu/arroka ezberdinen mapa Irudikatzen da: arro sakonagoan metaturako sedimentuak Bilbo, Gernika, Zumarraga... inguruan, sakonera txikiko itsasoan sorturiko kareharriak (urdina argia), itsasertzeko sedimentu siliziklastikoak deltan eta hondartzan metaturakoak (horiz), eta alubioi lautadak (laranjaz.). (García-Mondejar et al., 2004 eraldatua)

Aptiar-Albiar garaian, Amerika kontinentetik bereizten gaituen dortsala, Atlantikoa alegia, oso gaztea zen. Gure oraingo itsasertzetik gertu zegoen eta Iberiar Penintsula eta Europa kontinentea bereizten zituen: Ipar Atlantikoaren jaiotza izan zen hura. Pultsu tektoniko haiek itsas hondoen goratze eta beheratzeak ekarri zituzten, itsas-gainazala blokeetan zatituz eta *horst* eta *graben* egiturak bezalako erliebea landuz (6. Irudia). Sakonera txikiko bloke goratuetan, non ur tropikalak – epel, garbi eta argizatuak – aurkitzen ziren, kareharriak eratzeko beharrezkoa den karbonatoa finkatzen zuten organismoak garatu ziren, hala nola errudista bibalbioak eta koralak batez ere. (Aranburu, A. et al., 2016.)



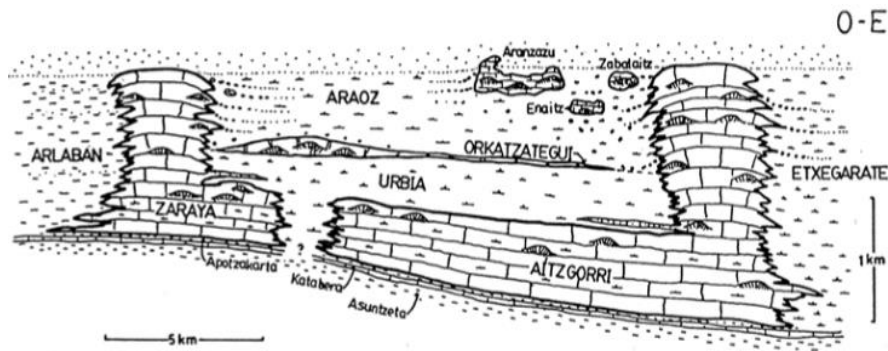
6. Ilrudia. Horst eta Graben egiturak, eta horiek eragiten dituzten failen desplazamenduen noranzkoak.

Karbonato hura da gaur egun Aizkorri, Aralar, Hernio eta inguruko mendi gehienak itxuratzen dituen kareharria osatzen duena. Ur sakoneko bloke beheratuek (graben) ordea, kontinenteetako ibaietatik edo sakonera txikiko itsas-plataformetatik etorritako hareak eta legarrak garraiatzen zituzten korrontek bideratzen zituzten ildoak osatu zituzten. Sedimentazio hura, hala ere, ez zen jarraitua eta iraunkorra izan denboran zehar (Aranburu, A. et al., 2016).

Aptiarrean itsasoaren mailak izandako igoeraren ondorioz, itsasertzeko eremuek atzera egin zuten, lehen organismo karbonato-finkatzaileak bertan garatuz eta sedimentu terrigenoak (siliziklastikoak) hegoalderago geldituz. Goi Aptiarrean, aldiz, itsas-lerroak iparraldera egin zuen berriro, itsasora hareen eta lohien iristea gauzatuz (Apotzakartako Lutitak, Fernández-Mendiola, 1986). Ondorioz, karbonato ekoizpena eten egin zen.

Aizkorri Unitateko kareharriak Goi Aptiar amaieran (120 Mu) emandako beste karbonato ekoizpen baten emaitza dira. Itsas hondoa errudistak eta koralak ugaritzean (Goi Aptiarra - Behe Albiar bitartean), sakonera txikiko karbonatozko plataforma bat sortu zen. Hasieran 22 km² bat inguru zituen, eta arro sakonago bateranzko ezponda piko bat zuen, ipar-ekialderantz (gaur egun Mutiloa, Zegama edo Etzegarateko portua). Bertan, grabitatez erorritako plataforma zatiak zeuden (olistolitoak), ezpondaren oinean jalkitakoak (adibidez, Zabalaitz, Segura edo Etzegarate ingurua). Hegoalderantz, sakonera txikiko itsas-plataformak, itsasbazterreko inguruak (deltak eta hondartzak) edo inguru kontinentalak zituen. Hurrengo 20 Mu-tan, karbonatozko itsas plataformaren hazkundea moteldu egin zen: itsasoaren mailak goranzko joera orokorra eta iraunkorra hartu zuen eta organismo karbonato-finkatzaileek ezin izan zuten joera hori konpentsatu (Urbiako landetako tuparriak dira honen adierazle).

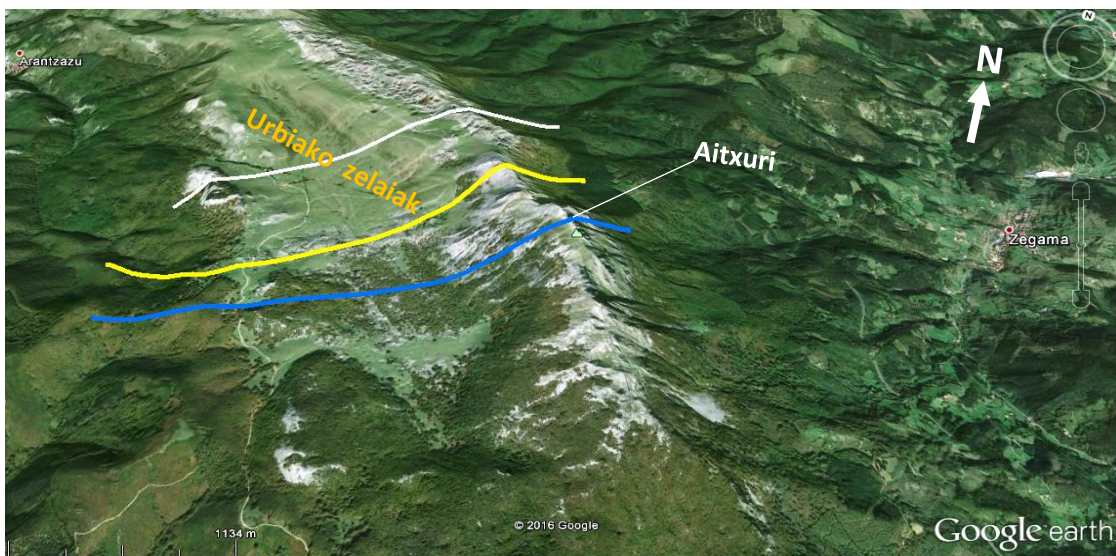
Hori dela eta, oso toki jakinetara murriztuta gelditu ziren kareharrizko ekoizpenak (7. Irudia), gaur egungo Aitxuri aldea, esaterako. Han hemenka, aldiari aldiko kareharrizko eraikuntza mugatuak ere garatu ziren, Arantzazuko eskualdean ageri diren kareharriak esate baterako (Aranburu, A. et al., 2016).



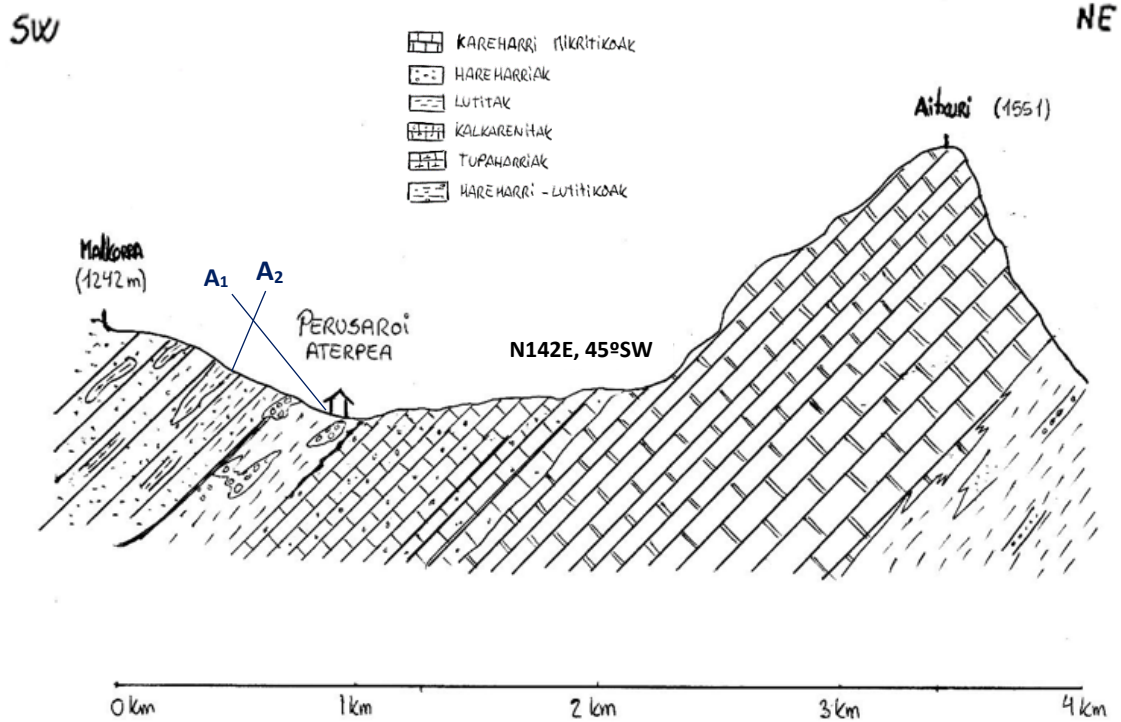
7. Irudia. Hainbat unitate karbonatodunak, Kretazeoko azaleko itsas plataforman eratuak. Lehenengoa, Aptiarrekoa eta Aizkorriko unitatea Aptiar-Albiarrekoa (Fernández-Mendiola, 1986).

Erdi Albiarrean hegoaldeetik sedimentu detritiko terrigenoak (Urkillako mendilerroa osatzen duten hareak eta lohiak) iritsi zirenean, Zaraia eta Aizkorriko karbonatozko bankuen handitzea bat batean gelditu zen. Organismo karbonato-finkatzaile/ekoizle gehienak ur garbiak behar dituzten izaki iragazleak dira. Ibaiak itsasoan barneratzean, sedimentu ekarpenarekin bat, itsasoko urak arretu egin zituen, karbonatoaren ekoizpena bertan behera botaz.

4.1. URBIAKO EREMUAN EGINDAKO ZEHAR-EBAKIAK



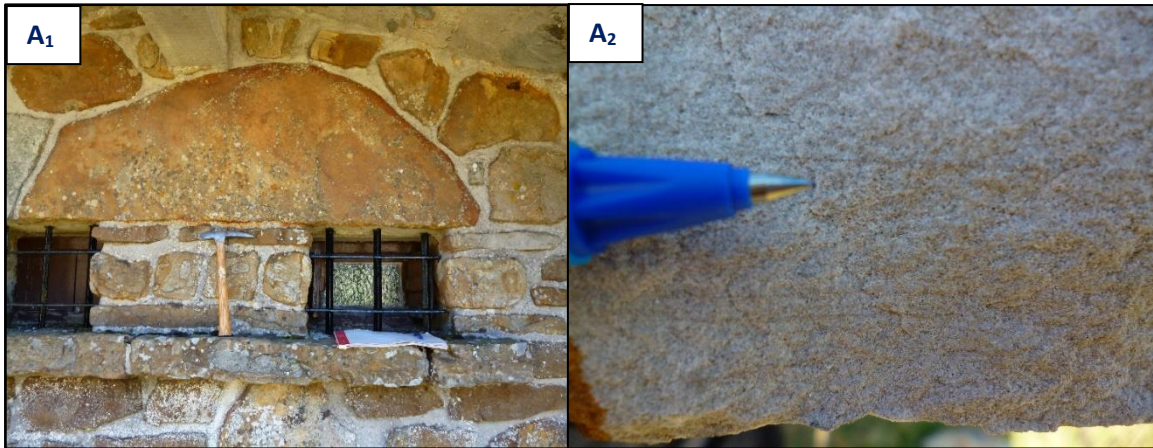
8. Irudia. Urdinez: Malkorra (SW) eta Aitxuriko (NE.) tontorrak lotzen dituen zehar-ebakia. (1. ZEHAR-EBAKIA) Horiz: Petrinaitz (SW) eta Arbelaitzeko (NE) tontorrak lotzen dituen zehar-ebakia. (2. ZEHAR-EBAKIA) Zuriz: Zabalaiz (SW), Aizkorritxo eta Burninkurutz (NE) tontorrak lotzen dituen zehar-ebakia. (3. ZEHAR-EBAKIA)



Aitxuri mendi tontorra osatzen duten kareharri mikritatsuek ia NE aldearen erliebe osoa hartzen dute. Kareharri hauen zurruntasuna da mendilerroaren garaiera altuaren zergati nagusia. Aptiar - Behe Albiar garaikoak dira, Urgondar fazieen adierazleak. Mikrita (karbonatozko buztina) eta makrofosil osoak (errudistak) ugari direneko faziea da nagusi (*Boundstone*). Arroka mota hau, sakonera txikiko (<100m) ur garbi eta epel-beroetako itsasoetan metatzen zen, gaur egungo arrezifeak garatzen direneko inguruneen antzerako baldintzetan. Landaretza gabeko gailurra, pixkanaka-pixkanaka SW noranzkoan higatuagoa dago, nahiz eta litologian aldaketa nabarmenik ez topatu.

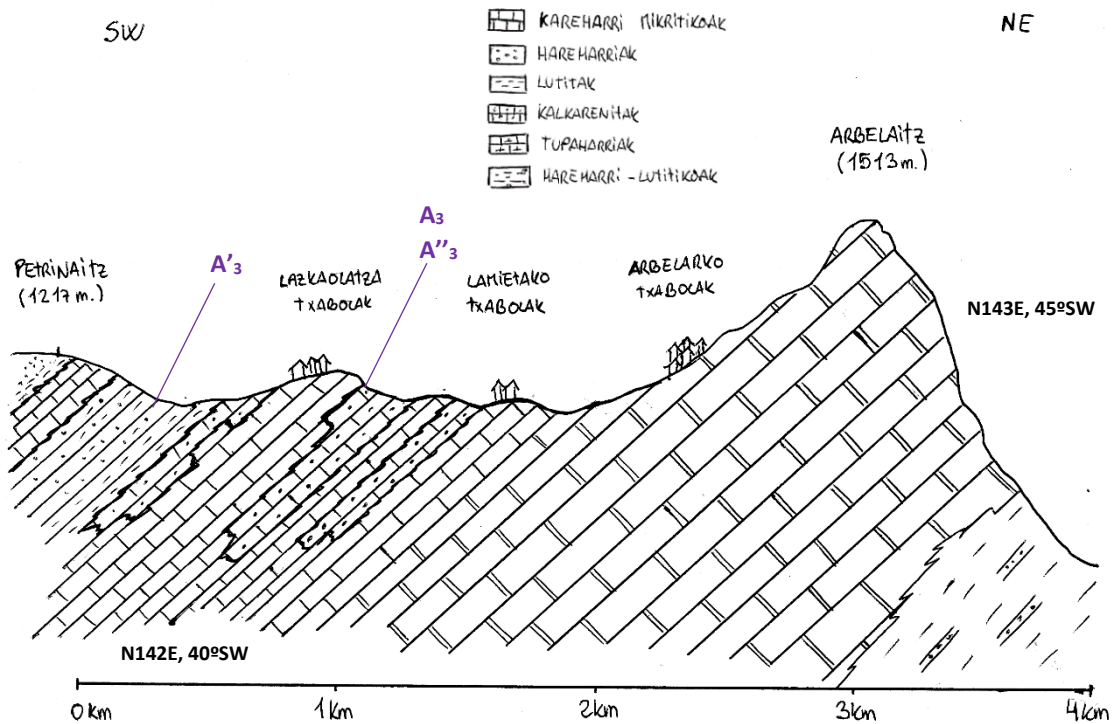
SW-ra segituz, erliebea ere behera segitzen du erdi-karbonatodun material bukatu eta lutitazko lautadaxo bat (200 metrotako luzera kartografikoa) finkatu arte. Bertan Perusaroiko aterpea kokatzen da, erliebe altuko eremuaz babestuta. Balmaseda Formazioaren hasiera dakarten pikor oso fineko argilitak eta lohitarriak ageri dira bertan, materia organiko ugari dutenak. SW-ko noranzkoan segituz, pikor pixka bat larriagoko lohitarriak azaleratzen hasten dira. Hegoaldera dagoen erliebe altuan hareharrizko geruzak azaleratzen dira eta erliebe honen magalean, bertatik eroritako hareharrizko klastoak daude. Esan beharra dago Perusaroiko aterpea osatzen duten harri gehien-gehienak hareharri horiek direla. (A₁ argazkia)

Gradualki, pikor ertain-fineko hareharri gehiago azaleratzen doaz, geruza metrikoak osatuz. Zenbat eta hego-mendebalderago joan, hareharriek pikor larriagoak eta harehatsuagoak bihurtuko dira, maila konglomeratiko batzuk ere izatera ailegatuz. Zehar-ebakian ageri direnak, orokorrean, oso mikatsuak dira eta materia organiko kantitate altuak dituzte (A_2 argazkia). Eremuaren eta mendi-bideen kolore laranja nabarmena da.



A_1 Irudian: Perusarriko aterpearen kanpoko pareta, non Balmaseda Formazioko hareharri marroi/laranja ikusten diren. A_2 Irudian: Hareharri puxka bat, materia organikozko xafladurak (ilunagoak) dituenak.

BIGARREN ZEHAR-EBAKIA



Erliebe altuenak kareharri puruez osatutakoak dira. NE noranzkoan, Arbelaitz tontorra pasata, erliebe aldaketa izugarria da, Zegama eta Oñati inguruetak material detritiko higatuetarako trantsizio gunea izanik. Arbelaitz osatzen duten kareharriak aurreko zehar-ebakian aipatutako berak dira: Aizkorriko mendilerroaren gailur altuenak osatzen dituzten kareharri mikritatsu zurrinak.

Hego-mendebalderuntz segituz, erliebea pixkanaka beheratzen doa, kareharriek zurruntasun hori galtzen doazen heinean. Askoz ere zartatuagoak ageri dira, uraren eta lurzoruen eraginagatik alegia.

Mendilerrotik behera doan kareharrizko formazioa, Urbia eta Oltza banantzen dituenak alegia, kareharri zuri eta mikritatsuz eta erliebe baxuagoko kalkarenitaz (fosil zatiz osaturiko arroka) osatutako txandaketetaz osatuta dago (A'_3). Haien artean, ez bata eta ez bestea dagoen tokietan, lutitaz osatutako belargune txikiak daude. Txabola-gune guztiak kareharriek eragindako erliebe altuetan kokatzen dira. Seguruenik, lehen txabolak kareharriek naturalki eskainitako "paretetaz" baliatuz eraiki ziren (eta leku berean ber-eraiki berriak), depresio gunek horren estimatuak diren larreetarako erabiliz.

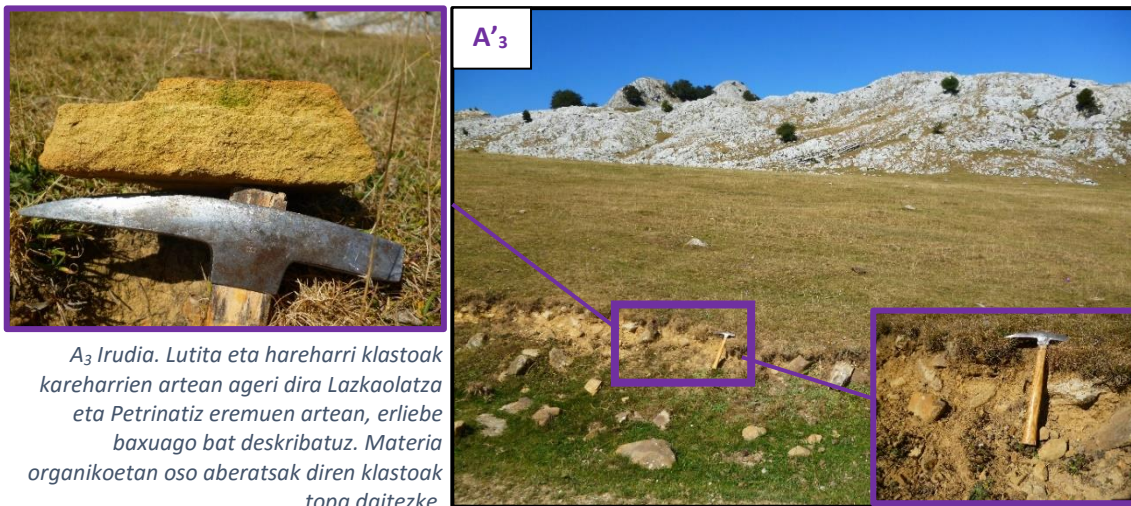
Kalkarenita karbonatozko fosil zati milimetrikos osatutako arroka da: sakonera txikiko baldintzetan karbonatoa jariatzen duten hainbat izaki bizi dira eta ziren Kretazeo garaian ere (moluskuak, gasteropodak, foraminifero bentonikoak...). Izaki hauen maskorrak eta oskolak, olatuen eraginpean apurtu eta sakonera handiagoko lekuetara barraiatzen ziren (eta dira, gaur egun ere). Arroka mota hauek dira Urbiako zelaietan karbonato gehien duten geruzetan beha daitezkeenak. Sakonera handiagoko baldintzen adierazle dira ere maskor zatiekin batera arroka hauetan azaleratzen diren belaki osoak, baita belaki hauek uretatik fijatzen zuten silizea (silizifikazioak (A_3 Irudia).



A₃ Irudia. Belaki batek eragindako silizifikazioa, beltzez Irudiaren erdigunean. Silizezko egitura gogorra da gaur egun geratzen dena.

Hego-mendebalderako Petrinaitz mendira ailegatu aurretik, material karbonatodunak Balmaseda Formazioaren pikor fineko lutitetara eta hareharrietara izatera pasatzen doaz, gradualki (A'3 Irudia). Material honek kareharrizko hainbat egitura solte hartzen ditu bere baitan, Petrinaitz mendigunea osatzen duten kareharrietatik eratorritakoak. Altugune hau pasatu ondoren, Balmasedako Formazioa indarrarekin berpizten da, pikor ertaineko hareharriak azaleratuz Urkillako mendilerroan zehar.

Geruzen okerdura, materialen egiatzko okerdura da, zehar-ebakiaren norabidea haien norabidearekiko perpendikularra baita. Kareharri-kalkarenita, kalkarenita-tupa eta tupa-hareharri aldaketak ez dira bat-batekoak zehar-ebaki osoan zehar, gradualak edo mihi-egitura erakusten dute.

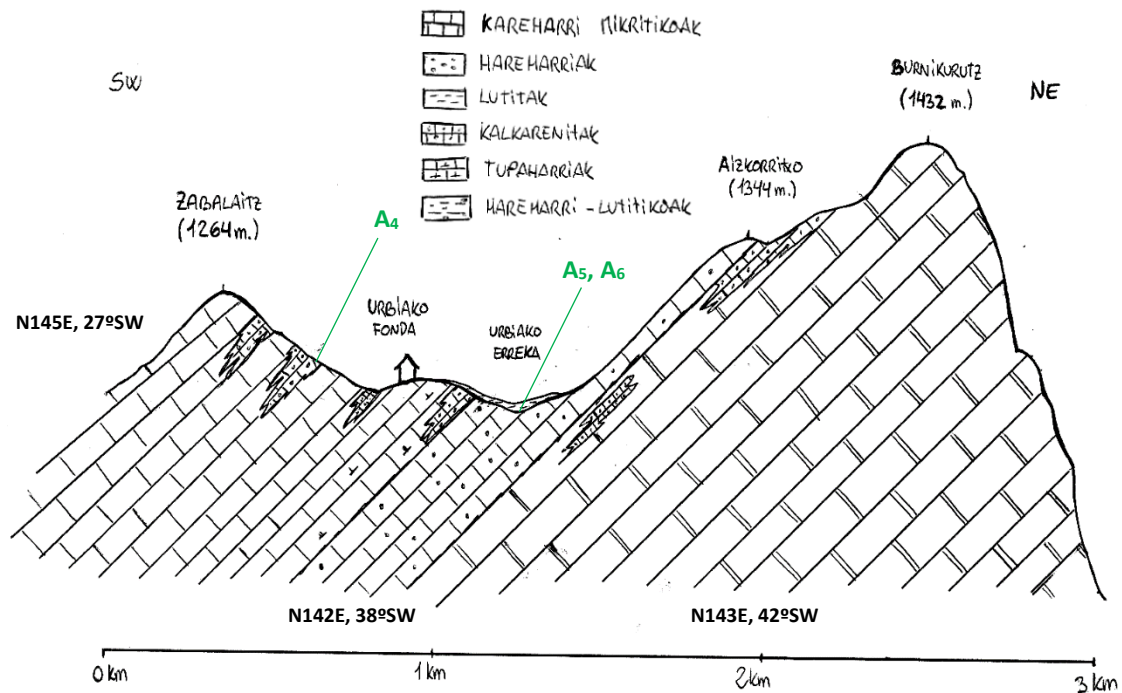


A₃ Irudia. Lutita eta hareharri klastoak kareharrien artean ageri dira Lazkaolatza eta Petrinaitz eremuen artean, erliebe baxuago bat deskribatuz. Materia organikoetan oso aberatsak diren klastoak topa daitezke.



A'3 Irudia. Goi-ezkerreko Irudian Lamietako eta Lazkaolatza txabolen artean dauden kalkarenita puxka. Behealdeko argazkian, gorriz, kalkarenitek erakusten dituzten silifikazio ilunak. Eskuineko argazkian, fosil gabeko kareharri puru mikatsua.

HIRUGARREN ZEHAR-EBAKIA



Burnikurutzeko kareharriak: Aizkorriko mendilerroaren gailur altuenak osatzen dituzten kareharriak dira. Kareharri urgondar mikritatsu eta oso zurrinak dira.

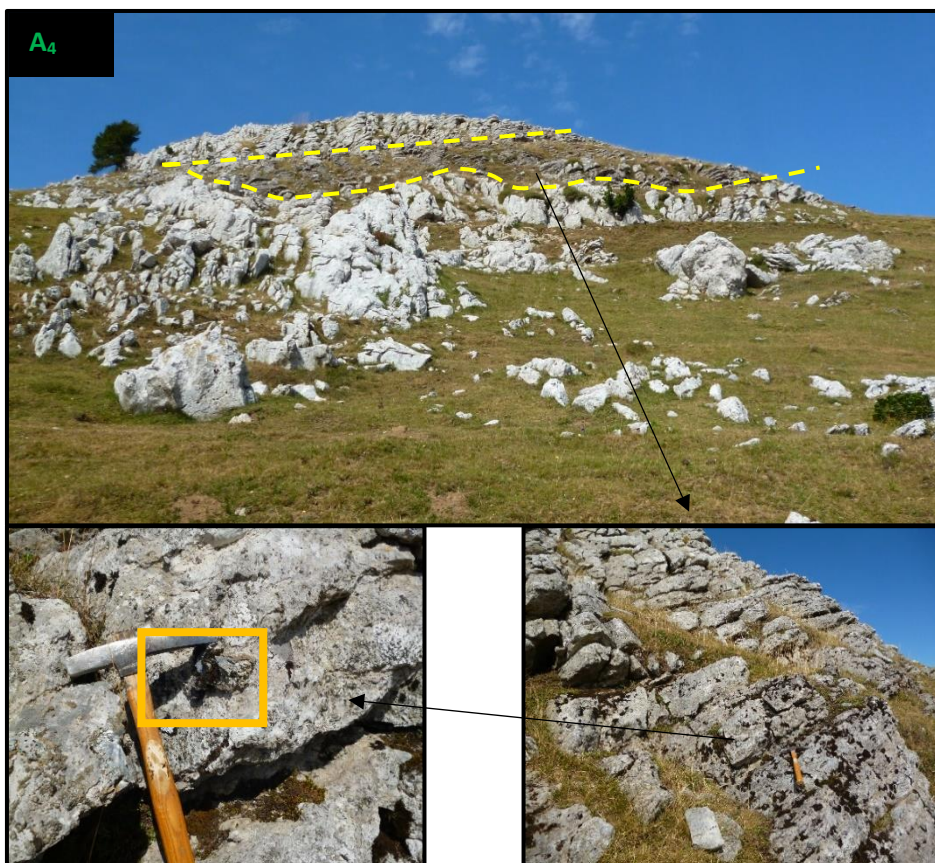
Aizkorritxoko kareharriak: SW-rako aldapan behera joan ahala, kareharri mikritiko zurrinak erliebea baxuagoarekin bat gradualki kalkarenita grisaxka izatera pasatzen doaz. Urbiara arte, koralak eta orbitolinak dituzten kalkarenita harehatsuak eta kalkarenita puruagoak aurkitzen dira. Azken hauek, terrigenoen deskontaminazioaren ondorio, orbitolinaz, krinoideoz eta zati bioklastikoz (erradiolitidoak, ekinoideoak eta bestelako bibalbioak, koralak, gasteropodoak, brakiopodoak...) osatuta daude (Baceta, J.I., 1996).

Urbiako zelaietan aurkitzen diren kalkarenitek, perfil topografiko osoko erlieberik baxuenak eta higatuenak hartzen dituzte. Honen zergatia arroaren litologian datza. Karbonatotan aberatsak diren arroak izanik, disoluzioa da litologia hauengan higadura prozesu nagusia. Kareharri mikritikoek duten konpaktasun, zurruntasun eta homogeneotasuna tarteko, disoluzio prozesuak arroaren ahultasuna planoetan garatzen dira (diaklasa, geruzen arteko muga...). Kalkarenitak aldiz, nagusiki karbonatozko fosil ezberdinen zatiez osaturiko arroak dira eta fosil zatien artean dagoen karbonatoa

disolbatzean, arroka beraren eustea galdu egiten da fosil zatiak askatuz eta gainerako material terrigenoak erori eta sakabanatuz. Honi esker, disolbaturiko karbonato bolumen berbererako kalkarenita bolumen gehiago desegiten/birrintzen da, mikritazko kareharriarena baino.

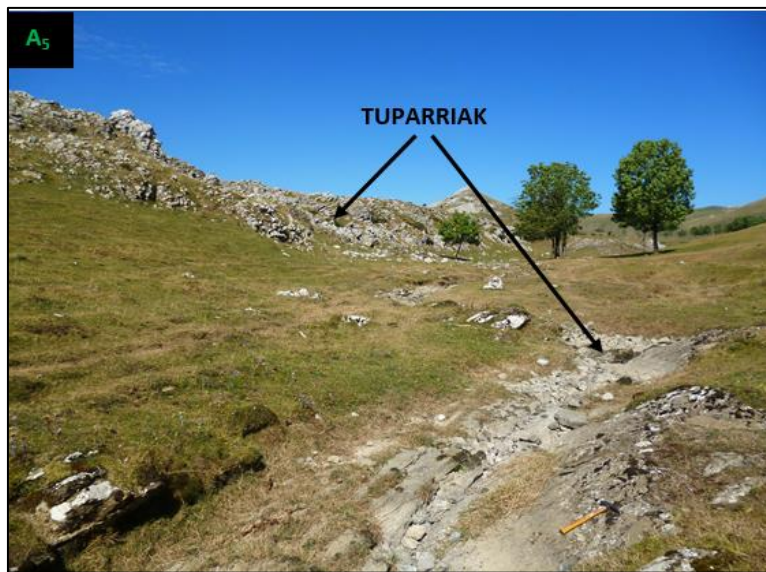
Baina, zergatik dago kareharrietatik kalkarenitetarako aldaketa hori lamietako txaboletatik Urbiako zelaietaruntz eta ez ordea iparralderuntz? Zeren adierazle da hori?

Galdera honi erantzuteko eta Urbiako zelaien zergatia ulertzeko, duela 100 Mu atzera egin behar dugu. Behe Albiar garaiko tektonika eta itsas-mailaren igoera tarteko, karbonato jariatzaile ziren izakiak sakonera txikieneko gune garbi eta lasaietan kokatu ziren (kareharri mikritiko argiak metatuz), sakonera handiagoko lekuetan aurrekoetatik garraiatutako zatiak pilatzen ziren bitartean (kalkarenita ilunak eta tupak). Garai oparoetan, sakonunetara ailegatzen ziren sedimentu gehienak karbonatodunak ziren, bizi-baldintza txarretako garaietan deltako sedimentu terrigenoak ugariagoak ziren heinean. Kalkarenitak osatzen dituzten material hauek, tenpestitikoak dira, hau da, ekaitzen indarrarekin eroritako sedimentuek osatuta daude. Iparraldean, ordea, ez zen holakorik gauzaten, Bizkaiko Golkoko rift proto-ozeanikoa muga bezala aritzen zuelako.



A₄ Irudia. Zabalaiteko tontorra osatzen duten kareharri eta kalkarenita (gris ilunaga) formazioa. Behe-ekerraldeko argazkian, silifikatutako belakia ikusten da.

Urbiako zelaietan, dolina egiturak eta errekatxoak dira nagusi. Dolina egiturak karbonatotan aberatsagoak diren kalkarenitazko eremuetan daude garatuta eta NErantz garatutako endokarstera bideratzen dira urak. Errekatxoak aldiz, lohitsuagoak diren tuparrien gainean daude, urak infiltratzeko zailtasun gehiago dituen tokietan, azaletik bideratzen dira saretxo bat garatuz, ahalik eta karbonatotan aberatsagoa den guneren batean karsterako sarbidea topatzen duen arte. Urbiako erreka, zelaiaren erliebe baxuenetatik doa, normala denez. Material higakor hura, eta aldi berean ez horren iragazkorra, tuparriek osatzen dute (A₅ eta A₆).



A₅ eta A₆ Irudiak. Urbiako zelaiak zeharkatzen dituen errekatxoa, siku udako denboraldian, bere baitan erliebe baxua eragiten duten tuparri azalaramenduak erakutsiz.

5. OROGENIA ALPETARRA: MENDIEN SORRERA

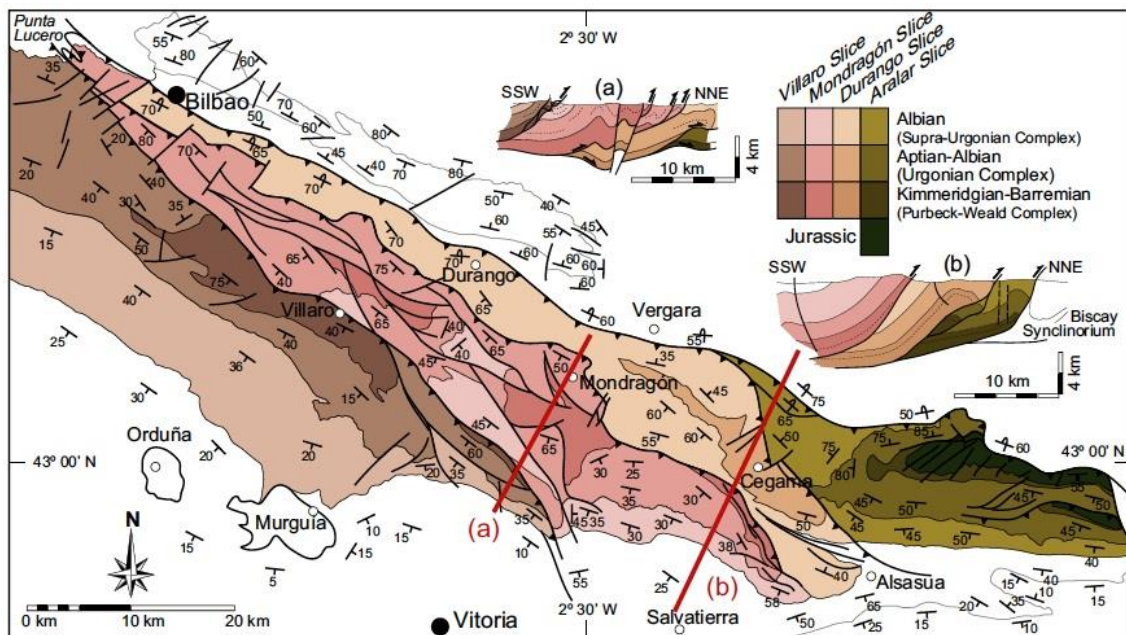
Behin material guzti hauek arroan sedimentatuta eta diagenesi-prozesuak pairatuta zeudelarik, jada arroka bilakatuta, beste prozesu batek hartu zuen lekukoa: tektonikak.

Aranburu, A. et al., 2016 – San Adrian-Lizarrate liburuan azaltzen den bezala eta historia geologikoarekin segituz, “dorsal atlantikoaren irekierak ez zuen Bizkaiko Golkorantz jarraitu. Plaken arteko mugimendu erlatiboek dorsalaren norabidea aldatu zuten Kretazeo garaian azken fasean. Modu honetan, dorsal atlantikoaren irekiera nagusiak iparraldeko noranzkoan hartu zuen (gaur egun Islandia zeharkatuz), Bizkaiko Golkoan hedapen-indarrak konpresiozkoak bihurtzen ziren bitartean. Eusko Kantauriar Arroak, hedatze fasean (Permo-triasetik Eozenora arte, 210 Mu-ko iraupenarekin) 15.000 m sedimentu pilatu ondoren, arro gisa funtzionatzeari utzi zion.

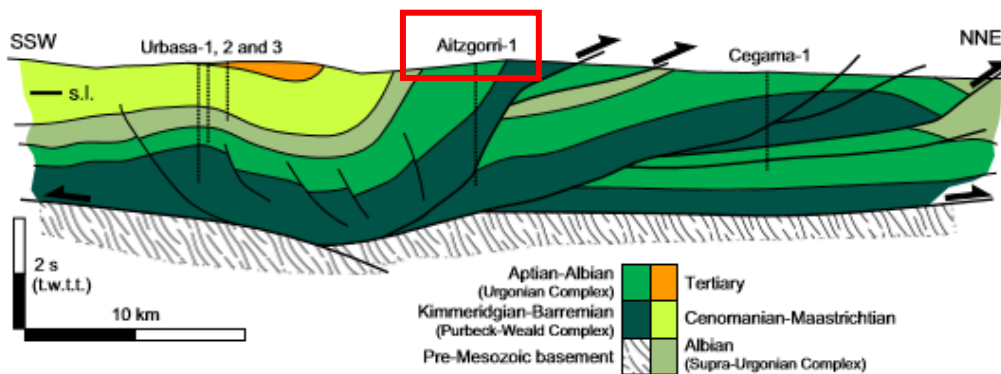
Duela 40 Mu, Goi Eozenoan zehazki, Iberiar plaka Europarekin talka egin zuen, Pirinioak sortuz. Eozenoan, Katalunia ingurua azaleratuta zegoen jada, eta mendi berri haien eraispenak sortutako sedimentuek itsas arro sakonaren hondoa betetzen zuten (gaur egun, Zumaiako itsas labarrean ikus daitezkeenak esaterako). Bi plaken arteko kolisioak aurrera egitean, Eusko Kantauriar Arroaren itsas hondoa metatutako materialak konprimatu, deformatu, tolestu eta goratu ziren 10 Mu-ko denbora tartean. Honela eratu ziren Euskal Mendiak eta Pirinioak Oligozenoan. Hori dela eta, Kretazeoko sakonera txikiko uretan sortutako koralak eta errudistak, mila metro inguruko garaieratan aurkitzen dira gaur egun: Aizkorrin, Aralar, Anboto, Aratz... Era berean, Kretazeoko eta Tertiarioko itsas-arro sakonetan jalkitako materialak (Flysch-ak) gaur egungo itsasertzeko labarretan ageri dira.”

Benito Ábalosek bere argitarapenean (Ábalos, B., 2008) dioenez, Aizkorriko mendikatearen inguruak konpresio indarrak pairatu zituen Orogenia Alpetarrako garaian, baina toles nabarmenak sortu gabe. Indar horiek, zaharragoak diren geruzak berriagoak diren geruzen gainetik jartzea eragin zuten, zamalkadura egitura alegia. Konpresiozko egitura hau, ipar-mendebaldeko norabidearekin, intentsitatea edo indarra galtzen doa bere hego-ekialdeko mugara gerturatzen garen heinean (Ábalos, B., 2008). Geruzek iparralderako desplazamendu edo baskularizazio nabarmena pairatu zuten beraz, 4 zamalkadura ezkata eratu. 9. Irudiaren b) zehar-ebakian ikusten da Aizkorriko

ezkata 3.a dela ekialdetik hasita. Bertan, Aptiar-Albiar garaiko arrokak zamalkatu egiten dira, goratuz, erliebearen puntu altuenera ailegatu arte (10. Irudia).



9. Irudia. B. Ábalosek argitarapenean erabilitako mapa geologikoa. Zamalkadura ezkata ezberdinak bereizten dira, b) zehar-ebakian Aizkorrikoa dagoelarik (ekialdetik hasita 3.a). Aizkorri osatzen duten arrokak (larrosaz) SW-tik NE-ra nola zamalkatzen diren ikusi daiteke. (B. Ábalos et al. 2008).



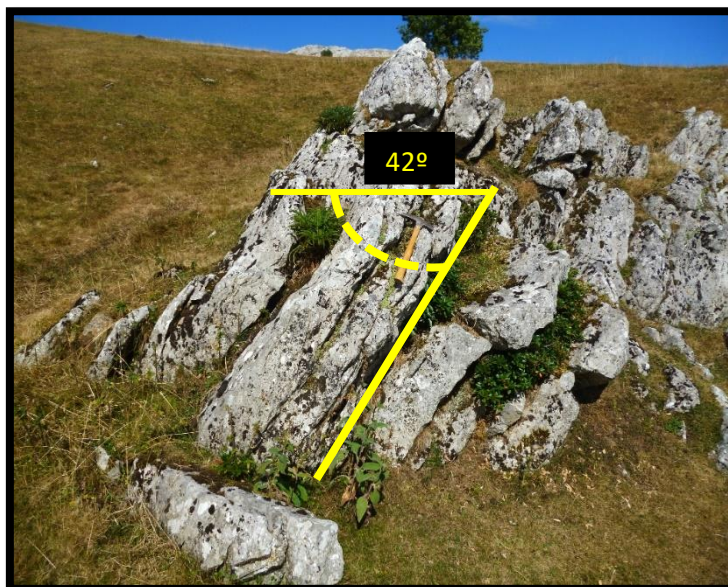
10. Irudia. "B. Ábalos et al. 2008" argitalpenetik ateratako zehar ebakia. 9. Irudiko b) zehar-ebakiaren antzeko Irudia da, zehaztasun handiagokoa. Aizkorriko mendikatea osatzen duten Aptiar-Albiar garaiko arrokak zamalkaduraren bitartez goratzen dira, ia deformaziorik pairatu gabe.

Indarrek tolesdurak ez eragitean, Aizkorriko eremuan ikusten den arroken distribuzioa arrokak sortu zirenekoaren bera da. Aldatu den gauza bakarra geruzaren kokapena da beraz. Hala ere, Aizkorriin zamalkadura eragindako konpresio indarren edo estresaren aztarna badago: eskistositatea. Geruzen norabidearekiko perpendikularra da, eta Aizkorriko mendikatera Urbiako zelaietatik (hegoaldetik) begiratuta, nabaria da (11. Irudia).



11. Irudia. Aizkorriko mendien hegoaldeko hegalean nabarmentzen den eskistositatearen argazkia (koadro horietan).

Zamalkadura honen ondorioz, Aizkorriko kareharri, kalkarenita, tuparri eta hareharri zein lutitak NW-SE orientazio eta 30-45° inguruko hegoalderanzko okerdura dute. Landa lanean egindako azterketen arabera, Urbiako eta Oltzako zelaiak banatzen dituzten kareharri mikritiko eta kalkareniten orientazioa N145E, 30-45° SW da (12. Irudia), zehar ebakietan agertzen den bezala.



11. Irudia. Urbian kokatutako kalkarenita azaleramendu bat, non geruzapena argi ikusten den.

6. ERLIEBEAREN MODELATZEA: HIGADURA, GARRAIOA ETA METAKETA

Ikerketaren izenburuan islatzen den moduan, Aizkorriko gaur egungo paisaia haren historia osoaren emaitza da. Sorrera geologikotik hasita – arroka motak, egiturak... –, meteorizaziotik pasata – kimikoa zein fisikoa, klimagatik baldintzatuak – eta giza jarduerekin bukatuz. Atal honetan, paisaiaren azken 23 Mu-tan garatutako eraldaketa nagusienak azalduko dira, hala nola goratutako arroka zurrunek egungo haran eta mendiak eratu arte pairatutako higadura eta klima-erregimen ezberdinek modelaketan izan duten garrantzia.

6.1. KLIMA ETA MODELATZEA

Goratutako arroken higatze prozesuen ondorioz sorturiko sedimentuetariko batzuk, ipar isurira garraiatuak izan ziren eta dira, eta beste batzuk hegoaldeko eskualdeetara.

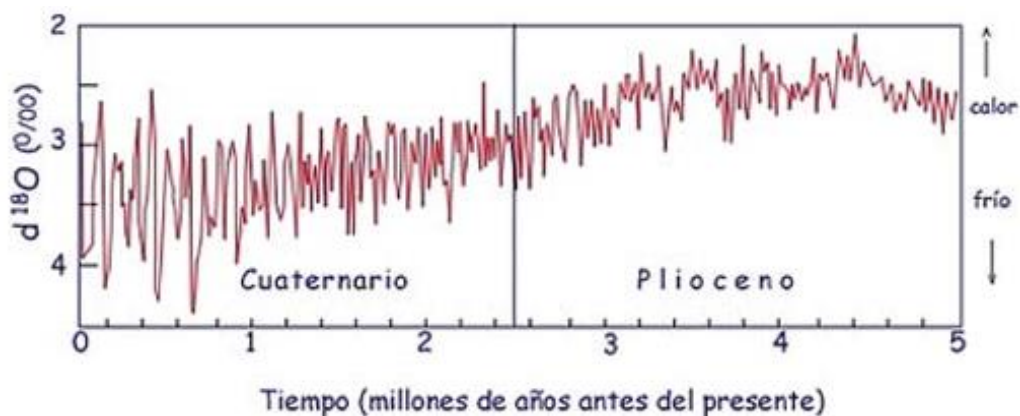
Ipar isurian, hasierako higaduraren garaikide den sedimentu erregistrorik ez da azaleratzen, eta ondorioz ezin da historia geologiko horren daturik lortu. Nafarroa hegoaldean, aldiz, badira garai hartako sedimentuak metatuta geratu zireneko lekuak, Errege Bardeak esaterako. Erregistro geologiko horien arabera, Oligozenoan-Miozenoan sortu berri ziren erliebeak bi klima-erregimen nagusiren eraginpean higatu ziren (Murelaga et al., 2006). Lehenengoa hotzagoa eta hezeagoa izan zen bitartean, Erdi Miozenokoa epel eta beroagoa izan zen.

Aizkorri ikusten diren Behe Kretazikoko kareharriak azaleratuta egotearen zergatia, gainean zituen sedimentu/arroka guztien (Goi Albiarreko hareharri deltaikotik hasi eta Goi Kretazikotik Behe Eozenorainoko sedimentuak) higadura da. Higadura handi hura, materialak goratu bitartean edo amaitu bezain pronto gertatu behar izan zen, altitudea/goragunea eta erliebearen izaera “gaztea” (Goi Eozenoa-Miozeno bitartean) kontuan izanik. Baliteke lehen higadura bortitz baten ondorioz erliebe lautuak sortu izana, eta gaur egun ditugun ibai-sare eta karst sistema batzuk erliebe lautu horretatik garatu izanak (Aranburu, A., 2016).

Tertziarioa, Pliozenoko klima bero eta hezearekin amaitu zen, duela 5,5-2,5 Mu inguru. Pliozeno erdiko garaian, adibidez, batez besteko tenperatura globala gaurkoa baino 3 °C altuagoa zen (Dowsett, H., 1999). Itsasoaren maila beraz, izotzaren urtzearekin, 30 bat metro altuago zegoen (Aranburu, A., 2016). Litekeena da, beraz, frogatu ezin den arren, Aizkorriko kareharriak ordurako airepean egotea, eta Pliozenotik gaur egun arte (5 Mu.) klimak izandako aldaketen eragina zuzen-zuzenean pairatu izana, inongo babesik gabe (Aranburu, A., 2016).

Erdi Pliozenoko tarte epelaren ostean, denboraldi hotz laburrak tartekatzen hasi ziren, izotza pilatuz eta icebergak eratuz Amerikako eta Europako iparraldean. Kuaternarioak, beraz, hainbat aldaketa klimatiko eta geografiko ekarri zituen berarekin, ingurumenean aldaketa itzelak sortuz (Aranburu, A., 2016).

Gainera, Lurraren ardatzaren inklinazioa txikitu egin zen, orbitaren eszentrikotasuna handitu egin zen eta udako solstizioan eguzkia oso urrun zegoen. Baldintza hauek ondorio nabarmena ekarri zuten, hots, glaziazioak. Neguan prezipitazio ugariak egoteaz aparte, tenperatura baxuek elurra eta izotza urtu gabe mantentzen zituzten udan, glaziarrek bizirik segituz. Pliozeno-Kuaternarioko joera orokorra hotzera egitea izan zen (12. Irudia), nahiz eta Kuaternarioko azken milioi urtean ziklo glazialen oszilazio termikoa igo egin zen (Aranburu, A., 2016).



12. Irudia. Azken 5 Mu-etako itsas foraminiferoen oskoletan erregistratutako Oxigeno18 kontzentrazioak (Ocean Drilling Project) hotzerako joera orokorra adierazten du eta gorabehera handiagoak ditu azken Mu tartean. (Uriarte, A., 2009-tik hartuta).

6.2. AIZKORRIKO ERLIEBEAREN FORMA NAGUSIAK

Aizkorriko gunean higadurarekin, garraioarekin eta sedimentazioarekin erlazionatutako erliebe-forma esanguratsuenak bi prozesu nagusiengatik eratzen dira: grabitateak eragindakoak (grabitazionalak) eta urak eragindakoak. Prozesu grabitazionalak eragindako formarik ezagunena metakin konoak dira. Urak eragindako prozesuak, ordea, bi motakoak izan daitezke: ibai sistemak eragindakoak eta karstak eragindakoak.

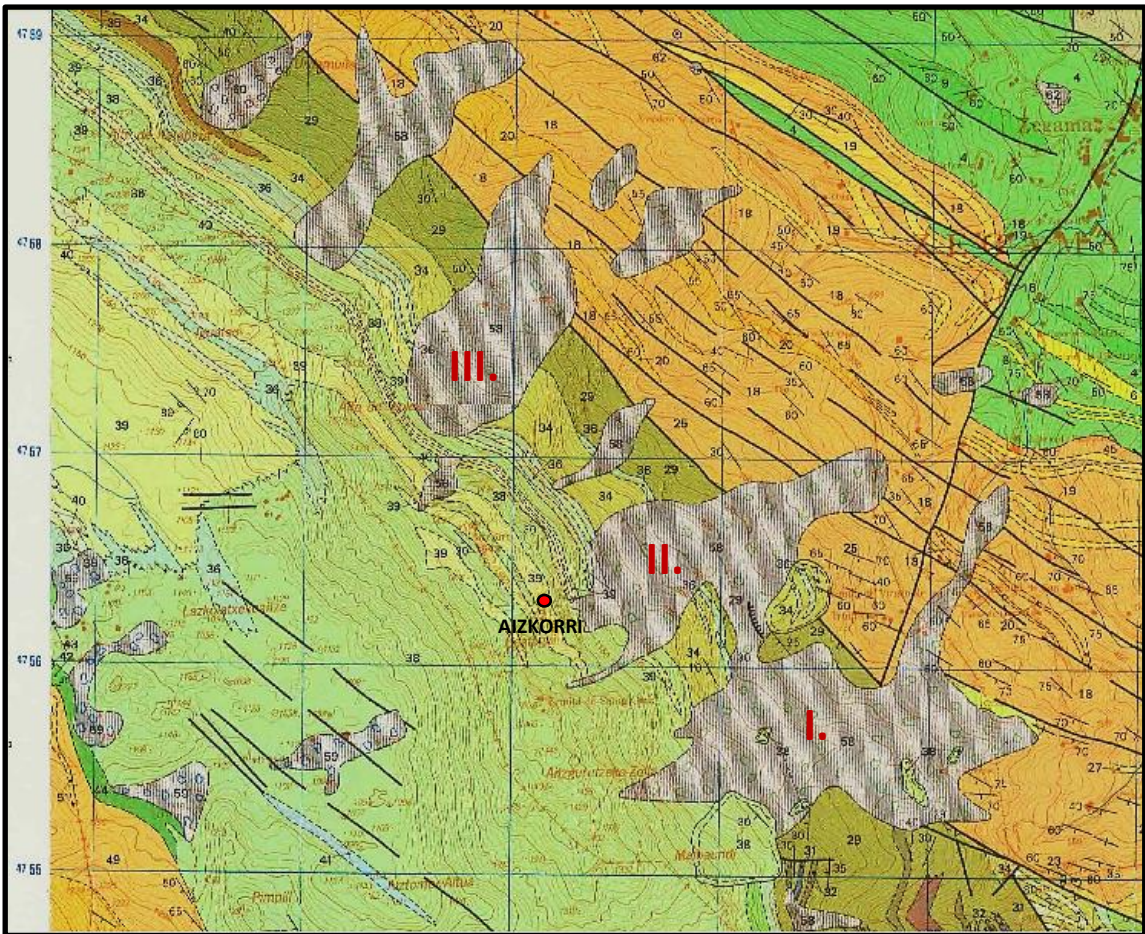
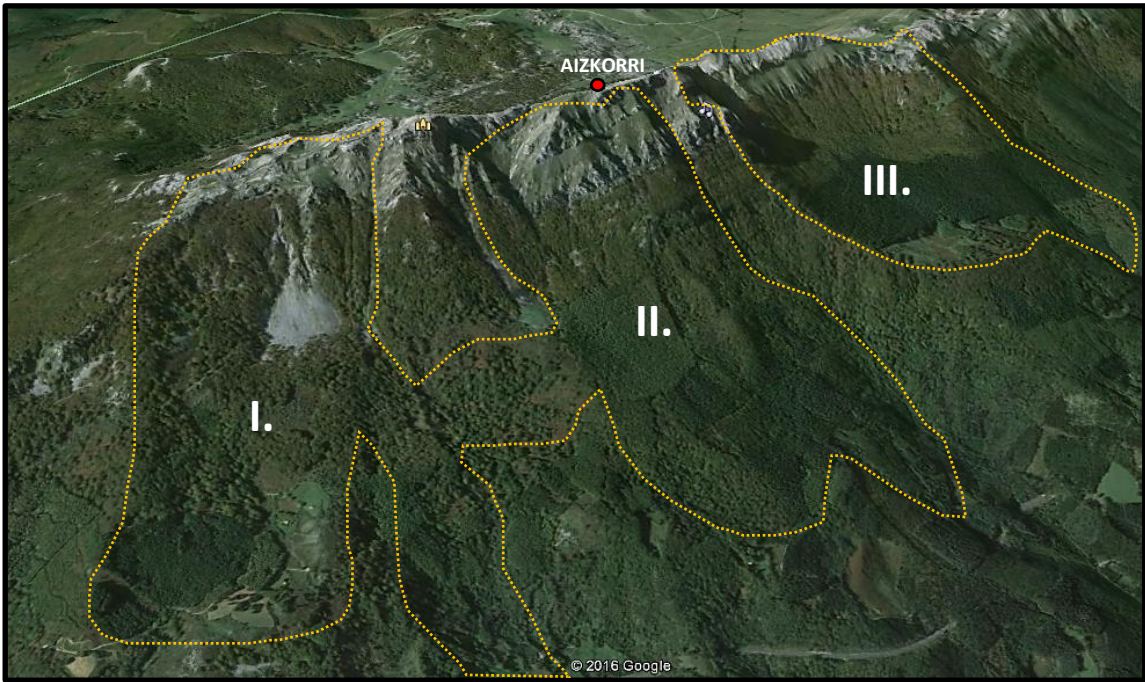
Altitude handiko lekua izanik – 1000 metro inguru Urbiako zelaietan eta 1400-1500 ingurukoa mendi-tontorretan – klimatologia nahiko hotza da bertan. Izan ere, batez besteko tenperatura urtean zehar 7 eta 11 gradu zentigraduen artekoa da, hilabeterik hotzena urtarrila izanik eta uztaila beroena, batez bestekoak 3°C eta 16°C dira hurrenez hurren. Prezipitazioei dagokionez, urtero 1800 mm erortzen dira gutxi gorabehera (Urzainki A., 2007).

Prezipitazio altuek, neguko elurte oparoek eta erliebe karstiko altuek asko mugatzen dituzte inguruko haranetan dauden herrien arteko harremanak. Aizkorriko bihotzera Arabatik bakarrik igo daiteke autoz. Gipuzkoako aldetik, helmugarik altuena Arantzazuko santutegia da, Urbiako zelaien mendebaldean finkatuta.

6.2.1. METAKIN GRABITAZIONALAK: KOLUBIOIAK

Aztertutako eremuan Kuaternarioko metakinak ere existitzen dira, EVE 1:25.000 mapan adierazita agertzen diren bezala. Sedimentu gehienak metakin kolubialekin edo hondar metakinekin erlazionatuta daude, gehien bat unitatean garatutako apurketa prozesuen ondorio gisa. Metakin kolubialak erliebe altuen azpian batzen diren kareharrizko “pusken” metaketengatik eratzen dira. Iparraldeko zonan bereziki, metakin hauek jarraitzen duten eboluzio oso erlazio estua erakusten du existitzen diren failen edo zartadurekin. Erorketa hauek eragiten dituzten eragileak, altuera handietan ematen direnak dira: gelifrakzioa (krioklastismoa), ura (higadura fisiko eta kimikoa), haizea, elur masa handien bultzada, landaretzaren bultzada...

Kuaternario garaiko metakin kolubialak urriak eta azalera txikikoak dira. 13. **Irudian** I. metakin egituran ikusten den kolore griseko metakina adibide bat da, landarediaz estalita ez dagoen bakarra.



13. Irudia. Google Earth-etik (goian) eta EVE 1:25.000 mapatik (behean) hartutako Irudiak. Bien bitartez, mapan ageri diren gainazaleko metakinak erliebe errealean non dauden eta zein azalera betetzen duten erakutsi nahi da.

Grabitatez pilaturiko harri zati hauek askotan inbutu forma duten apurketaz garatutako pareta uzten dute buruan. Bertan, eremua mugatzen duten erliebe malkartsuek apurtutako arrokaen erorketa errazten dute, materialen alboetarako irteera oztopatuz (mendilerroarekiko paraleloak) eta sedimentu guztiak norabide berean metatuz. Grabitatez pilaturiko arroka zatiek ere abaniko forma Irudikatzen dute, klasterik handienak urrunen eta txikienak gertuen kokatzen direlarik (14. Irudia).

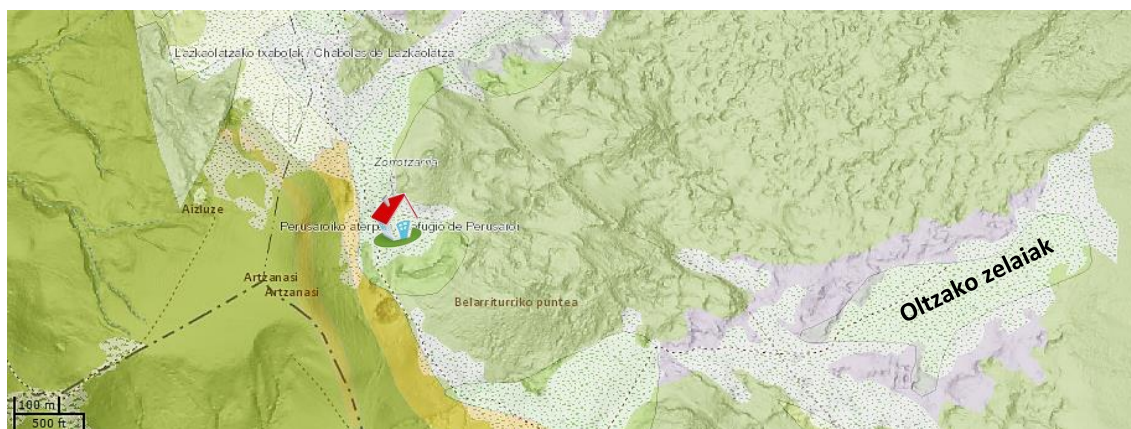


14. Irudia. A Irudia GeoEuskadiko bisoretik aterata dago, marroi ilunean metakinak adieraziz. B Irudian, A Irudian aztertu diren bi metakin azalera adierazten dira kolorez, argazkia Google Earth-etik aterata.

Ebidentzia morfogenetiko periglaziarrek, nabariak behintzat, garapen zabala dute mendilerroaren iparraldeko eta ipar-ekialdeko isurialdean (13. Irudia). Adibiderik argienak hauek dira: arroka puska angelutsuen eraketa mendi oinetan, gelibazioa eta gelifrakzioa bai lurzoruan eta bai arroketan, higakin-koladak, hartxingadiak... (Aranburu, A., 2016). Higakin hauetatik, batzuk barrunbe karstikoetara barneratzen dira, bertan metatuz (San Adrianeko tunelean, esaterako).

13. Irudian agertzen diren metakin egitura zabalak (I., II. eta III.) Kuarternariokoak ez direlakoan gaude. Gaur egungo tenperaturak nahiko altuak dira, kontuan izanik urtarrilean (hilik hotzena) tontorretako tenperaturaren batez bestekoa 3°C direla. Horrek, gelifrakzioaren eragina txikia dela ondorioztatzen du. Periglaziarismoan zeuden tenperaturak askoz ere hotzagoak ziren, eta hortaz, metakinen zabalera handiagoa. Bukatzeko, landaretzan oinarritzen den azalpena dago. Gaur egungo metakinek ez dute landaretzari hasteko aukerarik ematen, oinarria finko ez dagoelako. Periglaziarismoko metakin fosilek, ordea, finko mantentzen dira, landaretzari bizitzeko aukera emanez.

Oltzako eta Urbiako zelaien artean, Perusaroi mendi-aterpearen parean (15. Irudian etxetxo dagoen lekuan kokatuta), hego-mendebaldetik ipar-ekialdera erortzen eta metatzen diren klastoak hareharrizkoak dira. Hareharriak dira hain zuzen ere bertako erliebe altuagoan azaleratzen diren materialak, higaduraren eraginpean ipar-ekialdera erortzen direnak. Sedimentu-pilaketa ez da oso nabarmena, nahiko eskasa eta heterogeneoa da egia esan.



15. Irudia. Perusaroi (etxetxoaren Irudia) eremuaren material detritikoak erakusten dituen mapa geologikoa. (www.geo.euskadi.net)

6.2.2. URAK SORTUTAKO FORMAK

Grabitateak erliebea higatzeko eta modelatzeko gaitasuna behatuta, urak eragin ditzakeen formazioak aztertu dira. Grabitateak baino indar handiagoa duelarik, erliebea modelatzeko erraztasuna du urak. Urak Aizkorrin eragin dezakeen modelatzea bi prozesuek burutu dezakete: ibai-sistemak edo sistema flubialak, eta prozesu karstikoak.

6.2.2.1. Sistema flubialak

Euri-ibaien bereizgarri morfogenetikoak – ibai-haranak eta jalkinak, meandroak, terrazak, gorako higadura, karkabak, labarrak eta arroilak, etab. – ur korrontek nagusi zirela adierazten dute.

Urban kokatutako ur-banalerroaren ipar-ekialderantz zein mendebalderantz (Arantzazu erreka), azaleko urek garatutako sare flubialak dira nagusi (16. Irudian, muga hidrografikoak kolore horiaz ezberdindu daitezke).

Ipar-ekialdeko eremuan, Aizkorritik doazen urek sortzen dituzten ibai garrantzitsuenak Oria eta Urola dira. Ipar-mendebaldeko eremura doazen urek, Arantzazu errekaok barne, Deba ibaira doaz.



16. Irudia. Kolore horiaz ur isurialdeen banalerroa deskribatzen da. Urkilla Mendilerrotik Aizkorri Mendilerroa doa (mendebaldetik ekialdera) erdian Urbiako zelaia zeharkatuz. (www.geo.euskadi.net)

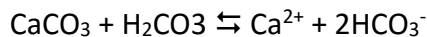
6.2.2.2. Sistema Karstikoa

Sistema karstikoen prozesuetan hainbat arlo garrantzi daude. Esate baterako urak kareharria disolbatzeko prozesua, urak kareharrietan barrena segitzen duen ibilbidea, erliebean eragiten dituen forma karstikoak, etab.

6.2.2.2.1. Prozesu karstikoak: disoluzioa

Geologiak (litologiak, zartadurak, porositateak... barne) izugarri baldintzatzen du uraren ibilbidea Lurreko edozein eremuan, eta Aizkorriko mendigunea ez da salbuespena. Arroka bakoitzaren mineralogiagatik eta hortaz permeabilitasunagatik baldintzatuta, urak arroka bakoitzarekin erreakzio kimiko ezberdinak burutuko ditu Euri ura erortzen denean, atmosferatik hartzen ohi du ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$), azidifikatuz, eta azido karbonikoa izatera pasatuz. Urak lurzorua zeharkatzean ere hartzen du CO_2 -a. Ur hori, karbono dioxidoagatik izango ez balitz, ez luke kareharriaren kaltzio-karbonatoarekin erreakzionatuko. Zenbat eta CO_2 gehiago izan, errazago gauzatuko da erreakzioa eta, hortaz, kareharriaren disolbaketa (ezpuruak direnean ere). Berez, kareharria ez da zuzenean disolbatzen: kareharriaren kaltzio-karbonatoa (disolbaezina uretan) azido karbonikoarekin erreakzionatu egiten du, kaltziozko ioi eta bikarbonato ioiak eratuz, disoluzioan disoziatu geratzen direnak, eta hortaz, uretan erraz garraiatzen direnak.

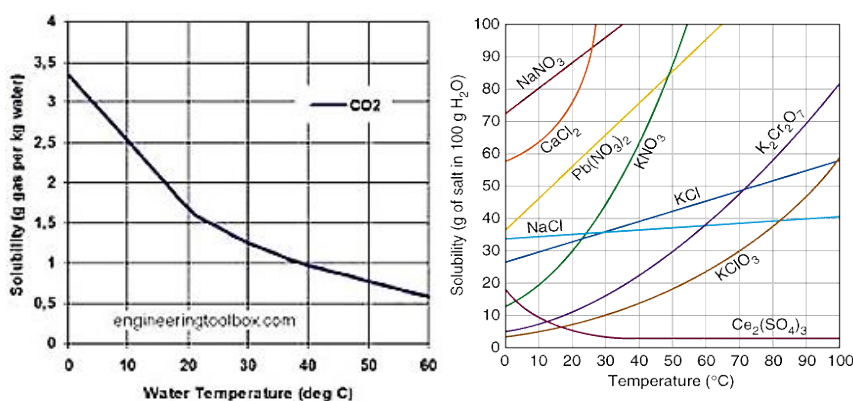
Materia galera horrek haustura eta arrakala ugari eratzten ditu, urak mendigune barrura doan ibilbide grabitazionala segitu ahal izateko.



Kareharriaren karbonatoa disolbatzeko gauzatzen ohi den erreakzioa. Elementuen izenak goi-ezkerretik behe-eskuinera honakoak dira: Karbono dioxidoa, Ura, Azido karbonikoa, Karbonatoa, Azido Karbonikoa, karga positiboko Kaltzio ioia eta karga negatiboko bikarbonato ioia.

Askotan kontutan hartzen ez den datu bat, lurzoruen eragina da. Esan bezala, euri urek lurzorua zeharkatzean bertan denboran zehar metatu egin den materia organiko guztia zeharkatzen dute ere. Modu honetan, CO₂-tan aberatsak diren euri urak, are gehiago aberastuko dira. Ardien eta behien, ugaztun txikien, hegaztien... gorotzak, zuhaitzen hostoek, landaretzak, etab. lurzoruaren materia organiko kantitatea izugarri areagotzen dute (Galán, C. (1991), Jennings (1971) eta Miserez (1973)).

CO₂ kantitate altuko eta tenperatura baxuko urak – eremuko klima ez da oso beroa, altuera handiko zona da gainera, eta ur asko izotzaren urtzetik eratorria da – baldintza ezin hobekak dira aurretik aipatutako disoluzio prozesuak garatzeko, tenperatura baxuek gasen disolbagarritasuna errazten baitute (17. Irudiko grafikoak).



17. Irudia. Grafikoak. Ezker grafikak CO₂-ak uretan duen kontzentrazioa (g/1L ur) tenperaturarekiko erlazioa azaltzen du. Zenbat eta hotzago, solubilitate altuagoa. Eskuineko grafikak, beste hainbat elementuen tenperaturarekiko uretan duten disolbagarritasuna adierazten du (g gatz/100 ml ur). Gehien-gehienak CO₂-ren kontrakoak dira, disolbagarritasun altuagoa tenperatura altuetan baitute. (www.ugr.es)

6.2.2.2.2. Karstekoen uren norabidea (gaur egun)

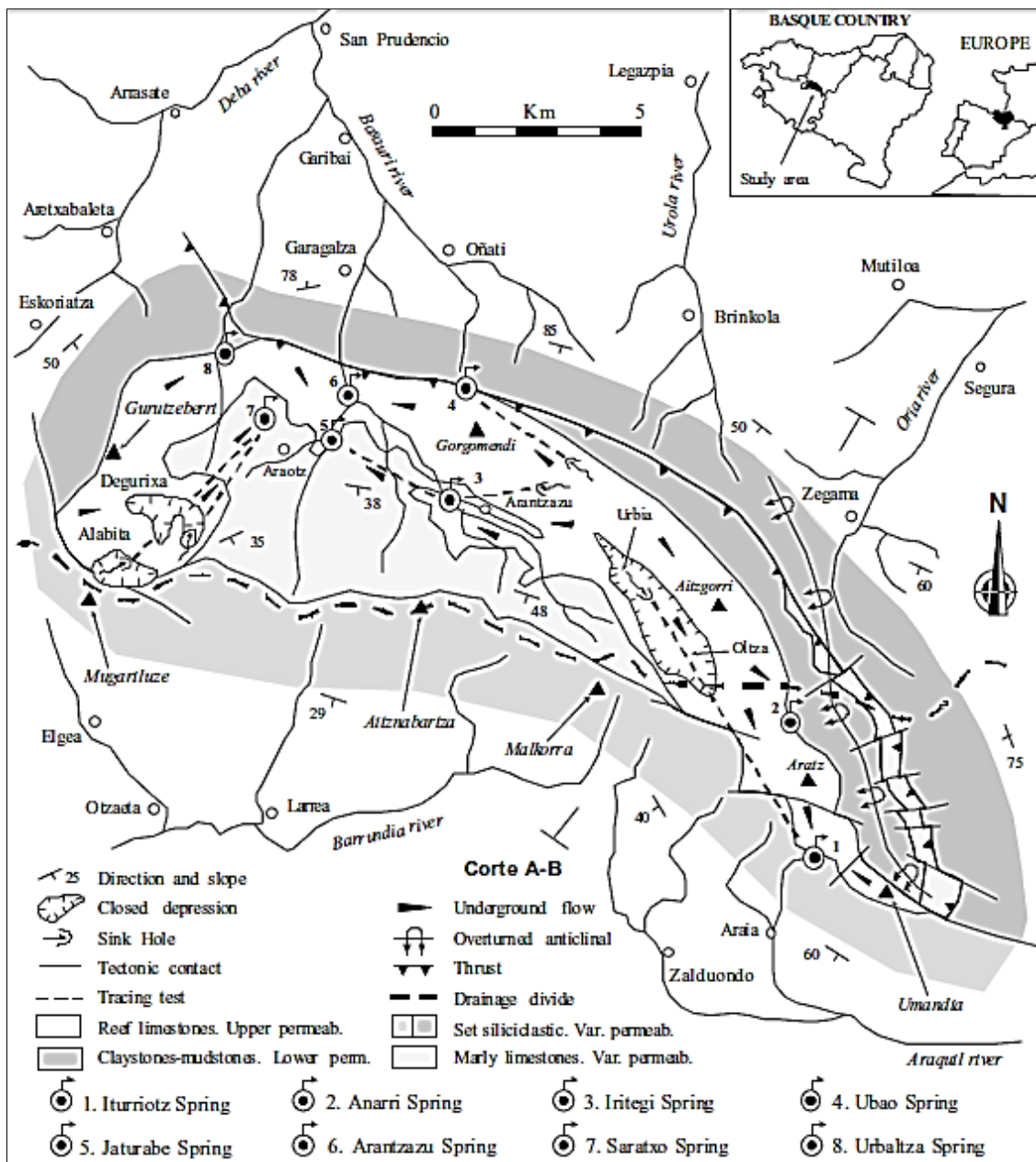
Aizkorriko eremua kontrolatzen duen hidrogeologiak, erabateko erlazioa du milioi urteetan zehar bertan metatu diren sedimentuekin, baita hauek deformatu eta eraldatu dituzten prozesu geologikoekin. Sistema hidrogeologikoak etengabe egon dira aldatzen, gaur egun segitzen duten moduan. Klimak, higadura kimikoak eta fisikoak, indar tektonikoek, itsas-maila altueren aldaketek, landaretzak eta izakin bizidunek... erabat baldintzatzen dituzte uraren ibilbideak, gainazalekoak nahiz lurbarnekoak izanda.

Hidrogeologia kontuetan, Aizkorriko Unitate Hidrologikoa dugu garrantzitsuen. Kareharrizko litologiaz osatuta, Aizkorriko Parke Naturalaren baitan dagoen azaleraren gehiengoak prozesu karstikoek garaturiko geomorfologia erakusten du: ur sarbideak, iturburuak, lapiak, dolinak... Aizkorriko Unitate Hidrologikoaren ezaugarri garrantzitsuenetariko bat bere konplexutasuna da.

Urbiako txabolak erreferentziatzen hartuz, lurrazpiko urek drainatze norabide ezberdinak garatzen dituzte (18. Irudia).

Modu honetan, iparraldeko norabidea duten ur fluxuek (Urbiatik ipar-mendebalderantz dagoen eremua) Deba, Urola eta Oria bezalako ibaiak deskribatzen dituzten azpiunitateen bidez zuzentzen dira, ibilbide ez oso luze baten ostean Kantauri Itsasoan isurtzeko. Bai Aizkorriko hegoaldeko urak bai Urbia eta Oltza zelaietatik Araiarantz doazen urak, Mediterraneoara doaz eta Barrundia eta Arakil ibaien arro nagusietara bideratzen dira. Bi ibai hauek daramaten urek aurrera darraite, Arabako Lautada zeharkatu eta Ebro ibaiarekin batu arte. Ibilbide luze baten ostean, Mediterraneo Itsasoan dute bidaiaren bukaera.

Urkillaren mendikatea, Aizkorriko unitatearen hego-mendebaldean kokatuta dagoena isurialdeen banalerroa segituz, berezitasun bat du: Aizkorriko unitate hidrologikoaren parte ez izan arren, honen birkarga hidrikoan hartzen du parte (18. Irudia).



18. Irudia. Urbia eta Aizkorriko eremuko urak nondik nora mugitzen diren erakusten duen (gainazalekoak naiz lurpekoak) mapa. (Llanos H. et al., 1999)

6.2.2.2.3. Aizkorriko forma karstikoak

Etengabeko karstifikazio prozesu honek, gaur egun ere aktibo, geomorfologia exokarstiko eta endokarstiko bereziak eragin ditu Aizkorriko inguruetan.

EXOKARSTA

Urak kareharrietan garatutako kanpo-formen baitan, ondorengo hauek bereizi dira:

Lapiazak

Kareharrietan garatutako disoluzio gainazal angelutsuak dira, ildoak osatuak. Modelatu hauek, barietate handia dute tamaina zein forma aldetik eta disoluzio prozesuen ezaugarri deigarrienak erakusten dituzte. Disoluzio forma hauek multzotan ageri ohi dira, lapiaz zelaiak eratuz. Lapiazak, lenarrak ere deituak, bakarrik kareharria dagoen tokian eratzen badira, biluziak deitzen zaie. Bestalde, disoluzioa lurzoru-kareharri interfasean ematen bada, estaliak edo erdi-estaliak izango dira.

Nahiz eta karstifikatutako eremua handia izan, lapiaz biluzia mendietako kota altuenetan zein malda handiko eremuetan agertzen da soilik, Aizkorri mendikatea osatzen duten gailurren inguruetan alegia. Urbietako eta Oltzako zelaietara doan malda segituz beheratzen diren kareharrietan, baita zelaien barnean dauden erliebe gutxiko kareharrizko egituretan, ordea, lapiaz erdi-estalia da nagusi (19. Irudia).



19. Irudia. Goi-ezkerrean gailurretan kokatzen den lapiaz biluzia. Eskuineko argazkian, Urbiako zelaietan dagoen kareharri diaklasatua, non lapiaz estalia garatu den. Beheko argazkia, tontorretatik zelaietara doan aldapan aterata dagoena, malda handian garatutako Lapiaz erdi-estalia dago.

Bailara karstikoa

Oltzako zelaiak osatzen duten haran hau, karbonatodun arroketan enkaxaturik eta kareharrizko magal karstifikatuz inguraturik dago (20. Irudia). Bere hondoa laua eta luzanga da, baita bailarek erakusten duten estutasun berezia ere. Estutasun hori dela eta, bailara karstikotzat har daiteke Oltza, Urbiako zelai zabalak ez bezala.

Bailarak, 1500 metro inguruko luzera eta 200 bat metro inguruko zabalera ditu, bere tarte zabaletan behintzat. Haranak NE norabidean luzatzen da, N030E gutxi gorabehera, hegoaldeko material detritikoetatik iparraldean Aizkorri menditik beheratzen den aldaparekin topo egin arte. Bere baitan, dolina ugari daude.



20. Irudia. Goiko argazkia, Aizkorriko tontorretik hegoaldean dauden Oltzako zelaiak erakusten ditu. Beheko argazkietan, ezkerrekoan Oltzako zelaietatik ekialdera ateratako argazkia da, non alboetara dauden erliebe karstikoak antzematen diren. Eskuinekoa, goiko argazkiaren paisai bera da, zoom-arekin aterata.

Dolinak

Depresio itxiak dira, forma zirkular zein elipsoidalarekin oinean, metrotatik kilometro baterainoko diametroa izan dezakete, baita metro gutxiatik ehunka metrotako sakonera (Gutierrez, M., 2008). Bere ertzak, leunduak zein malkartsuak izan daitezke. Dolinak, isolatuak ager daitezke, nahiz eta orokorrean multzokatuta ageri, dolina zelaiak eratuz.

Urbia eta Oltzako eremuan aurki daitezkeen dolinak disoluziozkoak dira (21. Irudia). Hauetan, ura kareharrietako karbonatoa disolbatuz doa diaklasetan eta hausturetan zehar, material disolbaezinak urarekin batera endokarstera infiltratzen diren bitartean. Honek, haustura planoen zabaltzea eragiten du, eta baita bolumen galera bat, azalaren asentatzea eta beheratzea ekarriz. Honen barruan, deskaltzifikaziozko buztina eta depresio itxi horretara garraiatutako materialak topatzen dira. Disoluziozko dolinen garapen onerako prezipitazio tasa handia behar da, gainazal lauekin, non hierarkizazio flubiala zaila den eta ur gehiena infiltratzen den (Sweeting, M.M., 1972).



21. Irudia. Argazki handia (Aizkorritik jaisten den aldapatik aterata), Oltzako zelaietan ageri diren disoluziozko dolina taldeak daude. Txikian, Urbiako zelaietan (ibaitik hurbil) kokatutako disoluziozko dolina, zuhaitz bat erdian duena.

Bestalde, dolinen barnean zuhaitzen presentziak (21. Irudian, irudi txikia) honen hazkuntza eragiten du, sustraiek eragiten duten meteorizazio mekanikoari esker eta CO₂ biogenikoari esker (Corbel, J., 1957). Eredu honetan, dolina guztiek lurzorua dute, gutxi batzuek zuhaitzak barnean dituztelarik. Azken hauek, sakonera nabaria erakusten dute besteekin alderatuz (Castellano, A., 2016).

Dolina guztiak kareharri puruak ez diren eremuetan kokatzen dira, disolbatze handia ematen ez den eta lurzorua garatu daitekeen eremuetan alegia (tuparri, kalkarenita...).

Eredu karstikoen geomorfologian topatzen diren egitura guzti-guztiak uraren eraginagatik sortutakoak dira, nagusienak disoluzioz gauzatukoak izanik: dolinak, poljeak, simak, lapiazak eta haitzuloak, baina baita barrunbeetan garatutako espeleotemak, hots, estalaktitak, estalagmitak, zutabeak, koladak, etab.

Nahiz eta ura izan paisaia karstikoaren eragile nagusia, exokarstak eragiten dituen forma karstikoak beste bi faktoreengatik baldintzatuta daude: erliebea eta litologia. Erliebeak, eremuaren aldapak, ildoak... hartzen ditu barne. Litologiak, ordea, arroka bakoitzak urarekiko duen erantzuna baldintzatzen du, eta hortaz, material bakoitzaren permeabilitatea eta higatzeko erraztasuna.

Kareharri unitate beraren baitan, urak ibilbide ezberdina egiten du honek duen okerduraren arabera. Honen azterketarako kareharrizko gailur segida, Urbiako eta Oltzako zelaiak eta hauen artean ahokatuta dagoen kareharrizko eremua aztertu dira. Ortoargazki (2015) bera erabili da horretarako (22. Irudia; 23 Irudian, A), banan-banan hainbat geruza informatiko ezberdin sartuz interesatzen zaigun geologia arloaren arabera: erliebe aldaketa, hidrogeologia, litologia eta geomorfologia.



22. Irudia. A, B, C, D, E, eta F irudiak hartu diren eremuaren azalera geografikoa (Kolare horiaz).

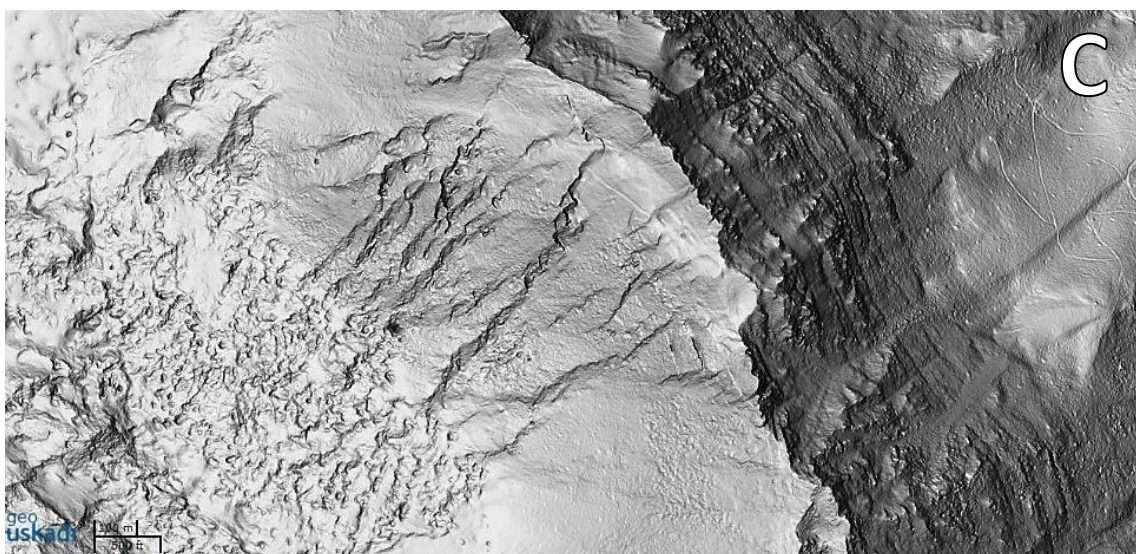
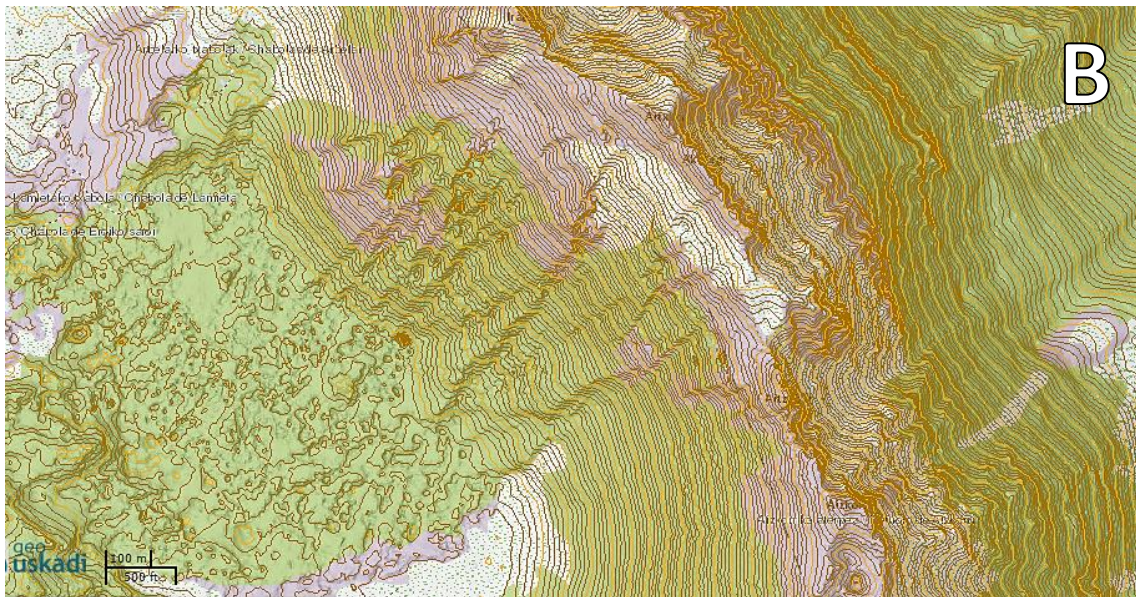
www.geo.euskadi.net

Malda aldaketak bisoreko sestra-kurbak erabiliz aztertzen dira (23. Irudian, B). Urak kareharrietako karbonatoa disolbatu eta eraturako zartaduretatik barneratu ahal izateko, bien arteko kontaktua egon behar da denbora batez. Erliebea oso malkartsua bada, ura gainazaletik azkar abiatuko da, beharrezkoa den kontaktu horren denbora murriztuz eta, higadura kimikoa eragotziz. Disoluzioa ez bada ematen, kimikoki eratzen diren arrakalak ere ez dira gauzatzen, eta hortaz, karstaren barnealdera doan uraren infiltrazio grabitazionala (bertikala gehienetan) izugarri murrizten da.

Bisorean antzeman daitekeen moduan, Aizkorriko mendilerroa eratzen duen kareharriaren konpetentzia askoz ere altuagoa da bere hego-mendebaldean dauden zelaia osatzen dituzten karbonatozko material ezpuru eta buztintsuagoekin konparatuta; are gehiago ipar-ekialdean kokatuta dauden karbonato gabeko tupekin eta arroka detritikoekin. Konpetentzia edo “gogortasun” alde hauek, higaduraren kontrako erresistentzia ezberdinak dakartzate, erliebe malkartsuak landuz. Disolbatze tasa baxu honek, leku aldapatsu hauetan aurkitzen den disoluzio egiturak gutxi eta tamaina txikikoak izatea eragiten du, batez ere iparrera eta ipar-ekialdera orientatutako mendi-hegaletan.

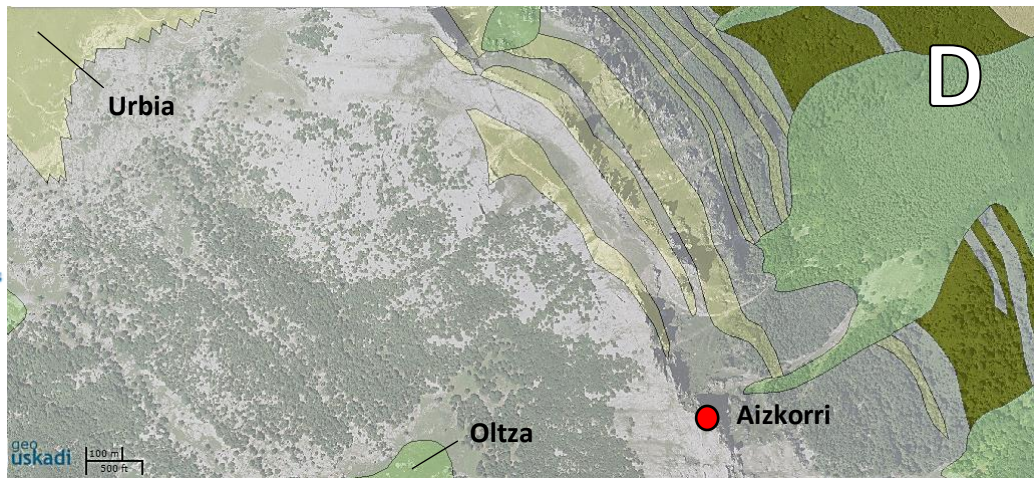
Itzaletako MDT LIDAR bisorearen bitartez (23. Irudia, C), erraz ikusi daiteke uraren infiltrazioarekin erlazionatutako sakonune edo hutsuneak: exokarsta. Garrantzitsua da aipatzea bisorearen – *in situ*n ere gertatzen da askotan – bitartez bakarrik tamaina handikoak diren ur-barneratze eremu edo egiturak antzeman daitezkeela. Azken finean, kareharri blokeak zartadura txikiz josita daude, beharrezkoak bezain oharkabeak.









Geomorfologiaren arabera (24. Irudian, F), eremu karstiko (“antropogeniko + karst” barne) guztia kareharri (ezpuruak barne) eta kalkarenita litologiako eremuetan kokatzen da. Kareharriek eta orokorrean material karbonatodunek duten disolbatzeko joera dela eta, ura bertatik sartzeko erraztasuna du, 24. Irudiko E-n “iragazkortasun altua pitzagaduragatik” adierazten den bezala. Iparraldean ordea, “malda metakinek” (24. Irudia, F) ere permeabilitate altua aurkezten dute, material solteak izateagatik. Klastoen arteko hutsuneak oso handiak direnez, ura bertatik erraz eta azkar mugitzen da, ur-biltegi ahalmena duten kareharriek ez bezala. Kareharriek, porositate baxuagoa dute, ura pixkanaka garraiatzeko gaitasuna ematen diona; akuiferoarena, alegia. Material detritikoek ordea, porositate altuegia dute, ura bere barnean mantendu ezinik.



23. Irudia. A: Eremuaren ortoargazkia. B: Eremuaren mapa sestra-kurbekin, erliebe aldaketak kuantifikatzeko. C: Itzaletako MDT LIDAR bisorearekin ateratako argazkia. Sateliteak, landaretza eta lurzorua ezabatuta, hiru dimentsioetan (3D) eratzen dituen erliebeek sortutako itzalak interpretatzeko erabiltzen da, hutsuneak bilatzeko helburuarekin.

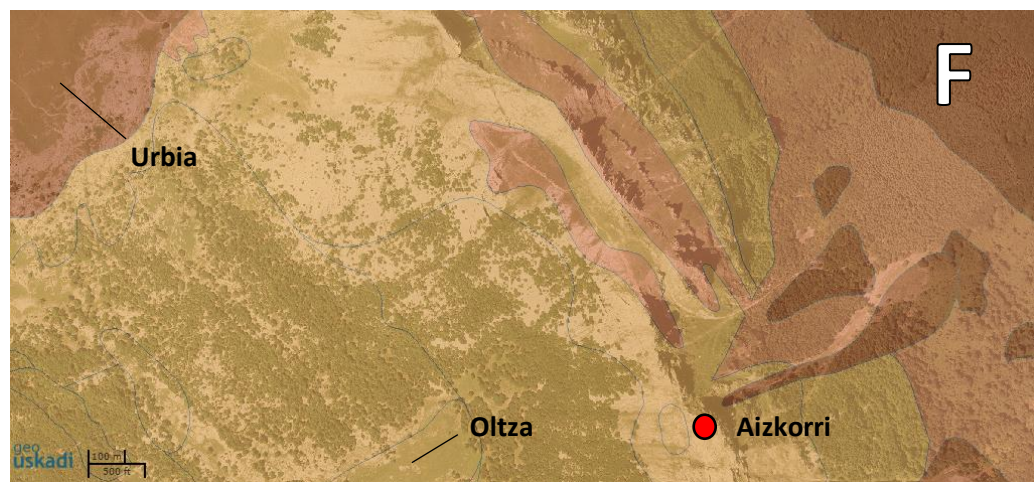
-  Litologia
-  Embalses, rios
-  Depositos superficiales
-  Detriticos alternantes
-  Margas descarbonatadas
-  Margas
-  Calizas impuras y calcarenitas
-  Calizas



-  Permeabilidad
-  FA - Alta por fisuracion
-  FM - Media por fisuracion
-  FB - Baja por fisuracion
-  I - Impermeable
-  PA - Alta por porosidad
-  PM - Media por porosidad
-  PB - Baja por porosidad

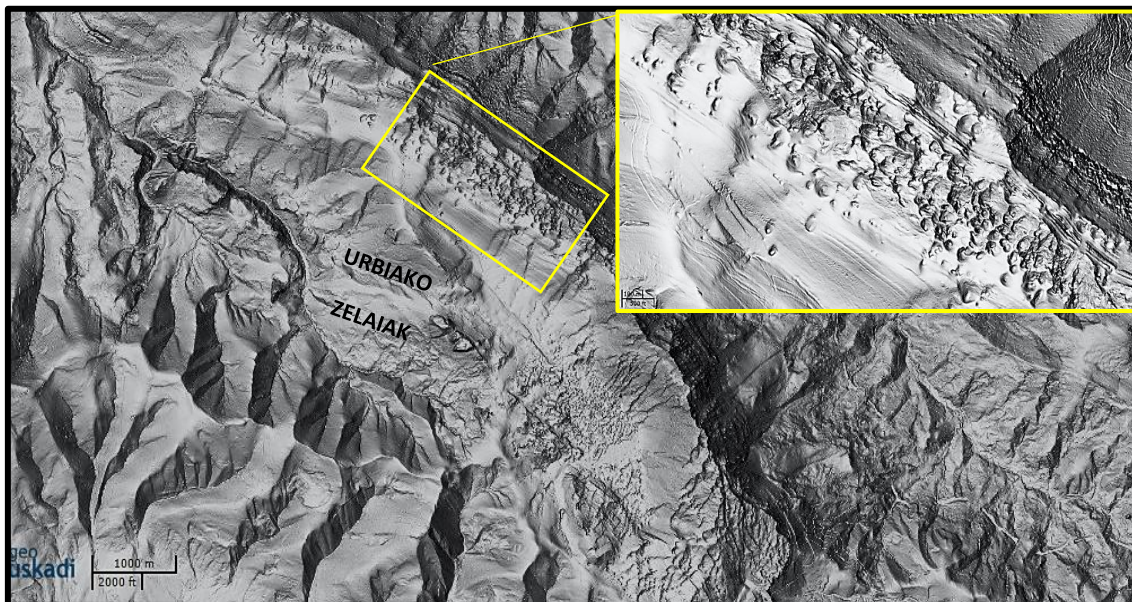
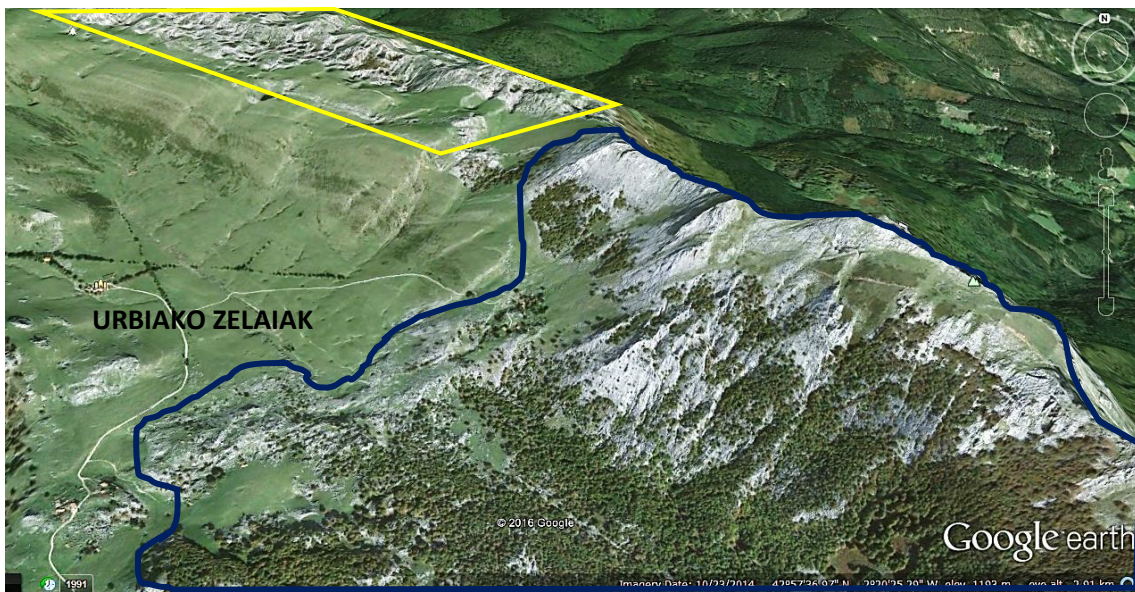


-  Geomorfologia
-  Aluvial
-  Antropogenico
-  Antropogenico+Karstico
-  Estuarino
-  Glaciar
-  Karstico
-  Lacustre
-  Laderas
-  Litoral
-  No sistema



24. Irudia. D: eremua osatzen duten arroken litologia (azalera agertzen direnenak bakarrik). E: eremuaren zona bakoitzak (gainazalean duen materialaren arabera) duen permeabilitasun ezaugarriak. F: eremuaren gainazal bakoitza osatzen duten materialen jatorri geomorfologikoa.

Uraren eta litologiaren arteko adibide bat Urbia haranaren ipar-ekialdeko maldan dago, goialdean. Erliebe lauko egitura da (25.Irudia, lauki horia), non aldaketa litologikoek, kompetentzien eta hortaz erliebeen arteko aldeak sortzen dituzten, karbonatozko hegala aldapatsuetatik behera doan ura metatuz. Eraturako urmaeletan, uraren eta arroaren arteko luzaroko kontaktua errazten da. Hori dela eta, konplexu karstikorako sarbide modura aritzen diren dolina eta sima gehienak – tamaina handikoak gutxienez – material karbonatoduna nagusia den eremu lau honetan topatzen dira; uren batuketak suposatzen duen ekarpena gailurretakoa baino altuagoa den tokietan hain zuzen ere.



25. Irudiak. Goiko Irudian Google Earth-etik ateratako argazkia dago, non aztertutako eremua lauki horiaren barnean kokatuta dagoen. Urdinez, Aizkorriko mendilerrotik Urbiako depresiora beheratzen den kareharri egitura. Beheko Irudian, GeoEuskadiko Itzaleko MDT-Lidar bisorearekin, landaredi eta lurzoru gabeko argazkia dugu, non urak eragindako sargune borobiltsuen familiak ikusten diren.

Beste ur-litologia erlazioaren adibidea Urbian isurtzen den uraren ibilbidea da. Euri urek Urbiako eta Aizkorri gailurretako kareharrien karbonatoa disolbatzean, karbonato horrek arroka baten eusten edo finkatzen dituen elementu edo/eta ezpurutasunak (buztinak gehien bat) solte geratzen dira. Arroka puska horiek, grabitazionalki edo uraren eraginez garraiatzen dira. Sedimentu hauen metaketa erliebe lauetan – aldapa txikia izatearekin nahiko da gehienetan – gauzatzen da, Urbiako eta Oltzako zelaietan hain zuzen ere.

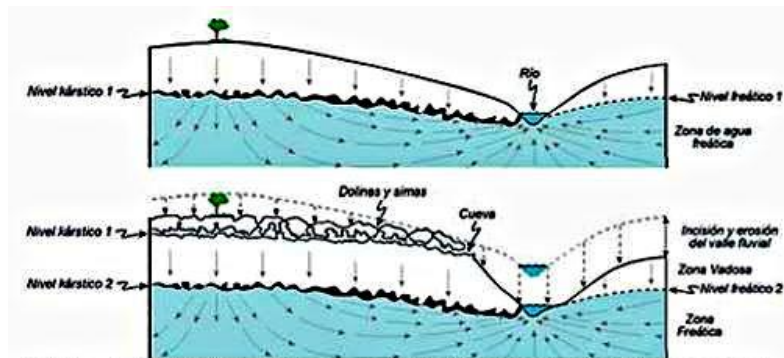
Buztina material nahiko inpermeablea da, horrexegatik ur gehiago infiltratzen da kareharrizko eremuetan Urbiako zelaietan baino. Adibide ona dugu beraz Urbiako zelaiak zeharkatzen dituen erreka, kalkarenitazko azalaramenduez eta buztinezko estalkiez osatutako malda txikiko zelaien gainetik doana, kareharrizko egitura batekin topo egin arte – Urbiako eta Oltzako zelaiak banatzen dituen kareharrizko formazioa –. Kontaktu horretan, urak kareharria disolbatu eta bere baitan nola barneratzen den ikus daiteke (26. Irudia).



26. Irudia. Urbiako errekaaren sarbidearen argazki handitua. Erreka eskuineko aldetik ezkerreko aldera doa argazkian, ipar-mendebaldetik hego-ekialdera.

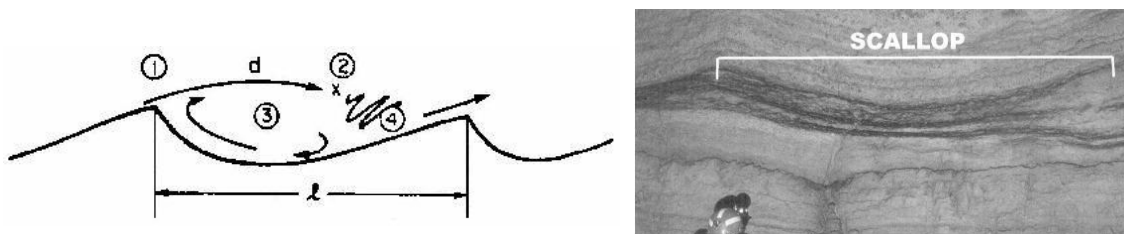
ENDOKARSTA

Sistema karstikoek ez dira sistema egonkorak, etengabe eboluzionatzen doaz uraren oinarri mailaren gorabeheren eta honen kimismoaren arabera. Kanpoko ibai haranak bere tokia hartu ahala, uraren kota jaitsi egiten da itsasoratzeko bidea bilatuz, karstaren eremu aktiboak urarekin batera lekuz aldatuz (27. Irudia).



27. Irudia. Maila karstikoen bilakaera, mailafreatikoaren edo oinarriko mailaren enkailatzeari jarraituz. (Aranburu, A. et al., 2016.)

Karstaren fase aktiboan, hau da, galeriak urez beteta daudenean (baldintza freatikoen eraginagatik), higadura sedimentazioa baino nagusiagoa da. Urak, harkaitzen ahultasun guneak aprobetxatuz, higadura kimiko naiz fisikoa garatuz doa ebakidura zirkularreko bideak sortuz. Era honetan, horma harritsuak uraren arretasunaren (jalkinekin edo jalkinik gabe) higaduragatik zizelkatzen dira, *scallops* ere deitua (28. Irudia) (Aranburu, A. et al., 2016).



28. Irudiak. Ezker Irudia: 1. Ur fluxua korrante nagusitik banatzen da scallop egituraren hasieran, zurrunbilo baten formazioa eraginduz. 2. Zurrunbilo barnean, ur fluxua egitura laminarretik zurrunbilotsura pasatzen da. 3. Ura zurrunbilo batean bira egiten du, scallop egituran guztiz sartuta. 4. Azkenik, ur fluxua scallop egituraren barne-mugimenduetatik ateratzen da, gainazalekoekin batuz (kanpotik/goitik doazenak), uretan behera segituz [Curl, (1974) diagrama]. Eskuinean Irudia: scallop egitura baten adibidea, kareharri horma batean Irudikatuta. [Carolyn Cronk-ren argazkia].

Aizkorriko eremuko zartatze-norabide errepikatuenak, gehienak malda handiarekin, N.NW-E.SE dira, hau da, bertan aurkitzen diren geruzen norabidearen antzekoak (N140E inguru) eta hauen okerdura norabideen kontrakoak.

Aizkorriko karstifikazio-prozesuek, gehienak behintzat, hegoalderanzko garapena dute (Alonso, F. eta Ugarte, F.M., 1981), mendilerroa osatzen dituzten kareharrizko geruzek, oro har, hegoalderanzko inklinazioa baitute. Gainera, Ubao-Oriate, Urola eta Oria ibaien goi-ibarretarantz doan koska oso bortitza da, esate baterako Aizkorriko mendilerroaren ipar hegalean, non toki batzuetan 1000 metrotik gorakoa den. Hori dela eta, Aizkorriko mendilerroaren iparraldean kokatzen diren iturburu naiz iturriek (Ubao, Urola eta Oria) ez dute hegoaldekoak bezain beste garrantzi karstikorik (Araiako Iturriotz iturburuan hasten den Arakil ibaia).

Karbonatodun materialek zartatze-maila altua eta morfologia karstiko garatua (dolinak, lapiazak) erakusten dute, ikusi denez. Azpimarratzekoak dira ere eremu baxuenetan eratutako arro endorreiko txikiak, kareharri eta hauen gainean dauden hareharrien arteko kontaktuetan, non jatorri ugariko urak batzen diren hutsune edo kobazuloetarako sarbideak eratuz. Aloña – Aizkorri – Aratz konplexu karstikoan 400 hutsune inguru katalogatu dira gaur egun arte, 40 bat Arabako sektoreari egokituta (Eraña, C., et al. 1999; Gorosarri J. eta Maeztu J., 2005). Hutsune hauen katalogoa http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/r49-u95/es/contenidos/documentacion/karsticas_gipuzkoa/es_doc/indice.html helbidean bilatu daiteke.

Aizkorriko mendigune karstikoa zeharkatzen duten galeria guztietatik, batzuk garaiera handian kokaturik daude, eta gaurko sistema hidrogeologikoarekin erlaziorik ez izan arren, antzinako karstifikazio aldi batekin erlazionatuta daude (Ugarte, 1982). Galeria ez-aktibo gehienak leize horizontalak dira, garaiera ezberdinekoak batzuk eta besteak; 400 metrotako altueratik gorakoak. Maila hauek, iraganean, sakoneran gutxi garatutako oinarriko maila freatiko bati atxekituta (forma biribilduen nagusitasuna kontuan hartuz) uler daitezke, ur emari handiko garaietan (galerien neurri handiagatik) sortuak. Batez ere gaur egungo erliebetik erabat deslotuta daudelako koba hauek (Eraña, C. *et al.*, 2010). Adibiderik nabarmenena, edo behintzat ezagunena, Arrikruzeko kobetan kokatutako Aldaola ibaia dugu. Bisitatzen den galeria fosila, Aldaola ibaiaren aintzinako

ibilbidea da, gaur egungo ibilbidea baino askoz ere sakonera gutxiagoarekin, oraingo bidea azpitik baitdoa. Hori dela eta, euriteak itzelak direnean eta ibaiaren emaria oso altua denean, urak gainezka egiten du galeria fosila berriz ere betez.

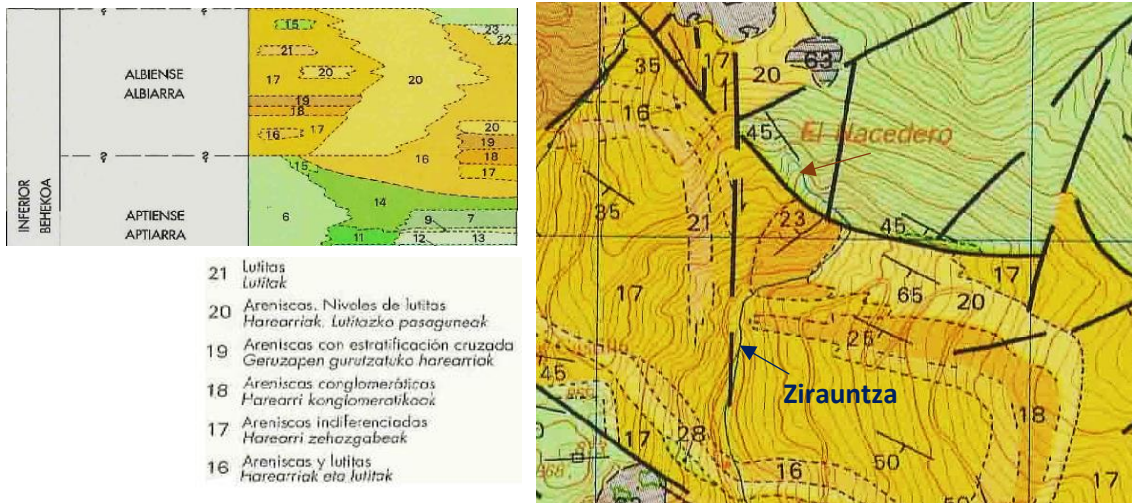
Karaitza aldizkariaren 18. zenbakian (Eraña, C. *et al.*, 2010) ere gauza bera adierazten da: Aizkorri – gainerako mendigune karstiko guztiak bezala – hilda dauden forma edo egitura ezberdinez beteta dago. Gehienak, behintzat garaiera altuetan kokatuta daudenak, eboluzio karstikoaren lehen momentuen ondorio dira, eta honako ezaugarriak aurkezten dituzte:

- Garapen horizontalaren nagusitasuna (oinarria sakonera gutxi garatutako mailan kokatzen delaren seinale).
- Higadura garatzeko, estratifikazio junturak erabiltzen dituzte erraztasun ibilbide gisa.
- Galeriek perfil borobiltsuak aurkezten dituzte, sabai leunarekin, tentsio-hidrostatika erregimenaren pean eratu diren hutsuneen berezkoa.
- Hasiera batean zuloek zuten funtzioen abandonatzea. Esate baterako Aizkorriin:
 - o Iturburu fosilak: Sandailiko koba, Atxulo, Aizpeko zuloa... adibidez.
 - o Ur-sarrera fosilak: Saiturri kobak eta Txomen kobak adibidez.
 - o Galeria biltzaileak: Urkobak, Maruatx, Deguria, Gipuzkuetako koba... adibidez.

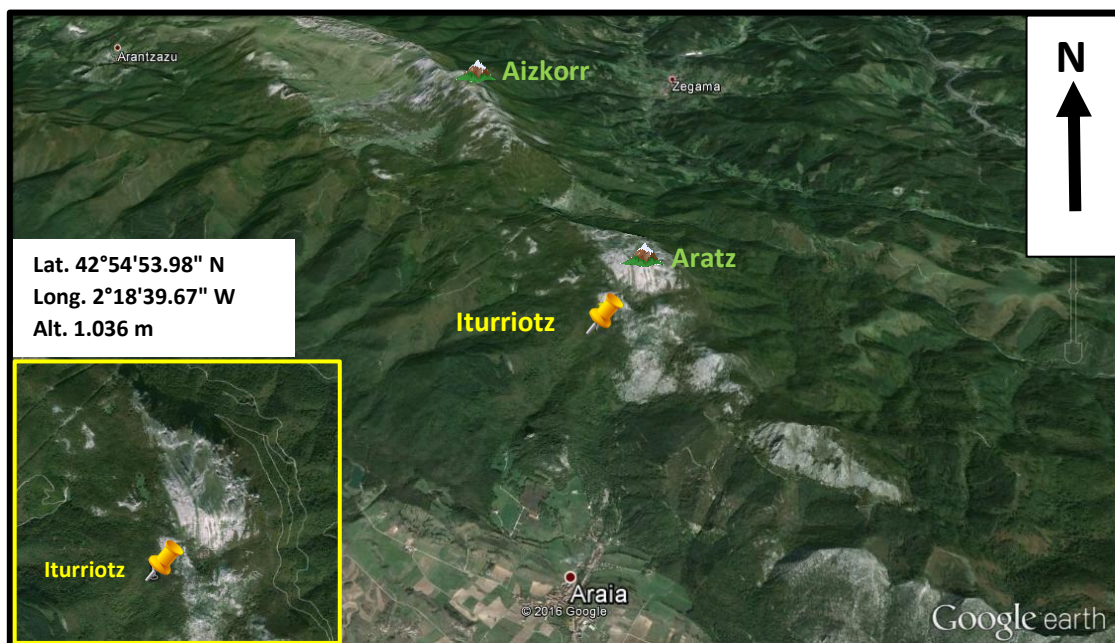
Bereizgarri horiek Aizkorriren historia karstikoaren hasierara garamatzate. Llopis Lladó, N.-ren (1957) arabera, Miozenotik hasi (hondar-erliebeak eta penelautadak 100 m-ko mailatik gora) eta Pliozenora artekoak (penelautada partzialak 700 m eta 450-550 m inguruan) izan daitezke. Erliebeak eta, beraz, 400 m-tik behera kokatutako oinarriko mailarekin lotutako prozesu geologikoak, Araiako iturburua esaterako, Kuaternarioan kokatzen ditu egile horrek.

Urbiako zelaietatik infiltratzen den ura, karbonatozko materialen barnetik mugitzen da. Karstaren barnetik mugitzen doan bitartean, urak karbonatoa disolbatzen segituko du, asetu arte, formazioa hego-ekialde noranzkoan zeharkatzen duen bitartean. Araia herriaren iparraldean, kareharrien eta hareharri-hareharri konglomeratikoaren arteko muga kokatzen da, faila normal batekin erlazionatuta dagoena (29. Irudia). Bertan, materialen permeabilitate-baldintzak erabat aldatzen dira, permeabilitate altutik baxura pasatuz eta uraren ibilbidea oztopatuz. Aurrera jarraitu ezinik, ura leku horretan

azaleratzen da, Zirauntza ibaia sortuz eta “Araiako Iturriotz iturburuari” (30. Irudia) izena emanaz ((WGS84) Latitudea: 42°54'53.98"N; Longitudea: 2°18'39.67"W eta Altuera: 1.036 m.).



29. Irudia. EVE 1:25.000 Asparrena 113-IV mapatik hartutako atala. Gezi laranja Iturburu eta urdinean Zirauntza ibaia seinatzen dira.



30. Irudia. Araiaren iparraldean kokatzen den Iturriotz iturburuaren kokapen geografikoa. Google Earth-ren bisoretik hartutako argazki topografikoa erabili da.

7. ARTZAINZA URBIAKO ZELAIETAN

Gaur egun Aizkorriko eremuan ez dago okupazio industrialik, baina artzaintzarekin erlazionatutako laborantza jarduera bizirik dirau ehundaka urte ostean. Eragin antropiko baxuak – abereentzako larreak, Urbiako ostatua, ermita, artzainen txabolak, pago motzak, etab. aparte –, paisaia-sortak, bide bitxiak (San Adrian tunela, erromatar galtzada...) eta Araba, Gipuzkoa eta Nafarroaren artean kokatuta egoteak, Euskal Herriko tokirik bisitatuenetariko bat bihurtzen dute Aizkorri-Aratz Parke Naturala, mendizale nahiz turista arrunten artean.

Lehenik eta behin, beharrezkoa da aipatzea Urbia eta Oltzako Zelaiak – gehiago existitzen dira, baina bi hauek, handienak izateaz aparte, ezagunenak ere badira – Aizkorriko Mendilerroaren historian duten eta izan duten oihartzuna. Abeltzaintza (31. Irudiak) antzina-antzinatik ustiatura izan da artzainen eskutik. Zelaien eta lurren ezaugarriak – mineralen kimika, azidotasuna, hezetasuna, etab. – aztertzeke gaur egun bezalako teknikak ez izan arren, artzainen ezagutzeak harrigarriak ziren. Baliteke haiek ez ezagutzea lurren emankortasun altuaren zergatia, ezta iturburu naturalen kokapenaren arrazoia, baina bazekiten zer behar zuten eta non aurkitu zezaketen.



31. Irudiak.
Arbelaitz, artzain herri txiki bat bezalako eremua, Urbiako zelaien eta Aizkorriko mendilerro karetsuaren arteko mugan kokatuta.
2. Irudia. Peruasroi ingurunetan finkatutako artaldea.

Urbia eta Oltzako zelaien emankortasuna, inguruneko material litologikoen eta hauen propietate kimikoen ondorio hutsa da. Prozesua simple samarra da: atmosferako anhidrido karbonikoa euri urarekin konbinatu egiten da, azido karbonikoa eratuz. Azido honek, kareharriak eta tupak osatzen dituen kaltzio-karbonatoa (uretan disolbaezina) erasotzen du, uretan disolbagarria den kaltzio-bikarbonatoan bihurtuz. Era honetan, tupak osatzen duten buztinak aske geratzen dira lokailu barik, eta uretan disolbaezinak

izanda, uraren indarragatik eta grabitatez haranaren gunee baxuenetara garraiatuak izaten dira. Hots, Urbia eta Oltzako zelaietara. Buztinen metaketa hauek, polje edo haran karstikoak deitutako terra rossa – italieratik eratorritako terminoa, lur gorri esanahia duena (tierra roja) – kubetei ematen die leku. Hortaz, terra rossa deskaltzifikazio buztina dugu, izugarritzko emankortasuna duena nekazaritza eta abeltzaintza ustiapenari dagokionez. Gainera, buztinek erakusten duten permeabilitate baxuari esker, haranetara ailegatzen diren gainazaleko urak ez dute azkar infiltratzeko joera. Zelaiak, eremu karstiko gorenak baino hezetasun eta ur ekarpen askoz ere altuagoak eta jarraiagoak gozatzen dute beraz.

Emankortasun altuko lurzoruak izateak, izugarritzko eraldaketak ekarri zituen Aizkorriko Unitatearen bihotzean. Urbiako eta Oltzako zelaietan, pagadia depresioen hondotik mendi hegaletatik igo egiten da, orban ez jarrai baten itxurarekin, Aizkorriko gailurretara ailegatu arte. Hegal itzaltsuenetan, non lurzoruak lodiera handiagoa eta ehundura hareatsua duen, basoa homogeenagoa eta trinkoagoa da. Dirudienez, hainbat leku zehazetan landatu izan ziren lizarrak aparte, pegoa da eremuan aurkitu daitekeen ia zuhaitz espezie bakarra; bere banaketa edo kokapena, mendigune hau gainerakoetatik bereizten duen oihan-artzain integrazioaren araberakoa da: zelaiak esku-hartzeko antropikoaren ondorioa dira, depresioko lurzoru onenak abereen bazkalekuentzat gorde egin direlako azken ehunka urteetan (Urzainki, A., 2007). Modu honetan, artzainek, basoen atzera-egitea baldintzatu zuten, eremu mugatuetara baztertuz eta haien bestelako baliabideak ere, mugatuz. Dena den, beharrezkoa da gaur egungo basoen garrantzia aipatzea, Aizkorri-Aratz Parke Naturelean, Arabako eta Gipuzkoako Partzuergo Generalean hain zuzen ere, masa hostotsuak %65-a estaltzen duelako.

Pagadiak (32. Irudian), zoru motari dagokionez, ph azidoko eremuak ditu gustukoen. Bitxia dirudien arren, gutxienez 5 hilabeteko denboraldi begetatiboa eta hezetasun nahikoa izanda, espezie hau ongi moldatzen da Aizkorriko eremuan aurkitzen den lurzorura. Arroka ama mota ezberdinak azaleratzen direnez, batzuk basikoak (kareharriak) eta beste batzuk azidoak (hareharri eta lutitak) dira.

Kareharrien disoluzioz garatzen diren lurzoru gorriek, ez dute karbonatorik (karbonatoa urarekin batera garraiatu da disoluzioz) eta filosilikatoetan (ilita eta vermiculita gehien bat) aberatsak izan ohi dira.



32. Irudia. Arabatik Aizkorriara igotzeko ibilbidetik gertu ateratako argazkia, pagadi gorriaren paisaiarekin.

8. ERANTZUN ZEHATZIK GABEKO GALDERAK

Master Amaierako Lanetan ondorio argiak lortzea helburua den arren, ikerketan zehar Aizkorriko paisaiaren geologiarekin erlazionatutako hainbat galdera etorri zaizkigu burura. Formazio batzuen zergatien hipotesiak izan arren, oraindik ere beste prozesu batzuk nola edo zergatik garatu ziren guztiz ezezagunak dira guretzako.

SAN ADRIANEKO TUNELA. ISURBIDEA?

Hidrogeologia eta karsta aztertu ondoren, batez ere azken honek eragindako haitzuloak, galeriak, iturburuak... San Adrianeko tunelari buruzko teoria bat pentsatu da.

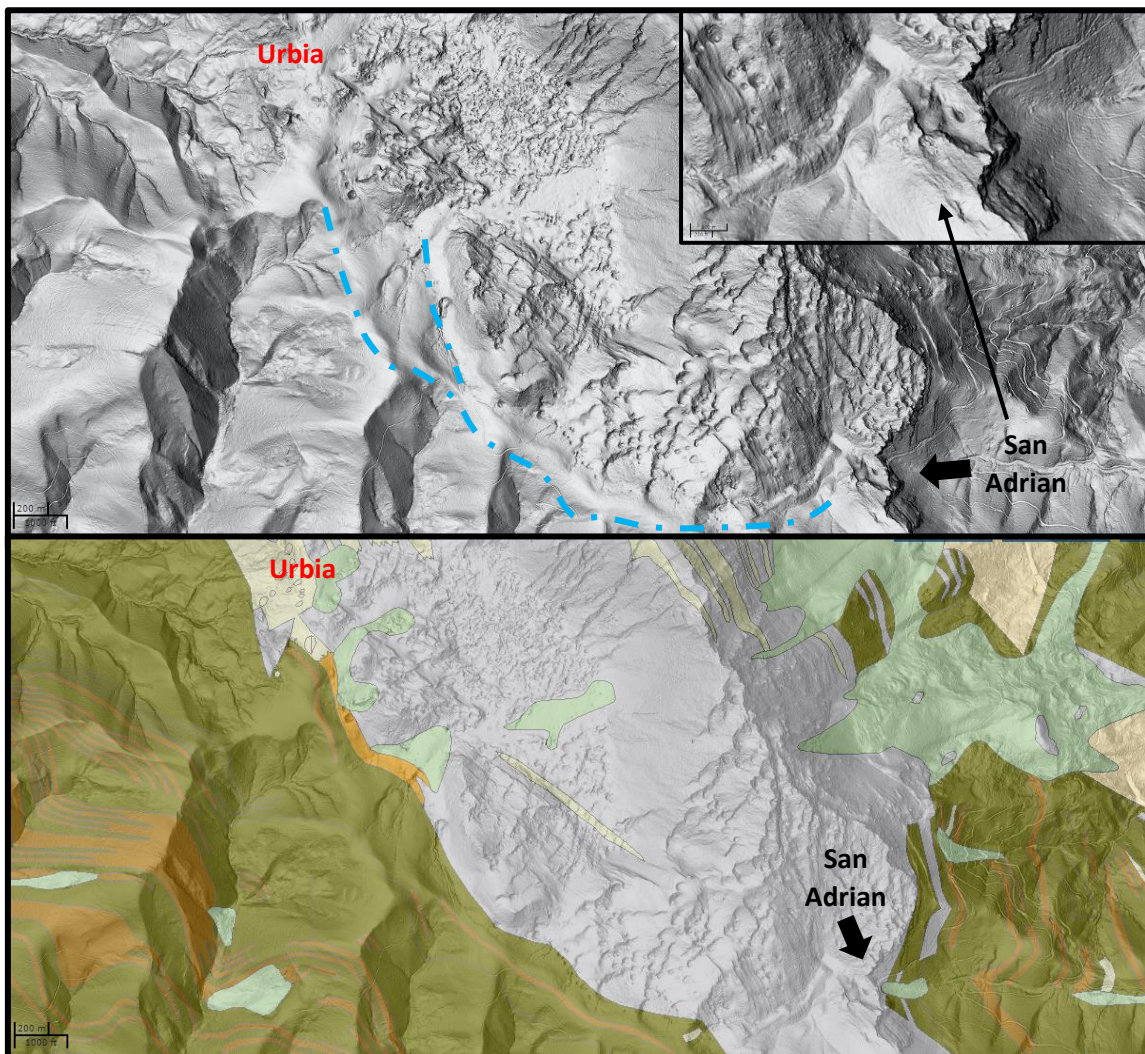
Galdera honakoa da: izan daiteke San Adrian Urbiako ingurunearen isurbidea?

GeoEuskadiko Itzal – MDT Lidar bisorea erabiliz (33. Irudian, goikoa), zera ikusten da. Sakonune jarraitu batek, ibai baten higadurak utzi dezakeen bezalakoa, Aizkorriko kareharrizko egitura guztia inguratzen du ezkerretik. Ibai posible horrek, ipar-mendebaldetik hego-ekialdera abiatuz, kurba bat deskribatzen duen bitartean, Urbiako zelaiak eta San Adrianeko koba lotzen ditu (33. Irudian, goiko Irudian urdinez adierazita).

Formaz aparte, litologiak ere zer esanekoa badu. Ibai formako egiturak, konplexu karstikoa osatzen duten kareharrien eta honen hego-mendebaldean kokatuta dauden material detritikoen arteko muga segitzen du ibilbide guztian zehar (33 Irudia, behean).

Horregatik, pentsa daiteke urak kareharrien baretik mugiarazten zihoazela material detritikoen oztopoa aurkitu arte. Momentu horretan, urak azaleratu eta batu egin ziren, ibai emaritsu bat eratuz. Material detritikoak “hesi” moduan arituz, urak muga litologikoa segitzen doa San Adrianera ailegatu arte, non, erliebea dela kausa, urmael moduko egitura eratzen den. Bertan, ura, infiltrazioz eta disoluzioz kareharrietatik beheratzen da, bertan kokatutako failak erraztua, gaur egun San Adrianeko Tunela bezala ezagutzen den hutsunea eratuz.

San Adrianeko Gipuzkoako irteeran, gainera, isurbidea kokatzen den lekuan alegia, ibaiak sortutako ur-jauziak eragin zezaken sakonune nabarmena kokatzen da.



33. Irudia. Urbiako zelaia eta San Adrianeko Tunela konektatzen duen ibaiaren ibilbidea. Goiko argazkia, non geomorfologia argi ikusten den, Itzaletako MDT - Lidar bisorearekin atera da (www.geo.euskadi.net). Behekoan, litologiak ezberdintzen dituen argazki bera. Material detritikoak berde ilunez eta laranja osatuta daude, berde argia gainazaleko deposituak dira, eta gris koloreko masa, kareharriek osatzen duten konplexu karstiko karbonatoduna.

NOLA BALDINTZATU DUTE ZELAIK URBIAKO EREMUKO KARSTA?

Azken mendeetan garatu den eta garatzen ari den Urbiako ustiapena dela medio, hura hasi aurretik garatzen ziren eta gaur egun garatzen diren prozesuak alderatzea interesgarria iruditu zaigu. Bururatu den galdera, uraren eta lurzorua baldintzekin erlazio estua du, Urbiako zelaietako baldintzekin hain zuzen ere: "Higadura karstikoa agresiboa eta aktiboagoa zen Urbia eta Oltzako zelaien azpian hauek pagoaz estalita zeudenean?". Nahiz eta denbora, datu eta material nahikorik ez izan, eta hortaz, garatutako teoria guztiz fidagarria ez izan, hurbilketa bat egin dugulakoan gaude.

Erantzun posibleak hauek dira:

- A) Bai, higadura karstikoa aktiboagoa eta agresiboagoa zen pagadiak Urbia eta Oltza estaltzen zuten garaian. Zuhaitzek materia organikoaren aportazio jarraia eta oso altua dakarte, hostoen metaketatik esaterako. Materia organiko kantitate altu horrek, ur atmosferikoak karbono dioxidoan aberastea du ondorio. Aurretik aipatu den bezala, CO₂ aberastasun horrek azido karbonikoaren aberasketa ere dakar, kareharrien disolbatze-erreakzioa garatzeko beharrezko elementua dena. Hortaz, zenbat eta zuhaitz gehiago egon, materia organiko gehiago edukiko du lurzoruak, CO₂ eta hortaz azido karbonikotan urak aberastuz eta arroka disolbatzea areagotuz. Gainera, zuhaitziak sortzen duen itzalguneak lurzorua tenperatura baxuagoa izatea eragiten dute, eguzkitara irekita dagoen belardi batekin konparatuz. Tenperatura baxu horiek, urari transmitituta, kareharriaren disolbatze prozesuak are gehiago areagotzen ditu.
- B) Ez. Urbiako 800 ha. baino gehiago estaliko zituzten pagadiak, gaur egungo zelaietan ematen den ur-absortzioa baino askoz ere altuagoa ekarriko zuten. Hortaz, lurzoru azpiko kareharrietara ailegatuko zen ur kantitatea nabarmenki txikiagoa izango zen, disolbatze prozesuak motelduz nahiz eta ura agresiboagoa izan disolbatze prozesuei dagokionez.

Euskal Herrian prezipitazio tasa altua denez, zuhaitz ugari egoteak edo ez egoteak ez du era nabarmenean baldintzatuko lurzorura infiltratzen den ur kantitatea. Hau da, hainbeste ur egonda, zuhaitzek xurgatu dezaketen ur kantitatea minimoa da prezipitatzen den ur kantitate guztiarekin konparatuz gero. Hori dela eta, zuhaitzek ura xurgatzeak ez du lurzorura (eta karstera) infiltratzen den ur kantitatea murriztuko.

Ondorioz, higadura karstikoaren eragina altuagoa izango zen Urbia eta Oltzako eremuak pagadiz beteta zeuden garaian, materia organiko kantitatea altuagoa zelako.

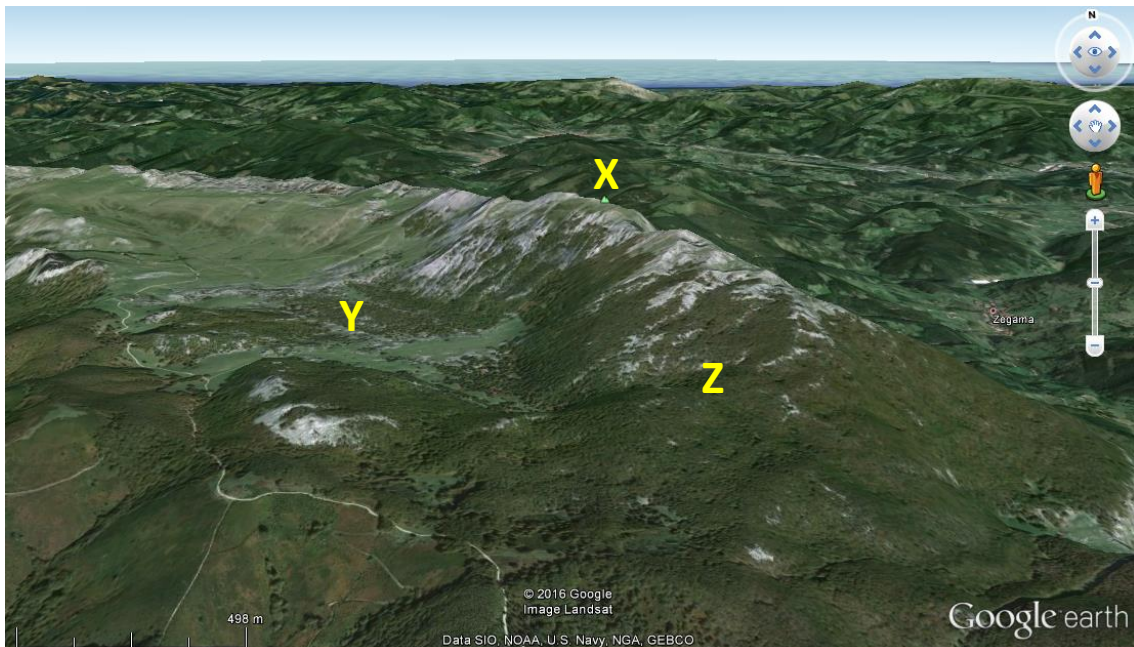
AIZKORRIKO MENDIKATEKO KAREHARRIEN ETA HEGO-MENDEBALDEAN KOKATUTAKO KAREHARRIEN ARTEKO ERLIEBE ALDEA

Aizkorriko mendikatea sortzen duten kareharriak (X), Urbia eta Oltzako zelaiak banatzen dituen kareharriak (Y) eta Aizkorriko mendikatearen hego-ekialdean kokatzen den mendigunea (Z) osatzen duen kareharriak berdina dira (34. Irudia).

Garai bereko eta propietate (zurrunak, mikritatsuak) bereko arroak dira, baina eremu bakoitzak duen erliebea oso desberdina da.

Aizkorriko eta hegoaldean kokatutako mendiguneko kareharriek erliebe altua dute, baina zelaien artean dagoen formazioa askoz ere baxuagoa da, zelaien altuera berean kokatuta.

Failak, hondoratzeak, ibaien arrastoak... baztertuta, ez da ulertzen nola material berez osatutako arroak hain erliebe alde handia izatea.



34. Irudia. X eremuko kareharriak (1550m), Y eremuko kareharriak (1100m) eta Z eremuko kareharriak (1320m) non kokatzen diren erakusten duen argazkia. (Google Earth-etik hartuta)

9. ONDORIOAK

Aizkorriko mendikateak eta Urbiako zelaiek eremu karstiko bat osatzen dute. Hain toki baztertua izanik – 1000 metrotik gorako kota, komunikazio bide ez garatuak, baldintza klimatiko latzak (elurteak, hotza, lainoa...), erliebe maldatsua, etab. – normalena zailtasunak ikusita, herrien arteko muga bezala aritzea izango zen, baina ez da kasua. Araba eta Gipuzkoako partzuergoak eremuaren aldibereko ustiapena ekarri zuen – artzaintza, egurra, mineralak, larreak –, bi probintzien arteko erlazioak eta trukeak suspertuz eta ekonomia aberastuz. Erlazio estu honen adibiderik onena San Adrianeko tunelean aurkitu daiteke.

Hain berezia eta garrantzitsua izanik Euskal Herriko natura-kultura erlazioan, lan honen helburua Aizkorriko paisaiaren jatorria eta gaur egun arte pairatutako eboluzioa azaltzea izan da.

Aizkorriko historia geologikoak izugarri baldintzatu zuen material bakoitzaren kokapena ingurunean. Duela 125-100 milioi urte, Kretazeoan, itsasoak, tektonikak, klimak eta geografiak material ezberdinak leku zehatzetan metatzea ekarri zuten (kalkareniten mihiztapenak, karbonato hauspeaketak, material terrigenoak...). Hori dela eta, gaur egungo arroken distribuzioa holakoa da. Erliebe gorenetan konpetentzia altuko kareharri mikritikoak eta hareharriak daude; kalkarenitak, tuparriak eta lutitak, konpetentzia baxuagokoak, erliebe baxuak eragiten dituzte.

Konpetentziaz aparte, tektonikak Aizkorriko forman garrantzi handia izan du. NW-NE noranzko indarrek, zamalkadura eragin zuen Kretazeoko materialetan, Aptiar-Albiar garaiko arroak goratuz, Aizkorriko punturik altuenean finkatuz. Horrexegatik, geruzak, N140E, 30-45°SW inguruko norabidea dute, zehar-ebakietan azaltzen den moduan.

Arroak behin gaur egungo kokapenean finkatuta, azken milioi urtetako klimak (5 Mutatik gaur egun arte) eta gaur egungo baldintzek, hala nola meteorizazioak, grabitateak, uraren higadura fisikoak eta kimikoak (karstifikazio prozesuak), etab., izugarriko ondorioak ekarri dituzte Aizkorriko paisaian topatzen diren formekin.

Aipagarrienak honako hauek dira: grabitateak eragindako kolubioiak (periglaziarrak nahiz Kuaternariokoak), sistema flubialen higadura eta prozesu karstikoak eragindako

forma exokarstikoak (lapiazak, bailarak, dolinak...) eta endokarstikoak (kobazuloak, mendi barneko erortzeak, lur-azpiko uren ibilbideak...).

Erliebeak eta litologiak, beste hainbat faktoreen artean, erabat baldintzatzen dute metakin kolubialen kokapena eta forma, uraren eragina arroketan, gizakiak paisaiaren baliabideen ustiapena...

Azken honi buruz, gizakiak paisaian eragindako inpaktua aztertu da, artzaintzak Aizkorriko ingurunea nola aldatu duen aztertuz. Gaur egungo landaretza, Urbiako zelaien kokapena, mendi-bideak, fauna... gizakiaren aztarna hutsak dira.

Azkenik, Master Amaierako Lanaren burutzean zehar galdera batzuk sorrarazi dira. Hainbatetan galdera hauei erantzuten dieten hipotesi posibleak ere gauzatu dira: San Adrianeko tunela Urbiako isurbidea delarena, adibidez, edo Urbiako karstifikazio prozesua zelaien ordeztuak pagadiak zeudenean bortitzagoa zelarena. Beste galdera bat ordea, erantzunik gabe geratu da, inork ideia edo hipotesiren bat izatearen zain: kareharri berak Aizkorriko paisaian dituen erliebe ezberdintasunen zergatia.

10. ESKER ONAK

Bukatzeko, lan hau aurrera eramateko aukera eman didaten lagun guztiei esker onak eman nahi dizkiet.

Iraia eta nire familia kideei, mendiko lan egunetan bakarrik ez uzteagatik eta materiala eramaten laguntzeagatik.

Ilarduiako Berasategi-Pipaón familiari, landa egunetan bere etxea erabiltzen uzteagatik.

GeoAizkorri taldea osatzen duten lagunei, haien instalazioetara gonbidatzeaz aparte, haiekin lan egiteko aukera eman digutelako eta edozein gauzetarako prestatu direlako.

Azkenik, nahiz eta errietaren bat jaso ere, nire tutoreei eman nahi dizkiet eskerrak, Jesus Uriarte eta Arantza Aranburu. Uda osoan zehar bibliografia eskaintzen, aholkuak ematen, zuzenketak egiten, mendira igotzen edo geratzeko esaten pasa direlako. Beti bere prestutasuna eskaintzen egon dira eta, onena, primeran tratatu naute. Milesker.

11. BIBLIOGRAFIA

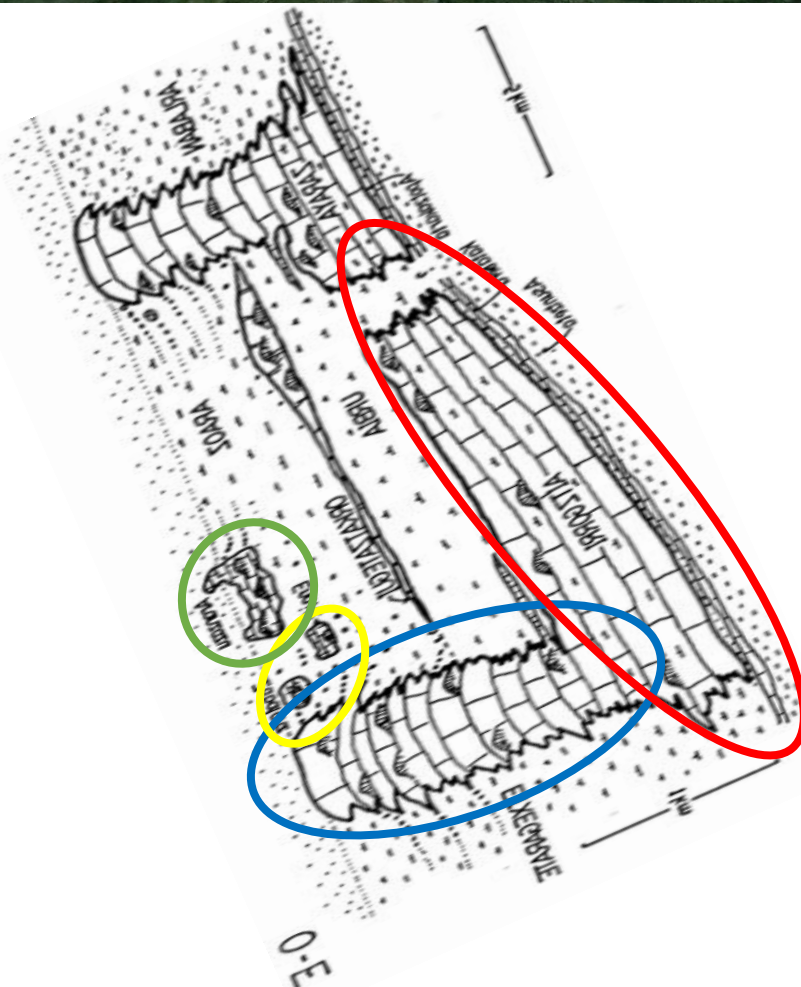
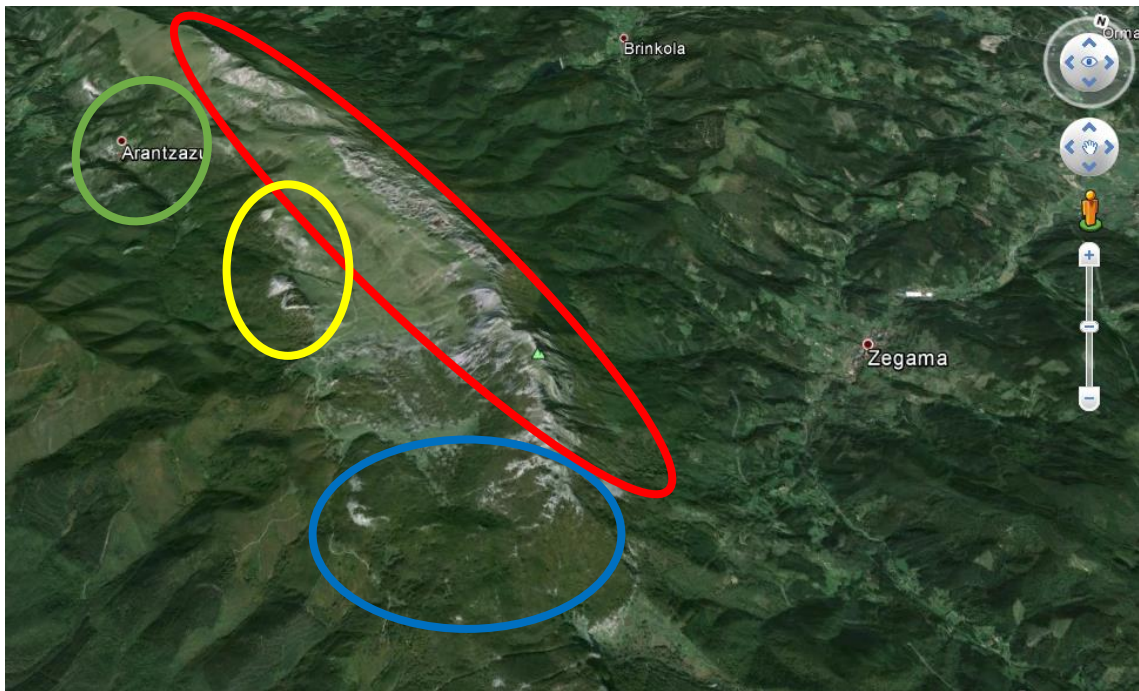
- Ábalos, B., Alkorta, A. eta Iríbar, V. (2008). Geological and isotopic constraints on the structure of the Bilbao anticlinorium (Basque–Cantabrian basin, North Spain). *Journal of Structural Geology*, 30(11), pp.1354-1367.
- Alonso, F. eta Ugarte, F.M. (1981). Algunos aspectos geomorfológicos del karst de Katabera (Sierra de Alofia-Aizkorri), Lurralde 4, pp. 40-63. San Sebastian.
- Aranburu, A., Iriarte, E., Uriz, A., Areso, P., Del Val, M. eta Arriolabengoa, M. (2016). Geografia fisikoa. Haitzuloa eta haren jatorri karstikoa. In: Álvarez-Fernández, E. (Ed.). *San Adrian-Lizarrate. Gipuzkoako historiaren igarobidea*. Donostia-San Sebastián: Aranzadi Zientzia Elkarte = Sociedad de Ciencias Aranzadi.
- Arrizabalaga, I., Arrue, K., Azkarate, X., Azkoaga, X., Eraña, C., Eraña, R., Olalde, A., Ugarte, S., Ugarte, J. eta Dulanto, D. (1997). El karst de Andarto-Kurtzeberri-Orkatzategi. *Karraitza*, 6: 21-33. Ed. Unión de Espeleólogos Vascos-Euskal Espeleologoen Elkargoa. Donostia-San Sebastián.
- Baceta Caballero, J.I.; Lertxundi, D. eta López-Horgue, M.A. (1996). Evolución sedimentaria del episodio mixto carbonatadoterrígeno del Albiense Superior-Cenomaniense Inferior entre Altsasu (Nafarroa) y Asparrena (Araba): la Unidad Albeniz. Príncipe de Viana. Suplemento de Ciencias, ISSN 0214-6622, Nº. 14-15, (Ejemplar dedicado a: Homenaje a Máximo Ruiz de Gaona: Naturalista y Paleontólogo (1902-1971)), págs. 81-96.
- CADEM (1984). Estudio hidrogeológico de la unidad Aitzgorri-Amboto. Iberteknika, Madrid (informe inédito).
- Castellano, A. (2016). Eremu karstiko baten azterketa geologiko eta geomorfologikoa. Degurixako eremu karstikoa. *EHU. Gradu Amaierako Lana*.
- Corbel, J. (1957). Karsts hauts-Alpins. *Revue de Geographie de Lyon*.K 32, 135158.
- Dowsett, H., Barron, J., Poore, R., Thompson, R., Cronin, T., Ishman, S. eta Willard, D. (1999). Middle Pliocene paleoenvironmental reconstruction: PRISM2, USGS open file, report 99-535.
- Eraña, C. (2010): El paleokarst de Aizkorri. *ALOÑA MENDI ESPELEOLOGIA TALDEA*. Karaitza nº 18. U.E.V./E.E.E. Oñati.pp.20-32.

- Eraña, C.; Arrizabalaga, I.; Arrue, K.; Azkarate, X Azkoaga; X., Dorado, J.; Dulanto, D.; Eraña, R.; Ezkibel, I.; Galdos, A; Lakontxa, J.; Olalde, A.; Ugarte, J. eta Ugarte, S. (1999) "El karst de Aloña-Aizkorri-Aratz". *Karraitza* 8, pp. 16-31.
- EVE (1986a) "Control y seguimiento - Sondeo de Aitzgorri (Urkillia)". GK 449-1, Geotheknika s.a.l., 27 pp y plano.
- EVE (1986b) "Control y seguimiento - Sondeo Araia 2" .. G 124-1, GIGSA, 20 pp y plano.
- EVE (1996). Mapa Hidrogeológico del País Vasco-Euskal Herriko Mapa Hidrogeologikoa. (J. Aguayo, I. Antigüedad, I. Arrate, I. Arrizabalaga, A. Cimadevilla, A. Eraso, A. García de Cortázar, V. Iribar, H. Llanos, T. Morales y P. Tames, auts.). 350 p. Ed. Eusko Jaurlaritza -Gobierno Vasco. Vitoria -Gasteiz.
- Fernández - Mendiola, P. eta García - Mondéjar, J. (1991). Depositional history of Aptian-Albian carbonate platforms: Aitzgorri Massif, northern Spain. *Cretaceous Research*, 12(3), pp.293-320.
- Fernández - Mendiola, P.A. eta J. García - Mondéjar, J. (1986). Rasgos generales estratigráficos y evolución sedimentaria del Urganiano de Aitzgorri (Guipuzcoa, Región Vasco-Cantábrica Oriental). *Kobie*, XV: 7-14. Ed. Diputación Foral de Vizcaya-Bizkaiko Foru Aldundia. Bilbao-Bilbo.
- Galán, C. (1991). Disolución y génesis del karst en rocas carbonáticas y rocas silíceas: un estudio comparado. *Munibe*, 43, págs. 43-72.
- Gorosarri, J. eta Maeztu, J. (2005) "Exploraciones espeleológicas en la sierra de Urkila-Aratz (2005)". *Koloska* 3, pp. 31-45.
- Gutierrez, M. (2008): Geomorfología. Ed. Pearson-Prentice Hall. 920 orri.
- Jennings, J. (1971). *Karst: an introduction to systematic geomorphology*. MIT Press, Cambridge-Massach.-London (Printed in Australia), 252 p.
- Llanos, H. eta Eguiluz, L. (1983). Estudio geológico y geomorfológico de la sierra de Altzania. *Estudios del Grupo Espeleológico Alavés*, V: 35-53. Vitoria-Gasteiz.
- Llanos, H. eta Eguiluz, L. (1987). Características hidrogeológicas de las formaciones carbonatadas de la cuenca alta del río Deva, Guipuzcoa. *Hidrogeología y Recursos Hidráulicos*, XI: 3-17. Madrid, España.
- Llanos, H., Garfias, J., Bezares, P. eta Alonso, R. (1999). Analysis of the Propagation of Possible Polluants in the Karstic Unit of Aitzgorri (Basque Country, Spanish State).

International Hydrological Programme: Hydrology and Water Management in the Humid Tropics, pp.160-174.

- Llopis Lladó, N. (1957) Características hidrogeológicas de la cuenca de alimentación del manantial de Urbaltza (Mondragón-Guipúzcoa). Instituto de Geología Aplicada Oviedo.
- Miserez, J. (1973). Géochimie des eaux du karst jurassien. Contribution physico-chimie á l'étude des alterations. Thèse Doct.Sci.Nat., Neuchatel. 313 p.
- Murelaga, X., Larrasoña, J.C. eta Garcés, M. (2006). Magnetobiochronology of Lower Miocene (Ramblian) continental sediments from the Tudela Formation (western Ebro basin, Spain). Earth and Planetary Science Letters.
- Sweeting, M.M. (1972):Karst Landforms. Macmillan, London, 362 orri.
- Ugarte, F. 1982 La Geomorfología del Valle de Ofiati (Guipúzcoa). Memoria de Licenciatura. Madrid.
- Uriarte, A. (2009). History of the Earth's Climate. Gobierno Vasco. 420pp.
- Urzainki Miqueleiz, A. (2007). De montes, parzoneries y parques naturales. San Sebastian: Universidad de Deusto.

12. ERANSKINAK



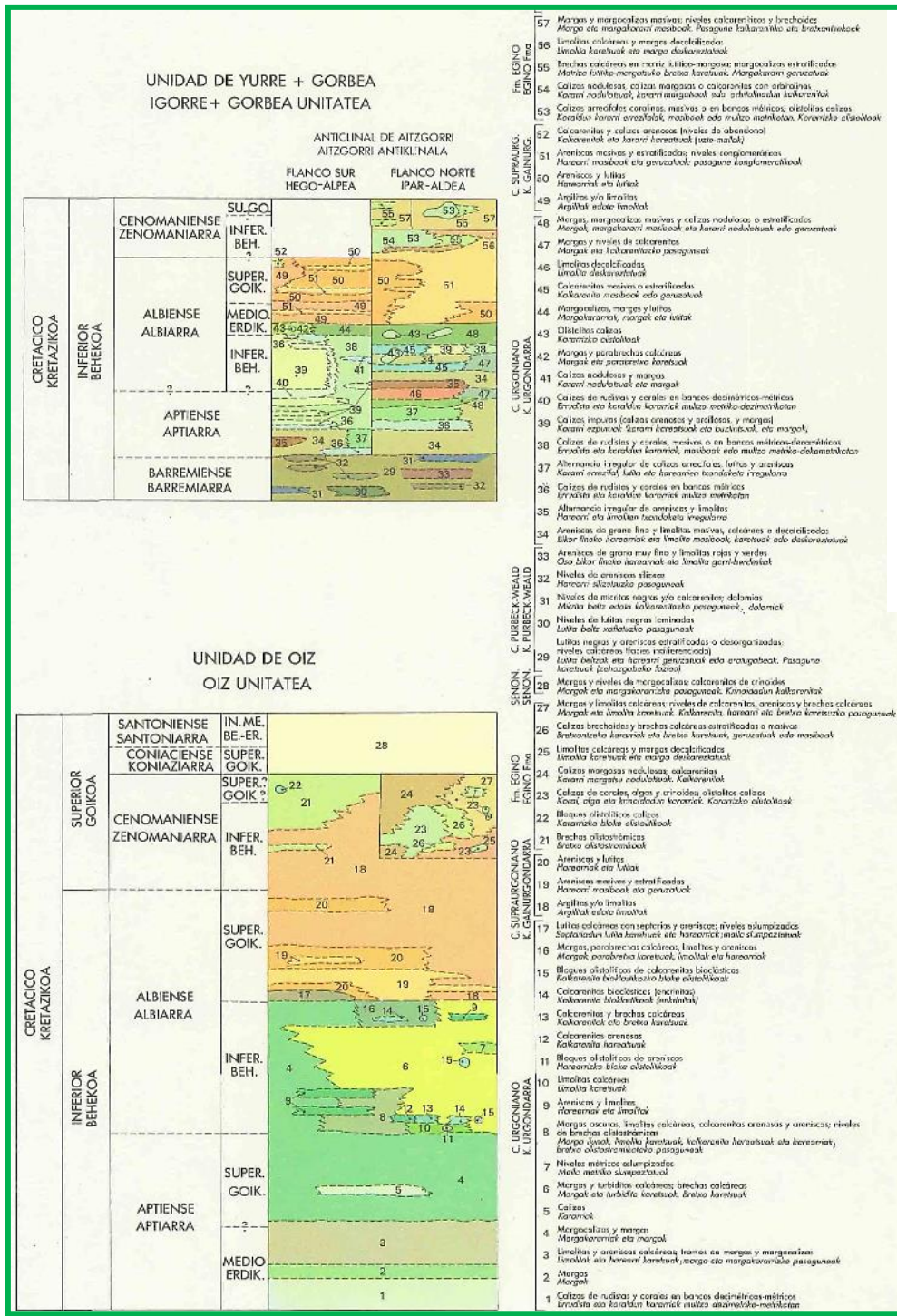
1. Eranskina. Google Earth-etik hartutako satellite-argazkia, non Aizkorriko ingurunea osatzen duten material mota guztiak (kareharriak bakarrik adierazi dira ondoen antzematen direlako) lanaren 7. Irudiko eskeman agertzen direnekin erlazionatzen diren. (Lanatik hartutako 7. Irudia mugituta eta iraulita dago, ulerketa errazteko xedearekin..)

Mesozoico	Cretácico	Superior	Maastrichtiense	72.1 ±0.2
			Campaniense	83.6 ±0.2
			Santoniense	86.3 ±0.5
			Coniaciense	89.8 ±0.3
			Turoniense	93.9
			Cenomaniense	100.5
		Inferior	Albiense	~ 113.0
			Aptiense	~ 125.0
			Barremiense	~ 129.4
			Hauteriviense	~ 132.9
			Valanginiense	~ 139.8
			Berriasiense	~ 145.0

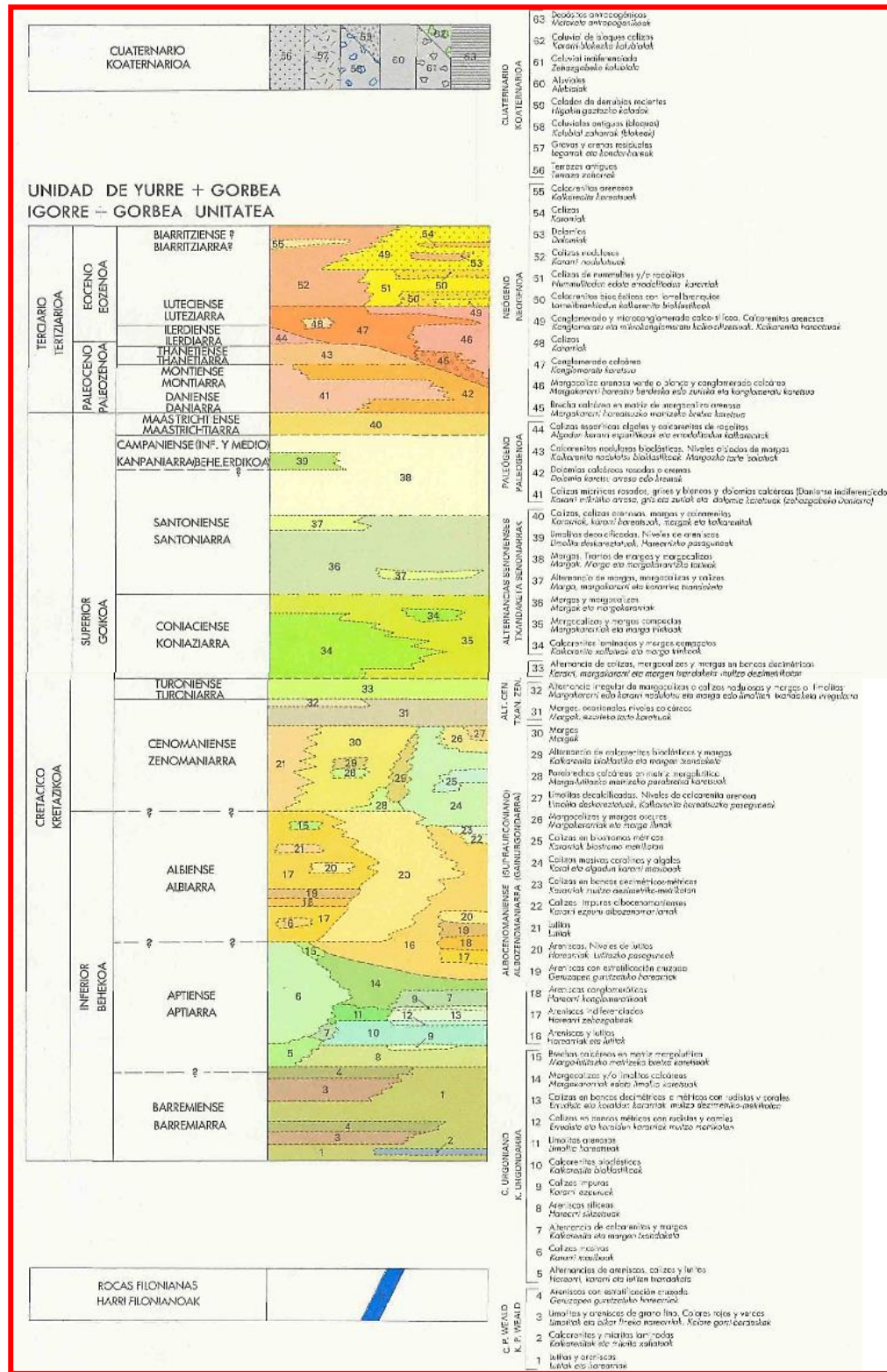
2. Eranskina. Lanan zehar aipatu diren garai geologikoak hartzen dituen taula, garai bakoitzaren adina (Mu-tan) eskuinean adierazita (<http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2015-01Spanish.pdf>).

- Hona hemen Master Amaierako Lanean zehar erabili izan diren termino tekniko batzuk azal ditzaketen glosarioen link-ak. Gaztelaniaz daude dena den, euskaraz ez baita aurkitu.
 - o http://www.ugr.es/~agcasco/personal/rac_geologia/rac.htm
 - o <http://www.geologiadesegovia.info/ASAM/utilidades/glosario.html>
 - o http://ceramica.wikia.com/wiki/Glosario_de_Geolog%C3%ADa_Ingl%C3%A9s_%E2%80%93_Espa%C3%B1ol

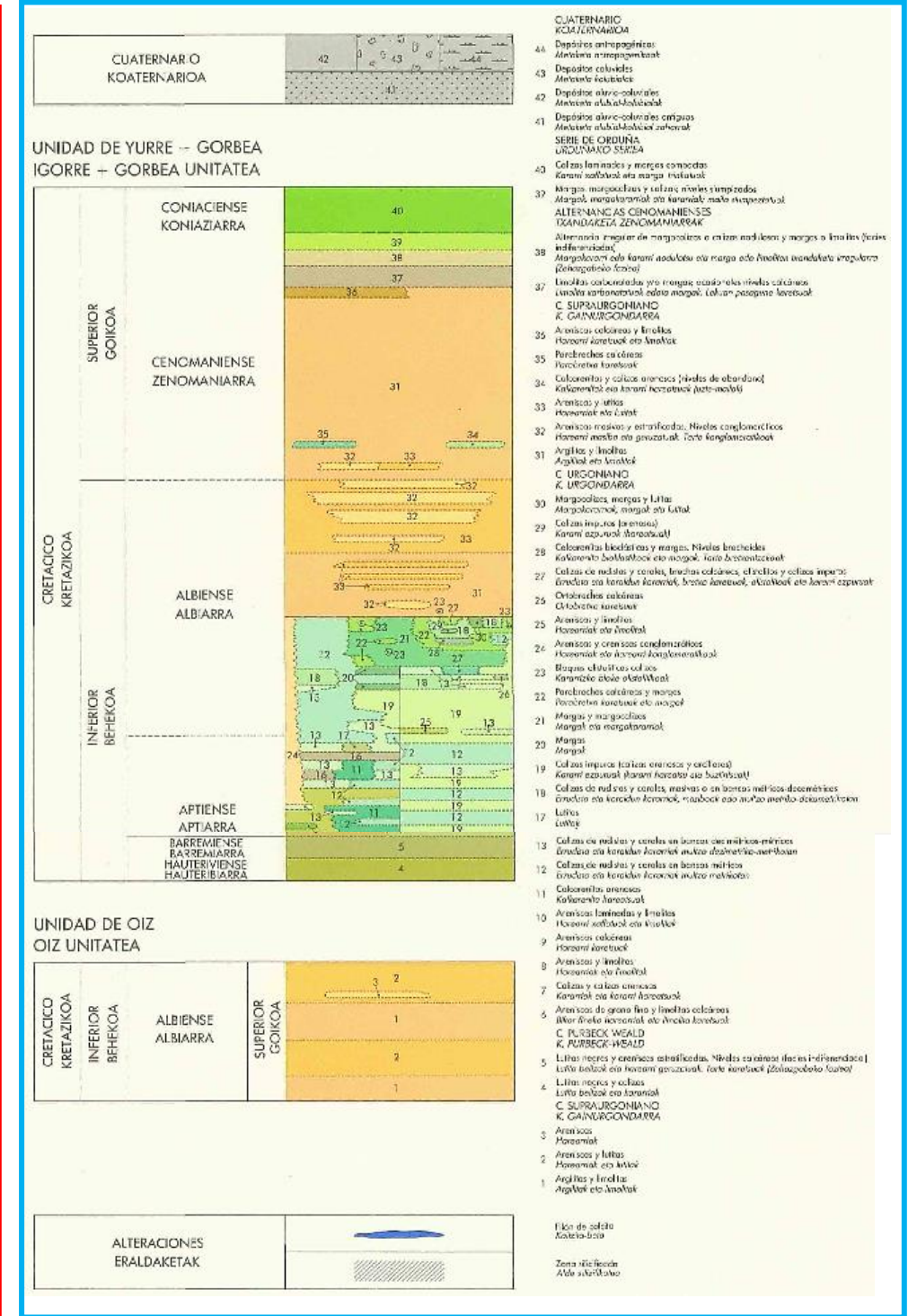
3. Eranskina. Hurrengo orrialdeetan ikertutako inguru osoa barne hartzen duen mapa geologikoa eta honen legenda dago eranskita. Mapak EVE 1:25.000-tik hartuta daude, baita bertan ageri den zeharte ebakiak.



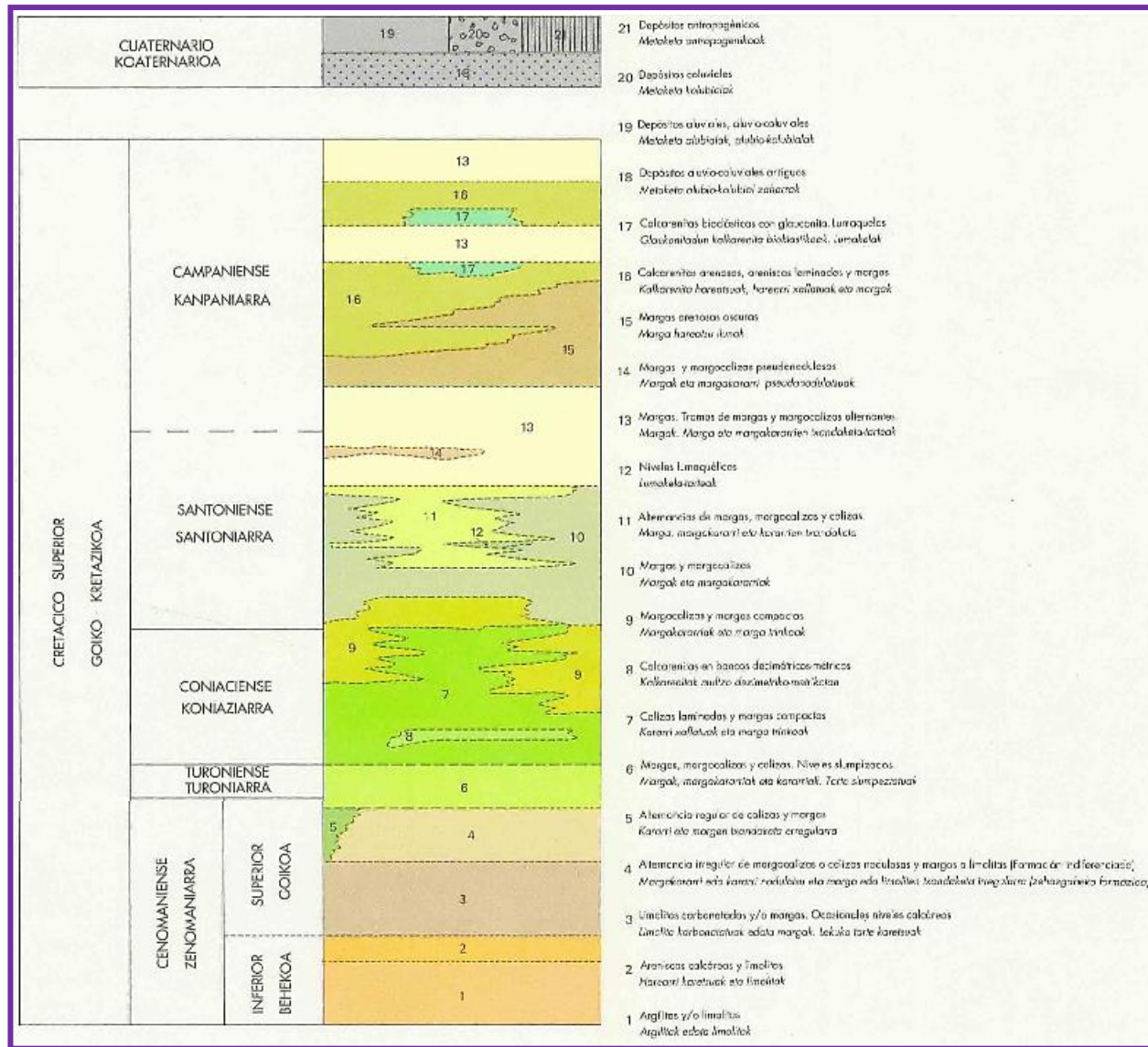
ZEGAMA (113-II)



ASPARRENA (113-IV)



ARANZASU (113-I)



SALVATIERRA (113-III)

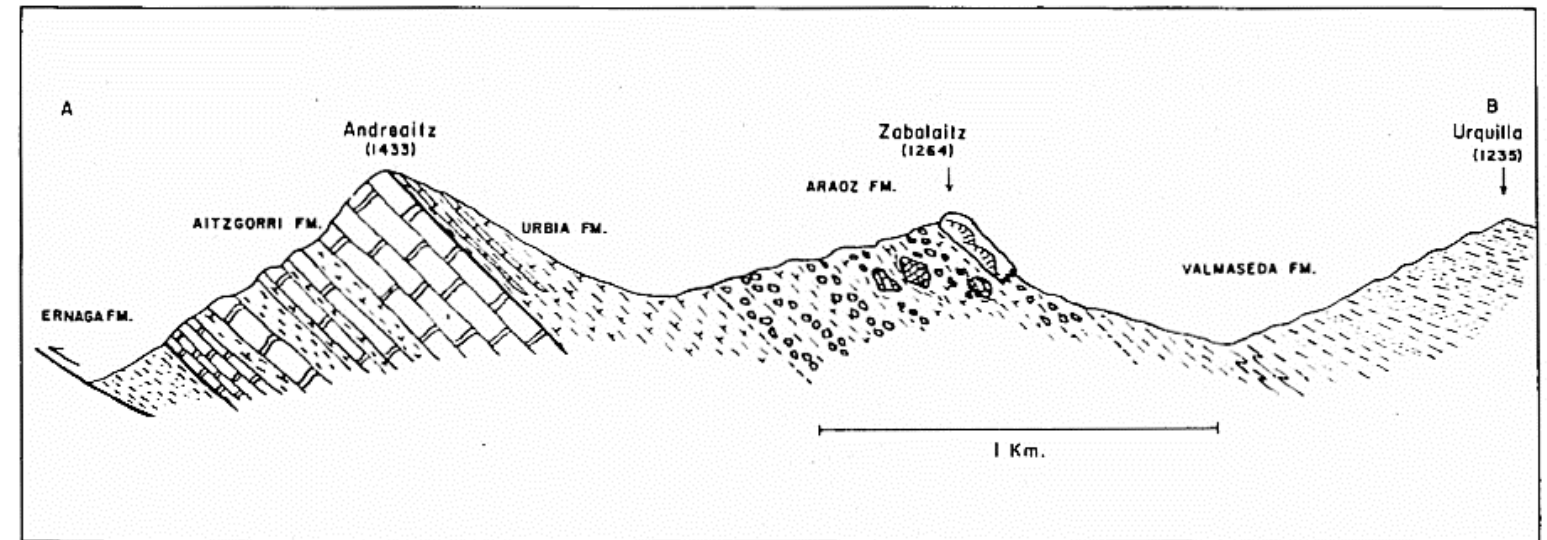
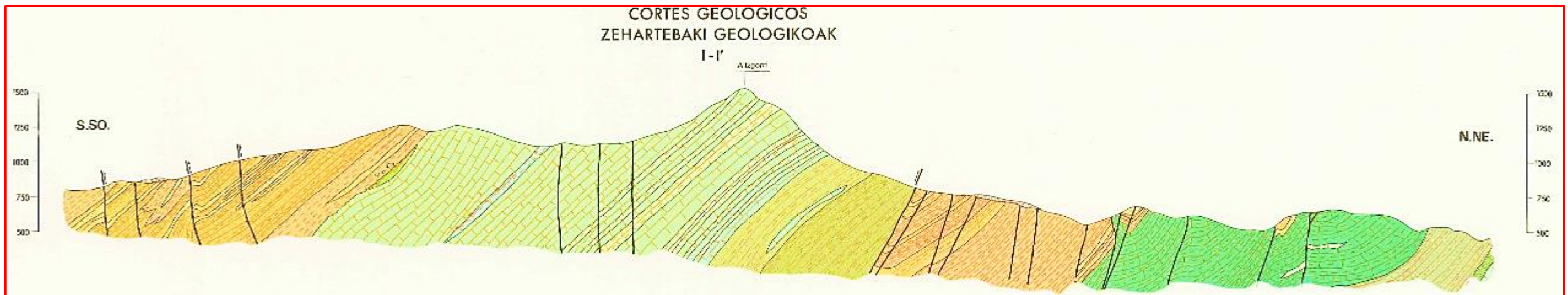
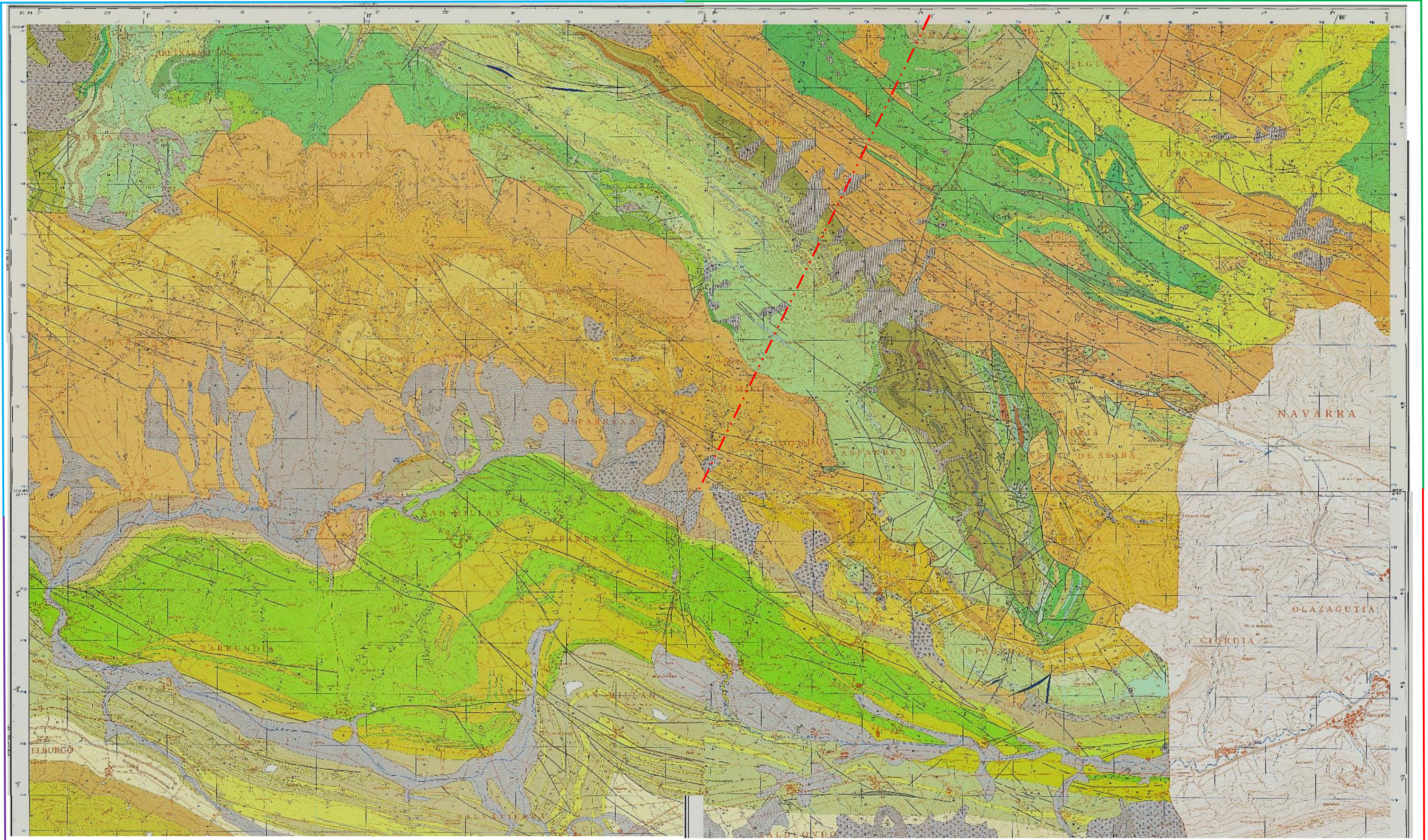


Figura 9.—Corte geológico N-S del Macizo de Aitzgorri a la altura de Zabalaitz (A-B) de la figura 1). De abajo arriba se distingue toda la serie urgoniana, destacando en el relieve las calizas de Aitzgorri, las megabrechas de Araoz y las areniscas de Valmaseda (según FERNANDEZ-MENDIOLA y GARCIA-MONDEJAR, 1985).



AIZKORRI UNITATEAREN ETA BERE INGURUNEAREN MAPA GEOLOGIKOA (EVE; 1:25.000)





Resumen/Laburpena/Summary

Aizkorriko mendikateak eta Urbiako zelaiek eremu karstiko bat osatzen dute. 1000 metrotik gorako toki baztertua izan arren, Araba eta Gipuzkoa nahiz Espainia eta Frantzia arteko erlazioak eta trukeak suspertzea eta ekonomia aberastea lortu du historian zehar. Hain berezia eta garrantzitsua izanik Euskal Herriko natura-kultura erlazioan, lan honen helburua Aizkorriko paisaiaren jatorria eta gaur egun arte pairatutako eboluzioa azaltzea izan da.

Historia geologikoaren bitartez, material bakoitzaren kokapenaren zergatia aztertu da. Tektonikak eragindako indarren bitartez, Aizkorriko erliebearen erliebea.

Azkenik, gaur egungo faktoreen eragina aztertu da Aizkorriko paisaian: klimak, grabitateak, urak (gainazalekoak zein lurpekoak), landaretzak, giza-jarduerak... izugarri baldintzatzen dute Aizkorriko sortzen diren forma berriak. Adibide batzuk metakin kolubialak, sistema flubialak, karstak sortutako forma exokarstiko eta endokarstikoak, Urbiako zelaien kokapenaren zergatia, artzaintza jarduerak... dira, hurrenez hurren.

Azkenik, hipotesi posibleak dituzten galdera batzuk sorrazi dira: San Adrianeko tunela Urbiako isurbidea delarena, adibidez, edo Urbiako karstifikazio prozesua zelaien ordez pagadiak zeudenean bortitzagoa zelarena. Beste bat ordea, erantzunik gabe geratu da: kareharri berak Aizkorriko paisaian dituen erliebe ezberdintasunen zergatia.

eman ta zabal zazu



Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea