



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

ZIENTZIA
ETA TEKNOLOGIA
FAKULTATEA
FACULTAD
DE CIENCIA
Y TECNOLOGÍA



Gratu Amaierako Lana
Geologiako Gradua

Flysch Beltza Taldeko azterketa sedimentologikoa eta gertakari-estratigrafia: Armintza, Goi Albiarra

Egilea:

Eider Rua Alkain

Zuzendaria:

Luis Miguel Agirrezabala Mundiñano

AURKIBIDEA

1. LABURPENA	1.or
2. SARRERA.....	1.or
3. TESTUINGURU GEOLOGIKOA	2.or
4. METODOLOGIA	4.or
5. FAZIESEN DESKRIBAPENA ETA INTERPRETAZIOA.....	4.or
1. faziesa: Hareharri gradatu lodiak.....	6.or
2. faziesa: Hareharri xaflatu meheak	6.or
3. faziesa: Lutita gris ilunak	8.or
4. faziesa: Slump eta labainketa metakinak.....	9.or
5. faziesa: Hareharri bolkanikoak.....	10.or
6. faziesa: Legardun hareharri bolkaniko.....	11.or
7. faziesa: Mikrobretxa bolkaniko geruzatua.....	11.or
8. faziesa: Sideritazko konkrezio eta geruzak.....	13.or
6. PALEOKORRONTEEN ANALISIA.....	14.or
6.1. Oinazpiko markak	14.or
6.2. Slump eta dike neptunoarrak.....	15.or
6.3. Zamalkadurak sideritetan	17.or
7. KORRELAZIOA. GERTAKARI-ESTRATIGRAFIA	18.or
7.1. Gertakari-estratigrafiaren oinarriak	18.or
7.2. Korrelazionatutako geruzak eta lodiera aldakortasuna	19.or
7.3. Korrelazio grafikoa.....	20.or
8. EZTABAIDA	23.or
8.1. Eredu sedimentarioa.....	23.or
8.2. Korrelazionagarritasuna.....	26.or
9. KONKLUSIOAK.....	28.or
10. ERREFERENTZIAK	29.or
11. ERANSKINAK	32.or

1. LABURPENA

Flysch Beltza Taldea unitate litoestratigrafiko zabal eta litologikoki oso dibertsoa da, alborantz asko aldatzen diren fazies desberdinak dituelarik. Horrez gain, fosil edukian pobrea da, eta ondorioz, datazio bioestratigrafiko gutxi egin daitezke. Guzti honek kronokorrelazioak egitea zailtzen du, eta ondorioz, segida garaikide asko elkarren artean erlazionatzea zaila da. Kasu honetarako gertakari-estratigrafia oso erabilgarria izan daiteke, geologikoki bat-batekoak diren metakinak, hau da, gertakari-metakinak, isokrona gisa erabilita korrelazioak egitea posible baita. Flysch Beltza Taldeak gertakari-metakin asko dituenez (metakin piroklastikoak, grabitate-jariozko slump, labainketa eta turbiditak, eta konkrezio autigenikoak), gertakari-estratigrafia aplikatzea posible da. Lan honetan, hain zuzen ere, metodologia hau aplikatu da Armintzako Flysch Beltzeko tarte bateko (Goi Albiarra) lau geruza-segiden arteko korrelazioa egiteko. Horretarako, lehenik eta behin, lau segida horien metakinen fazies sedimentarioak eta gertakari-metakinak (grabitate-jariozko zenbait metakin-mota, metakin piroklastikoak eta karbonato autigenikoak) ezaugarritu eta interpretatu dira, baita eredu sedimentario bat (ezponda-mantala) proposatu ere. Ondoren, gertakari-metakinak erabiliz lau zutabeen arteko korrelazioa egin da, eta modu kuantitatibo batean aztertu da gertakari-metakin mota bakoitzaren balioa korrelazio-tresna gisa; datuek nabarmen adierazten dute geruza piroklastikoak direla onenak korrelazioetarako. Emaitzak ikusirik, ondorioztatu da, batetik, gertakari-estratigrafia metodologia oso egokia dela Flysch Beltzeko (eta antzeko unitateetako) segiden arteko korrelazioak egiteko eta, bestetik, metodologia horrek bereizmen handiko korrelazioak egitea ahalbidetzen duela, eta horien bitartez zenbait ondorio sedimentologiko (metakinen jatorria) eta tektoniko (subsidentzia) atera daitezkeela ere.

2. SARRERA

Arro-analisi modernoetan segida sedimentarioen datu estratigrafiko, geokimiko eta paleontologikoak datatu eta korrelazionatu egiten dira, gero eta bereizmen handiagoko sistemen bitartez. Datazio eta korrelazioen bereizmen handiena eskaintzen duen sistemetako bat gertakari-estratigrafia da, zeinek denboraz laburrak (<100.000 urte) diren gertakariak (estralurtarrak, bolkanikoak, tektonikoak, klimatikoak, sedimentarioak eta biologikoak) eragindako metakinak (gertakari-metakinak edo gertakari-geruzak) denbora-lerroak (isokronak) bezala kontsideratzen dituen (Einsele eta Seilacher, 1982; Kauffman, 1988). Gertakari laburren metakinen identifikazioak eskualde-mailan isokronak hedatzea baimentzen du, eta ondorioz, elkarren artean urrun dauden arroken arteko garaikidetasuna frogatzea eta korrelazionatzea (kronokorrelazioa). Beraz, gertakari laburretan oinarritutako korrelazio-sistema batek eskema kronoestratigrafiko bat eskaintzen du, korrelazio-sistema bioestratigrafiko eta geokronologikoen osagarri dena. Are gehiago, elkarrengandik urrun dauden segida sedimentarioetan gertakari-metakin ugari identifikatzen badira, hauek lotuz isokrona ugari trazatu daitezke segiden artean, lortzen den korrelazioa bereizmen handikoa izanik (Einsele eta Seilacher, 1982; Kauffman, 1988; Einsele, 1998).

Gertakari-estratigrafia bereziki erabilgarri eta lagungarri da datu bioestratigrafiko eta geokronologiko gutxi

(edo bat ere ez) eta fazies sedimentarioen albo-aldaketa ugari dituzten unitateetako metakinen korrelazioa ezartzeko; kasu hauetan, gertakari-geruzak izan daitezke segiden arteko garaikidetasunaren irizpide bakarrenetarikoa edo bakarra. Hau da Flysch Beltza Taldeko kasua (Erdi Albiar-Behe Cenomaniarra), zeina fosiletan urria den eta dituen fazies sedimentarioak oso dibertsoak eta albo-jarraitasun txikikoak diren (Souquet et al., 1985; García-Mondéjar et al., 2004). Unitate litoestratigrafiko honetan zenbait gertakari-metakin mota dokumentatu izan dira, ugarienak grabitate-jarioen metakinak (turbiditak, debris-flowak eta slumpak), eta urriagoak metakin bolkanoklastiko eta autigenikoak (siderita eta kareharri diagenetikoak) (Souquet et al., 1985; García Mondéjar et al., 2004). Lan honen helburua da, hain zuzen ere, gertakari-metakin hauek aztertzea eta interpretatzea (eraketa-prozesuak eta ingurune sedimentarioa), eta ondorioztatzea modu kuantitatibo batean metakin-mota bakoitzaren balioa korrelazio-tresna bezala (korrelazionagarritasuna). Aipaturiko Flysch Beltza Taldeko gertakari-metakinen azterketa aurrera eramateko Armintza (Lemoiz, Bizkaia) auzoaren inguruan azaleratzen den unitate horren erdialdeko tarte bat aukeratu da. Tarte hori auzoaren inguruan ageri den lau azalaramendu ezberdinetan ikertu da, azalaramendu bakoitzean bereizmen handiko zutabe estratigrafiko bat altxatu da, bertako fazies sedimentarioen deskribapena eta interpretazioa egin da eta ingurune sedimentarioaren ezaugarriak ondorioztatu dira. Azkenik, lau zutabe estratigrafikoen arteko bereizmen handiko korrelazioa egin da gertakari-estratigrafia erabiliz, eta modu kuantitatibo batean ondorioztatu da gertakari-metakin bakoitzaren korrelazionagarritasuna.

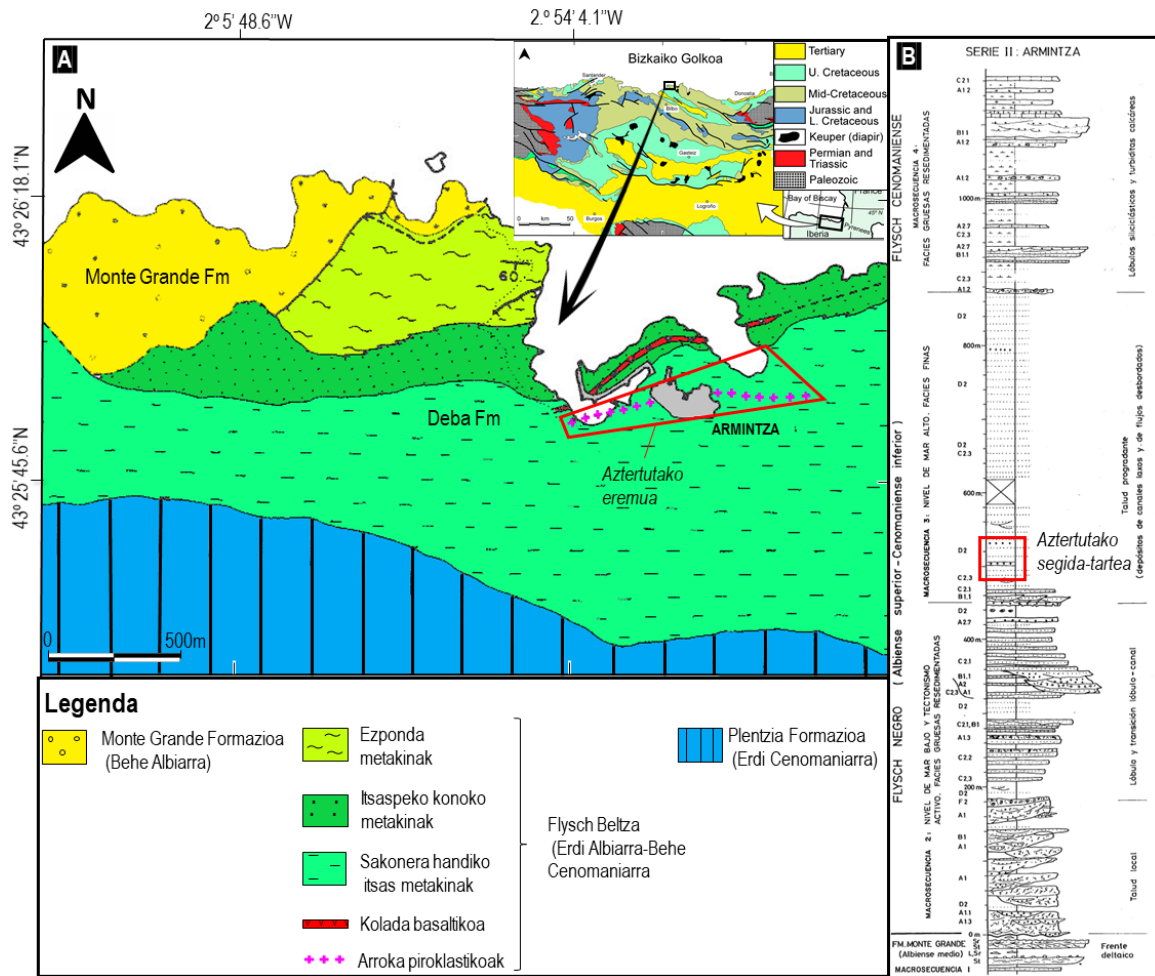
3. TESTUINGURU GEOLOGIKOA

Flysch Beltza Taldea Erdi Albiar-Behe Cenomaniar adineko eta itsas sakoneko metakin siliziklastikoz osatutako unitate litoestratigrafiko zabala da, Pirinioetan zehar 400 km baino gehiago zabaltzen dena, Mediterraneotik Bizkairaino (Souquet et al., 1985). Euskokantauriar arroan Ipar-Bizkaiko Antiklinorioan eta Bizkaiko Sinklinorioan azaleratzen da gehien bat. Unitatearen metaketa Europar eta Iberiar plaken arteko mugimendu erlatiboetara loturik dago; Albiarrean, Ozeano Atlantikoaren irekierak Iberiar plaka Eurasiar plakarekiko modu independentean eta erloju-orratzen aurkako noranzkoan biratu eta ekialderantz mugitzea eragin zuen, Bizkaiko Golkoaren irekiera eraginez (Van der Voo, 1969; Olivet, 1996). Honek Euskokantauriar arroan rifting prozesu nagusi bat eragin zuen, failer mugaturiko hainbat bloke hondoratu sortuz, eta ildo horietan, Flysch Beltza osatzen duten sakonera handiko itsaspeko metakin lodienak (depozentroak) metatu ziren (Agirrezabala eta García-Mondéjar, 1994). Bestalde, rifting prozesu honek kontinente-lurrazala mehetzea eragin zuen, eta ondorioz, Albiar Berantiar-Santoniarr artean gertaera bolkaniko ugari eman ziren arroaren iparraldean eta erdialdean, batez ere (Castañares et al., 1997).

Flysch Beltza, orokorrean, birsedimentatutako metakin terrigenoz osaturik dago, lutita, hareharri eta konglomeratuak nagusi izanik; tartekaturik zenbait geruza bolkaniko ager daitezke ere. Litologiaren aldetik oso talde heterogeneoa da, eta bertikalean zein horizontalean faziesak asko aldatzen dira eta oso modu azkarrean. Fosilen erregistroa urria denez datazioak egitea zaila da orokorrean, nahiz eta datatzaile onak diren

ammoniteak aurkitu daitezkeen, baita nanoplankton karetsu, foraminifero eta algak ere, besteak beste (Souquet et al., 1985). Lutiten kolore ilunaren arrazoa materia organiko eta piritaren kantitate handian dago, sedimentu hauek ingurune suboxiko batean metatu zirelaren seinale.

Azterturiko eremua kostaldeko Armintza auzoan dago (Lemoiz, Bizkaia) non erdi Kretazeoko segida bat ageri den. Bertako azaloramenduak Euskokantauriar arroaren ipar erdialdean kokaturik daude, Ipar-Bizkaiko Antiklinorioko iparraldean, hain zuzen ere (1. Irudia).



1.Irudia. A) Aztertu den eremuaren inguruko mapa geologikoa, García-Mondéjar eta Pujalte (1985)-tik moldatua. Marra gorritzutabeak altza diren eremua mugatu da. Euskokantauriar Arroko mapa geologikoa Agirrezabala et al. (2008)-tik moldatu da. B) Armintzako Flysch Beltzaren zutabe osoa (Robles et al., 1988), lauki gorritzutabearen zatia mugatu da.

Armintzako segidako behealdean Monte Grande Formazioa (Behe Albiarra) fazies deltaikoak ageri dira (Robles et al., 1988). Formazio horren gainean 1100 metro inguruko lodiera duen Flysch Beltza Taldea (Erdi Albiar-Behe Cenomaniarra) dago, bien arteko ukipena diskordantzia angeluarra izanik. Flysch Beltzaren gainean, berriz, itsaso sakoneko tupa eta kareharrien txandaketaz osaturiko Plentzia Formazioa (Erdi Cenomaniar-Santoniarra) dago. García-Mondéjar eta Pujalte (1985) eta Robles et al.-en (1988) arabera, Armintzan, Flysch Beltza Taldeko segida pikor larriko metakin birsedimentatuekin (ezpondako metakinak) hasten da; gainean, lobulu eta ubide-lobulu trantsizioko turbidita hareatsuak nagusitzen dira, eta hauetan

kolada basaltiko bat tartekatzen da; azkenik, sakonera handiagoko ezpondako metakin lutitatsuak nagusitzen dira, metakin bolkanoklastiko zentimetriko ugarirekin tartekatuta. Azken tarte honetan kokatzen da azterturiko segida, orokorrean lutita, hareharri mehe, slump, labainketa eta metakin bolkanoklastiko mehez osatua. Geruza piroklastiko gehienak zentimetrikoak badira ere, 1-2 metro arteko ezohiko geruza bolkanoklastiko bereizgarri bat ere agertzen da. Honez gain, ohikoak dira diagenesian hauspeaturiko karbonatozko konkrezioak: hareharriekin agertzen diren sideritak (garaiko baldintza erreduzitzaileen ondorio (Gil et al., 1986; Ábalos eta Elorza, 2012) eta kaltzio karbonatozko konkrezioak. Bioestratigrafikoki, eta ammonioideoen biozonei dagokienez, azterturiko segida-tartea Goi Albiarreko *Hysterocheras choffati* Azpizonaren (*Hysterocheras varicosum* Zona) barrenean kokatuta dago (López-Horgue et al., 2009).

4. METODOLOGIA

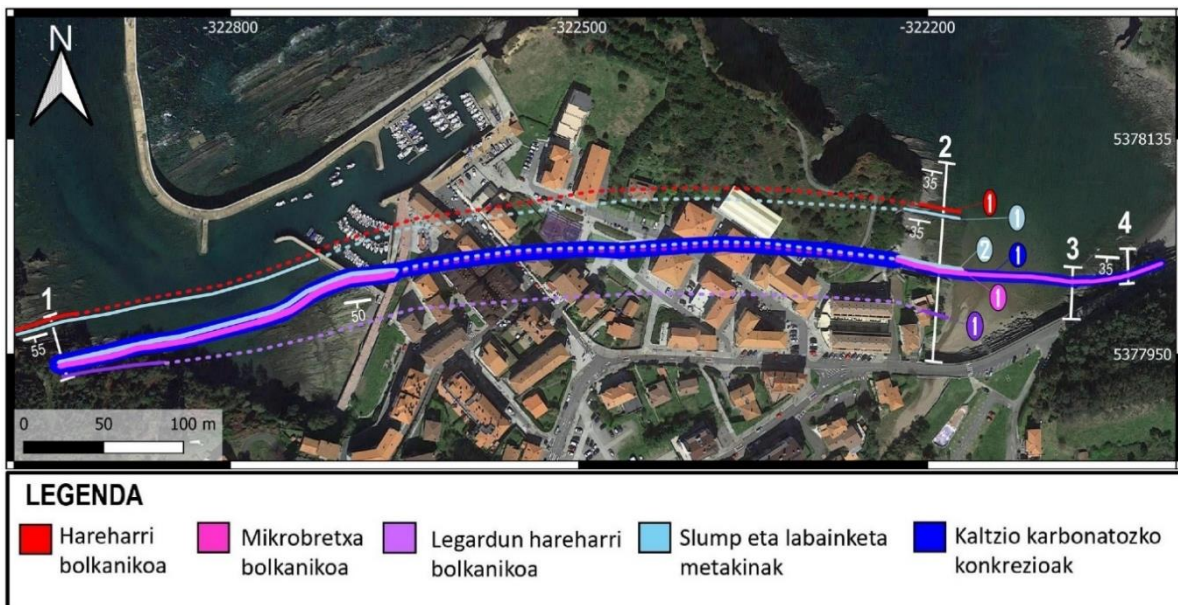
Lana burutzeko hainbat metodo eta tresna erabili dira; ondoren, banan-banan azalduko dira:

- Bilaketa bibliografikoa: lanaren lehen pausua, landara joan aurretik, bilaketa bibliografikoa egitea izan da. Ikerketa-lekuari (Armintza) eta bere inguruari buruz argitaratutako lan geologiko guztiak bildu dira, orain arteko eskualdearen ezagutza eta testuinguru geologikoez jabetzeko. Horrez gain, sistema sedimentario, fazies sedimentario eta gertakari-estratigrafiari buruzko literatura garrantzitsuen ere bildu eta irakurri da landan behatutakoa interpretatzeko, testuinguruan jartzeko eta lorturiko datuak kontrastatzeko.
- Kartografia: 1:6250 eskalako ortoargazki batean arroka sedimentarioen geruza hautatuak kartografiatu dira. Hau QGIS 3.16.4. programa erabiliz egin da eta ortoargazkia 2021-eko Google Satellite-tik hartu da.
- Zutabeen altxaketa: 707 metroko distantzian zehar, bereizmen handiko (1:62,5 eskala) lau zutabe altxa dira, bertan milimetro bat baino lodiagoak diren geruzak eta xaflak erregistratu direlarik. Altzatutako zutabe lodienak 75 metro ditu eta meheenak 8 metro. Zutabeak altxatu ahala, arroka- eta fosil-laginak hartu dira.
- Fazies sedimentarioen bereizketa, deskribapena eta interpretazioa: faziesak lehenengo bisuz, landan, eta ondoren laborategian azterketa petrografikoa eginez aztertu dira. Haien ezaugarri sedimentarioen arabera, 8 fazies desberdin, ezaugarritu eta interpretatu dira guztira.
- Azterketa petrografikoa: faziesen ezaugarri mikroskopikoak zehazteko 7 xafla-mehe egin dira, Nikon Eclipse LV100N POL mikroskopia optikoan aztertu ahal izateko. 1. eta 3. faziesen xafla bana egin da, 5. faziesaren hiru xafla eta 7. faziesaren bi xafla. Bertan, leiar normal eta polarizatuekin arroken pikor tamaina, abitua, ehundura, egitura sedimentarioak eta konposizio mineralogikoa aztertu ahal izan dira. Azkenik, mikroskopiora loturiko kamera batekin xaflen argazkiak atera dira.

- Paleokorronteen analisia: paleokorronteen analisirako zenbait egitura sedimentario neurtu dira: oinazpiko markak (flute eta groove egiturak), dike neptunoarrak, slump-en toles eta zamalkadurak eta sideriten zamalkadurak. Kasu guztietan, neurturiko orientazioak lehengoratu dira, segidako geruzapena horizontalera eramanez. Oinazpiko marken eta dike neptunoarren kasuan, lehengoratzeari landan bertan egin da, horretarako bi adarreko erregela erabiliz; slump eta sideritetan neurturiko toles eta zamalkadurak lehengoratzeko Stereonet v.11 programa (Allmendinger, 2020) erabili da. Paleokorronteen datu guztiak proiektzio estereografikoen bidez proiektatu dira, azalera berdineko Schmidt sarea erabiliz. Hau Stereonet v.11 (Allmendinger, 2020) programa informatikoaren bitartez egin da.

5. FAZIESEN DESKRIBAPENA ETA INTERPRETAZIOA

Geruzaz-geruzako bereizmen handiko (1:62,5 eskala) lau zutabe estratigrafiko altxatu dira (2. eta 3. Irudiak), milimetro bateko lodieratik gorako xafla eta geruzak erregistratuz. Bertan, litologia, pikor tamaina, ehundura, lodiera eta geometriaren arabera, zortzi fazies bereizi dira. Horrez gain, lau zutabeetan 8 ammonite aurkitu dira, generoaren mailan sailkatu direnak (Mikel López-Horgue, Kom. Perts.): 3 *Puzosia*, 2 *Hamites* eta 3 *Mortoniceras*; horrez gain, azken hauetako bat espezie mailan sailkatu ahal izan da ere: *Mortoniceras crassinodatum* moduan, hain zuzen ere. Ammonite guztiak zutabeetan kokatu dira (3. Irudian) eta haien argazkiak I. Eranskinen E1. Irudian ageri dira.



2. Irudia. Lau zutabe estratigrafikoen kokapena adierazten duen mapa. Bertan, aurkitu eta korrelazionatu diren geruza esanguratsuenak adierazi eta zenbakitu dira.

Faziesen deskribapenerako geruzen lodierak Mckee-ren (1953) sailkapenaren arabera bereizi dira. Arroka bolkanoklastikoen izendapena Fisher (1961), Schmidt (1981) eta McPhie et al. (1993)-en arroka bolkanoklastiko eta piroklastikoen sailkapenaren arabera egin da. Faziesak deskribatu ondoren, fazies batzuk

Mutti eta Ricci Lucchi (1972; 1975), Stow (1985) eta Pickering et al. (1986)-en fazies-eskemekin alderatu dira.

1. faziesa: Hareharri gradatu lodiak

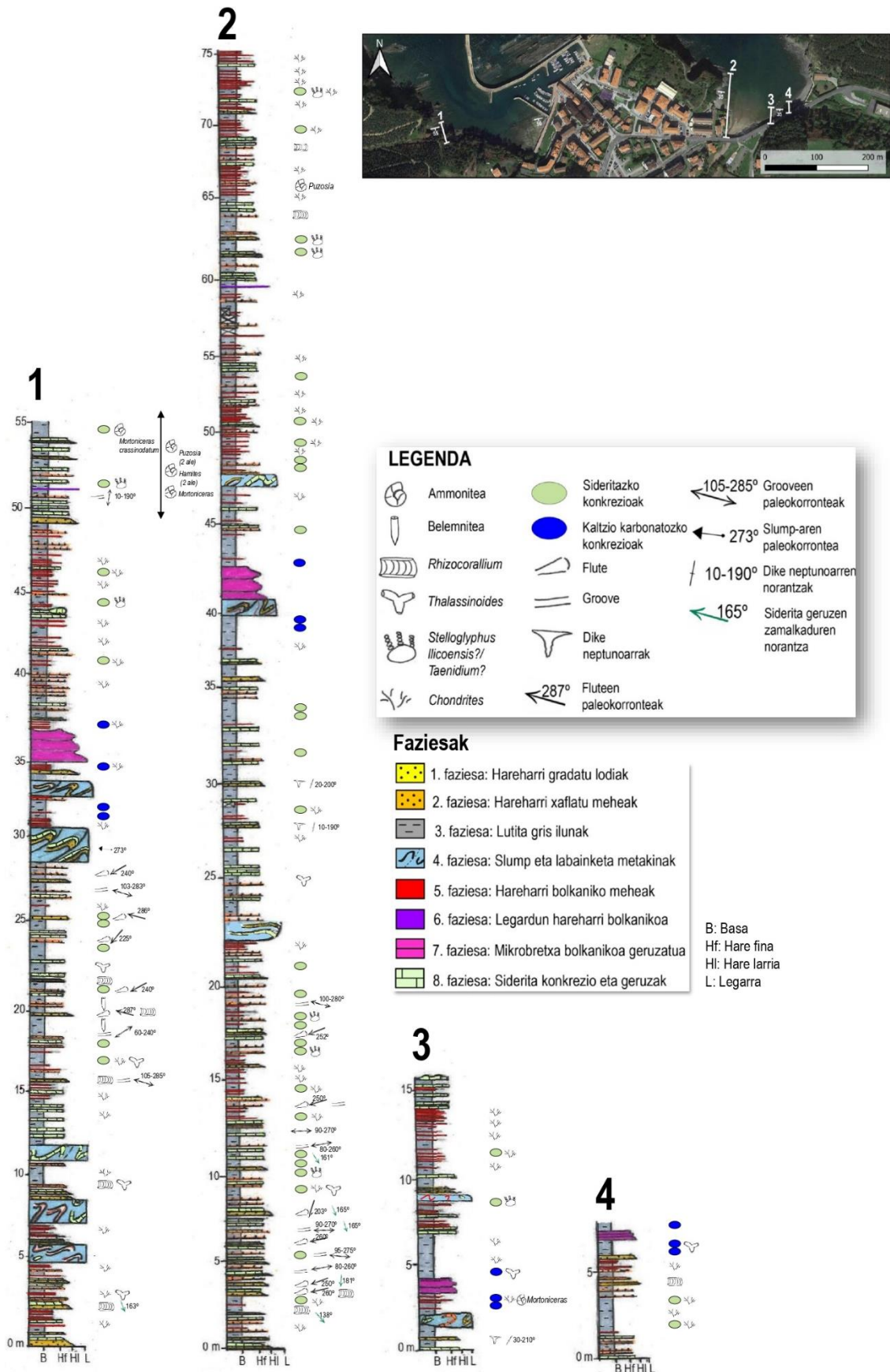
Gradazio normala (Boumaren sekuentziaren Ta atala) eta xafladura paralelo (Tb atala) eta gurutzatua (Tc atala) erakusten dituzten hareharri siliziklastikoak dira (4. Irudia), litarenitak, hain zuzen ere, harea ertainetik larrirainoko pikorrez osatuak. Gehien bat kuartzo pikorrez (%70-a) osaturik daude, eta neurri txikiagoan, litoklasto (%25), plagioklasa (%3), muskovita (%1) eta materia organikoz (%1) (4.B Irudia). Geruzen lodiera 4-30 cm artekoa da eta oso aldakorra izan daiteke geruza berean, metro gutxi batzuetan geruza desagertzeraino, eta ondorioz, albo-jarraitasun txikia emanez. Oin garbia eta, batzuetan, higakorra izaten dute, eta oinazpiko marka eta lorratz-fosil ugari, baita lokalki dike neptunoarrak ere. Gainean lorratz fosil ugari dituzte (*Rhizocorallium*) eta, askotan, 1-5 cm lodi diren siderita geruzak itsatsirik (4.A Irudia) edo lutita zati mehe batez banandurik.

Fazies hau Pickering et al. (1986)-en C2.1 eta C2.2 faziesaren eta Mutti eta Ricci Lucchi (1972; 1975)-ren C2 faziesen antzekoa da. Dentsitate baxuko uhertasun-korrante baten metakin modura interpretatu da. Oineko gradazio normala (Ta) korrantearen dentsitate handieneko buruko atalak metatu zuen, eta korrante honek desazelerazioa izan ahala, gero eta dentsitate baxuagoko atalek trakzioz garraiatu sedimentua metatu zuten, xafladura paralelo (Tb) eta gurutzatua (Tc) sortuz. Azkenik, esekiduraz garraiatu sedimentu finena (Td eta Te ataletako basa) metatu zen, eta kasu batzuetan metatu eta gutxira diagenetikoki sideritaz ordezkatu zen. Fazies honen albo-hedadura murrizak uhertasun-korranteak oso lokalak zirela iradokitzen du.

2. faziesa: Hareharri xaflatu meheak

Xafladura gurutzatua (Boumaren sekuentziako Tc atala) edo egitura eza erakusten duten hareharri siliziklastikoak dira, harea finetik ertainerainoko pikor tamaina dute (5. Irudia) eta 1. fazieseko konposizio bera, litarenitak. Geruzak milimetro gutxi batzuetatik 4 cm-rainoko lodierakoak dira eta alborantz lodiera-aldaketak edukitzen dituzte, batzuetan geruzak desagertzerainokoak. Oin garbi eta higakorra (zenbait milimetroren eskalan) dute eta maiz gain irregularra, korrante-rippleek eraginda (5. Irudia). Oinean eta gainean ohikoak dira lorratz-fosilak, eta higadura-markak oinean. Gainean, 1. faziesaren moduan, siderita geruzak eduki ditzakete, nahiz eta aurreko faziesarekin alderatuz gutxiagotan agertu.

Fazies hau Pickering et al. (1986)-en sailkapeneko C2.3 moduan eta Stow (1985)-en T0 eta T1 faziesen moduan sailkatu da eta oso dentsitate baxuko uhertasun-korrante baten metakin modura interpretatu da. Boumaren Tcd atalak uhertasun-korrantea moteldu ahala trakzioz eta erregimen subkritikoan garraiatu harea-partikulak metatzean eman zen, korrante-rippleak eta gaineke xafladura paralelodun harea eratzen zirelarik, eta ondoren gainean esekidurako pikor basatsu finagoak dekantazioz metatu ziren, Boumaren Te atalak eratu. Tde kasu batzuetan sideritaz ordezkatu ziren; beste kasu batzuetan, sideritak hareharri osoa ordezkatu zuen. Fazies honen albo-hedadura txikiak uhertasun-korranteak oso lokalak zirela iradokitzen du.



3. Irudia. Bereizmen handiko lau zutabeak. Fazies bakoitza kolore batekin adierazi da. Zutabeen eskuinean egiturak, fosilak edo neurtutako paleokorronteen datuak jarri dira.



4. Irudia. Hareharri gradatu lodia (1. faziesa), A) Gradazioa, Boumaren sekuentziako Tac eta oin higakorra ikus daitezke; gainean, siderita geruza bat (8. faziesa) Tde zatiak ordezkatzuz. B) Mikroskopia optikoan 1. fazieseko litarenita bati ateratako argazkia, kuartzo borobilduak, litoklastoak, plagioklasak eta buztin mineralak erakusten dituena



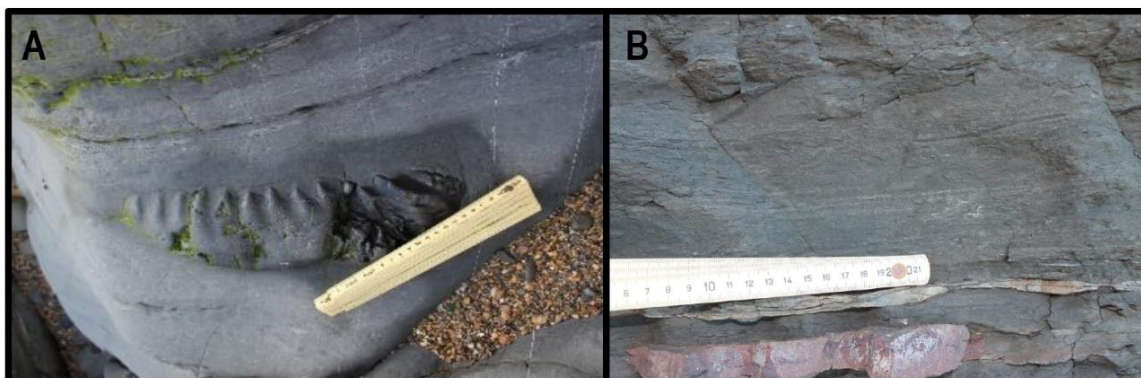
5. Irudia. Hareharri xaflatu mehea (2. faziesa). Oin garbi eta higakorra, gain uhinkorra (rippleak) eta barneko xafladura gurutzatua ikus daitezke, lutita artean. Beherago, milimetro gutxi batzuetako hareharri oso mehe bat.

3. faziesa: Lutita gris ilunak

Kolore gris iluneko lutitak dira, eta buztin-mineralez gain, piritan, materia organikoan eta lohi edo oso harea fineko kuartzo eta muskovia pikorretan aberatsak dira (6. Irudia). Tokian tokiko xafladura paralelo lausodunak (6.B Irudia) edo masiboak (6.A Irudia) izan daitezke. Bioturbatuta egon ohi dira eta lorratz-fosil ugari dituzte (*Chondrites*, *Thalassinoides*, *Rhizocollarium* eta *Stelloglyphus llicoensis/Taenidium?*), baita ammonite batzuk eta landare hondar ugari ere. Lokalki kaltzio karbonatozko konkrezio isolatu batzuk ere baditu, kasuren batean ammonite fosilak barneratuz (6A.Irudia).

Fazies honen kolore iluna duen pirita eta materia organiko kantitate handiari lotzen zaio. Materia organiko hau kontinentetik zetorren gehien bat, eta bertako baldintza disoxikoek honen kontserbazioa erraztu zuten (Agirrezabala et al., 2008). Eraketa-prozesuari dagokionez, xafladura erakusten duten lutitak (Pickering et al., 1986-en E1 faziesa) oso dentsitate baxuko korrante turbiditikoek (Tde) metatu zituztela interpretatu da. Lutita masiboak direnak (Pickering et al., 1986-en E2 faziesa), berriz, metakin hemipelagiko moduan interpretatu dira,

baldintza lasaietan dekantazioz pilatuak. Lokalki agertzen diren karbonatozko noduluak prozesu diagenetikoaren emaitza dira.



6. Irudia. *Lutita gris ilunak* (3. fazies) A) Ammonite fosil bat (*Mortoniceras generosus*) gordetzen duen kaltzio karbonatozko nodulua, xaflatu gabeko *lutita gris ilunetan*. B) Xafladura erakusten duen *lutita gris iluna*; azpian, hareharri xaflatu mehe bat (2. fazies) eta sideritazko geruza bat (8. fazies).

4. fazies: Slump eta labainketa metakinak

Zamalkaturiko edota koherenteki tolesturiko lutita, siderita, hareharri eta hareharri bolkanoklastikozko geruzez osaturiko 0,5-2,5 m arteko lodierako metakinak dira (7. Irudia). Metakin hauek oina garbia dute eta kasu batzuetan higakorra (orbaina). Azpiko zein gaineko geruzak deformaziorik gabe ageri dira. Barne-deformazioari dagokionez, metakin batzuk, slumpak bezala identifikatuak, barne-deformazio erlatiboki handia dute eta toles estu eta zamalkadurez osatuak daude. Besteez, labainketa modura sailkatuak, deformazio txikia dute eta toles zabalak dituzte soilik. Kasu batean, labainketa izatetik slump-erako transizioa behatu da. Gaina irregularra eta higakorra da eta batzuetan hareharri batez estali ohi da (ikus I. Eranskinen E2. Irudia). Azalaramendu eskalan, albo-jarraitasun ona dute, nahiz eta lodiera aldaketak dituzten, batzuetan desagertzerainokoak.

Fazies hau Pickering et al. (1986)-en sailkapeneko F2.1. fazies moduan identifikatu da, eta Mutti eta Ricci Lucchi-ren (1972; 1975) F fazies moduan. Fazies hau horrela interpretatzen da: sedimentu-geruzak grabitatearen ondorioz maldan behera higitzean plastikoki (tolesak) eta hauskorki (zamalkadurak) deformatu egiten dira. Labainketen kasuan, barne-deformazioa oso txikia da (toles zabalak), garraiaturiko distantzia erlatibo laburra izango zelako. Slump-en kasuan, barne-deformazio handiagoa erakusten dutenez, interpretatzen da garraiaturiko distantzia handiagoa izango zela ere. Labainketatik slump-erako transizioak maldan beherako eboluzioa erakusten dute: labainketek maldan behera joan ahala kohesioa galtzen dute gradualki eta labaindutako geruzak deformatzen hasten dira, slump-ak eratuz. Slump-en gain irregularrak hauen gaina higatua izan zela adierazten du, uhertasun-korrante baten edo beste prozesuren baten bidez.



7. Irudia. Slump-a (4. faziesak). Barnean, hareharri geruzak (1. eta 2. faziesak) eta sideritazko geruza eta konkrezioak (8. faziesak) tolestuta eta zamalkatuta ageri dira.

5. faziesak: Hareharri bolkanikoa

Gehienetan gradazio normala (8.B Irudia) erakusten duten pikor bolkanikoz eraturiko geruza oso mehe eta xaflak dira, lohi larri edo harea oso fin tamainatik harkosko tamainara doazenak, pikor tamaina nagusia hare fin-ertaina delarik. Geruza batzuek ez dute gradaziorik erakusten, pikor tamainan bat-bateko jauziak dituzte (8.A eta D Irudiak), edo ez dute pikor-tamaina aldaketarik. Geruza batzuek pikor fineko lehen zati bat dute eta gainean larritik finera doan gradazio normaleko beste zati bat (8.D Irudia). Pikorrek angelutsuak dira, gehienak aldatutako plagioklasa kristalez edo ehundura fluidaldun plagioklasa txikiz eraturiko klastoak dira (trakitak) (8.C Irudia); gainerako pikorrek, feldespatu potasiko eta kloritazkoak dira, eta buztin mineralaz eraturiko matrize batean daude. Geruzen eta xaflen lodiera 0,5-35 mm artekoa da, alborantz jarraitasun handia dute, lodiera oso konstante mantentzen da, eta azpiko eta gaineko materialen arteko mugak garbiak eta ez-higakorrik dira. Ez dute xafladurarik erakusten, eta ugariak dira lutitaz beteriko lorratz-fosilak (*Chondrites*, *Rhizocollarium*); lorratzak ugari direnean bioturbazioak gaina lausotzea eragiten du.

Albo-jarraitasun handiek, lodiera konstanteek, oin ez-higakor eta garbiek, gain garbi edo lausoek, pikor angelutsuek, pikor terrigeno ezak, gradazio normalek eta xafladura ezak itsaspeko erorketa piroklastikoz (fallout) metatutako errauts metakina dela iradokitzen dute (Norin, 1958). Gradazioa pikorrek ur zutabetik erortzean pikorren dentsitate eta pisu desberdintasunak eragingo zuen, dentso eta pisutsuenak azkarrago hondoratuz arinenak baino. Errautsak, metatu eta gutxira, itsasazpiko izakiez bioturbatuak izan ziren eta utziriko lorratzak lutitaz bete ziren. Pikor tamainan jauzia erakusten duten geruzek errauts hauen metaketan eten bat egon zela adierazten dute, lehenik pikor larrienak iritsiz, eta denbora labur batera finenak, baina tarteko tamainako pikorrik gabe. Finetik larrira eta ondoren finera doazen geruzak, berriz, erupzioaren bi piroklasto olaturik sortuak izan daitezke (Fisher eta Schmincke, 1984), pikor finagoko lehenengo bat, eta larriagoko bigarren bat.

6. faziesa: Legardun hareharri bolkanikoa

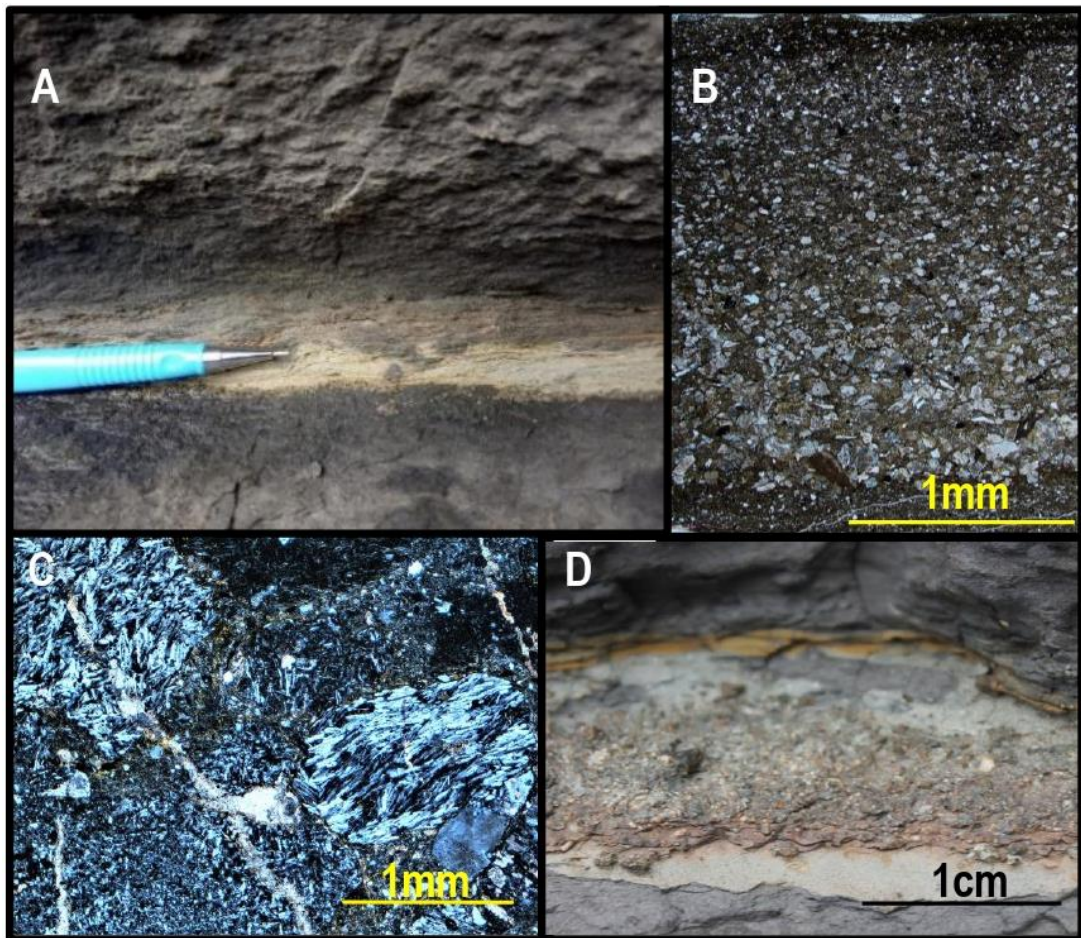
Segidan agertzen den 2-5 mm-ko geruza bolkanoklastiko bakarra da, lohi edo harea fin tamainako pikorrez osatua dagoena eta barneraturik geruzaren lodiera gaintzen duten 0,5-1 cm-ko trakitazko klasto angelutsuak dituen (9. Irudia). Albo-jarraitasun handia du, baina lodiera aldakorra, tokiko legarraren tamainaren arabera baita. Hala ere, pikor fineko tartearen lodiera konstante mantentzen da. Oin ez-higakor eta garbia du, baita gain garbia ere, nahiz eta bietan legarren tamaina desberdinek irregulartasunak sortu (9. Irudia).

Geruzaren ezaugarriengatik (albo-jarraitasun handia, lodiera konstantea eta oin ez-higakor eta garbia), klastoen angelutasunagatik eta xafladura ezagatik geruza hau itsaspeko errautsen erorketaz eratutako metakin piroklastiko moduan interpretatu da. Baliteke piroklasto larrienek ibilbide balistikoa egin izana, nabarmen larriagoak izateagatik, eta ondoren suspentsioz metaturiko errauts tamainako partikulak metatzea.

7. faziesa: Mikrobretxa bolkaniko geruzatua

0,3-10 mm arteko pikor bolkanoklastikoz osaturiko bretxa-hareharri geruzatu oso lodia da. Oinetik gainera pikor tamainaren fintzea (gradazio normal orokorra) erakusten du, eta aldi berean, bere baitan gradazio normala duten geruza paralelo ertain-lodiak (3 gutxienez); hau da, gradazio bikoitza erakusten du. Klorita eta kaltitzaz beteriko amigdalaz jositako eta aldatutako pikorrez (0,3-0,05 mm), plagioklasa kristalez (1-1,5 mm) eta pikor trakitikoz osaturik dago nagusiki, eta kuartzo pikor borobildu gutxi batzuk ditu (10.B Irudia). Dena kaltitzazko zementu batez inguraturik dago. Geruza bakarra da segidan, eta haren lodiera 1,9-0,6 m artekoa da, joera nagusia ekialderantz mehetzea delarik. Albo-jarraitasun ona du. Oina garbia eta ez-higakorra da, eta gaina ere garbia da, irregulartasun batzuk erakusten dituelarik (10.A Irudia).

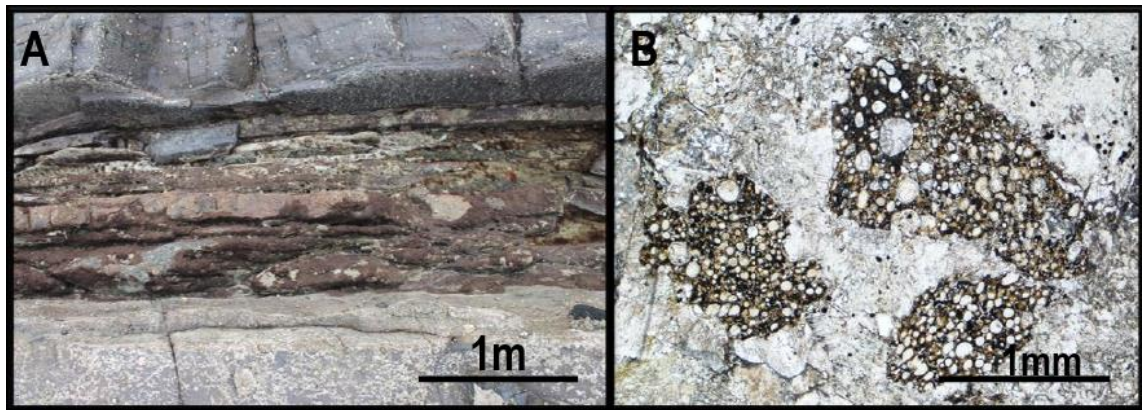
Fazies hau itsaspeko jario piroklastiko baten metakin modura interpretatu da, haren pikorren izaera (kristalak, trakita eta amigdaladun zati litikoz osaturik dago), gradazio bikoitz eta geruzapen paraleloagatik (Fisher eta Schmincke, 1984). Gainera, gradazio bikoitza jario piroklastikoen metakinen goiko zatiko ezaugarri bereizgarri bat da (Fiske eta Matsuda, 1964). Gradazio multiploaren arrazoia jakitea zaila den arren, jario piroklastiko beraren olatu edo olde desberdinek metatua izan zitekeen (Smith, 1960). Kuartzo pikorrei dagokienez, izaera detritikoa dute, eta jarioa sortuko zuen leherketa bolkanikoak inguruko sedimentutik askatu eta jario piroklastikoaren parte izan litezke, edo baita jario piroklastikoak berak higatutako sedimentutik bereganatuak ere.



8.Irudia: Hareharri bolkanikoa (5. fazies). A) Pikor tamainan jauzia duen errauts bolkanikoa, goiko aldean lutitazko lorratz fosilak dituena. B) Gradazio normala erakusten duen hareharri bolkanikoaren mikroskopioko argazkia. C) Izaera trakitikodun klastoak erakusten dituen hareharri bolkanikoaren mikroskopioko argazkia. D) Pikor finetik larrirako jauzia eta berriro finerako jauzia erakusten duen hareharri bolkanikoa, harkosko tamainako pikorduna.



9.Irudia. Hainbat klasto dituen geruza bolkanoklastikoa (6. fazies, legardun hareharri bolkanikoa). Ginean, zentimetro batzuetako hareharria (1. fazies, hareharri gradatu lodiak).

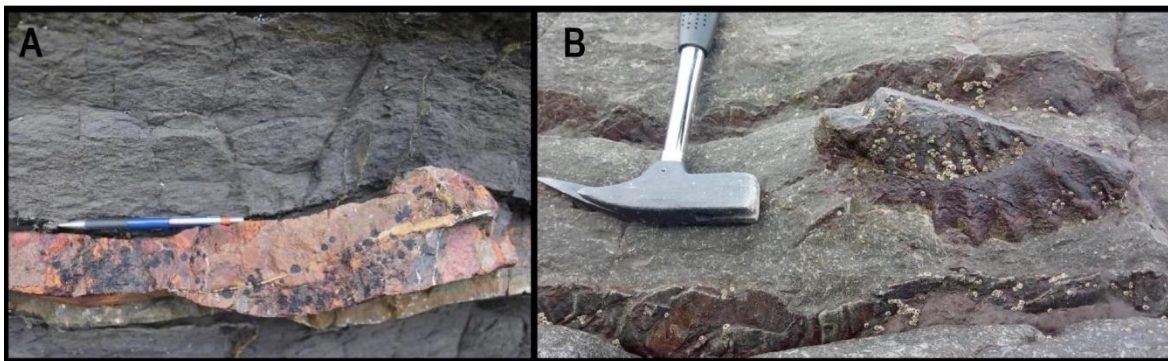


10. Irudia. Mikrobretxa bolkaniko geruzatua (7. faziesa). A) Oin garbi eta zuzen eta gain garbi eta irregularra erakusten duen geruza bolkanoklastiko geruzatua. B) Kaltzita eta kloritaz beteriko amigdaladun klastoak inguruan kaltzitazko matrize batean erakusten dituen mikroskopioko argazkia.

8. faziesa: Sideritazko konkrezio eta geruzak

Mikrita tamainako sideritazko kristalez eraturiko konkrezio eta geruza homogeneousak dira. Lodiera aldetik 1-15 cm artekoak izan daitezke. Zabaleran, geruzek albo-jarraitasun handia erakutsi dezakete batzuetan (>500 m), baita metro batzuetan desagertu ere; konkrezioak luzangak edo esferikoak izan daitezke, 1-2 m-erainoko luzerakoak lehen kasuan, eta 0,5 m-erainoko luzerakoak bigarreanean. Normalean, hareharri siliziklastikoen gainera itsatsirik edo lutita zati batez banandurik agertzen dira, edota hareharri geruzak, ammoniteak edo lorratz-fosil batzuk ordezkatzuz (*Stelloglyphus llicoensis*/*Taenidium*?). Siderita geruzek toles eta zamalkadura dezimetrikoak erakutsi ditzakete (11. Irudia); gainera lutitak haietara egokitzen dira, baita noduluen formara ere. Zamalkaduretan kaltzitazko faila-ispiluak edo zuntzak dituzte.

Fazies hau diagenesi goiztiarreko baldintzetan sortu zen, inguruko sedimentuaren trinkotzearen aurretik (sideritazko fosilak eta lorratzak ez dira trinkotuta ageri), baldintza erreduzitzaileetan, CO₂ ugaridun giroan (materia organikoaren deskonposizioagatik) eta sulfuro aktibitate baxuagatik (Gil et al., 1986). Hareharrien gainean siderita agertzearen arrazoia hauen iragazkortasun handiak du, fluido mineralizatzaileak bertatik igaro baitziren hareharrien gainean minerala hauspeatuz eta hauen Bouma sekuentziako Tde atalak ordezkatzuz (eta batzuetan hareharri geruza osoa) (Gil et al., 1986). Toles eta zamalkadurak bertako maldak eragindakoak izango ziren (Ábalos eta Elorza, 2012). Burdinaren jatorria inguruko sedimentuetan (Gil et al., 1986) edo aktibitate bolkaniko edo hidrotermalean eta neurri txikiagoan materia organikoaren deskonposaketan (Ábalos eta Elorza, 2012) egon daiteke.



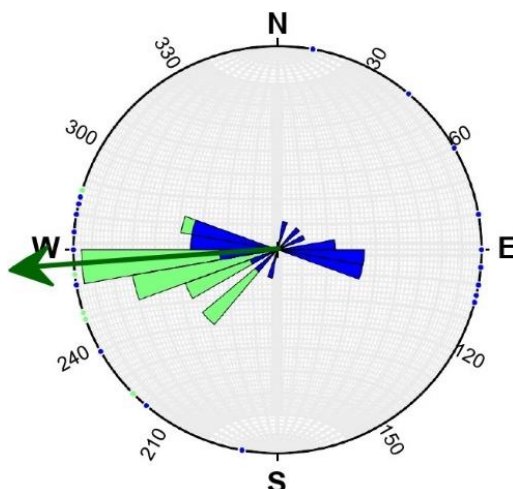
11. Irudia. Sideritazko konkrezio eta geruzak (8. fazies). A) Zamalkaturiko siderita geruza, azpian hareharri geruza mehe bat (2. fazies) duelarik. Zamalkadura planoan, kaltzitazko faila-ispilua ikus daiteke. B) Siderita, bi hareharri xaflatu mehe (2.fazies) eta ammonite bat (*Mortoniceras crassinodatum* espeziekoa) ordezkatur.

6. PALEOKORRONTEEN ANALISIA

Azterturiko segidaren sedimentuen sakabanaketa ezagutzeko eta ingurune sedimentarioari buruzko informazio gehiago lortzeko, paleokorrontearen berri ematen duten hainbat egitura sedimentarioen azterketa egin da: oinazpiko markak (flute eta groove egiturak), slump-ak, dike neptunoarrak eta sideritazko geruzen zamalkadurak. Neurturiko datu guztiak I. Taulan bildu dira.

6.1. Oinazpiko markak

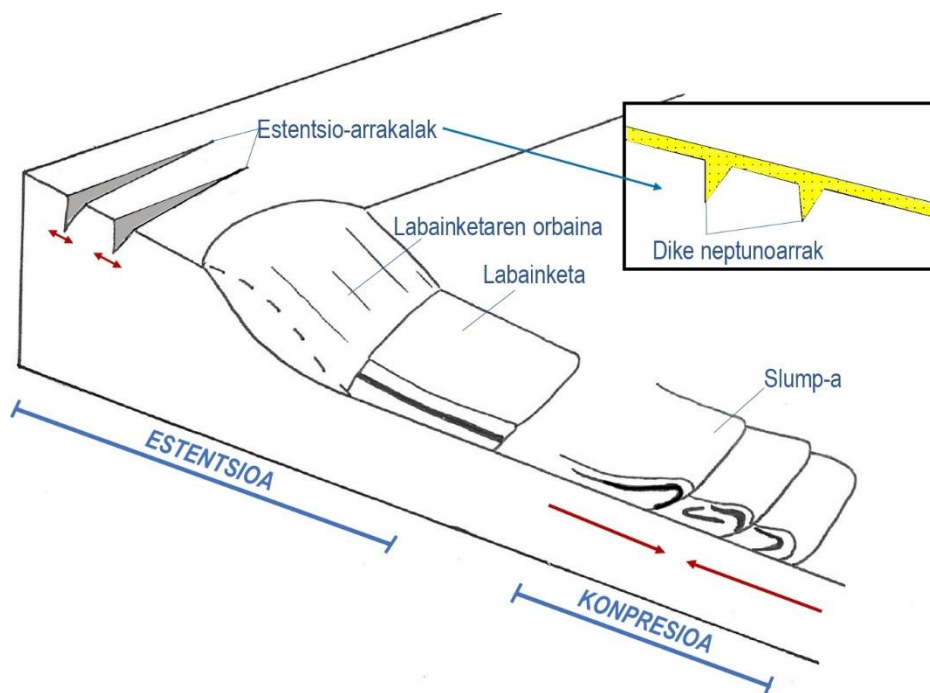
Hareharrien (1 eta 2. faziesak) oineko flute eta groove egituren norabideak neurtu dira, 23 guztira, eta paleokorronte larrosa bat egin da (12. Irudia). Emaitzek hareharriak metatu zituzten uhertasun-korronteak mendebalderantz zihoaztela adierazten dute; zehatzago esanda, N265E-ranzko batez besteko bat edukiko zuten. Hau zenbait autoreren emaitzekin bat dator: García-Mondéjar eta Pujaltek (1985) N272E eta N226E noranzkoak ematen dituzte, eta Ábalos eta Elorzak (2012) sedimentuen garraioa N268E-ko batez besteko noranzkoan eman zela ondorioztatu zuten.



12. Irudia. Oinazpiko marken noranzko eta norabideen proiektzio estereografikoa (azalera berdinekoa), geruzapena lehengoratu ondoren. Berdez fluteen noranzkoak irudikatu dira, eta urdinez grooveen norabideak. Gezi berde ilunez batez besteko noranzkoa irudikatu da.

6.2. Slump eta dike neptunoarrak

Ezpondan beheranzko grabitatezko masa-jarioak (labainketa, slump eta debris-flow-ak) gertatzean, bi esfortzu-egoera nagusi eragiten dira: ezpondaren goialdean higidurarekiko paraleloak diren estentsio-esfortzuak sortzen dira, eta ezpondaren oinean pisuak eta masa-jarioaren moteltzeak esfortzu konpresiboak eragiten dituzte (13. Irudia). Ondorioz, esfortzu estentsiboek fluxuarekiko perpendikularrak diren arrakalak sor ditzakete ezpondaren goialdean, ondoren sedimentuz bete eta dike neptunoarrak eratuz (13. Irudia). Ezpondan beheko egitura konpresiboetan, tolesen ardatzak eta zamalkaduren trazak perpendikularrak dira fluxuarekiko, eta haien bergentzia fluxuaren noranzko berekoa.



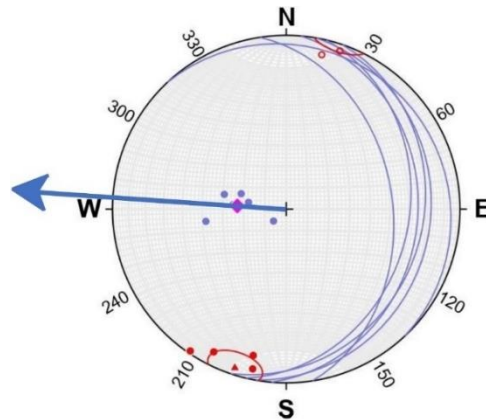
13. Irudia. Ezpondan beheranzko grabitatezko masa-jarioen eskema. Bertan estentsio-arrakala, labainketa eta slump egiturak ikus daitezke, eta haien eraketak eragindako esfortzu desberdinak. Lauki batean bilduta dike neptunoarrak irudikatu dira (ikus azalpena testuan).

1 zutabeko slump handienaren (30 metroa, ikus 3. Irudia) egiturak eta zenbait hareharrietako dike neptunoarrak neurtu dira. Slump-en kasuan, 6 zamalkaduren plano eta 6 tolesen ardatz neurtu dira (14. Irudia), datuak I. Taulan ageri direlarik. Emaitzek slump-a mendebalderantz mugitu zela adierazten dute, batez besteko N273E noranzkoan, zehatzago esanda (15. Irudia), Propwski et al. (2021)-ek haien lanean ondorioztatu zuten moduan.

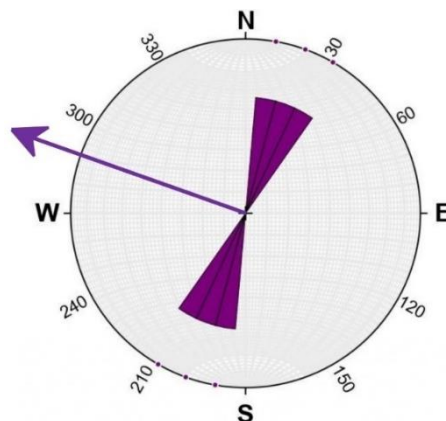
Dike neptunoarren norabidea N020E-N200E da (batez bestekoa) (16. Irudia). Beraz, estentsio-esfortzuen, eta ondorioz, higiduraren norabidea N110E-N290E izango zen. Gainontzeko grabitate-jarioen adierazleek mendebalderanzko fluxua iradokitzen dutenez, litekeena da dikeen kasuan ere N290E noranzkoan izatea.



14. Irudia. Azterturiko slump-aren argazki interpretatiboa. Zuriz eta jarraia geruzapena (S_0) eta gain higatua.; urdinez, tolesak (T_x); zuriz eta etena, zamalkadurak, gorriz idatzita (Z_x); egituren neurketak I. Taulan ageri dira.



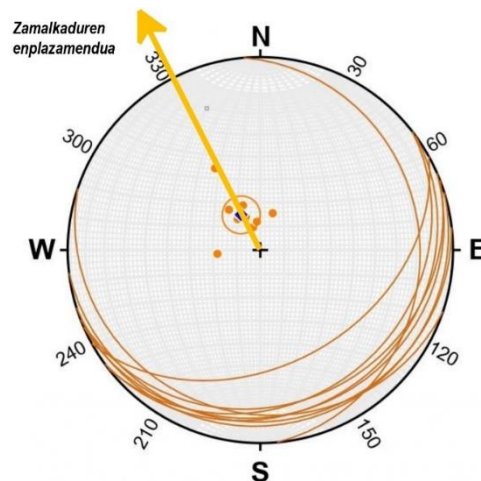
15. Irudia. Slump-en toles eta zamalkaduren proiektzio estereografikoa (azalera berdinekoa), geruzapena lehengoratu ondoren. Zirkulu maximoak, urdinez, zamalkadura planoak dira; puntu urdinak zamalkaduren poloak, eta erronbo larrosa polo hauen batez bestekoa; puntu gorriak tolesen ardatzak dira. Gezi urdinez slump-aren fluxua adierazita dago.



16. Irudia. Dike neptunoarren norabideen proiektzio estereografikoa (azalera berdinekoa), geruzapena lehengoratu ondoren. Geziak higiduraren batez bestekoa adierazten du (ikus azalpena testuan).

6.3. Zamalkadurak sideritetan

Sideriten deformazio goiztiarrak ere paleokorronteari buruzko informazioa ematen du, hauen toles eta zamalkadurak neurtuz. Lan honetan 9 zamalkadura plano neurtu dira (17. Irudia), plano hauek hegoaldealderantz okertzen direlarik (geruzapena lehengoratu eta gero), batez beste, N151E-rantz, hain zuzen ere. Beraz, higidura N331E-rantz gertatuko zen, Ábalos eta Elorzak (2012) ondorioztatu zuten noranzko berdintsuan.



17. Irudia. Siderita geruzen zamalkadura-planoen proiektzio estereografikoa (azalera berdinekoa) geruzapena lehengoratu eta gero. Zirkulu maximo laranjez, zamalkadura-planoak; borobil laranjez, zamalkaduren poloak; eta erronbo urdinez poloen batez bestekoa. Gezi laranjak zamalkaduren batez besteko enplazamenduaren noranzkoa adierazten du.

I. Taula. Neurtu diren paleokorronte guztiak (geruzapenaren deformazioa kendu ondoren) biltzen dituen taula.

Oinazpiko markak		Slump-a*		Dike neptunoarrak	Sideriten zamalkadurak
Flute	Groove	Zamalkadura-planoak	Tolesen ardatzak		
N286E	N103E-N283E	Z1: 62/150	T1: 41/210	N010E-N190E	36/138
N220E	N040E-N220E	Z2: 70/140	T2: 36/230	N020E-N200E	45/181
N287E	N105E-N285E	Z3: 64/120	T3: 46/230	N030E-N210E	50/165
N240E	N060E-N240E	Z4: 64/125	T4: 39/200		45/165
N225E	N010E-N190E	Z5: 67/148	T5: 60/220		50/157
N240E	N095E-N275E	Z6: 50/160	T6: 54/210		40/168
N260E	N080E-N260E				45/160
N250E	N090E-N270E				42/171
N260E	N080E-N260E				69/157
N263E	N090E-N270E				
N250E	N100E-N280E				
N252E					

*Neurturiko slump-a 1. zutabeko (3. Irudia) 28-31 metroen artean dagoena da. Z1-Z6 slump horretako zamalkadurak dira (ikus 14. Irudia) eta T1-T6 tolesak.

7. KORRELAZIOA. GERTAKARI-ESTRATIGRAFIA

7.1. Gertakari-estratigrafiaren oinarriak

Flysch Beltza Taldea sakonera handiko itsaspeko metakinez osaturik dago eta bertan arroka siliziklastikoak (hareharriak, lutitak eta konglomeratuak) nagusi izanik ere, arroka kaltziklastiko (bretxak eta kalkarenitak), bolkanoklastiko eta karbonato autigenikoak (siderita eta kareharriak) baditu proportzio txikiagoan. Metakin gehienak grabitate-jario mota ezberdinen ondorioz sortuak dira, hala nola, uhertasun-korrante, debris-flow, labainketa eta slumping prozesuen bidez, itsaspeko gune aldapsuetan (ezponda eta itsaspeko konoen ingurune sedimentarioak; García-Mondéjar et al., 2004). Litologiaren eta prozesu sedimentarioen aniztasunak eragiten du unitate litoestratigrafiko honen fazies sedimentarioak oso dibertsuak izatea eta albo-aldaketa ugari izatea, eta horren ondorioz, eta fosil datatzaileen faltan, toki ezberdinetako segida estratigrafikoen arteko kronokorrelazioa (edo korrelazioa) zaila izatea. Horrelako kasuetan, segiden arteko korrelazioak hobetzeko edo bereizmen handiagoko korrelazioak lortzeko gertakari-estratigrafia da erabili izan den metodoetako bat. Estratigrafiaren esparru honen helburua zera da: ez-ohiko eta bat-bateko gertakariak metatutako geruzak edota sortutako gainazalak erabiliz segida estratigrafikoen artean adin bereko arrokak identifikatzea eta garaikidetasuna (isokrona) ezartzea (kronokorrelazioa egitea) (Kuffman, 1988; Einsele, 1998). Eta metodo hau izan da, hain zuzen ere, lan honetan erabili dena altxatutako zutabeen arteko bereizmen ahalik eta handieneko korrelazioa egiteko. Dena den, gertakari-metakin mota bakoitzak balio ezberdina izan dezakeenez korrelazioak egiteko garaian, lanaren helburuetako bat ikertu diren fazies bakoitzak korrelazio-tresna bezala zein baliogarritasun duen zehaztea da.

Gertakari-estratigrafiaren testuinguruan ari garelarik, lehenik gertakari geologiko bat zer den azaldu behar da: epe laburreko (ordu batzuetatik 100.000 urte arte) prozesu fisiko, kimiko edo biologiko bat; hau da, geologikoki bat-batekotzat jo daiteke, eta ondorioz, bere metakinak (gertakari-metakinak) isokrona ia perfektuak izan daitezke. Gertakari-metakin edo gertakari-horizonte hauek erabiliz segida sedimentarioak korrelazionatzeaz arduratzen da gertakari-estratigrafia. Eta denboran (edo segida bertikalean) elkarrengandik oso gertu dauden gertakari-metakin bidez bereizmen handiko korrelazioak lor daitezke (bereizmen handiko gertakari-estratigrafia).

Gertakari-metakin hauek haien sedimentu ostalariarekin alderatuz, konposizioan, ehunduran eta fosil edukian oso desberdinak izaten dira (Einsele., 1998), eta korrelazionagarriak izateko bi baldintza bete behar dituzte: 1) albo-jarraitasun handia izan behar dute; eta 2) beste metakinengandik bereizten dituzten ezaugarri bereizgarriak izan behar dituzte. Mota desberdineko gertakari-metakinak daude: fisikoak (errauts bolkanikoak, jario-piroklastikoak, grabitate-jariozko metakinak, tenpestitak eta meteoritoen inpaktuek sorturiko metakinak), kimikoak (konkrezioen eraketa edota elementu edo isotopo desberdinen kontzentrazioak), biologikoak (gertakari ekologikoak, eboluzio-gertakariak edo estintzio-gertakariak) eta konposiziozkoak (hiruren arteko nahasketa) (Kauffman, 1988). Lan honetan gertakari-metakin fisikoak eta kimikoak aztertuko dira: fisikoen

barnean bolkanismo leherkorreko metakin piroklastikoak (errauts-erorketazko eta jario piroklastikozko metakinak) eta grabitate jariozko metakinak (labainketa, slump eta turbiditak) sartzen dira; kimikoetan, berriz, sideritazko eta kaltzio karbonatozko konkrezioak daude, nahiz eta jatorri diagenetikoa izan, gehienetan gainerako gertakari-metakinekiko posizioa mantentzen dute eta gertakari-metakintzat har daitezke (Kauffmann, 1988).

7.2. Korrelazionatutako geruzak eta lodiera aldakortasuna

18. Irudian 707 metrotako distantzian zehar altxatutako lau zutabeen arteko korrelazioa ageri da, non korrelazionatu ahal izan diren gertakari-geruza guztiak (27 geruza) fazieska ezberdinduta ikus daitezkeen. II. Taulak, berriz, korrelazionatutako geruzen lodiera-aldaketak biltzen ditu. Geruza-kopuruari dagokionez, gehien korrelazionatzea lortu direnak fazies piroklastikoak izan dira (5., 6. eta 7. faziesak), 22 geruzekin; hurrenak sideritazko konkrezioak (8. faziesa), 2 geruzekin; baita slump eta labainketak (4. faziesa) ere, 2 geruzekin; ondoren kaltzio karbonatozko konkrezioak (3. faziesaren tarte bat), geruza bakarrarekin; eta gutxien, hareharriak (1. eta 2. faziesak), 0 geruzekin:

- Fazies piroklastikoen geruzak: hareharri bolkanikoei (5. faziesa), dagokienez 20 geruza korrelazionatzea lortu da. Geruzak identifikatzeko eta korrelazionatzeko, haien konposizioa, lodiera, pikor tamaina, egitura sedimentarioak (gradazioa, egitura gabea, e.a) eta kokapen estratigrafiko erlatiboari (beste geruzekiko okupatzen duen posizioa) erreparatu zaio. Legardun hareharri bolkanoklastikoa eta mikrobretxa bolkanoklastikoari dagokienez (6. eta 7. faziesak hurrenez hurren), biak korrelazionatu dira, lehena 1 eta 2 zutabe nagusien artean eta bigarrena eremu osoan zehar, lau zutabeetan.

Korrelazionatutako zutabeen artean geruzen lodiera konstante mantentzen da kasu batzuetan, baina beste batzuetan aldaketak ikusi dira (II. Taula). Korrelazionatutako hareharri bolkanikoetako geruza gehienak, 10 hain zuzen ere, ekialderantz mehetzen direla ikusi da. Hiru geruzek, ordea, kontrako joera erakutsi dute, ekialderantz loditzea, alegia. Azkenik, gainerako geruzetan ez da lodiera aldaketa nabarmenik nabaritu. Legardun hareharri bolkanikoan ere ez da lodiera aldaketarik ikusi, baina bai mikrobretxa bolkanikoan: ekialderantz nabarmenki mehetzen dela ikusi da, batez ere 2 eta 4 zutabeen artean. Lodiera aldaketa hauek II. Taulan bildu dira.

- Slump eta labainketa metakinak: 1 eta 2 zutabeen artean slump bat korrelazionatzea lortu da, eta labainketatik slump-erako trantsizioa egiten duen beste bat. Hauek korrelazionatzeko haien kokapen estratigrafikoa, lodiera, eta jada korrelazionaturiko errauts bolkanoklastikoekiko kokapena hartu da kontuan.

Korrelazionaturiko slump eta labainketa metakinen artean ez dago lodiera aldaketa nabarmenik edo esanguratsurik (II. Taula), baina korrelazionatu ez diren slump batzuk metro gutxi batzuetan desagertzen direla ikusi da.

- Sideritazko eta kaltzio karbonatozko konkrezioak: sideritazko konkrezioen bi tarte korrelazionatzea

lortu da, jada korrelazionaturiko errauts bolkanoklastikoekiko kokapena kontuan hartuz. Haietako bat konkrezioz osaturik dago bi zutabeetan, baina bigarrena zutabe batean geruza moduan eta bestean konkrezio moduan agertzen da. Hala ere, hau ohikoa izaten da metakin diagenetikoetan, eta bi isokronen artean badaude gertakari-metakin bera bezala har daitezke (Kauffman, 1988).

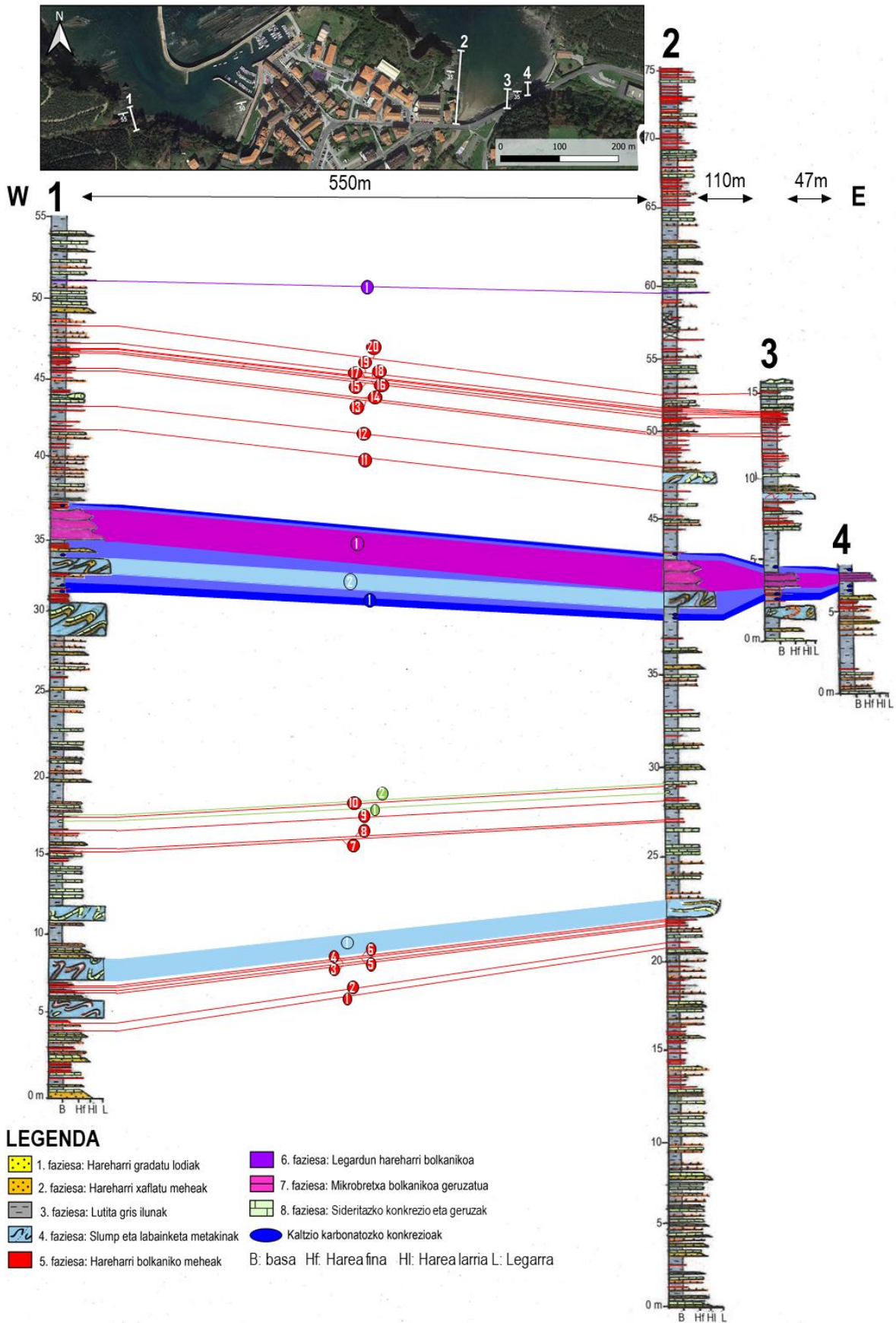
Sideritazko geruza eta konkrezioen lodieran ez da aldaketa nabarmenik ikusi; kaltzio karbonatozko konkrezioen tartean, aldiz, ekialderantz mehetzen dela ikusi da (II.Taula). Mehetze hau, mikrobretxa bolkanoklastikoa bezala, 2 eta 4 zutabeen artean gertatzen da gehien bat (II. Taula). Kaltzio karbonatozko konkrezioei dagokienez, mikrobretxa bolkanikoaren gainean eta azpian konzentratzen dira tarte mehe batean, eta tarte hau lau zutabeetan jarraitu ahal izan da; beraz, konkrezio tarte horren hasiera eta bukaera isokronatzat hartu dira.

- Turbiditak: turbidita geruzak ezin izan dira korrelazionatu zutabeen artean, modu fidagarrian behintzat. Korrelazionaturiko gainerako faziesen artean hareharrizko geruza ugari topatu badira ere, dituzten ezaugarriak (lodiera, barne-egitura...) nahiko desberdinak direnez zutabeen artean, ezin izan da fidagarritasunez loturarik ezarri. Korrelaziorako zailtasun hori azalaramendu-eskalan frogatu daiteke ere, non hareharrizko geruzek lodiera aldakortasun handia erakusten duten (ikus I. Eranskineko E2. Irudia), eta hainbat kasutan metro gutxi batzuetako distantzian 30 cm-ko lodiera izatetik desagertzera pasatzen diren.

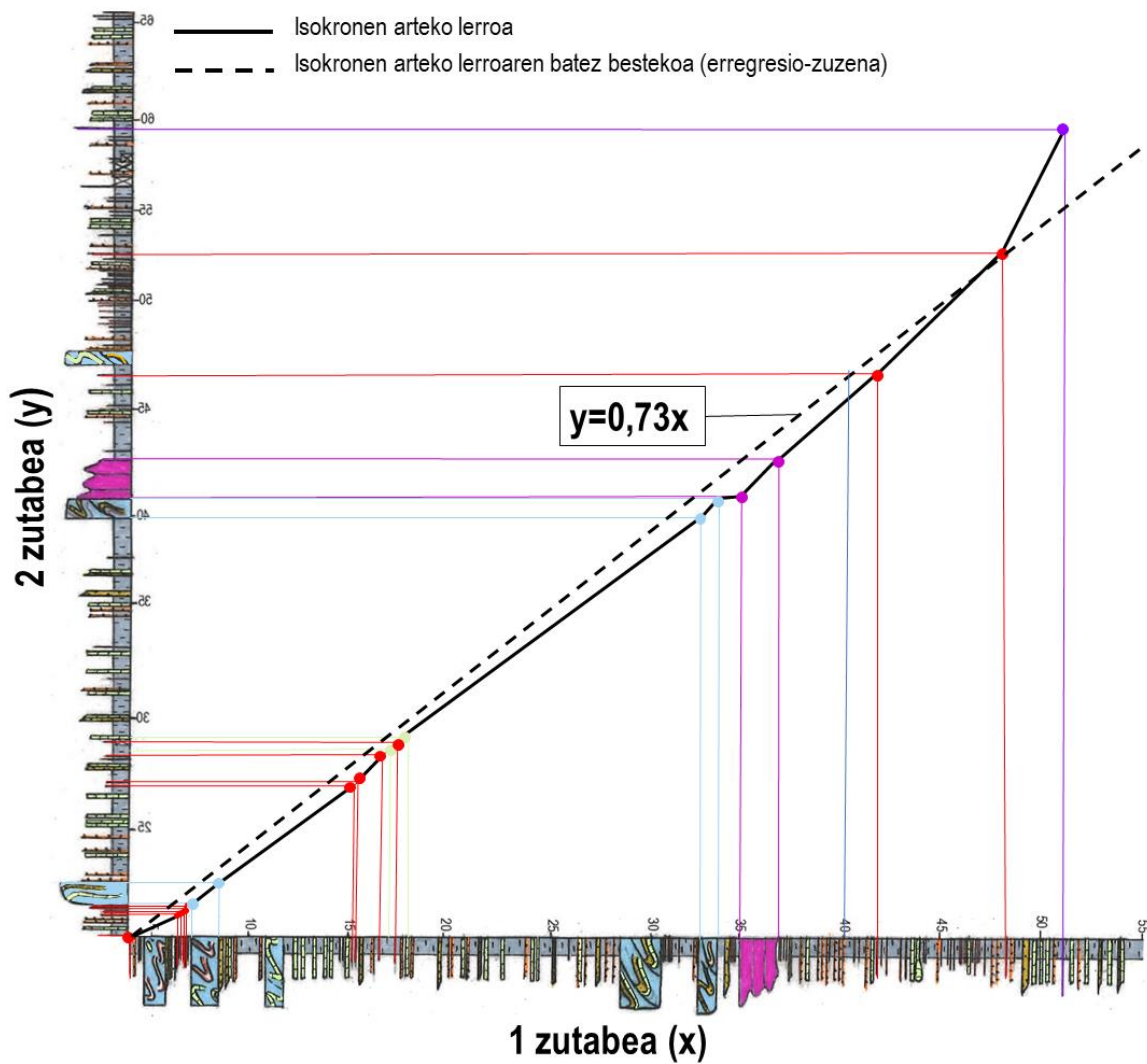
7.3. Korrelazio grafikoa

Korrelazio-panel bat eraikitzeaz gain korrelazio grafikoa ere egin da (19. Irudia), korrelazioan modu zehatzago batean ikusteko balio duen metodoa (Kauffman, 1988). Bertan, korrelaziorako erabili diren bi zutabe nagusiak (1 eta 2 zutabeak) bi ardatzetan jarri dira: X ardatzean 1 zutabea, eta Y ardatzean 2 zutabea. Ondoren, korrelazionaturiko gertakari-geruzak bi ardatzen artean elkartu dira, bakoitzak puntu bat eratuz. Puntu hauek lotuz, isokronen arteko lerroa atara da, eta lerro hauen maldaren aldaketek zutabeen arteko sedimentazio-tasen aldaketak adierazten dituzte. Azkenik, erregresioz, isokronen arteko lerroaren batez bestekoa atara da, eta baita zuzen honen ekuazioa ere ($y=0,73x$).

Korrelazio grafikoiari erreparatuz, segida osoan zehar sedimentazio-tasaren desberdintasuna 1 eta 2 zutabeen artean nahiko konstantea dela ikusten da: malda 1 baino txikiagoa da, eta beraz, 1 zutabeen sedimentazio-tasa handiagoa dago 2 zutabeen baino. Hain zuzen ere, 1 zutabeen 47 m metatu diren bitartean 2 zutabeen 39 m metatu dira, hots, %20 gehiago 1 zutabeen 2 zutabeen baino. Hau eskala handian zein txikian gertatzen da, hau da, bai grafikoen osotasunean bai puntuen arteko zuzenetan. Azken metroetan, ordea, aldaketa bat dago, eta sedimentazio handiagoa dago 2 zutabeen, lerroaren malda 1 baino handiagoa baita, nabarmenki.



18. Irudia. Lau zutabeen artean egin den korrelazioa. Isokrona bakoitza faziesaren kolore berarekin adierazi da. Zenbakiekin adierazi da ere korrelazionatutako geruza bakoitza (2. Irudiko berak) Zutabeak goiko mapan kokatuta daude.



19. Irudia. 1 eta 2 zutabeen arteko korrelazio grafikoa. Kolore desberdinez korrelazionatu den gertakari-metakin mota bakoitza adierazi da, eta hauen elkarketa kolore bereko puntu batez. Hauek elkartuz, marra beltz jarraiaz, isokronen arteko lerroa marraztu da. Marra eten beltzez, aurrekoaren batez bestekoa adierazi da, eta honen zuzenaren ekuazioa laukizuzenaren barruan.

II. Taula Korrelazionatu diren 1 eta 2 zutabeetako geruzen lodierak eta hauen lodiera aldaketa (1 zutabetik 2-ra), ehunekoetan adierazita. Kolore desberdinez gertakari-metakin desberdinak bereizi dira, eta zenbakiak 2. eta 18. Irudiko berak dira.

Korrelazionatutako geruzak		1 zutabeko lodiera (cm)	2.zutabeko lodiera (cm)	Lodiera desberdintasuna (1 zutabetik 2 zutabera)
Hareharri bolkanikoa (5. fazies)	1	1	1	%0
	2	1,5	1,5	%0
	3	1,2	1	%20 mehetu
	4	0,4	0,2	%50 mehetu
	5	1,2	1	%20 mehetu
	6	2,5	3,5	%40 loditu
	7	0,2	0,2	%0
	8	0,2	0,2	%0
	9	0,8	0,5	%37,5 mehetu
	10	3,5	2	%40 mehetu
	11	1	0,3	%70 mehetu
	12	2	1,5	%25 mehetu
	13	0,5	0,8	%37,5 loditu
	14	0,9	1,2	%25 loditu
	15	0,2	0,2	%0
	16	2	1,2	%40 mehetu
	17	2	2	%0
	18	2	2	%0
	19	4	2,5	%37,5 mehetu
	20	4	1	%75 mehetu
Legardun hareharri bolkanikoa (6. fazies)	1	0,5	0,5	%0
Mikrobretxa bolkaniko geruzatua (7. fazies)	1	186	16	%14 mehetu (1-tik 4-ra %70 mehetzen da)
Slump-ak (4. fazies)	1	1,25	1	%20 mehetu
	2	0,9	0,9	%0
Sideritazko konkrezioak (8. fazies)	1	12	12	%0
	2	10	5	%50 mehetu
CaCO₃ konkrezioen tartea (3. faziesaren parte)	1	700	365	%47 mehetu

8. EZTABAIDA

8.1. Eredu sedimentarioa

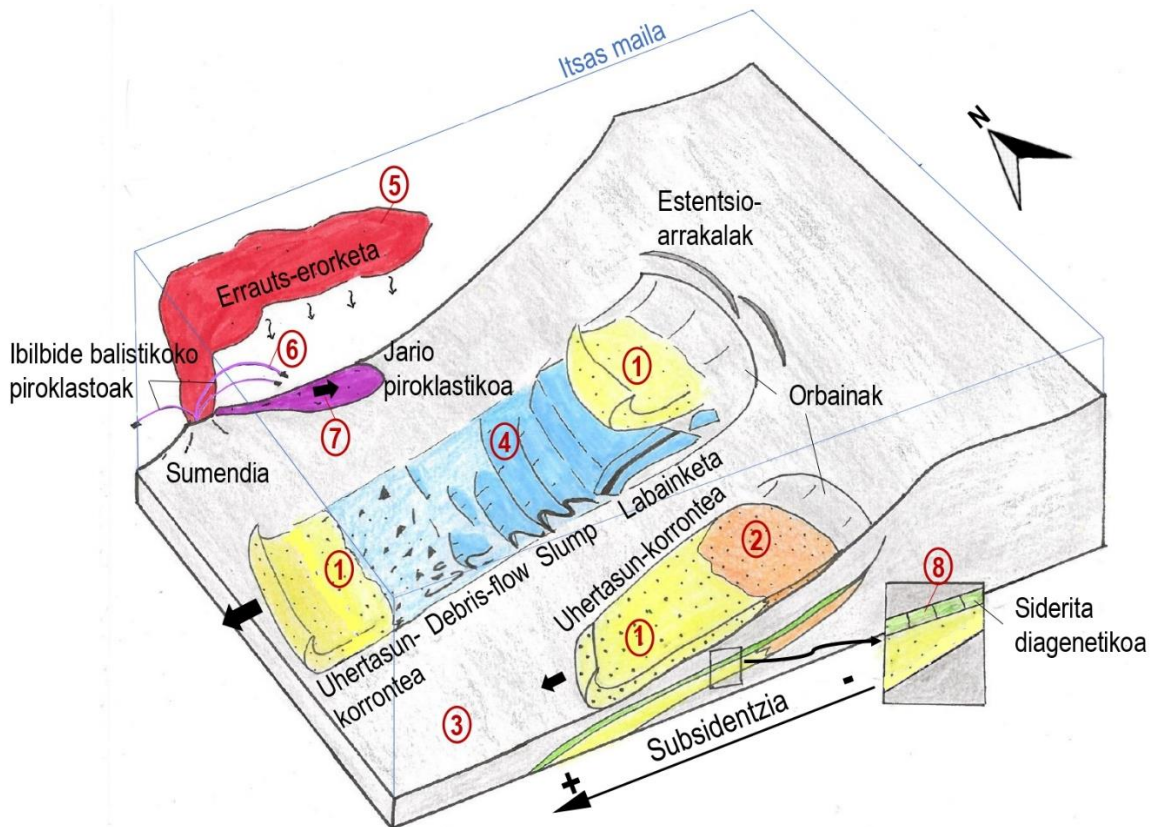
Deskribaturiko Flysch Beltzeko segidako grabitate-jarioen faziesek (turbidita, slump, labainketa eta lutitak), fosilek (ammonite eta belemniteak) eta lorratz fosilek (*Chondrites*, *Thalassinoides*, *Rhizocollarium* eta *Stelloglyphus llicoensis/Taenidium?*) metakin hauek sakonera handiko itsas ingurune batean metatu zirela iradokitzen dute. Sakonera handiko itsasoetan hiru ingurune sedimentario orokor desberdintzen dira (Stow, 1985): itsaspeko konoak, ezponda-mantalak eta ingurune pelagikoak. Aztertutako Armintzako arroken kasuan, ingurune pelagikoa baztertu egin daiteke beren metaketa-eremu bezala, hain zuzen ere oso ingurune urrun, lau eta sakona izanik, bertan tipikoki pikor finekoak diren sedimentu pelagiko eta hemipelagikoak metatzen baitira, birsedimentazio-prozesuak ez-ohikoak direlarik; aldiz, lan honetan aztertutako metakinak larriagoak direnez eta gehienak grabitate-jarioez (uhertasun-korranteak, labainketak eta slump-ak) eratu direnez itsaspeko eremu aldapatsu batean eratu zirela adierazten dute, ezponda-oineko ingurune batean alegia.

Ezponda-oineko eremuan, itsaspeko konoak zein ezponda-mantalak sistema sedimentarioak era daitezke. Itsaspeko konoetan metakin nagusiak turbiditak dira, eta sedimentuaren elikatze-puntu bakar bat eta sedimentu hau garraiatzeko bide nagusi bakar bat egon ohi dira (Stow, 1985). Bertatik doazen uhertasun-korranteek, kilometro askotan jarraitu daitezkeen turbidita jarriak metatzen dituzte, eta haietan alde hurbiletik urrunera pikor tamaina gradualki fintzen da, baita metakinaren lodiera txikitu ere. Bestalde, itsaspeko konoetan barne-kono, erdi-kono eta kanpo-konoa bereiz daitezke, hauen fazies-elkarketek horizontalean (egungo konoetan) zein bertikalean (antzinako konoetan) antolamendu eta orden jakin bat jarraitzen dutelarik (fintze- eta mehetze-edota larritze- eta loditze-joerak, besteak beste). Altxaturiko zutabeetan, ordea, ez da inongo antolamendu bertikalik ikusi, fazies desberdinak ordenik gabe, ausaz, tartekatzen dira, eta joera nabarmenik erakutsi gabe. Bestalde, aztertutako turbiditek albo-jarraitasun oso txikia dute, baita paleokorranteekiko norabide paraleloan ere, iradokiz itsaspeko kono bateko baino uhertasun-korrante lokalago eta txikiagoek eratu zituztela. Hau ezponda-mantaletan ohikoagoa da, bertako sedimentu ekarpena lokalagoa eta elikatze-puntu anitzez osatua izan ohi baita.

Hareharrien oinazpiko marketan neurturiko paleokorranteek ere ezponda-mantala izan daitekeela iradokitzen dute. Itsaspeko konoetan, uhertasun-korranteak ezponda-oinera iristean lobuluetan banatzen dira, forma erradial bat eratuz; beraz, paleokorranteek sakabanaketa handia erakusten dute alde batera zein bestera. Neurturiko paleokorranteetan, ordea, noranzko nagusi bat ikus daiteke, mendebalderanzkoa, eta neurketa gehienak gutxi urruntzen dira noranzko horretatik, sakabanaketa txikia erakutsiz, ohiko ezaugarria dena ezponda-mantaletan.

Laburbilduz, Armintzako aztertutako metakinen gehiengoak grabitate-jarioen ondorioz eratuak direnez eta erakusten duten albo-jarraitasun oso txikia (geruza-mailan), antolamendu bertikal eza (faziesen ausazko

tartekatzea), pikor- eta lodiera-joera bertikal eza, eta sakabanaketa txikiko paleokorrante unidirekzionalak kontuan hartuta, ezponda-mantal batean metatu zirela esan daiteke. Ezponda-mantal honen ezaugarri nagusiak 20. irudian adierazi dira, non aztertutako fazies guztiak kokatu diren, haien eraketa-prozesua irudikatuz, baita hauen garraioaren norabidea ere. Neurtutako paleokorranteek adierazten dute grabitate-fluxuen noranzkoa mendebalderanzkoa dela eta, beraz, ezponda-mantala mendebalderantz begira zegoela interpretatu daiteke.



20. Irudia. Aztertutako metakinak sedimentatu ziren ezponda-mantalaren eredu deposizionala. Fazies bakoitzak bere zenbakia du, gorri adierazi dena: 1. Hareharri gradatu lodiak, 2. Hareharri xaflatu meheak, 3. Lutita gris ilunak, 4. Slump eta labainketa metakinak, 5. Hareharri bolkanikoak, 6. Legardun hareharri bolkanikoa, 7. Mikrobretxa bolkaniko geruzatua eta 8. Sideritazko konkrezio eta noduluak. Beltzez, prozesuak zein bestelako elementuak adierazi dira.

Hareazko turbiditak (1. eta 2. faziesak) mendebalderantz bideratutako uhertasun-korrante lokalek metatu zituzten. Hauetako batzuk labainketa eta slump-ekin erlazioz egon zitezkeen, bai haien maldan behearazko eboluzioaren ondorioz (labainketatik slump-era, slump-etik debris flow batera eta debris flow batetik uhertasun-korrante baterako maldan behearazko eboluzioa), baita slump-en atzetik sorturiko uhertasun-korranteen ondorioz ere, inoiz slump-en gainean, zuzenki, turbiditak topatzen baitira. Beste turbidita batzuk, ordea, besterik gabe ezpondan behera uhertasun-korranteen bidez garraiatutako sedimentuek eratu zituzten, slump eta labainketa prozesuekin erlaziorik eduki gabe. Lutitak, 5. atalean aipatu den moduan, uhertasun-korrante hauen urruneneko metakinak izan daitezke, edota baldintza lasaietan (hemipelagikoetan) metaturikoak. Slump eta labainketa metakinak, berriz, ezpondaren malda eta grabitateagatik eratuko ziren,

nahiz eta posiblea den garai hartan ohikoa zen bolkanismo leherkorra haien eragile bat izatea ere. Fazies bolkanoklastikoak (5., 6. eta 7. faziesak) prozesu piroklastikoen ondorioz eratuak izan direla interpretatu direnez, hauen eraketak itsaspeko bolkan leherkor bati (edo batzuei) lotuta egon daitezke (20 Irudia.): zabaltzen eta erortzen diren errauts piroklastikoen hodeiak (5. faziesa), ibilbide balistikoa duten klasto larriagoak (6. faziesa), eta sumenditik behera doazen fluxu piroklastikoak (7. faziesa). Azkenik, sideritazko geruzak eta konkrezioak (8. faziesa) ezpondako sedimentupean (gehienetan hareharri geruzen gainean) eratuko ziren, bertako materia organiko ugari eta baldintza erreduzitzailen eraginez (disoxia/anoxia).

Segida osoa aztertuz, korrelazioan argi ikusten da segidaren lodiera handiagoa dela (%20an) mendebaldean (1 zutabea) ekialdean baino (2 zutabea) (18. eta 19. Irudiak). Mendebalderanzko loditzea behatzen da bai korrelazionatutako tartearen osotasunean bai hurrenez-hurren dauden isokronen artekoan (nahiz eta azken metroetan joera hau ez da betetzen). Beraz, mendebaldean sedimentu gehiago metatu zen ekialdean baino, iradokiz mendebaldean, subsidentzia handiagoa zela ekialdean baino. Korrelazioaren lehen metroetan (18. Irudia) oso ugariak dira hareazko turbiditak; hala ere, 1 zutabea turbidita hauek nabarmenki lodiagoak dira (1. faziesa), eta 2 zutabea, aldiz, meheagoak (2. faziesa). Uhertasun-korronteak ekialdetik mendebaldera zihozenez (1 zutabetik 2 zutabera), eta, esan bezala, subsidentzia handiagoa zenez mendebaldean, turbidita lodiagoak metatu ziren alde urrun eta subsidenteanean, egokitze-espazio gehiago sortzen zelako. Azken metroetako joera aldaketa, berriz, higadura eta bersedimentazio prozesu hauekin lotu daiteke. Baliteke labainketa prozesu batek 1 zutabeko erregistroaren zati bat higatu eta ezpondan behera eraman izana eta haren orbaina ikusi ere ez egitea. Beraz, litekeena da 2 zutabea aurkitzen diren sedimentuak (tartean, korrelazionatu gabeko hainbat hareharri bolkaniko) 1 zutabea ere metatzea, baina ondoren higatuak izatea.

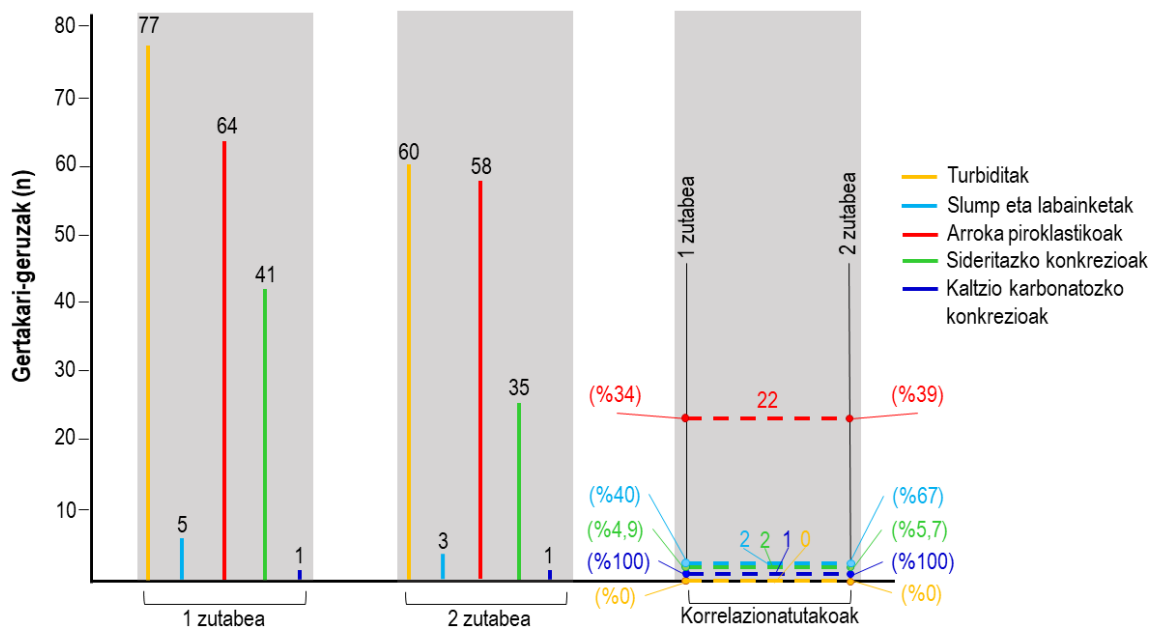
Azkenik, bolkanismoaren jatorriari dagokionez, mikrobretxa bolkanoklastikoaren eta hainbat hareharri bolkanikoren ekialderanzko mehetzeak material hauen jatorria mendebaldean kokatzen du (Fisher eta Schmincke, 1984), eta beraz, bolkan leherkor elikatzailea ikerketa-eremua baino mendebalderago kokatuko zen. Ereku horretan, badaude konposizio bereko eta garai berdintsuko bolkan leherkorrak (Agirrezabala et al., 2017). Lan horretan, Azkorri (Gorliz) diatrema bi eta horiek sorturiko metakin piroklastikoak dokumentatu dira. Metakin hauek trakitikoak dira (aztertu direnen antzera) eta *H. varicosum* Biozonaren barnean kokatzen dira (lan honetako segidak ere *H. varicosum* Biozonakoak dira). Metakin piroklastikoak, beraz, ekialderantz garraiatu ziren, metakin terrigenoen aurkako noranzkoan, hain zuzen ere.

8.2. Korrelazionagarritasuna

Ingurune sedimentarioaren ezaugarriengatik eta faziesak metatu zituzten prozesu desberdinengatik metakin batzuk besteak baino gehiago hedatzen dira espazioan, eta honek guztiz baldintzatuko du haien korrelazionagarritasuna. Hau baldintzatuko duen beste faktore garrantzitsu bat metakinen preserbazioa da, ingurune sedimentarioaren ezaugarriekin guztiz lotuta dagoena (Einsele, 1998). Ezpondetan, bersedimentazio

eta higadura prozesuak ohikoak izanda, preserbazioa zaildu daiteke kasu batzuetan, eta ondorioz, korrelazionagarriak izan zitezkeen hainbat metakin erregistrotik ezabatu daitezke. Azkenik, gertakari-metakinak korrelazionagarriak izateko inguruko beste metakinekiko ezohiko ezaugarri bereizgarriak izan behar ditu ere, toki ezberdinetan fidagarritasunez identifikatu ahal izateko geruza bera.

21. irudian Armintzan 1 eta 2 zutabeetan erregistratutako gertakari-metakin desberdinen kopurua ageri da, eta baita horietatik zenbat korrelazionatzea lortu diren. Azkenik, bi datu hauek kontuan hartuz, zutabe bakoitzean gertakari-metakin bakoitzak duen korrelazionagarritasuna (ehunekoetan) kalkulatu da. Gehien korrelazionatu diren gertakari-metakinak piroklastikoak izan dira (22 geruza), eta hauen artean nabarmenki erorketazko errautsak (hareharri bolkanikoak, 5. faziesak, 20 geruza); horren arrazoa nagusiak zera lirateke: geruza horiek oso ezaugarri bereizgarriak dituztelako eta albo-hedapen handia dutelako. Ondoren, slump eta labainketa metakinak (2 geruza) eta sideritazko konkrezioak (2 geruza) daude, ondoren kaltzio karbonatozko konkrezioak (1 geruza) eta azkenik, turbiditak, hauek kopuruz gehiengoa badira ere, bat bera ere ezin izan da korrelazionatu.



21. irudia. Ezkerretik eskuinera, 1 zutabeko gertakari-metakin kopurua, 2 zutabeko gertakari-metakin kopurua, eta 1 eta 2 zutabeen artean korrelazionatutako gertakari-metakin kopurua. Koloreetako marrez gertakari-geruza mota bakoitza adierazi da eta hauen kopurua zenbaki beltzez. Marra eten horizontalez korrelazionatutako gertakari-geruzak adierazi dira eta hauen kopurua beltzez. Azkenik, zenbakiz eta bakoitzaren kolorearekin korrelazionatutako ehunekoak adierazi da, aurkitu direnetatik korrelazionatutakoak zenbat diren kalkulatu, zutabe bakoitzean. Turbiditek 1. eta 2. faziesak barneratzen dituzte, slump eta labainketek 4. faziesak, metakin bolkanoklastikoek 5, 6 eta 7. faziesak, sideritazko konkrezioek 8. faziesak eta kaltzio karbonatozko konkrezioak 3. faziesaren parte dira.

Hareharri bolkaniko (5. faziesak) asko korrelazionatu ezin izanaren arrazoa hauek slump edo labainketa bidez birsedimentatuak izan direlako da, metatu ziren lekutik higitu eta ezpondan behera eramanaz. Kasu bat

baino gehiagotan ikusi da, zutabe batean hareharri bolkanikoak zeuden bitartean bestean hareharri bolkanoklastikodun slump bat zegoela, beraz, birsedimentatutako errauts bera zela pentsa daiteke. Honez gain, baliteke uhertasun-korrante batzuek haien bidean hainbat hareharri bolkaniko higatu izana ere, hauen arrastoa guztiz ezabatuz, asko geruza oso meheak baitira. Slump eta labainketen kasuan, batzuk 500 metro baino gehiagotan jarraitu ahal izan badira ere, beste asko metro gutxi batzutan bukatu egiten direla ikusi ahal izan da; beraz, metakin hauek oso prozesu lokalen bidez sortuak dira eta ondorioz, hedadura txikia dute. Honez gain, labainketa eta slump-ak bezalako grabitate-jarioek ezpondaren zati hurbilagoan orbainak uzten dituzte, ondoren ezponda-oinean metatzen direlarik. Orbain hauek, normalean, geroago sedimentuz betetzen dira, eta honek zaildu egiten du hauek identifikatzea. Bestetik, hareazko turbiditak, aipatu den moduan, prozesu oso lokalen bidez eratu dira eta, beraz, hori da haien korrelazionagarritasun txikiaren arrazoia: albo-jarraitasun oso eskasa (I. Eranskineko E.2. Irudia), alegia. Are gehiago, metakin piroklastikoekin alderatuz, ez dute besteengandik bereiztea baimen ditzaketen ezaugarri nabarmenik, nahiko antzekoak dira haien hartean, eta honek ere korrelazionatzea zailtzen du. Azkenik, konkrezioei dagokienez, aipatu da sideritazko geruzen eta konkrezioen sorrera turbiditekin lotua dagoela: normalean, siderita turbiditen gainean edo turbiditak ordezkaturik azaltzen da. Turbiditen albo-jarraitasuna txikia denez, sideritena ere txikia da, eta honek korrelazionatzea zailtzen du. Honez gain, sideriten ezaugarri bereizgarri ezak ere zailtzen du siderita-geruza bakunak identifikatzea.

9. KONKLUSIOAK

Armintzako Flysch Beltza Taldean eginiko lan sedimentologiko eta estratigrafikoarekin konklusio nagusi hauek atera dira:

- Aztertutako Flysch Beltzeko (Goi Albiar) tarteko metakinen ezaugarriek (birsedimentazio-metakinen ugaritasuna, fazies sedimentarioen ordenamendurik eza, paleokorrante unimodalen sakabaneta txikia, geruzen loditzea fluxuen noranzko berean, *Zoophycos* iknofazieseko lorratzak, ammoniteen presentzia) iradokitzen dute ezponda-mantal batean metatu zirela.
- Oinazpiko egituretan (groove eta flute) eta slump-etan neurturiko paleokorranteek denek adierazten dute grabitate-jario siliziklastikoak modu koherente batean mendebalderantz edo ipar mendebalderantz bideratzen zirela, konkretuki N283E batez besteko noranzkoarekin. Honek adierazten du ezponda-mantala ere mendebalderantz edo ipar mendebalderantz begira zegoela.
- Metakin piroklastikoen jatorria, aldiz, mendebaldean kokatzen dela interpreta daiteke, erakusten duten ekialderanzko mehetze orokorragatik. Hala izanik, Armintzatik mendebaldera kokatuta dauden garai eta konposizio bereko Azkorriko bolkan leherkorrak (Agirrezabala et al., 2017) izan litezke Armintzako metakin piroklastikoen iturria.

- Korrelazionaturiko zutabeek erakusten dute aztertutako segida-tartea mendebalderantz loditzen dela %20an, subsidentzia noranzko horretan handitzen zela interpretatuz, hots, ezpondaren maldan beherako noranzko berean.
- Flysch Beltza Taldean gertakari-estratigrafiaren bitartez korrelazioak egiteko dauden faziesetatik korrelazionagarrienak fazies piroklastikoak dira. Hauek, erlatiboki, hedadura geografiko handiena dute, ezaugarrietan (lodiera, barne-egiturak, konposizioa eta ukipenak) aldaketa txikiak erakusten dituzte, gainerako metakinetatik oso erraz bereizten dira eta geruza piroklastiko bakoitza erraz identifika daiteke segidetan.
- Gertakari-estratigrafiak, metodologia bezala, bereizmen handiko korrelazioa egitea ahalbidetu du Flysch Beltzaren baitan. Hain zuzen ere, korrelazionaturiko bi zutabe nagusien artean 27 isokrona trazatu ahal izan dira batez beste 43 m lodi den tartean. Honek suposatzen du isokrona bat 1,6 metroko (batez beste). Eta hedaduraz, metodologia hau erabilgarri izan daiteke fazies sedimentarioak oso dibertsoak eta fazies-aldaketa bortitzak (bertikalean nola alborantz) erakusten dituzten beste unitate litoestratigrafikoetan ere.

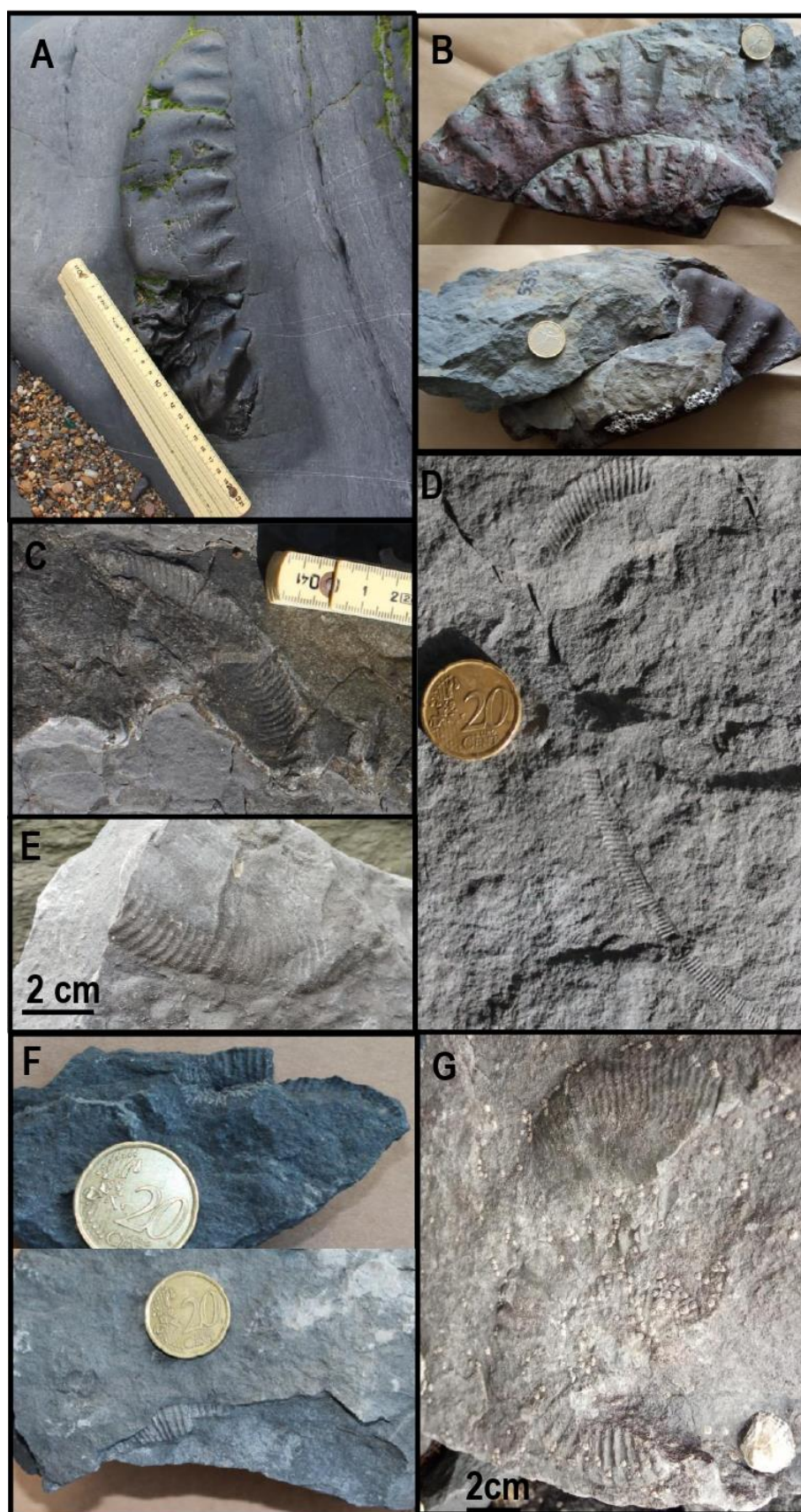
10. ERREFERENTZIAK

- Ábalos, B. eta Elorza, J., 2012. Structural Diagenesis of Siderite Layers in Black Shales (Albian Black Flysch, Northern Spain). *The Journal of Geology*, 120: 405-429. doi: 10.1086/665794.
- Agirrezabala, L.M. eta García-Mondéjar, J., 1994. A coarse grained turbidite system with morphotectonic control (Middle Albian, Ondarroa, northern Iberia), *Sedimentology*, 41: 383-407.
- Agirrezabala, L.M., Dorronsoro, C., eta Permanyer, A., 2008. Geochemical correlation of pyrobitumen fills with host mid-Cretaceous Black Flysch Group (Basque-Cantabrian Basin, western Pyrenees). *Organic geochemistry*, 39: 1185–1188. doi:10.1016/j.orggeochem.2008.03.012.
- Agirrezabala, L.M., Sarrionandia, F. eta Carracedo-Sánchez, M., 2017. Diatreme-forming volcanism in a deep-water faulted basin margin: Lower Cretaceous outcrops from the Basque-Cantabrian Basin, western Pyrenees. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 337: 124-139. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2017.03.019> 0377-0273/©.
- Castañares, L.M., Robles, S. eta Vicente Bravo, J.C., 1997. Distribución estratigráfica de los episodios volcánicos submarinos del Albiense-Santoniense en la Cuenca Vasca (sector Gernika-Pentzia, Bizkaia). *Geogaceta*, 22: 43-46.
- Einsele, G. eta Seilacher A., 1982. Cyclic and event stratification. *Geological Magazine*, 120: 311-316. <https://doi.org/10.1017/S0016756800025528>.
- Einsele, G., 1998. Event Stratigraphy: Recognition and Interpretation of Sedimentary Event Horizons. Non: *Unlocking the Stratigraphical Record: Advances in Modern Stratigraphy*, P. Doyle. eta M.R. Bennet (Ed.): 145-189. J. Wiley, New York.
- Fisher, R.V., 1961. Proposed classification of volcanoclastic sediments and rocks. *Geological Society of America*

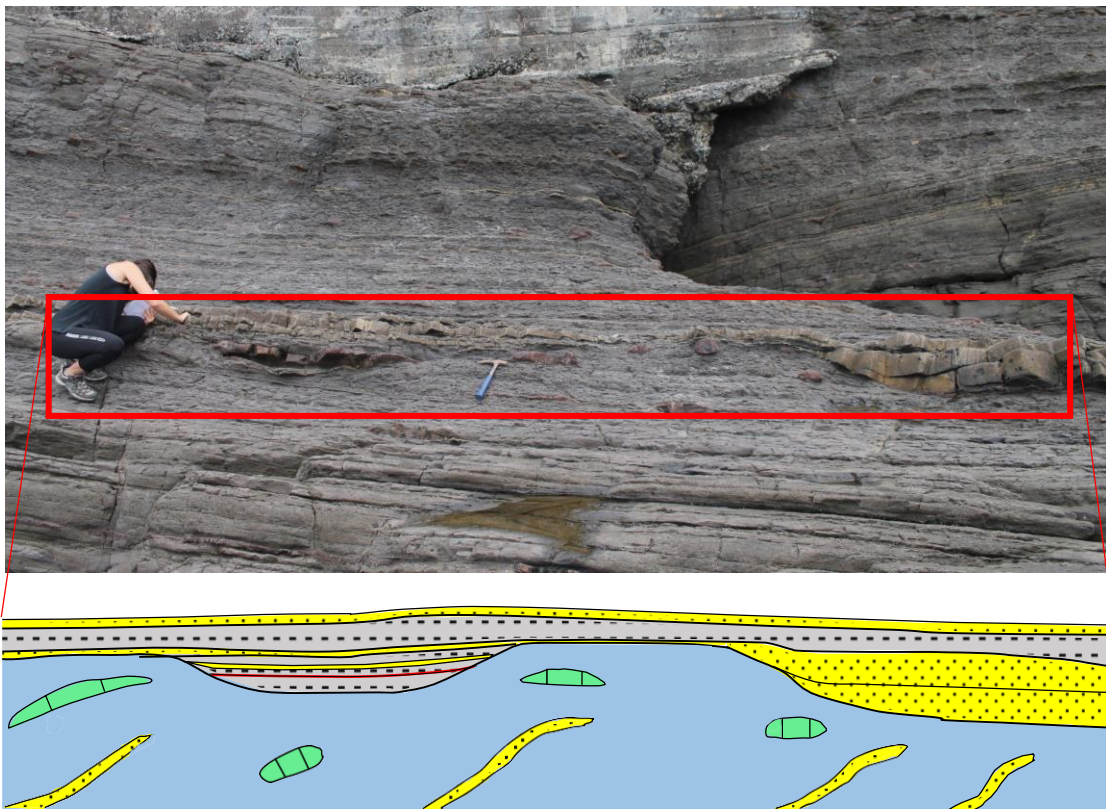
- Bulletin*, 72: 1409-1414.
- Fisher, R.V. eta Schmincke, H.U., 1984. *Pyroclastic Rocks*. University of California, Santa Barbara, 472 or., ISBN-13:978-3-540-51341-4.
- Fiske, R.S. eta Matsuda, T., 1964. Submarine equivalents of ash flows in the Tokiwa Formation, Japan. *American Journal of Science*, 262: 76-106.
- García-Mondéjar, J. eta Pujalte, V., 1985. The Black Flysch (upper Albian-lower Cenomanian) in de Bay of Armintza, Vizcaya. Non: *Excursion Guidebook of the 6th European Regional Meeting, Excursion no 9 Sedimentation and Tectonic in the Western Basque-Cantabrian area (northern Spain) during Cretaceous and Tertiary times*, M.D. Milá eta J. Rosell (Ed.): 313-329. Lleida .
- García-Mondéjar, J., Fernández-Mendiola, P.A., Agirrezabala, L.M., Aranburu, A., López-Horgue, M.A., Iriarte, E., eta Martínez de Rituerto, S., 2004. El Aptiense-Albiense de la Cuenca Vasco-Cantábrica. Non: *Geología de España*, J.A. Vera (Ed.): 291-296. SGE-IGME, Madrid.
- Gil, P.P., Yusta, I., Herrero, J.M eta Velasco, F., 1986. Mineralogía y geoquímica de las concreciones carbonatadas del Flysch Negro (Albiense Sup.-Cenomaniense Inf.) de Armintza (Vizcaya). *Boletín Sociedad Española de Mineralogía*, 9: 347-356.
- Kauffman, E.G., 1988. Concepts and methods of high-resolution evento stratigraphy. *Earth Planet Science*, 16: 605-654, doi: 0084-6597/88/0515-0605\$02.00.
- López-Horgue, M.A., Owen, H.G., Aranburu, A., Fernández-Mendiola, P.A. eta Garcia-Mondéjar, J., 2009. Early late Albian (Cretaceous) of the central region of the Basque-Cantabrian Basin, northern Spain: biostratigraphy based on ammonites and orbitolinids. *Cretaceous Research*, 30: 385-400. doi: 10.1016/j.cretres.2008.08.001.
- McPhie, J., Doyle, M. eta Allen, R., 1993. *Volcanic textures. A guide to the interpretation of textures in volcanic rocks*. University of Tasmania, Hobart, 196 or., ISBN 0 85901 522 X.
- Mutti, E. eta Ricci Lucchi, F., 1972. Turbidites of the Northern Apennines: Introduction to facies analisis. *International Geological Review*, 20: 125-166. <https://doi.org/10.1080/00206817809471524>.
- Mutti, E. eta Ricci Lucchi, F., 1975. Turbidite and facies associations. Non: *Examples of Turbidite Facies and Facies Associations from selected Formations of the Northern Apennines*, XI International Congress of Sedimentology (Ed): 21-36. Nice.
- Norin, E., 1958. *The sediments of the central Tyrrhenian Sea*. Göteborg, Kulmbach, 136 or., ISBN: UCSD:31822000589119.
- Olivet, J. L., 1996. La cinématique de la plaque Ibérique, *Bulletin des centres de recherches exploration-production Elf-Aquitaine*, 20: 131-195.
- Pickering, K., Stow, D., Watson, M. eta Hiscott, R., 1986. Deep-water Facies, Processes and Models: a Review and Classification scheme for Modern and Ancient Sediments. *Earth-Science Reviews*, 13: 72-174. [https://doi.org/10.1016/0012-8252\(86\)90001-2](https://doi.org/10.1016/0012-8252(86)90001-2).

-
- Poprawski, Y., Basile, C., Cumberpatch, Z. eta Eude, A., 2021. Mass transport deposits in deep-water minibasins: Outcropping examples from the minibasins adjacent to the Bakio salt wall (Basque Country, Northern Spain). *Marine and Petroleum Geology*, 132. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2021.105194>
- Robles, S., Pujalte, V. eta García-Mondéjar, J., 1988. Evolución de los Sistemas Sedimentarios del Margen Continental Cantábrico durante el Albiense y Cenomaniense, en el Transversal del Litoral Vizcaíno. *Revista Sociedad Geológica de España*. 1: 409-441.
- Schmidt, R., 1981. Descriptive nomenclature and classification of pyroclastic deposits and fragments: Recommendations of the IUGS Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks. *Geology*, 9: 41-43. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1981\)9<41:DNACOP>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1981)9<41:DNACOP>2.0.CO;2)
- Smith, R.L., 1960. Ash flows. *Geological Society of America Bulletin*. 71: 795-842.
- Souquet, P., Debroas, E.J., Boirie, J.M., Pons, Ph., Fixari, G., Roux, J.Cl., Dol, J., Thieuloy, J.P., Bonnemaïson, M., Manivit, J. eta Peybernès, B. 1985. Le groupe du Flysch Noir (Albo-Cénomaniense) dans les Pyrénées. *Bulletin Centre Recherches Exploration Production Elf-Aquitaine*, 9: 183-252.
- Stow, D.A.V., 1985. Deep-Sea Clastics: where are we and where are we going? *Geological Society, Special Publications*, 18: 67-93. doi: 10.1144/GSL.SP.1985.018.01.05
- Van der Voo, R., 1969. Paleomagnetic evidence for the rotation of the Iberian peninsula. *Tectonophysics*, 7: 5-56. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(69\)90063-8](https://doi.org/10.1016/0040-1951(69)90063-8).

I.ERANSKINA (Irudi gehigarriak)



E1. Irudia. Aurkitutako ammoniteen argazkiak. A) *Mortoniceras* (3 zutabeko 3. metroa) (B) *Mortoniceras crassinodatum* (1 zutabeko 55. metroa) . C) *Puzosia* (2 zutabeko 66. metroa). D) *Hamites* (1 zutabeko 49-55 metroak). (E) *Puzosia* (1 zutabeko 49-55 metroak) . F) *Hamites* (1 zutabeko 49-55 metroak). G) *Puzosia* (goian) eta *Mortoniceras* (behean) (1 zutabeko 49-55 metroak).



- Slump-a
- Turbiditak
- Lutitak
- Sideritazko konkrezioak
- Metakin piroklastikoa

E2. Irudia. 3 zutabea altxa zen azaleramenduaren argazkia (goian) eta azaleramenduaren eskema, eskala bertikala handitua duena (behean). Bertan gain irregularra duen slump baten metakinak ikus daitezke, gain irregular hauen ildoetan goranzko magaleratzeak sortuz hainbat sedimentu metatu direlarik. Turbiditen izaera lokala eta lodiera-aldakortasuna ikus daiteke (eskuineko ildoan) baita ezkerreko ildora mugatu den, eta ondorioz, korrelazionatu ez den metakin piroklastiko bat ere (hareharri bolkanikoa, 5. fazies, zehazki).