



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea

LETREN  
FAKULTATEA  
FACULTAD  
DE LETRAS

# IBAI IRAGANKORREN BILAKAERA GEOMORFOLOGIKOA: BARRANCO DE TUDELA IBAIAREN KASUA

Gradu Amaierako Lana

Geografia eta Lurralde Antolakuntzarako Gradua, 4. kurtsoa

Geografia, Historiaurrea eta Arkeologia Saila

Geografia Fisikoko arloa

Egilea: Josu Ortiz Martinez de Lahidalga

Zuzendaria: Askoa Ibisate González de Matauco

## Laburpena

Ibai iragankorrek ezezagunak dira ikerkuntza zientifikoaren esparruan eta biztanleria orokorrarentzako; izan ere, aforalekuen gabeziak eta datu falta orokorrak ikerketa zientifikoa oztopatzen dute. Ondorioz, lan honen helburua ibai iragankorren ikerketa prozesuan laguntzea da, ezagupen handiagoa eskainiz mota honetako ibaien inguruan, lan honetarako adibide bezala Barranco de Tudela (Nafarroan) ibaia aukeratuz. Horrela, ibaiaren ikasketa geomorfologiko sakona egin da, geografia informazio sistemen bitartez eta landa lanaren bitartez ikusitako prozesu geomorfologiko eta unitate geomorfologikoak komunean jarriz, ondoren kartografia geomorfologikoa eratzeko gaur eguneko eta antzinako ortoargazkien eta lurralde eredu digitalaren laguntzarekin. Halaber, ibai iragankorrek kartografiatzeko legenda geomorfologiko bat planteatu egin da, ondoren antzeko dinamika iragankorra duten ibaietan erabili ahal izateko. Prezipitazio datuak ere kontuan hartu dira, ibaiak izandako aldaketa morfologikoak gertaera jakin batekin lotzeko asmoz, ibai mota hauen dinamika gertaera meteorologiko bortitzeekin lotzen den heinean. Azkenik, sedimentuen garraioa kontuan hartu egin da, akorazamendu indizea aplikatuz gainazaleko eta azpigainazaleko sedimentuen analisi granuloemetrikoa kontuan harturik. Beraz, hiru metodo horiek bateratuz ibaiaren erantzun hidromorfologikoa eta urteetan zehar jasan izan dituen aldaketa geomorfologikoak ikusi ahal izan dira. Horrela bada, ibaiaren gaur egungo egoera jakinda eta horren arazoak ezagutu eta izan dituen aldaketak kontuan hartuta lurralde antolamendu egoki eta eraginkor bat egitea posible izango da.

# AURKIBIDEA

<b>1. SARRERA .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Ikerketa arroaren karakterizazioa .....</b>	<b>4</b>
<b>2. METODOLOGIA .....</b>	<b>12</b>
<b>2.1. Kartografia geomorfologikoa .....</b>	<b>12</b>
2.1.1. Unitate geomorfologikoen kartografia .....	12
2.1.2. Unitate geomorfologikoen identifikazioa .....	16
2.2.3. Bilakaera geomorfologikoaren kartografia .....	29
2.2.4. Bilakaera geomorfologikoa kuantifikatzen .....	30
<b>2.7. Prezipitazio datuen kudeaketa .....</b>	<b>30</b>
<b>2.8. Datu granulometrikoen azterketa .....</b>	<b>31</b>
<b>3. EMAITZAK .....</b>	<b>32</b>
<b>3.1. Bilakaera geomorfologikoa .....</b>	<b>32</b>
3.1.1. Tarte 1 .....	33
3.1.2. Tarte 2 .....	46
3.1.3. Tarte 3 .....	58
3.1.4. Tarte guztien konparaketa .....	66
<b>3.2. Prezipitazioen emaitzak .....</b>	<b>68</b>
<b>3.3. Datu granulometrikoen emaitzak .....</b>	<b>73</b>
<b>4. ONDORIOAK .....</b>	<b>75</b>
<b>5. ESKERRAK .....</b>	<b>76</b>
<b>6. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>77</b>
<b>7. WEB ERREKURTSOAK .....</b>	<b>78</b>

# 1. SARRERA

Lan honek ibai-dinamikari lotutako bilakaera geomorfologikoari hurreratu egin nahi du, erregimen hidrológico jakin batean arreta jarritz, bere iragankortasunagatik ibai iragankor bezala sailkatzen direnak. Ebro arroan ibai iragankor ugari daude, askotan ezezagunak biztanleriarentzako. Ibai mota horien ezagupena eta lanak eskasak dira, ondorioz, horien kudeaketa eraginkor bat egiteko funtzionamendu geomorfologikoa ezagutzea ezinbestekoa da.

Horrela bada, lan hau CGL2017- 84625-C2-1-R (CCAMICEM), Subproyecto "*Cambio climático y ajustes morfológicos en cauces efímeros mediterráneos: dinámica y resiliencia geomórfica, y propuestas de actuación*" ikerkuntza proiektuaren barruan egin da, ikertzaile nagusia Carmelo Conesa izanda, Geografia Fisikoko arloan katedratikoa Murtziako Unibertsitatean. Proiektuan hiru langune daude ibai iragankorren inguruan, bakoitzak ikerkuntza talde batekin: Murtzia, Calabria (Italia) eta Ebro arroa. Kasu honetan, Ebro arroko ikerketa Zaragozako Unibertsitateak eta Euskal Herriko Unibertsitateak koordinatzen dute. Helburua aldaketa klimatikoak nola eragiten dien ibai iragankorrei da, baita ibai-sistema konplexu horiek hobeto ezagutzea ere.

Ibai sistema ezberdinak sailkatzerako orduan, erabili daitezkeen irizpide bat ur fluxuaren iragankortasuna da. Kasu honetan, aztertuak izango diren ibaiak ibai iragankor bezala klasifikatzen dira, hots, euren erregimen naturalean gainazaleko ura noizbehinka dabilenean (urtean zehar 100 egun baino gutxiago), ekaitz edo prezipitazio bortitzen ondorioz (MITECO, 2019).

Horrela bada, Ebro arroan 206 ibai iragankor aurkitu dira, ikerketarako zazpi ibai aukeratu direlarik, hurrengo irizpideak kontuan hartuz:

- Ibai interesgarriak dira euren dinamikagatik eta irisgarriak dira.
- Ebro arroan zehar sakabanatuak daude.
- Identifikatutako ibai iragankorren artean adierazgarriak eta bereizgarriak dira.

Beraz, proiekturako hautatutako ibaiak hauek dira: Alpartir, Barranco de Tudela, Cariñena, Reajo, Seco, Sosa eta Valcodo. Barranco de Tudela Nafarroako Foru Erkidegoan kokatzen da, Reajo Errioxako Erkidegoan eta gainontzekoak Aragoiko Erkidegoan daude. Horrela, lan hau Barranco de Tudela ibaiaren inguruan egingo da.

Proiektuaren barruan, helburuetako bat ibai bakoitza modu sakonean ezagutzea da. Hori dela eta, ikerketa kasu bakoitzaren tarteetan analisi geomorfologiko eta ekologikoak garatzen ari dira. Analisi geomorfologikoari dagokionez ibaien azterketa morfologikoa zeharkako soslaien bitartez eta sedimentuen azterketaren bitartez, garraioaren ikasketa, ibilguaren hainbat analisi egin dira landa lanean, gerora lan honetan erabiliko direnak, sedimentuen analisi granulometrikoa eta akorazamendua, alegia.

### **1.1. Ikerketa arroaren karakterizazioa**

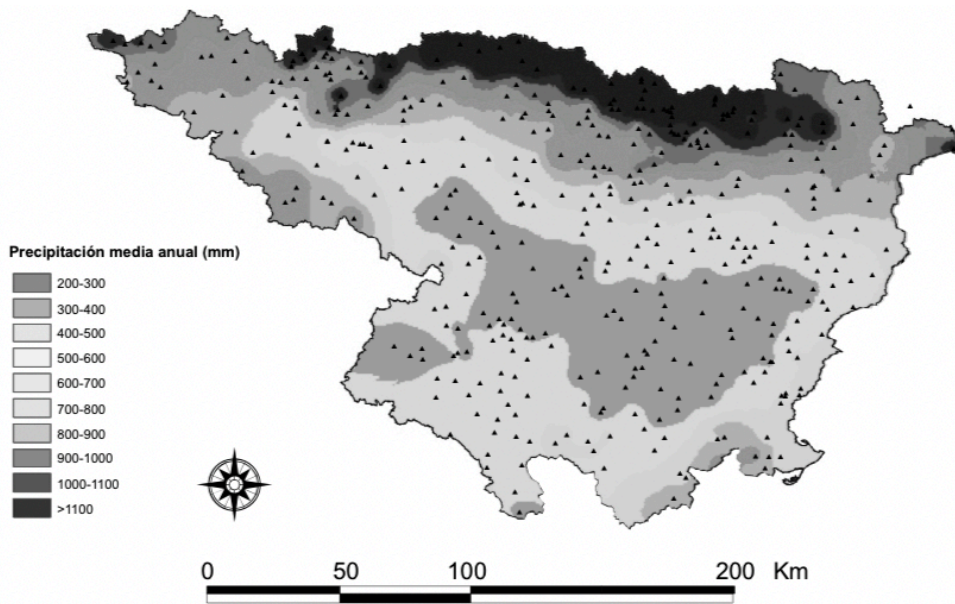
Ebro arroa Iberiar penintsularen ipar-ekialdean kokatzen da, bere azalera guztia 85.534 km<sup>2</sup>-koa izanik. Espainiako arro hidrografikorik handiena da, lurralde osoaren %17a okupatzen duelarik. Bere iparraldeko muga Pirinioak eta Kantauriar mendikatea dira, hego-ekialdekoa Sistema Iberikoa eta ekialdekoak Katalunia Kostaldeko Mendilerroak. Ebro ibaia Kantauriar mendikateak jaiotzen da, eta hego-ekialde norabidea jarraituz Mediterraneo itsasoan ahoratzen da delta moduan.

Klimari dagokionez, arroaren goi-ibarrean klima atlantikoaren eragina nabaria da, prezipitazio ugariekin eta tenperatura leunekin. Ondorioz, ibaien emariak egonkorak dira. Hala ere, arroaren barruko aldera hurbiltzen den heinean, klima mediterranea nagusitzen da, non klima lehorragoa eta beroagoa den, ibai iragankorren existentzia ahalbidetzen duena. Halaber, mendiko klima ere aurki daiteke Ebro arroan: Pirinioetan, Kantauriar mendikatean eta Sistema Iberikoan.

Oro har, esan daiteke prezipitazioen gehiengoa periferiako mendikateetan ematen direla, non 1000 mm/urtean gaintitzen diren; aldiz, erdialdean ez dira 400mm/urtean gaintitzen, baldintza erdi-lehorrak emanez (CHEbro, 2020).

Aurreko lerroetan aipatutako ezaugarrien ondorioz, ibai iragankor gehienak Pirinioen eta Sistema Iberikoaren oinetan daude, horietarako ezaugarri klimatiko (1. Irudia) eta geomorfologiko mesedegarriak ematen dira eta.

## 1. Irudia. Ebro arroko batezbesteko prezipitazioa 1951-2000 serierako

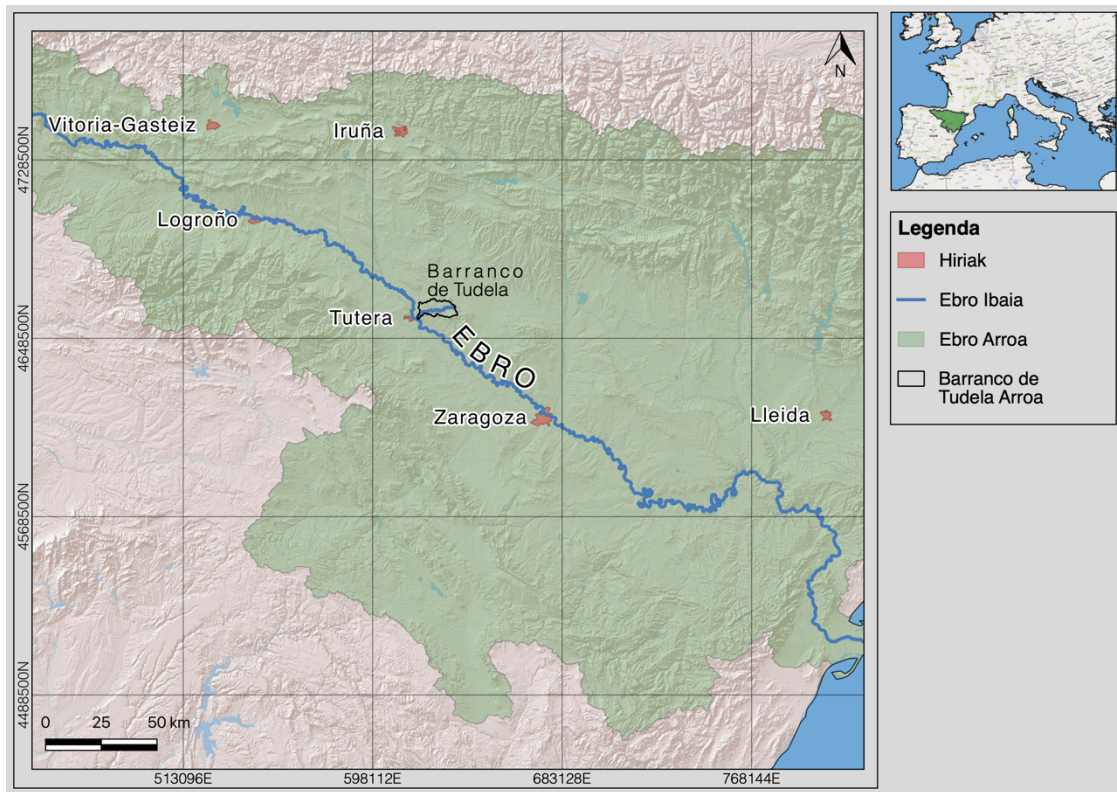


Iturria: De Luis *et al.* (2007)

Hortaz, lan honetarako aukeratutako ibaia, Barranco de Tudela, Ebroko sakonunean kokatuta dago, 653 m.tan jaiotzen da, eta 252 m.tan Ebrora isurtzen ditu bere urak. Desnibel absolutua 391 m.tako da, desnibel erlatiboa %0,6-koa izanik. Guztira, 110,42 km<sup>2</sup> okupatzen ditu, eta ibai beraren luzera 32km ingurukoa da.

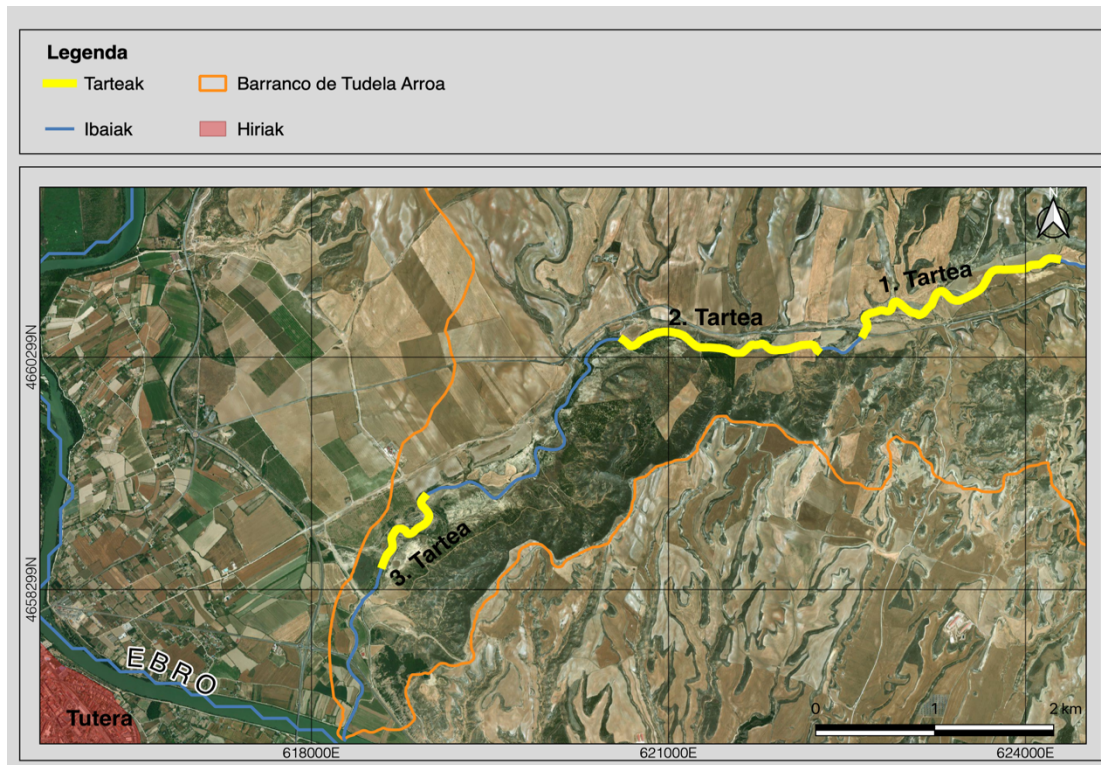
2. Irudian ikus daiteke arroaren kokapena Ebro arroaren barruan eta 3. Irudian ibaia banatua izan den ikerketa tartea.

## 2. Irudia: Barranco de Tudela ibaiaren kokapen orokorra



Iturria: CNIG eta NaturalEarth

## 3 Irudia. Barranco de Tudelaren ikerketa tartea



Iturria: CNIG eta IDENA

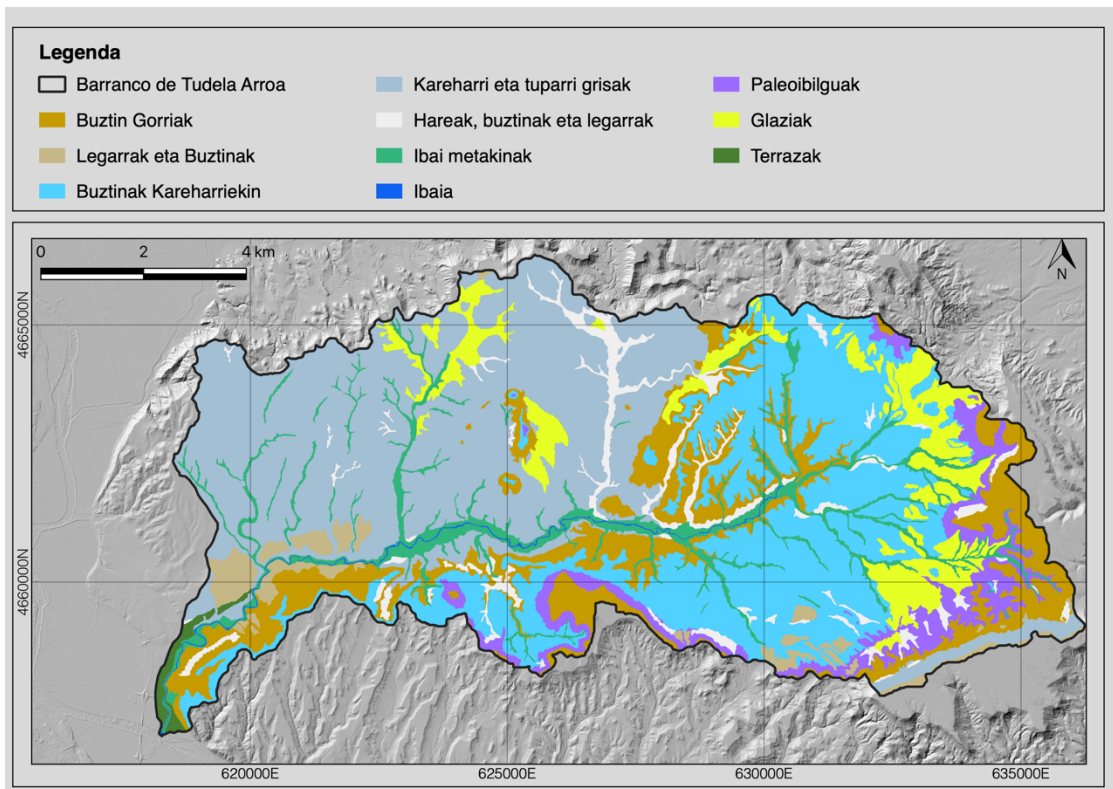
Ibaia aztertu ahal izateko, horren ezaugarriketa egitea beharrezkoa da, testuingurua ulertzeko.

Litologiari buruz, lehen esan bezala, Ebro arroko sakonune tertziarioaren ipar-mendebaldeko sektorean kokaturik dago, Errege Bardeen barruan, zeinek higadura-sakonune bat osatzen duen, gune altuagoez inguratua. Barranco de Tudela ibaia Errege Bardeen hegoaldeko sektorearen kokaturik dago, non Tuterako formakuntzaren Miozenoko buztinak azaleratzen diren. Era berean, kareharri eta tuparrien estratuak tartekatuta agertzen dira buztinekin (Marín eta Desir, 2010). Horrela, arroan kareharriak, tuparriak eta buztinak nagusitzen dira (4. Irudia).

Material horiek guztiak jatorri kontinentalak dute eta Mendikate Iberikoaren, Pirinio eta Katalunia Kostaldeko Mendikatez inguratutako kubeta batean jalki ziren goi-Miozeno eta behe-Miozeno artean. Momentu horretan arroa ireki egin zen eta Ebro ibaia garatzea ahalbidetu zuen, sedimentatutako material horien higadura prozesuari hasiera emanez. Orduz geroztik, sare-hidrografikoak paisaia modelatzen du, gaur egunean duen itxura izan arte. Gainera, material bigunen (tuparriak eta buztinak nagusiki) presentziak higadura mesedetu egin du (Azpilicueta *et al.*, 1999), Errege Bardeen erliebe estruktural laua sortuz (Pejanaute, 2002).



#### 4 Irudia. Barranco de Tudela arroaren mapa litologikoa



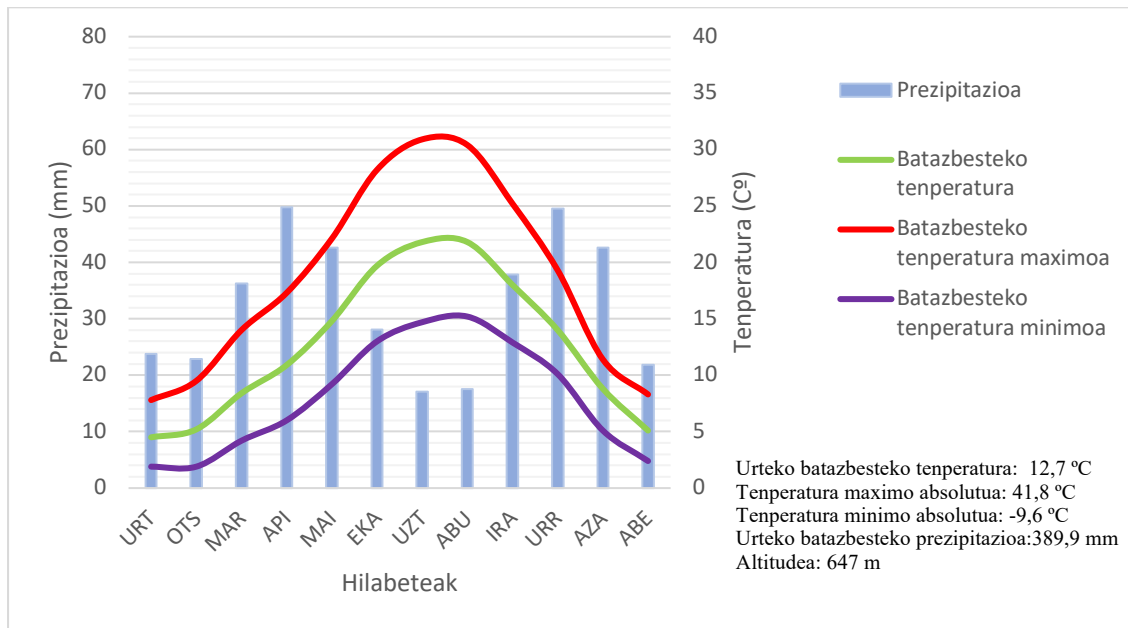
Iturria: CNIG eta IDENA

Lehen aipatu bezala, sare-hidrografikoa paisaia higitzen doa, kasu askotan legarrak, ibai metakinak eta hareak utziz bidean. Gainera, hego ekialdean Barranco de Tudela ibai beraren terraza aurki daitezke eta ekialdean gainazaleko isurketak sortutako glaziak.

Halaber, aipatzekoa da baldintza idorretako sistema geomorfiko alubialak oso sentikorrek direla Holozenoko ingurune aldakortasunari. Horren erantzunak ondoz-ondoko higadura-metatze faseei eramaten du (Bastida *et al.*, 2013).

Hala ere, aipatu behar da mapa litologiko honek (4. Irudia) bakarrik hartzen dituela kontuan hirugarren tartearen ibai-terrazak, lan honen zehar terraza horiek zehatzago irudikatuko direlarik. Era berean Barranco de Tudelako glaziak alde batera uzten ditu. Horrekin batera, Bardenas (Loma Negra) behatokiaren datuak kontuan harturik, hurrengo klimograma osatu egin da, gunearen klima ezagutzeko asmoz.

## 5. Irudia. Bardenas (Loma Negra) behatokiaren klimograma 1998-2019 serierako



Iturria: MeteoNavarra

Horrela bada, Köppen-en sailkapen klimatikoaren arabera estepako klima hotza (Bsk) da, hau da, klima idorra da (B) prezipitazioa lurrintranspirazioa potentziala baino txikiagoa delako, baina ez du tenperatura bikoitza gainditzen, ondorioz estepako klima (s) bezala sailkatzen da. Azkenik, hotza da (k) batezbesteko tenperatura 18°C-tik ez delako pasatzen.

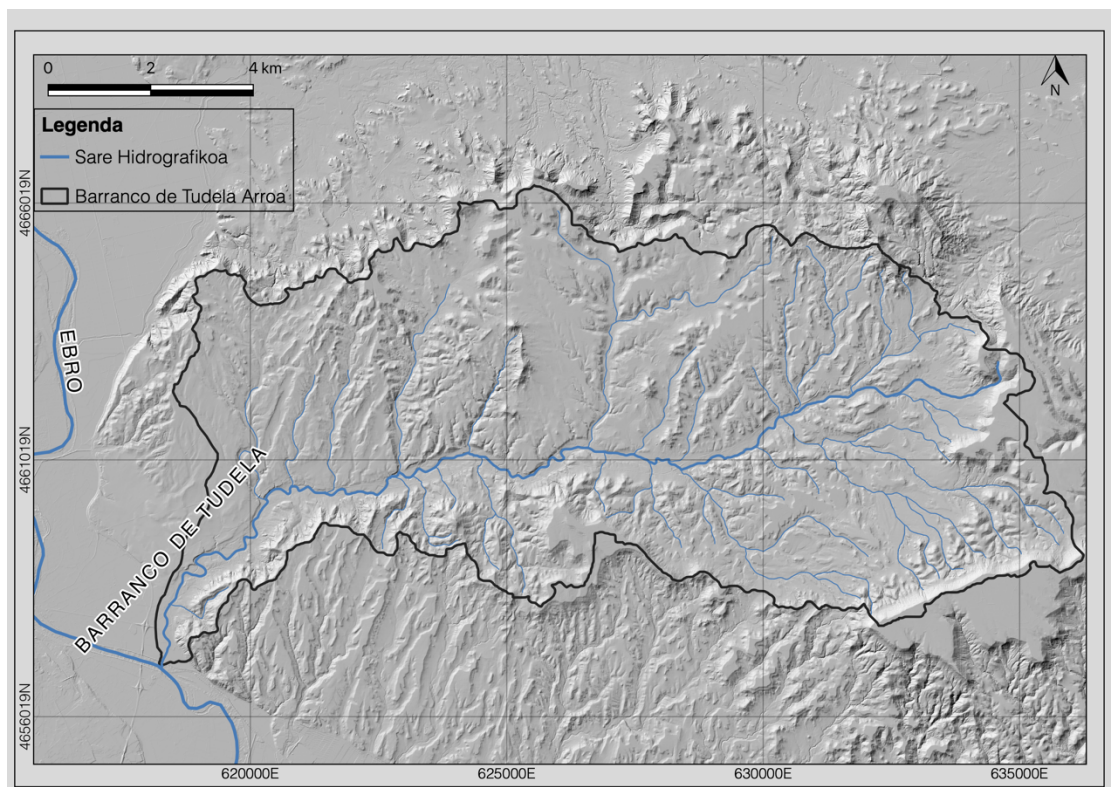
Prezipitazio gehienak udaberrian eta udazkenean ematen dira, gehienetan ekaitz moduan eta intentsitate handiarekin. Tenperaturari dagokionez, kontinentaltasuna nabaria da, uda beroekin eta negu hotzekin, klima lehorra izanik, itsaso Kantabriakoaren urruntasuna dela eta (Pejenaute, 2002). Kontraste horiek, haizete gogorrek, landaretza urriak eta prezipitazio bortitzek paisaia-modelatuan eragina dute (MeteoNavarra, 2020).

Prezipitazioen urtarokotasuna nabaritzen da (5. Irudia), hau da, maximoak udaberrian eta udazkenean ematen dira eta minimoak udan, hiru hilabeteak (ekaina, uztaila eta abuztua) lehorrak izanik, baita negua ere modu apalagoan. Era berean, kontinentaltasun puntua soma daiteke, bitarte termiko handiarekin, batez ere udan gehiago nabarmenduz eta tenperatura absolutuei erreparatuz.

Prezิปitazio horiek sare hidrografiko nahiko dentsoa (nahiz eta gehienak ibai iragankorrek izan) sortzen dute, gehienak sakan itxura hartzen dutelarik. Halaber, gainazaleko isurketaren higadurak materialaren mobilizazio eta garraioaren eta gaur egungo modelatuaren arduradunak dira. Lehen aipatutako baldintza litologiko eta klimatiko ezinbestekoak izango dira paisaiaren eraldaketarako, batez ere prezipitazioen urtarokotasunak higadura hidrikoa sustatzen duelarik (Marín eta Desir, 2010).

Beraz, inguruko isurialde higakor (gehienbat Tuterako formakuntzako buztin Tertziarioak) eta landaretzarik gabekoetan (Marín eta Desir, 2010) akanaladura eta karkaba sarea osatzen da, *badlands* deitutako paisaia sortuz (De Pedraza, 1996), non sakanak erraztasunez narriatzen diren (Pejenaute, 2002).

## 6. Irudia. Barranco de Tudela arroaren sare hidrografikoa

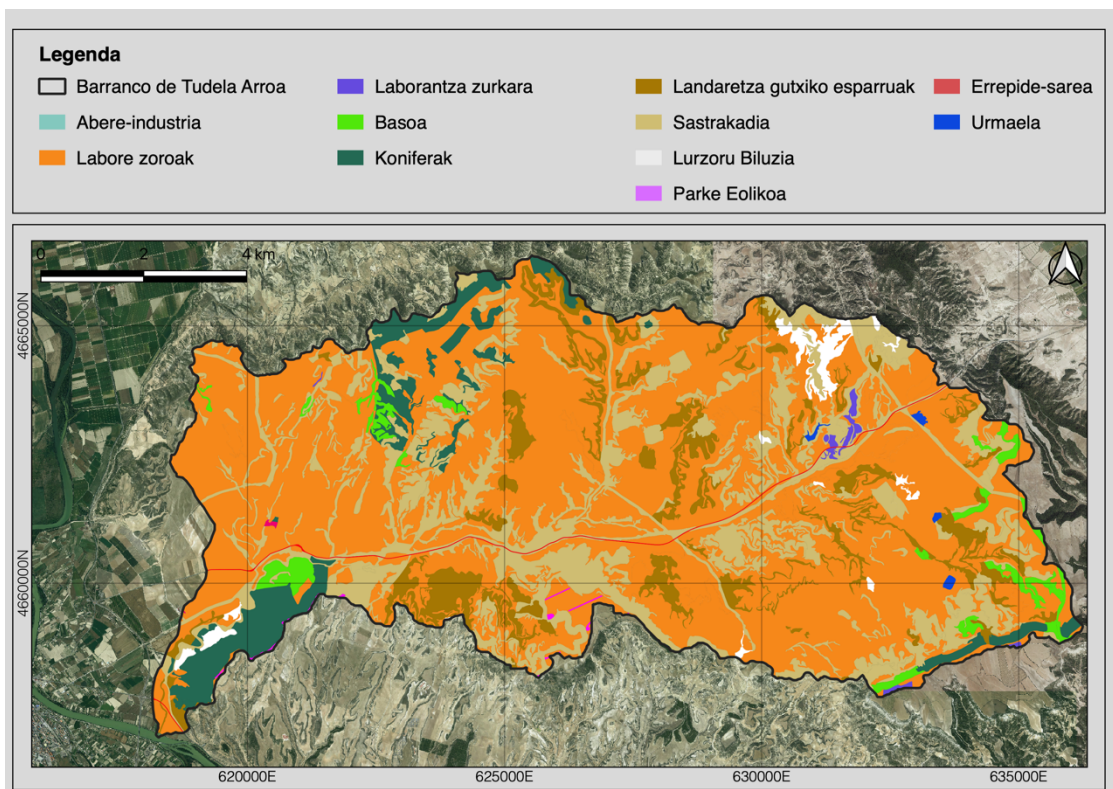


Iturria: CHEbro eta CNIG

Lur erabilere dagokiela (7. Irudia), arroaren zati gehiena labore soroez estalia dago. Orokorrean, lehorreko labore soroak dira, eta esparru txikiago batean laborantza zurkara (olibondoak, almendrondoak...) ere ematen da. Horrela, gaur egungo landaretza naturalez (larreak, sastrakadiak...) eta jatorri antropikoko landaretzaz (laboreak,

koniferen birpopulaketak...) osatua dago (Azpilicueta *et al.*, 1999). Gainera, ipur-ipuru (*Juniperus communis*) eta abaritzza (*Quercus coccifera*) baso naturalak daude, birpopulaketak koniferei (batez ere, *Pinus halepensis* espeziearenak) erreserbatuz. Balditza klimatikoengatik landaretza gutxiko esparruak eta lurzoru biluziak ere aurki daitezke. Bestetik, arroaren hegoaldeko mendietan parke eolikoak daude.

### 7. Irudia. Barranco de Tudela arroaren lur erabileren mapa



Iturria: IDENA eta CNIG

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1. Kartografia geomorfologikoa**

#### 2.1.1. Unitate geomorfologikoen kartografia

Kartografia geomorfologikoa sortzerako orduan, kontuan hartu beharreko lehengo aspektua legenda geomorfologiko bera da. Hala ere, ez dago irizpide zehatzik hori egiteko, hots, ez da semiologia edo kodifikazio grafiko “ofizial” bat kartografia geomorfologikoarentzako. Alabaina, hainbat “eskola” existitzen dira, bakoitza metodologia ezberdinekin, askotan aurkakoak (Peña, 1997). Hori dela eta hainbat autorek proposatutako legenda geomorfologikoa kontuan hartu izan da, lan honen beharrentzako egokiena(k) aukeratzeko.

Hala eta guztiz ere, kontuan hartu behar da egingo diren kartografia geomorfologikoak kartografia geomorfologiko tematikoaren barruan sartzen direla, hau da, erliebe espezifikoko batean oinarritzen direla (Peña, 1997), kasu honetan, ibai-modelatuan. Ondorioz, identifikatu eta errepresentatuko diren unitate geomorfologikoak ibai-modelatuarekin zerikusia dutenak izango dira.

Proiektua barne, Murtziako Unibertsitateak bilakaera morfodinamikoa eta unitate morfo-sedimentarioentzako proposatutako legenda geomorfologikoa erabili izan da (1. Taula), oinarritzko unitatea hortik hartuz, gerora identifikatutako beste unitate batzuk gehituz. Era berean, bertako unitate batzuk baztertu dira.

### 1. Taula. Legenda geomorfologikoa

Cauce activo principal	1- Active channel	
Canales secundarios menores	2- Secondary minor channels /runs	
Pozas	3- Pools	
Barras activas bajas	4- Low active bars	
Barras activas altas	5- High active bars	
Barras con escasa vegetación	6- Scant vegetated bars	
Barras vegetadas	7- Vegetated bars	
Barras relictas inactivas	8- Non-active paleo-bars	
Áreas de sustrato rocoso exhumado	9- Exhumed rocky areas	
Áreas de sedimentos antiguos exhumados	10- Exhumed old sediment areas	
Depósitos de margen por desprendimiento	11- Bank-failure deposits	
Depósitos de procedencia externa	12- Deposits from external sources	
Barras con inclusión de bloques	13-Bars including blocks	
Terraza aluvial	14- Alluvial terrace	
Barras lobuladas	15- Lobe sharped bars	*

Beste alde batetik, Peña.k (1997) 1:25.000-1:50.000 eskalarako proposatutako legenda geomorfologikoa erabili da (8. Irudia), oro har, koloreak aukeratzeko orduan. Esaterako, kontuan hartu egin da terraza ezberdinak eta uholde lautada irudikatzen, gama berdea erabiliz, terraza lehengo mailatik (tonu iluna) bigarren mailara (tonu argia) degradazioa bat eginez, uholde lautadaren kolorean amaitzeko, are argiagoa dena.

## 8. Irudia. Peña.k (1997) proposatutako legenda geomorfologikoa

	123. Derrubios estratificados		140. Acumulaciones aluviales pliocuaternarias
	124. Canales de aludes		141. Terrazas pleistocenas: Nivel 1
	125. Conos de aludes		142. Terrazas pleistocenas: Nivel 2
	126. Conos mixtos fluvio-nivales		143. Terrazas pleistocenas Nivel 3
<b>8. MODELADO HÍDRICO Y FLUVIAL</b>			
<b>RED FLUVIAL</b>			
	127. Canales fluviales		145. Nivel 1
	128. Canales abandonados		146. Nivel 2
	129. Oxbows		147. Lechos de inundación actuales
	130. Barrancos de incisión lineal		148. Líneas de acreción lateral
	131. Cambios bruscos de pendiente		149. Erosión lateral del cauce
	132. Red de cárcavas		150. Áreas estabilizadas por vegetación
	133. Valles de fondo plano		151. Glacis pleistocenos: Nivel 1
	134. Valles en cuna		152. Glacis pleistocenos: Nivel 2
	135. Paleo-redes en depósitos cuaternarios		153. Glacis pleistocenos: Nivel 3
	136. Capturas fluviales		154. Conos aluviales y derrames holocenos
	137. Collados de divisoria fluvial		155. Nivel 1
<b>FORMAS ACUMULATIVAS</b>			
	138. Escarpes en depósitos cuaternarios		156. Nivel 2
	139. Bordos internos de las acumulaciones cuaternarias		157. Pendientes en glacis
			158. Morfología de conos aluviales

Halaber, Reynard *et al.* (2005) proposatutako legenda ere kontsultatu egin da (9. Irudia).

## 9. Irudia. Lausnako Unibertsitateak proposatutako legenda geomorfologikoa

Formes fluviales		vert, Prismalo n° 210	
<i>Fluvial landforms</i>		CMYK	formes 100 0 100 20 surfaces 55 0 55 15
Forme	Illustrator	ArcGIS	Rem.
gorge <i>gorge</i>			<i>lin. simple</i>
rebord d'érosion ou de terrasse <i>erosion or terrace edge</i>	< 5m > 5m 		<i>lin. dir.</i>
ravine, chenal de lave torrentielle <i>debris flow channel</i>			<i>lin. dir.</i>
ancien chenal, méandre mort <i>paleochannel, oxbow</i>			<i>lin. simple</i>
cône de déjection <i>alluvial fan</i>			<i>cône de déjection (surf.)</i> <i>+ dir. cône déjection (lin.)</i>
ravin <i>gully</i>			<i>lin. dir.</i>
surface d'accumulation fluviale <i>fluvial accumulation area</i>			<i>surf.</i>

Iturria: Reynard *et al.* (2005)

Hori guztia kontuan hartuta, hots, ikusitako autoreek erabilitako formak eta koloreak nahastuz eta lanaren beharretara eta unitateetara egokituz, legenda propio eratu da (10. Irudia).



## 10. Irudia. Proposatutako legenda geomorfologikoa

### Legenda Geomorfologikoa

	Ibilgu Aktiboa		Bloke Metakinak		Terraza 1
	Malkar Aktiboa		Levée		Terraza 2
	Ibilgua		Paleoibilgua		Glazis
	Barra		Arroka Ama		Lur-jausia
	Barra Landarezarekin		Putzua		Errepidea/Ibia
	Barra Berreskuratua		Uholde Lautada		Antropikoa
	Barra Blokeekin		Ibaiadarra		

### 2.1.2. Unitate geomorfologikoen identifikazioa

Unitate geomorfologikoak identifikatzeko, hasteko gaurkotasun handieneko ortoargazkia PNOA-tik (PNOA, 2020) eta *Centro Nacional de Información Geográfica*-ren (CNIG, 2020) deskarga gunetik lurreko eredu digitala (MDT) deskargatu dira. Lurreko eredu digitalaren datuak 2017koak dira eta bereizmena 2 m.tako da, baliagarria izan direnak 2019ko ortoargazkiarekin batera elementu geomorfologikoak identifikatzeko.

Halaber, IDENaren (2020) WMS zerbitzutik hainbat mapa kontsultatu dira: sare hidrografikoa, arrisku naturalen mapa eta mapa geologikoa esaterako. Horietaz gain,

IGMEko *Serie Magna*-ko mapa geologikoak ere kontsultatu dira (Tutera eta Fustiñana orriak, 282 eta 283) , baita mapa geomorfologikoak ere, lehenengo tarterako eskuragarri baitzegoen (Fustiñanako orria, 283).

Horrela bada, eman beharreko lehenengo pausua ibilgu aktiboa identifikatzea da, kontuan hartutako irizpide orokorra hurrengo izanik: egonkortutako barrak eta landaretza duten barrak kanpoan geratuko dira, eta urtaroko landaretza izatekotan ibilgu aktiboaren barruan sartuko dira. Era berean, antzinako ortoargazkiak ere kontsultatu egin dira, *Instituto Geográfico Nacional*-eko webgunean eskuragarri dagoen ortoargazkien konparatzailea erabiliz, oso eraginkorra izan dena (PNOA, 2020).

Ondoren, unitate geomorfologikoak identifikatzen eta digitalizatzeko has daiteke, lurreko eredu digitala eta ortoargazkiak erabiliz. Era berean, horretarako funtsezkoa izan da landa lana, unitate geomorfologikoen ikus-identifikazioan oinarritu egin dena. Erabilitako materiala koadernoak, GPSa eta argazki makina izan da. Kartografiatutako diren hiru tarteetara joan egin da, oinez ibilgu osoa eginez. Hasieratik GPS koordenatuak hartu egin dira eta argazki makinarekin sei argazki egin dira, puntu horretan 360° graduak argazkiekin bete arte. Prozesu hori ibilgu osoan egin da, distantzia jakin batera argazkiak eta GPS puntuak hartuz. Era berean, koadernoan ibilguan ikus zitezkeen morfologiak ezberdinak apuntatu egin dira, baita GPS puntuaren *waypoint*-a ere.

Beraz, ibilgu osoaren lehenengo eskema eratzen da, unitate ezberdinen banaketa eta identifikazioa adierazita, gerora ordenagailuaren *QGis* programaren bitartez, ortoargazkien eta lurreko eredu digitalaren laguntzaz osatu egingo dena.

Landa lanean hartutako GPS puntuak ere *QGisen* sartu dira. Bertan koadernoan hartutako noten eta argazkien bitartez kartografiaren lehenengo pausoak emanez, digitalizatzen hasi egin da landa lanean ikusten zenarekin, hau da, bai puntu bakoitzeko argazkiak ikusita baita aipatutako notekin ere, ortoargazkiaren gainean digitalizatzen.

Gainera, *QGiseko profile tool* erremintarekin lurreko eredu digitalaren gainean zeharkako soslaiak egin daitezkeen, funtsezkoa izan dena identifikazio prozesuan, esate baterako glazis eta terraza ezberdinen kasuentzako.

Hori guztia kontuan hartuta, hurrengo unitate geomorfologikoak identifikatu dira.

Ibilgua gainazaleko isurketa dagoenean maiztasun handiagoarekin urez betetzen den eremua izango litzateke, kasu honetan ortoargazkietan ura ikusi izan diren azalerak eta ura hortik pasatu dela sumatzean denean ibilgu bezala sailkatu egin da.

Barrak ibilguaren barruan sortzen diren metaketa depositu ohikoenak dira. Barraren konfigurazio eta itxurak formakuntza-prozesuen indikatzailerak dira, ibaiak tamaina ezberdineko sedimentuak garraiatzeko gaitasunaren isla izanik. Normalean, barrak euren forma eta osaketagatik bereizten dira (Brierley eta Fryirs, 2005). Esaterako, Barranco de Tudela ibaian hauek identifikatu dira:

- **Irlak:** Orokorrean landaretzagatik egonkortua izan den barra baten gainean sortzen dira, irlaren barruan sedimentazioa sustatuz. Barrengatik ezberdintzen dira euren tamaina handiagoagatik eta egonkortasunagatik (Brierley eta Fryirs, 2005). Normalean, ibilguaren erdian daude, fluxuaren norabidearekiko paraleloak (11. Irudia).

#### 11. Irudia. Barranco de Tudelaren irla bat



Iturria: Ana Sáenz de Olazagoitia

- **Point bar:** Ertzetara itsatsitako arku itxurako barra da, meandroen alde konbexuetan eratzen direnak (12. Irudia). Meandro batean fluxuak alde konbexuaren sedimentazio prozesuaren ondorioz sortzen da. Normalean ez dute landarezarekin eta material lodienak meandroaren sarreran jalkitzen dira (Brierley eta Fryirs, 2005).

12. Irudia: Barranco de Tudelaren *point bar* baten adibidea



Iturria: IDENA eta Ana Sáenz de Olazagoitia

- **Alboko barra:** mota honetako barra ertzetara lotuta dago, normalean bihurgune gutxiko tartetean eta legarretako ibai-ohetean garatzen dira. Barraren gainazala ibilguarekiko inklinatuta dago, eta txandakatzen dira aldeetan, orokorrean asimetrikoak izanik (13. Irudia). Gainera, ur beheretara mugitzen joaten dira goraldien ondorioz (Brierley eta Fryirs, 2005).

13. Irudia. Barranco de Tudelaren alboko barren adibidea



Iturria: IDENA

Azaldutako barra motak landaretzarik gabe agertzen dira, baina landaretza izatekotan eta horren ondorioz egonkortua badago, barra landaretzarekin unitate barruan sartu dira. Lehen aipatu bezala, ibilgu aktibotik at geratzen dira landaretza duten barrak, nahiz eta kasu batzuetan, landare dentsitate txikia izateagatik edo urtaroko landaretza izateagatik ibilgu aktiboaren barruan mantendu izan.

Horietaz gain, barra berreskuratua eta barra blokeekin barra motak ere sartu egin dira. Alde batetik, barra berreskuratua bezala definitu izan da ibai ertzetan dauden labore soroak

utziak izan direnean eta ibaiak bere esparrua berreskuratu duenean, bertan barra formakuntza sortuz (14. Irudia).

14. Irudia. Barranco de Tudelaren berreskuratutako barraren adibidea. Goian 1998ko ortoargazkia eta behean 2019ko ortoargazkia



Iturria: IDENA eta PNOA

Beste alde batetik, ibai-ohearen material tamainagatik barra blokeekin unitatea sortu egin da. Izan ere, ibaian zehar bloke metakin ugari aurki daitezke, askotan barretan sartuak agertzen direlarik (15. Irudia).

15. Irudia. Barra blokeekin unitatearen adibidea



Iturria: Ana Sáenz de Olazagoitia

Horrekin lotuta, bloke metakinak ditugu, hau da, inolako antolaketa-rik gabe agertzen diren blokeak (16. Irudia).

16. Irudia. Bloke metakinak unitatearen adibidea



Metaketa formen artean, azkenekoa *levée* forma da (17. Irudia); horrek ibilguaren ertzetako batetik dabilen gandorra da, orokorrean asimetrikoa eta luzanga. Malda uholde lautadarantz jaisten doa (Brierley eta Fryirs, 2005). Uholde lautada betetzen duten eta bigarren mailako ibilguak sortzen dituzten goraldien ondorioz sortzen dira (De Pedraza, 1996).

#### 17. Irudia. *Levée* baten adibidea



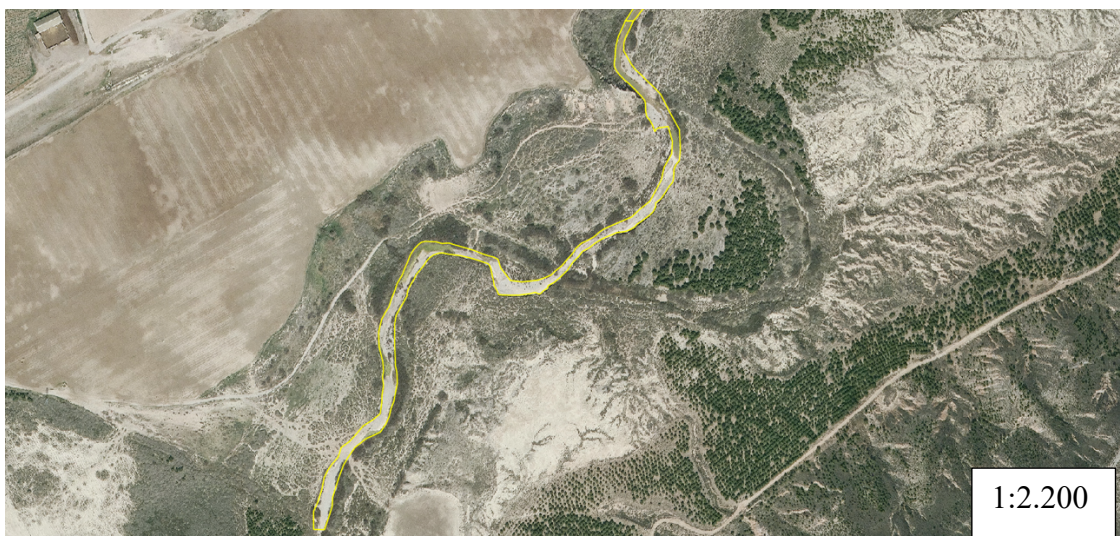
Paleoibilguei dagokienez (hau da, antzinako ibilguak) bi modutan identifikatu dira. Alde batetik, ortoargazkien bitartez lehen ibilgua pasatzen zen lekutik paleoibilgu bezala identifikatu egin da. Bestetik, *profile tool* erremintarekin zeharkako soslaiak eginez paleoibilgu batzuk sumatu egin dira.

Horrekin lotuta, hainbat meandroen mozketa ikusi izan dira, paleoibilguak sortuz. Mozketa horiek *chute cutoffs* motakoak dira, hau da, ez dute meandroa uholde lautadan zehar abandonatzen, baizik eta meandroarekin konektatua jarraitzen dute, bigarren mailako ibilgu batera igaroz (Brierley eta Fryirs, 2005). Azkenean, bigarren mailako



ibilgu hori aktibitatea galtzen doa, eta Barranco de Tudela ibaiaren kasuan askotan nekazariak labore soroak ezartzen dituzte bertan (18. Irudia).

18. Irudia. Meandro mozketaren adibidea, goian 1998ko ortoargazkia eta behean 2019koa



Iturria: IDENA eta PNOA

Identifikazioaren jarraiki, arroka ama unitatea arroka ama (kasu honetan gehienetan kareharria) azaleratzen denean, ibai-ohean bertan ala kanpoan izan daiteke (19. Irudia).

## 19. Irudia. Arroka amaren azaleratzea



Putzuei dagokienez, ibilguaren gune sakonak dira, non ura biltzen den, geldirik egon daitekeena edo etengabeko fluxua izan dezakeena. Formakuntza horien leku espezifikotatik agertzen dira, normalean meandroen ertz konkaboan (Brierley eta Fryirs, 2005), 20. Irudian ikus daitekeenez, meandro batean agertzen delarik.

## 20. Irudia. Putzuaren adibidea

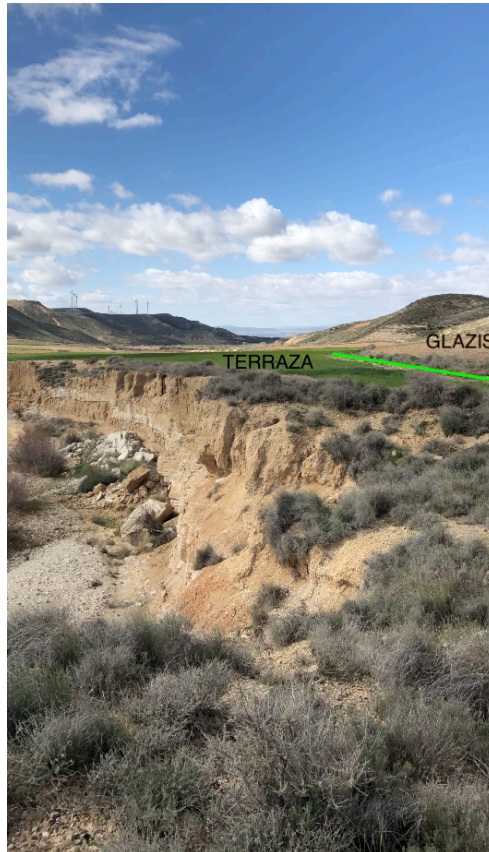
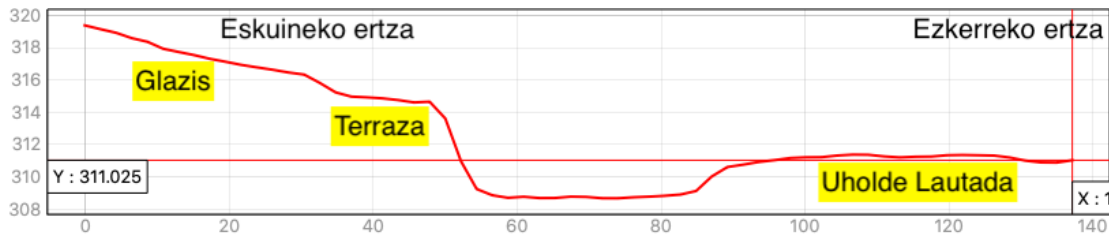


Ibai dinamikarekin lotutako unitate garrantzitsuenetako bat uholde lautadak dira. Uholde lautadak ibaien alboetan dauden unitate lauak dira. Uholde edo goraldi bat dagoenean, ura *bankfull* mailatik pasatzen da, ura uholde lautadaren bitartez sakabanatuz eta energia galduz. Hori dela eta, bertan jalkitutako materialak finak izaten dira (Brierley eta Fryirs, 2005).

Uholde lautadei lotutako beste unitate bat terrazak dira. Horiek antzinako uholde lautadak dira. Terrazen formakuntzak bi prozesuen ondorioz ematen dira. Alde batetik, ibilguaren alboko zabalketa ematen da, uholde lautada bat sortuz. Ondoren, ibaiak modu bertikalean higitzen hasten da eta ibilgu berri bat hondeatzen du, uholde lautada hori eskegita utziz (De Pedraza, 1996).

Horrela bada, ibaiaren alboetan terraza sistema bat eratzen da, kasu honetan bi terraza maila aurkitu dira, adin eta altuera ezberdinekoak. Horien identifikaziorako, oso baliagarri izan da *profile tool*.

## 21. Irudia. Terraza eta glazis baten adibidea eta horien soslaia



Iturria: Elaborazio propioa eta *QGis*

21. Irudian ere glazis bat ikus daiteke, hau da, isurialdeak eta terrazak/uholde lautadak lotzen duten unitate geomorfologikoa, aldapa jarraiarekin ( $5^\circ$  baino gutxiagokoa) eta soslai lauarekin, ibai dinamikaren mende daudelarik (Vidal, 1986).

Unitateekin jarraituta, malkar aktiboa terrazei lotutako unitatea da. Terrazek ibilguarekiko malkar bertikalak eratzen dituzte eta ur fluxuaren alboko higadura dela eta terraza horietan lur jausiak sortzen dira, malkarra aktibo bezala kontsideratuz. Horrela, 22. Irudian malkar aktiboa eta horrek sortutako lur-jausia ikus daiteke.

## 22. Irudia. Malkar aktiboa eta lur jausiaren adibidea



Iturria: Ana Sáenz de Olazagoitia

Normalean, ibai ertzen materialak kohesionatuak agertzen dira. Barranco de Tudela ibaiaren kasuan ertzak estratifikatuak agertzen dira, hau da, material lodiko oinarri estratu bat eta goiko aldean material fineko alubioia (hala ere, kasu askotan arroka kohesionatutako estratu bat ere agertzen da). Horrela bada, oinarriaren material lodiko estratuak kohesio gutxiago daukate eta ertz beraren egonkortasuna kontrolatzen dute, lur-jausi prozesuak sortaraziz (Brierley eta Fryirs, 2005).

Azkeneko unitateak antropikoak dira, alde batetik betetze-lanak bezala identifikatu egin da betetze-obrak egin diren tokiak, ibilgua egonkortzeko, alboko higadura saihesteko eta errepeidea ez kaltetzeko. Era berean, errepeidea eta ibai bera zeharkatzen duen ibia identifikatu dira, errepeidea/ibia unitatean.

### 2.2.3. Bilakaera geomorfologikoaren kartografia

Bilakaera geomorfologikoa ikusi ahal izateko, bi kartografia mota egin dira:

Alde batetik, kartografia geomorfologikoa egin da antzinako ortoargazkiak erabiliz, aldaketak ikusteko, bereziki ibilguaren barruan. Horretarako Nafarroako Foru Aldundiaren Datu Espazialen Azpiegituraren (IDENA, 2020) webgunea eta lehendabizi PNOAren (PNOA, 2020) webgunea erabili dira. Horrela, hurrengo urteen ortoargazkiak deskargatu dira: 1927-1934ko hegaldiko ortoargazkiak (hala ere, horiek bakarrik lehengo tarterako eskuragarri daude), 1956-1957ko hegaldi amerikarraren ortoargazkiak (bakarrik ibilgu aktiboaren bilakaerarako erabili dira), 1966, 1982, 1987 eta 1998ko ortoargazkiak (Nafarroako gobernu berak eginak) eta azkenik 2008ko ortoargazkiak Aireko-Ortoargazkien Plan Nazionalaren (PNOA, 2020) bitartez. Hala ere, altitude datuak ez izateak unitateak identifikatzea zailtzen du.

Beste alde batetik, ibilgu aktiboa kontuan hartuz izandako aldaketak (ibilgu migrazioa, meandro mozketak...) kartografiatu dira, hots, ortoargazki historiko horiek erabiliz, ibilgu aktiboa zein den identifikatu da.

2. Taula. Ortoargazkien datuak

<b>Hegaldia</b>	<b>Data</b>	<b>Bereizmena (m/pixel)</b>	<b>Eskala</b>	<b>Iturria</b>
<b>1927-1934 Ruiz de Alda</b>	1927 abuztua	0,25	1:5.000	IDENA
<b>1956-1957 Amerikarra, serie B</b>	1956/24/07	1	1:10.000	IDENA
<b>1966-1971</b>	1966/08/21	0,40	1:20.000	IDENA
<b>1982-1984</b>	1982 iraila	0,25	1:13.500	IDENA
<b>1987-1991</b>	1987 ekaina	0,5	1:20.000	IDENA
<b>1998-2000</b>	1998 uztaila	0,5	1:5.000	IDENA
<b>2008</b>	2008/06/04	0,16	1:2.000	PNOA
<b>2019</b>	2019/02/28	0,25	1:5.000	PNOA

Iturria: IDENA eta PNOA

#### 2.2.4. Bilakaera geomorfologikoa kuantifikatzen

Kartografia eraketa ez ezik, ibilgu aktiboaren barruko formazioen (barrak eta ibilgu bera) eta barra landarezarekin unitateen azalaren neurketak egin dira tarte bakoitzerako, izandako aldaketen kuantifikazioa izateko.

Horrela, tarte bakoitzerako grafiko bat egin da ibilgua, barra eta barra landarezarekin unitateak balore absolutuetan kuantifikatzeko. Datu horiekin ere, azalera horien ehunekoak atera egin dira, aldaketa erlatiboak aztertzeko. Halaber, unitate horien tasak kalkulatu dira, hots, zenbateko azalera galdu edo irabazi duten urtean, urte bakoitzeko galdutako edo irabazitako azalera adieraziz. Gainera, ibilgu aktiboaren azalera totala kalkulatu egin da.

Prozesu horiek tarte bakoitzerako egin dira, ondoren hiru tarteen datuak batu egin dira ibaiaren aldaketa osoa ikus dadin.

#### **2.7. Prezipitazio datuen kudeaketa**

Prezipitazioen azterketa egin izan da ibaiak izandako aldaketa morfologikoak gertakari meteorologiko jakin batekin lotzeko; alabaina, ibai iragankorren dinamika ekaitz gertaerei uztartzen zaie. Horretarako arroaren barruan dauden behatoki meteorologikoak aztertu egin dira: Tudela (Valdetellas) -Nekazaritza, Elikadura eta Arrantza Ministerioaren eskutik-, eta Bardenas (Loma Negra), Nafarroako Gobernuaren eskutik. Nafarroako Agentzia Meteorologikoaren webgunetik (MeteoNavarra, 2020) deskargatu dira.

Gainera, Roberto Serranok 2017an egindako tesitik *“Reconstrucción climática instrumental de la precipitación diaria en España: ensayo metodológico y aplicaciones”* lan honetan datu falta duten eremuetarako baliogarria den eguneko prezipitazioen estimazioa ematen du interpolazio baten bitartez (Serrano, 2017). Horrela, ibaietan emaria izateko 50 mm/eguneko gutxieneko atalasea erabili da, izandako uholde historikoak katalogatzeko balio duena.

Beraz, bi behatoki serieak ikuskatu egin dira: Tudela (Valdetellas) 2004-2018 urteen bitartekoa eta Bardenas (Loma Negra) 1994-2018 urteen bitartekoa. Serrano (2017)

datuekin berdina egin da, kasu horretan seriea 1950-2011 bitartekoa da. 3 grafiko egin dira, behatoki bakoitzaren serie osoaren prezipitazioak adieraziz, 50mm/eguneko atalasea azpimarratuz.

Halaber, *Gumbelen* bitartez Serrano (2017) datuekin itzulera denborak kalkulatu egin dira: 2, 5, 10, 50, 100, 200 eta 500 urteetarako prezipitazio maximoa kalkulatu dira eta grafiko batean adierazi dira. Bestetik, 50 mm.entzat eta neurtutako prezipitazio maximoarako itzulera denborak kalkulatu dira gero emaitzako taula batean adierazteko.

## **2.8. Datu granulometrikoen azterketa**

Landa lanean, hurrengo datu granulometrikoak hartu ziren:

- Sedimentuen analisi granulometrikoa: sedimentuen oinarritzko analisisa da, horien karakterizazioa egiteko garrantzitsua da ibai ohearen gainean zein den sedimentuen banaketa. Horretarako, 5 soslai egin dira: bat zeharkako soslaian, bi zeharkako soslaitik 5 m ur goratara eta ur beheretara eta azken biak zeharkako soslaitik 10 m ur goratara eta ur beheretara. Soslai bakoitzean 20 sedimentu (100 guztira) zoriz hartu dira (hau da, horiek aurrez hautatu gabe) distantzia jakin batera, sedimentu bakoitzaren alde txikiaren zabalera maximoa neurtuz (Wolman, 1954).
- Akorazamendua: Normalean, ibai ohea tamaina ezberdineko materialez osatua dago, bakoitza tentsio kritiko jakin batekin, ondorioz, emari jakin batek mugitu ditzake tamaina jakin bateko materialak. Hori dela eta, material finaren mugikortasuna handiagoa izango da; beraz, denbora igaro ahala, azalean material lodien presentzia handituko da, hots, ibai ohearen akorazamendua gertatuko da (Parker eta Sutherland, 1990). Hala ere, ibai iragankorren kasuan, ura noizbehinka pasatzen denez eta kasu askotan intentsitate handiarekin egiten duenez, koraza horren presentzia ez da oso nabaria. Kalkulatzeko, metro karratu bateko azalera definitzen da non tartearen legarrak adierazgarriak diren. Ondoren, metro karratu horretako azalera guztia margotzen da, korazaren sedimentuak identifikatzeko eta azpi-korazarekin ezberdintzeko. Horrela, margoztatutako sedimentu guztiak pisatzen eta neurtzen dira. Azkenik, azpikorazarako lagin adierazgarri bat hartzen da, ondoren laborategira eramateko eta zetabatzeko.



Datuak aztertu eta gero, alde batetik Wolman metodoren bitartez lortutako sedimentuen tamainen medianak kalkulatu egin dira, grafiko batean emaitzak plazaratuz.

Bestetik, azpigainazaleko eta korazako sedimentuak analizatu egin dira, Wentworth-en eskala erabilita: < 0,063 mm, < 2mm, <64mm, <256mm eta >256mm. Horrela bada, tarte bakoitzerako % metatuak kalkulatu egin dira eta grafiko batean adierazi dira. Horrekin batera, akorazamendu indizea kalkulatu egin da Lisle eta Madej (1992) formula erabiliz:  
$$Ac = D_{50} (s) / D_{50} (ss)$$

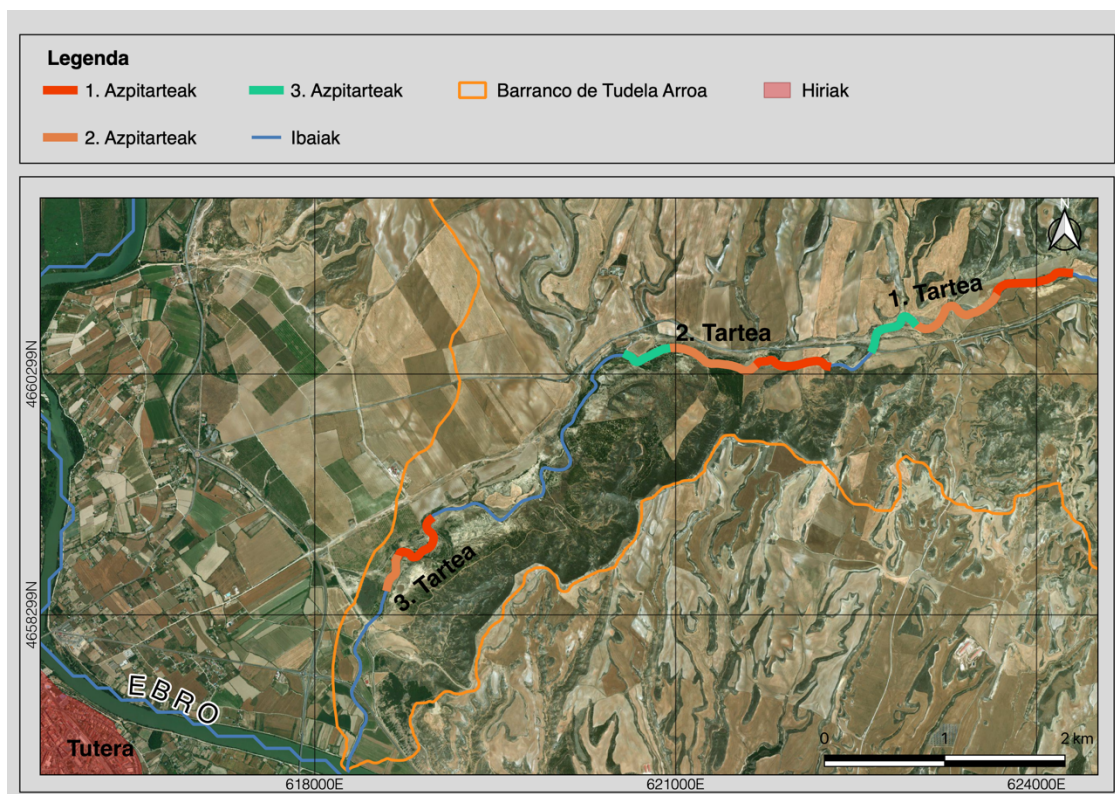
### **3. EMAITZAK**

#### **3.1. Bilakaera geomorfologikoa**

Emaitzekin hasteko, kontuan hartu behar da ibai dinamikari lotutako aldaketen denbora eskala. Horrela, barren formakuntza eta berrantolaketa, ibilguaren migrazioa, irlen formazioa eta meandroen mozketak hamarkadetan ematen dira; aldiz, uholde lautadaren formakuntzak ehundaka urte behar ditu, eta terrazena milaka urte behar ditu (Brierley eta Fryirs, 2005). Ondorioz, ikusiko diren aldaketak hamarkada-eskalaren barruan aurkituko dira.

Horrela bada, tarte bakoitzaren bilakaera ikusiko da, bai ibilgu aktiboari zein unitate geomorfologikoei dagokienez. Bigarren honentzako tarte bakoitza zati txikiagotan banatu da, bilakaera mapak hobeto ikusteko eta ibilgu barruko aldaketak suma daitezen (23. Irudia).

## 23. Irudia. Azpitarteen kokapen mapa

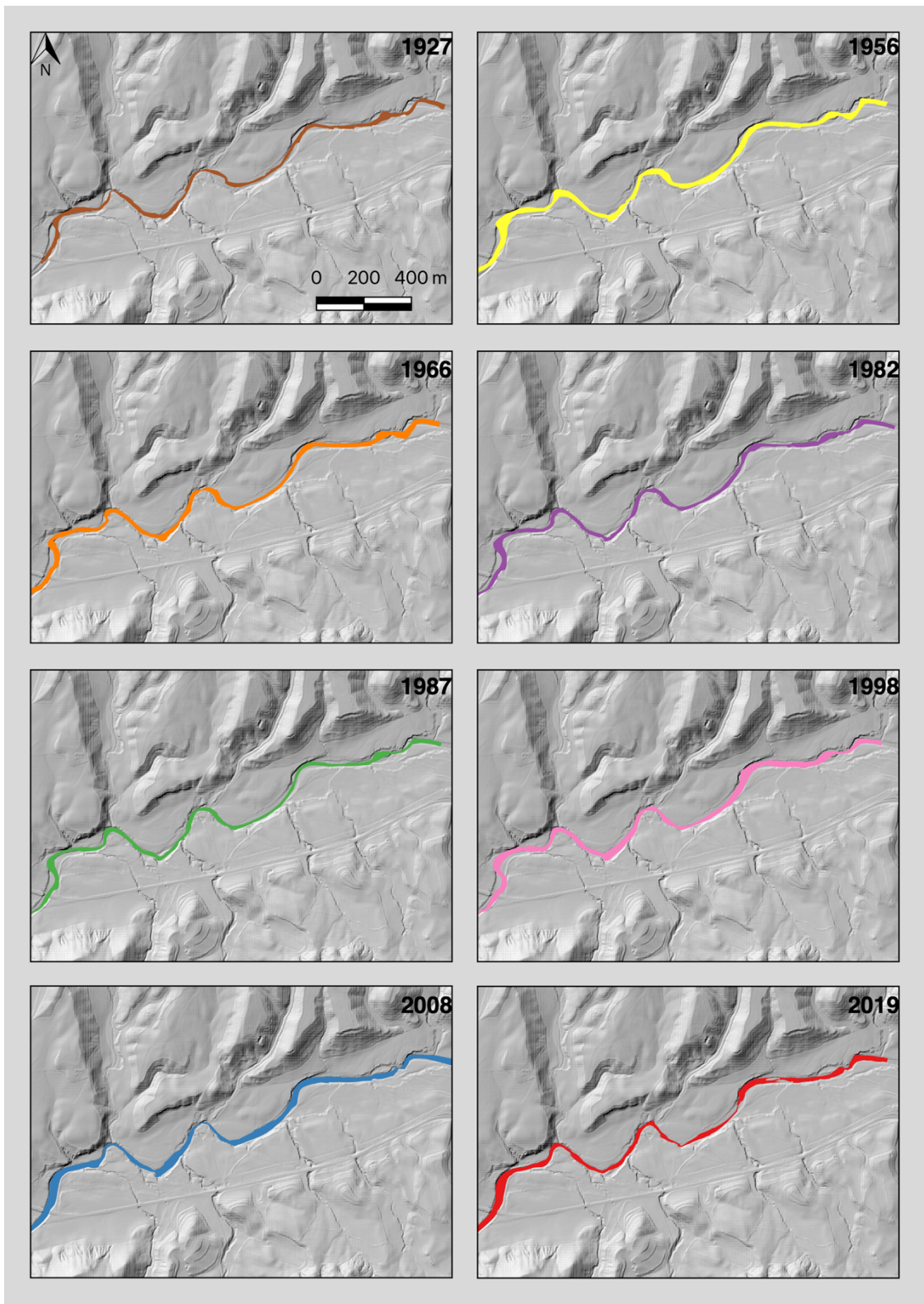


Iturria: IDENA eta CNIG

### 3.1.1. Tarte 1

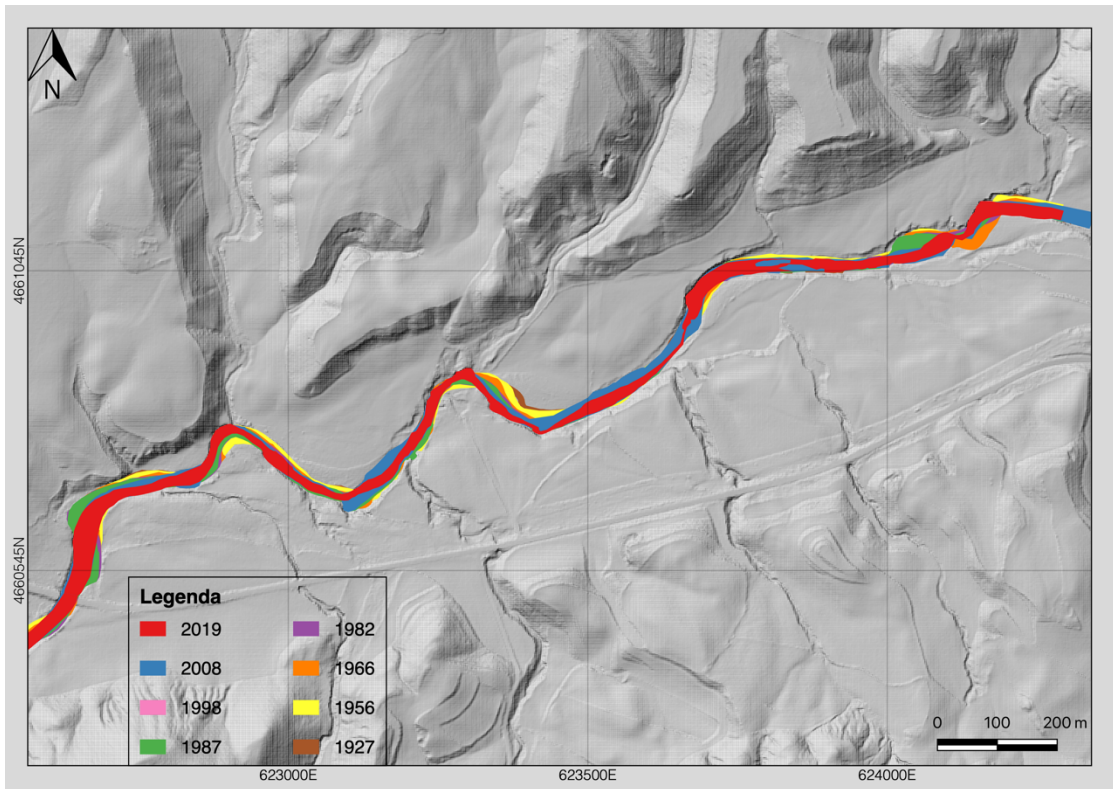
Lehengo tarte ibaiaren erdi-tartean kokatua dago eta nahiko sartuta agertzen da terrazen artean. 2,2 km izanik tarte luzeena da. Ibilgu aktiboa 24. eta 25. Irudietan ikus daiteke. Lehengo tarte honek alboko migrazioa gutxi izan du 1927-2019 urteen artean, aldaketa gutxi sumatuz eta hiru tarteen artean mugikortasun txikiena izan duen tarte da. Izan ere, tarte honetan ibilgua nahiko sartuta dago terrazen artean, alboko migrazio zailduz. Hala ere, aldaketa batzuk ikusi daitezke, orokorrean ibilgu aktiboa estutu dela azkenengo urtean aurretikoekiko.

24. Irudia. Lehengo tartearen ibilgu aktiboaren bilakaera banaka



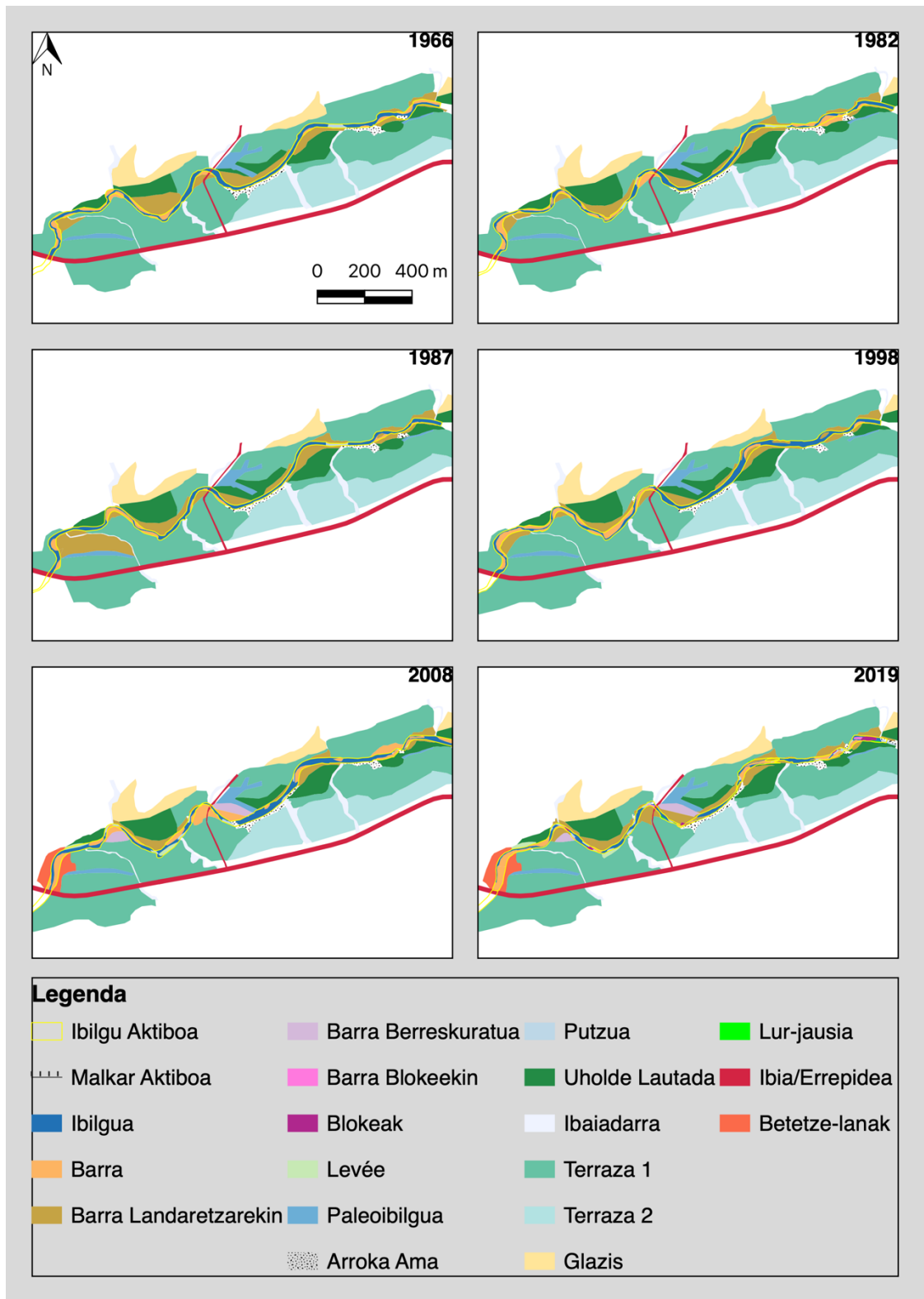
Iturria: CNIG eta IDENA

## 25. Irudia. Lehengo tartearren ibilgu aktiboaren bilakaera



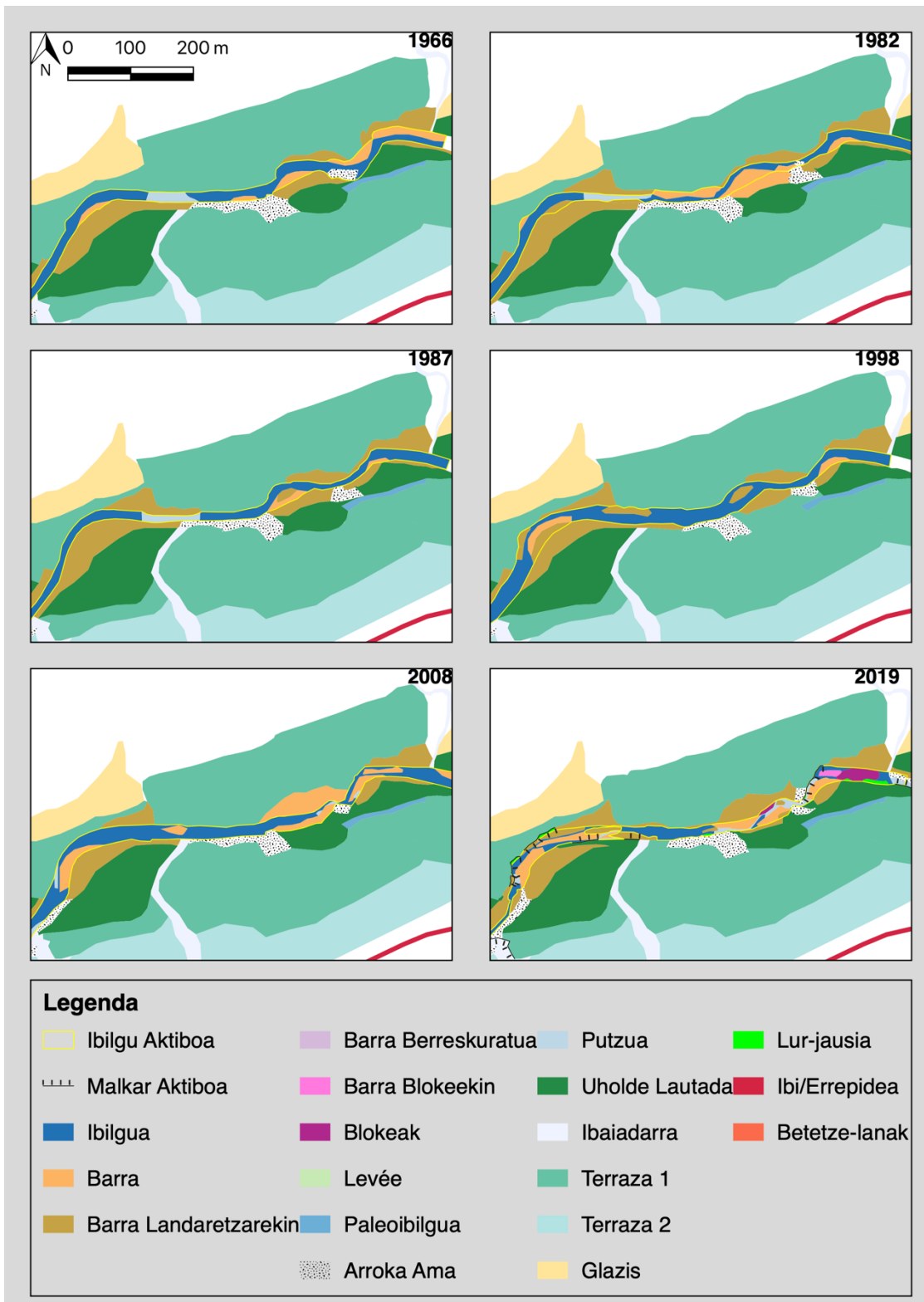
Iturria: CNIG eta IDENA

26. Irudia: Lehengo tartearen bilakaera geomorfologikoa



Iturria: CNIG eta IDENA

27. Irudia. Lehenengo tartearen lehengo azpizatiaren bilakaera geomorfologikoa



Iturria: IDENA eta CNIG

26. Irudian ikus daiteke lehengo tartearen bilakaera geomorfologiko orokorra. Esan bezala terrazen artean sartuta dago ibaia, uholde lautada kasu gutxitan izanik.

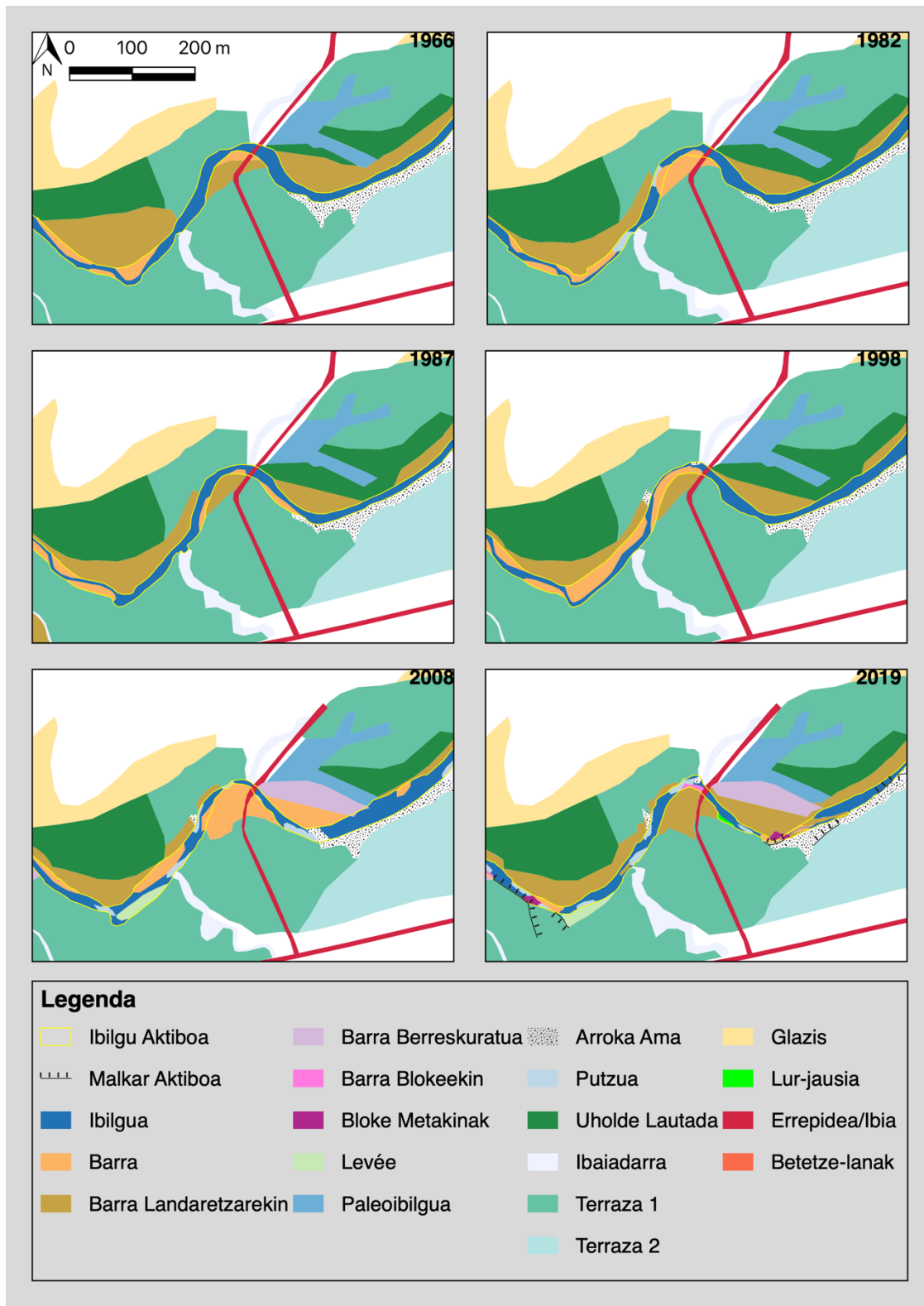
Lehengo tartearen lehengo azpitarteari dagokionez (27. Irudia), aipatzekoa da tartearen hasieran 2019ko ortoargazkian ikusten den lur-jausia, blokeen metakinen eta barra blokeekin unitateen jatorria izanik. Era berean, ikus daiteke azken urteetan ibilguaren presentzia gutxitu egin dela, barra egonkortuak eta irlen formakuntza ahalbidetuz. Bestetik, 2019. urteko ortoargazkian arroka amaren azaleratzea ibai-ohean ikusten da, zati horretan ibilgua estutuz (28. Irudia).

Halaber, zati honen azkeneko partean 2019. urtean estutze prozesua ikus daiteke, eta orokorrean, ibilgu aktiboa korapilatsuago bihurtzen da, tarteka barra landarezarekin, irlak eta ibilgu beran landaretza ikusiz.

#### 28. Irudia. Ibilguaren estutzea



29. Irudia. Lehengo tartearen bigarren azpitartearen bilakaera geomorfologikoa



Iturria: CNIG eta IDENA



Bigarren azpitarteari dagokionez (29. Irudia), oro har, ibilguaren hasiera berdin jarraitzen du 2008. urtera arte, barra edo bestelako morfologiarik gabe. 2008tik aurrera arroka ama azaleratzen hasten da zati honen lehengo meandroan, azkenean 2019 urtean blokeen metakinak sortu arte. Gainera, bertan ere malkar aktibo bat ikus daiteke gaur egun, bloke metakin horien formakuntzan lagundu ahal izan duena, aurrerago lur-jausi garbia ageriz.

Bestetik, eskuineko ertzean 2008. urtera arte landaretza duen barra aurki dezakegu, baina urte horretan uholde lautadan zeuden labore soroak atzerakada jasan izan zuten, barra berreskuratua bezala izendatu dena sortuz (30. Irudia)

30. Irudia. Ibiaren gunea, goian 1998ko ortoargazkia eta eskuinean 2008koa.

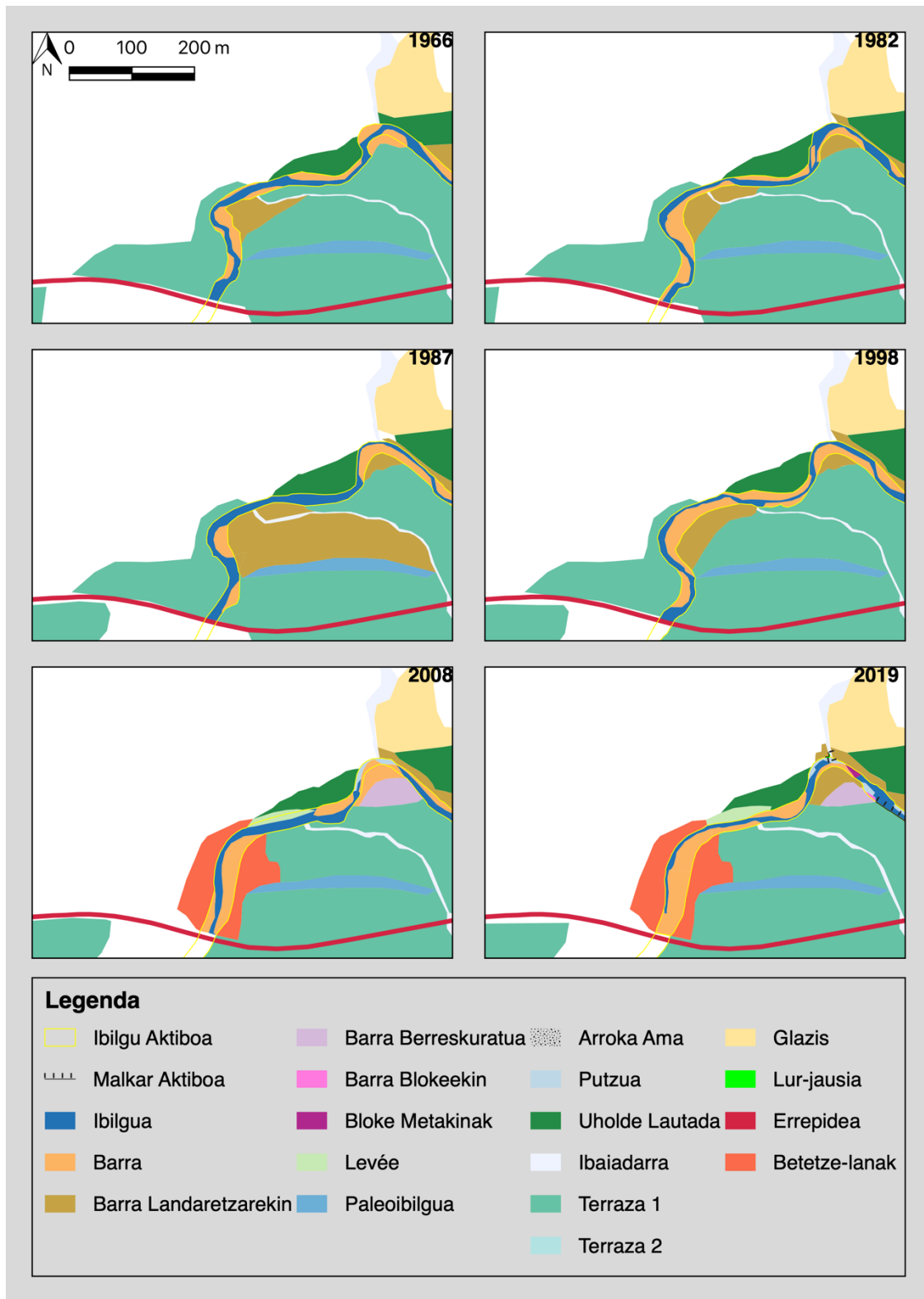


Iturria: IDENA

Izan ere, 2008 urtean aktibitate handiko urte izan zen, 30. Irudian ura ere ikus daiteke ibilguan. Gainera, ibiaren gunea ere nahiko aldatua izan zen, ibi bera zertxobait mugituz. Era berean, meandro horretan zegoen barran beste urteen landaretzaz beteta zegoen, baina 2008. urtean biluztuago agertzen da, eta tamaina handiagoarekin. Aldiz, meandroaren alde konkaboan terrazaren higadura nabaria izan da, arroka amaren azaleratze txiki bat gertatu arte.

Zati honekin amaitzeko, ibilguaren lehengo *levéa* aurki daiteke, horren formakuntza 1998-2008 urteen artean gertatu zelarik. Gainera, gune horretan ere, ibilgua sinplifikaziorantz joan da, 1998. urtera arte alboko barren txandaketa ikus daiteke, gaur egunean ibilguak formakuntza garrantzitsurik gabe agertuz.

31. Irudia. Lehengo tartearen hirugarren azpitartearen bilakaera geomorfologikoa



Iturria: CNIG eta IDENA

Hirugarren azpitarte honetan (31. Irudia), aurkitzen den lehengo meandro horretan antzeko prozesua ikus daiteke, 2008an barra berreskuratua agertzen dela, alegia. Berriro ere, *point bar* formakuntzaren zati bat landarezarekin agertzen da 1998. urtean, baina 2009ra arte egondako goraldi batek eraldatu egin zuen gunea, 14. Irudian ikus daitekeen moduan.

Ibilguari jarraiki, eskuineko ertzean beste *levée* formakuntza ikus daiteke (17. Irudia), hau ere aurrekoaren sorkuntza prozesua eta momentu berean sortu ahal izan dena.

Halaber, lehenago komentatu egin den bezala, 2005 urtean betetze lanak egin zituzten lehengo tartearen amaieran, errepidearen zubia pasatzen den tokitik ur goratara alegia. Horrela, 1998. urtetik itxura bihurriagoa izatetik ibilgu zuzen batera pasatu egin zen. Gainera, 32. Irudian ikus daiteke errepidearen asfalto zatiak, betetze lanak egin ziren gunean zehazki.

### 32. Irudia. Asfalto zatiak ibilguan



Iturria: Ana Sáenz de Olazagoitia

### 33. Irudia. Goian 1998ko ortoargazkia eta behean 2006ko ortoargazkia



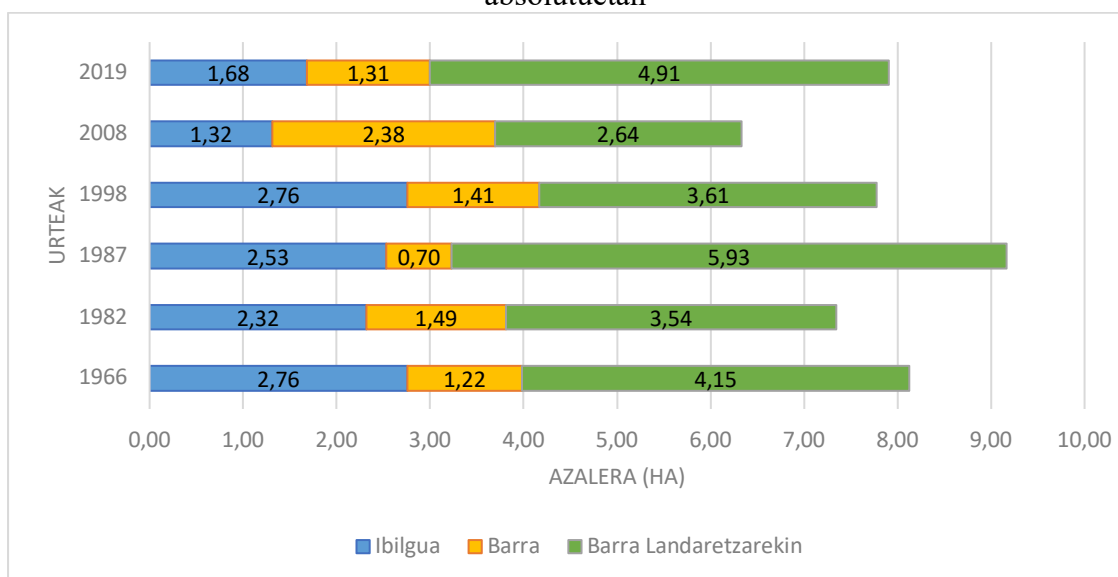
Iturria: IDENA

Hori izan da ibaiak izandako aldaketa antropikorik handiena, egindako ibiarekin eta errepidearekin batera. Era berean, alboetako labore soroak era batean edo bestean eragina izan dute ibaian, esaterako, barren berreskuratuen kasuan.

Horrela bada, tartearen amaiera honetan 1966-1998 urteen artean alboko barren formakuntza izatetik ibilgu zuzenago batera pasa egin da (30. Irudia).

34. Irudian ikus daitekeenez, ibilgu aktiboak (oro har, barrak eta ibilgua) nahiko konstantea mantendu da urteetan zehar, bere maximoa 1998 urtean izanik (ikusiko denez, aktibitate handiko urtea) eta minimoa 2019an izanik.

### 34. Irudia. Lehengo tartearen ibilgu barruko unitateen kuantifikazioa balore absolutuetan



Halaber, joera berdina ikusten dugu 3. Taulan, barren ehunekoak gorakada handia jasaten du 2008. urtean, ehuneko minimoa 1987an izanik, barra kopurua handia landarezarekin agertzen direlarik. Horrela, esan daiteke 1987 urtea 2019 urtearekin batera aktibitate gutxiko urteak izan zirela, emaitzetan zehar konprobatuko denez.

### 3. Taula. Lehengo tartearen ibilgu barruko unitateen kuantifikazioa ehunekoetan (%)

	1966	1982	1987	1998	2008	2019
<b>Ibilgua</b>	33,93	31,58	27,63	35,46	20,78	21,29
<b>Barra</b>	15,07	20,27	7,63	18,15	37,55	16,58
<b>Barra landarezarekin</b>	51,01	48,15	64,74	46,39	41,67	62,13
<b>Guztira</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

### 4. Taula. Lehenengo tartearen ibilgu barruko unitateen azalera ezberdintasunaren tasa (ha/urte)

	1966-1982	1982-1987	1987-1998	1998-2008	2008-2019
<b>Ibilgua</b>	-0,03	0,04	0,02	-0,18	0,03
<b>Barra</b>	-0,02	-0,16	0,05	0,12	-0,10
<b>Barra landarezarekin</b>	-0,04	0,48	-0,18	-0,12	0,21
<b>Guztira</b>	<b>-0,05</b>	<b>0,36</b>	<b>-0,11</b>	<b>-0,18</b>	<b>0,14</b>

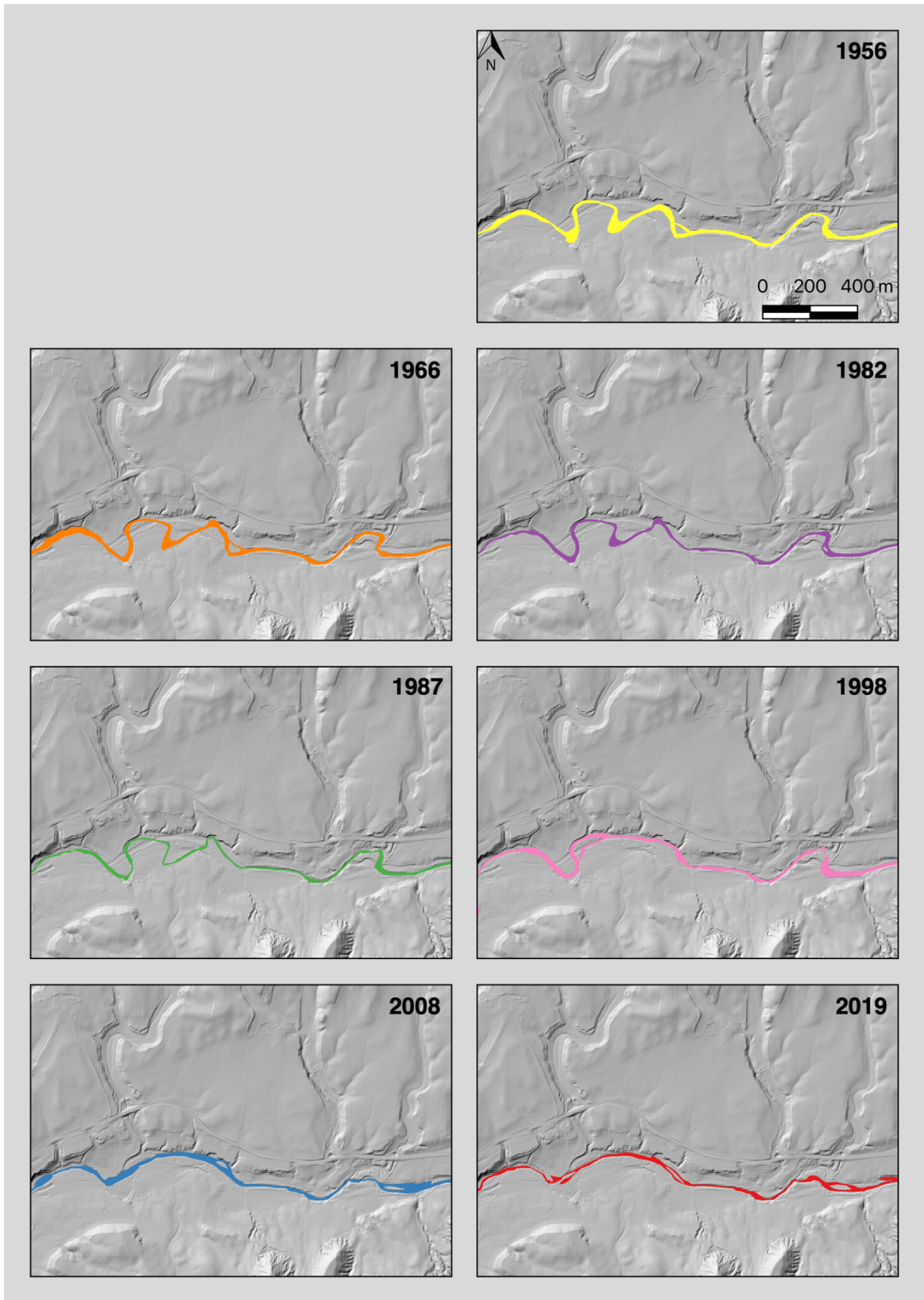
4. taulari erreparatuz, ibilguak nahiko konstante jarraitu egin du, 1998tik 2008 urtera galera oso nabaria jasan arte. Bitarte horretan kontrako prozesua gertatzen da barrekin, hau da, barren azalera asko igotzen da, ibilgu aktiboaren azalera konpentsatuz.

Bestetik, aktibitate galera izugarria ikusten da 1982tik 1987ra, barra landarezarekin unitatearen hazkuntza nabariarekin, barren galerarekin batera. Horrela bada, taula honetan ikus daiteke batez ere 1982tik 1987ra ibai dinamikaren aldetik galera oso handia izan zuela, ondoren 1987tik 1998ra dinamika berriro aktibatzen da, 2008tik 2019ra berriro dinamika galtzeko.

### 3.1.2. Tarte 2

Bigarren tarte (1,7 km) ibaiaren amaierara gerturatzen da, aurreko tarteko terrazen arteko sarpena alde batera utziz. Ibilgu aktiboaren bilakaerari dagokionez (35. eta 36. Irudiak) uholde lautada zabaltzen doa, mugikortasunari aukera emanez. Horrela, aurreko tartearekin konparatuta izugarritzko mugikortasuna dauka tarte honek, meandro mozketa ugari emanez eta ibilgu meandriforme batetik ibilgu zuzenago batera igaroz.

35. Irudia. Bigarren tartearen ibilgu aktiboaren bilakaera banaka

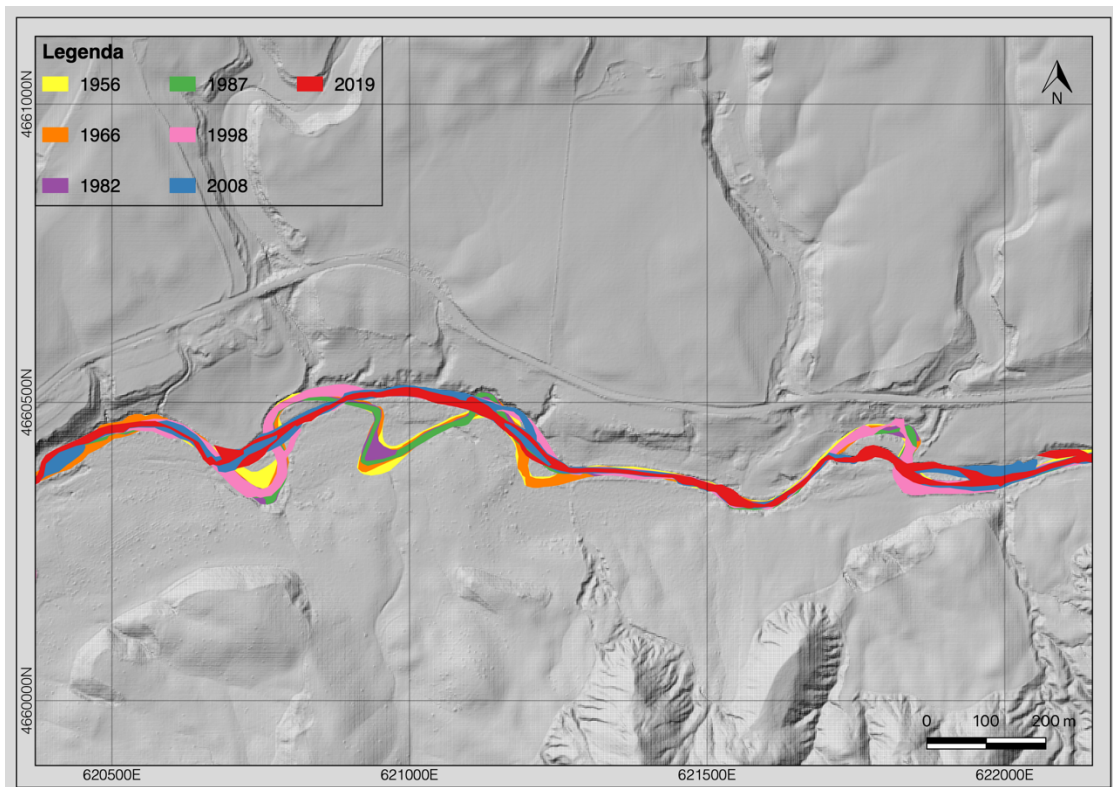


Iturria: IDENA eta CNIG



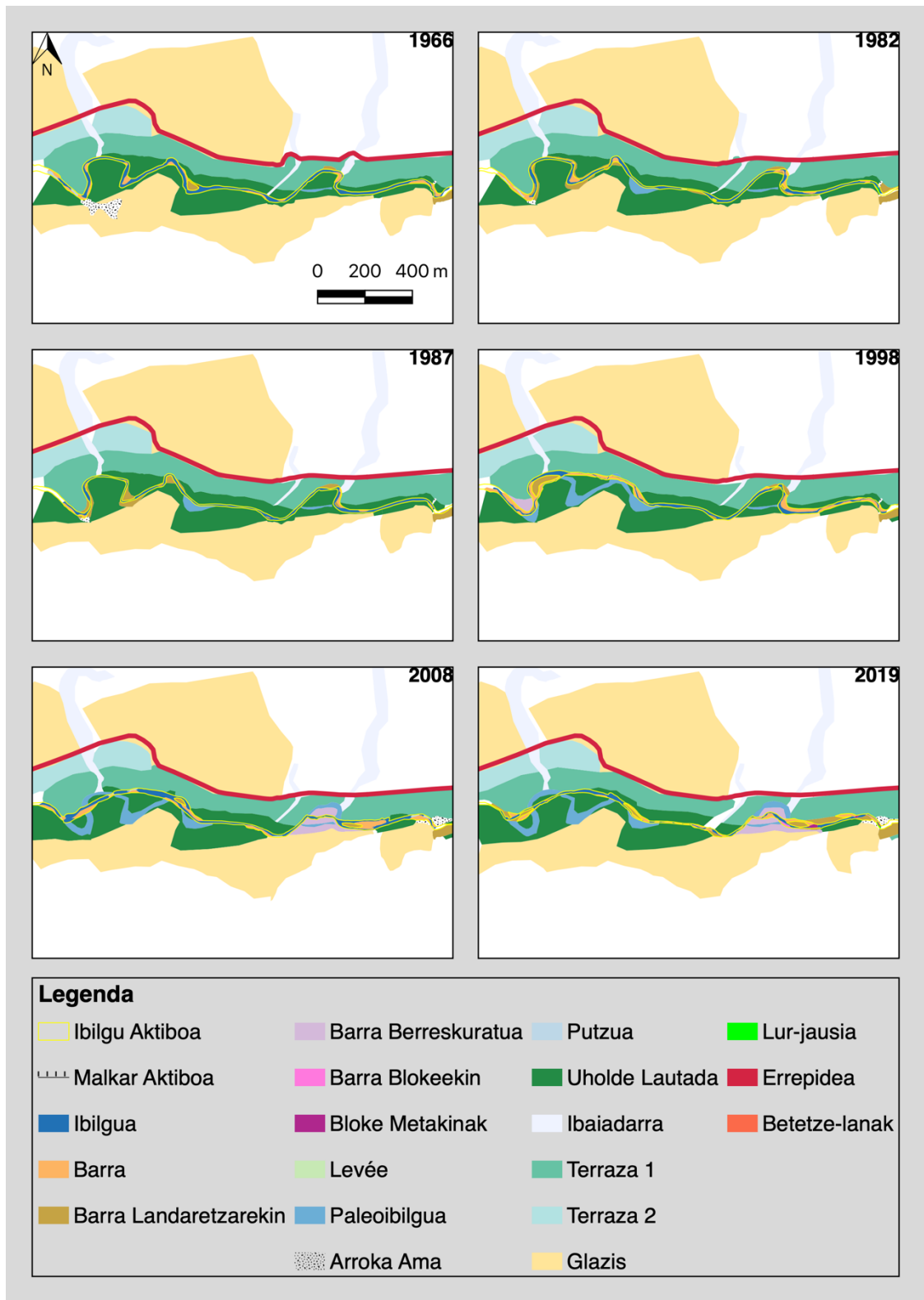
Oro har, esan daiteke 1986 eta 1998 urteen bitartean lau meandroen mozketak eman zela eta 1998 eta 2008 urteen bitartean beste bi meandroen mozketak (36. Irudia). Esan bezala, urte horietan ibai-dinamika altua izan zen, seguru asko goraldiak emanez, meandro horien mozketen errudun izanik.

36. irudia. Bigarren tartearen ibilgu aktiboaren bilakaera



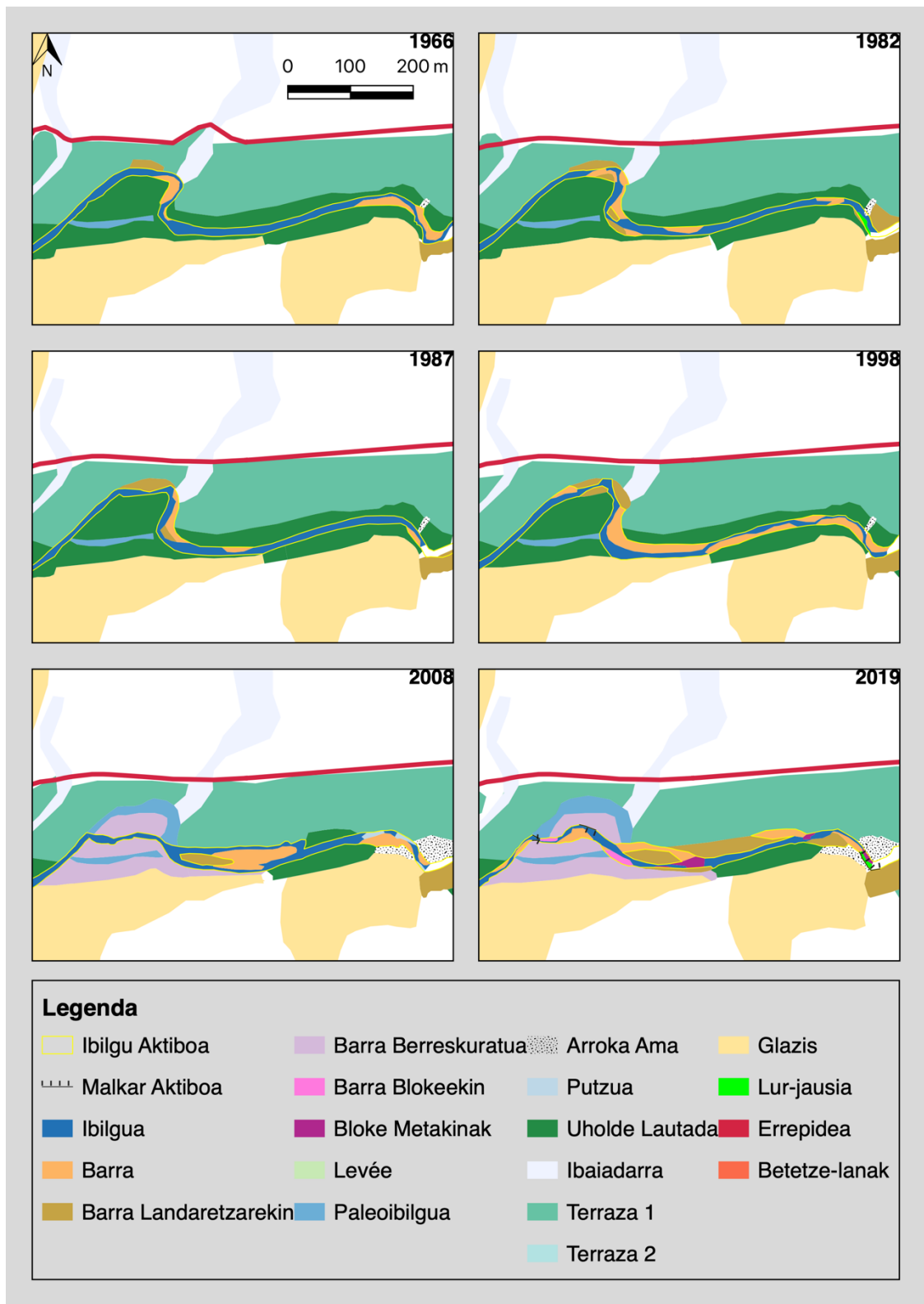
Iturria: IDENA eta CNIG

37. Irudia: Bigarren tartearen bilakaera geomorfologikoa



Iturria: IDENA eta CNIG

38. Irudia. Bigarren tartearen lehengo azpitartearen bilakaera geomorfologikoa

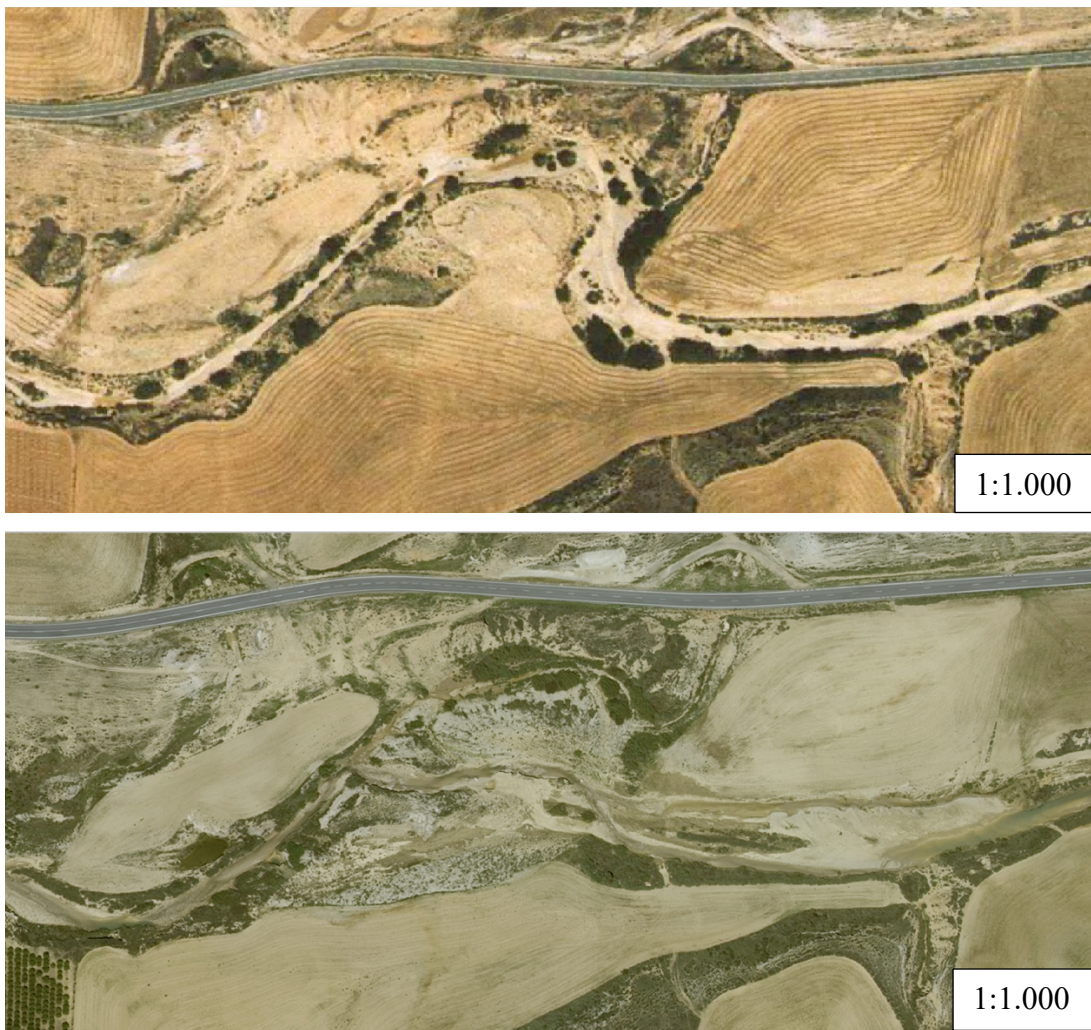


Iturria: IDENA eta CNIG

Lehen esan bezala eta bigarren tartearen mapa geomorfologiko orokorrean ikusten denez (37. Irudia), uholde lautada pixka bat zabaltzen doa, nahiz eta oraindik terrazen (eskuineko ertzetik) eta mendien (eskuineko ertzetik) ibilgua sartuta egon.

Lehengo azpitarte honetan, 1998 urtera arte aldaketa gutxi sumatzen dira, 2008 urtean meandro mozketak bat gertatu arte, 38 eta 39. Irudietan ikusten denez.

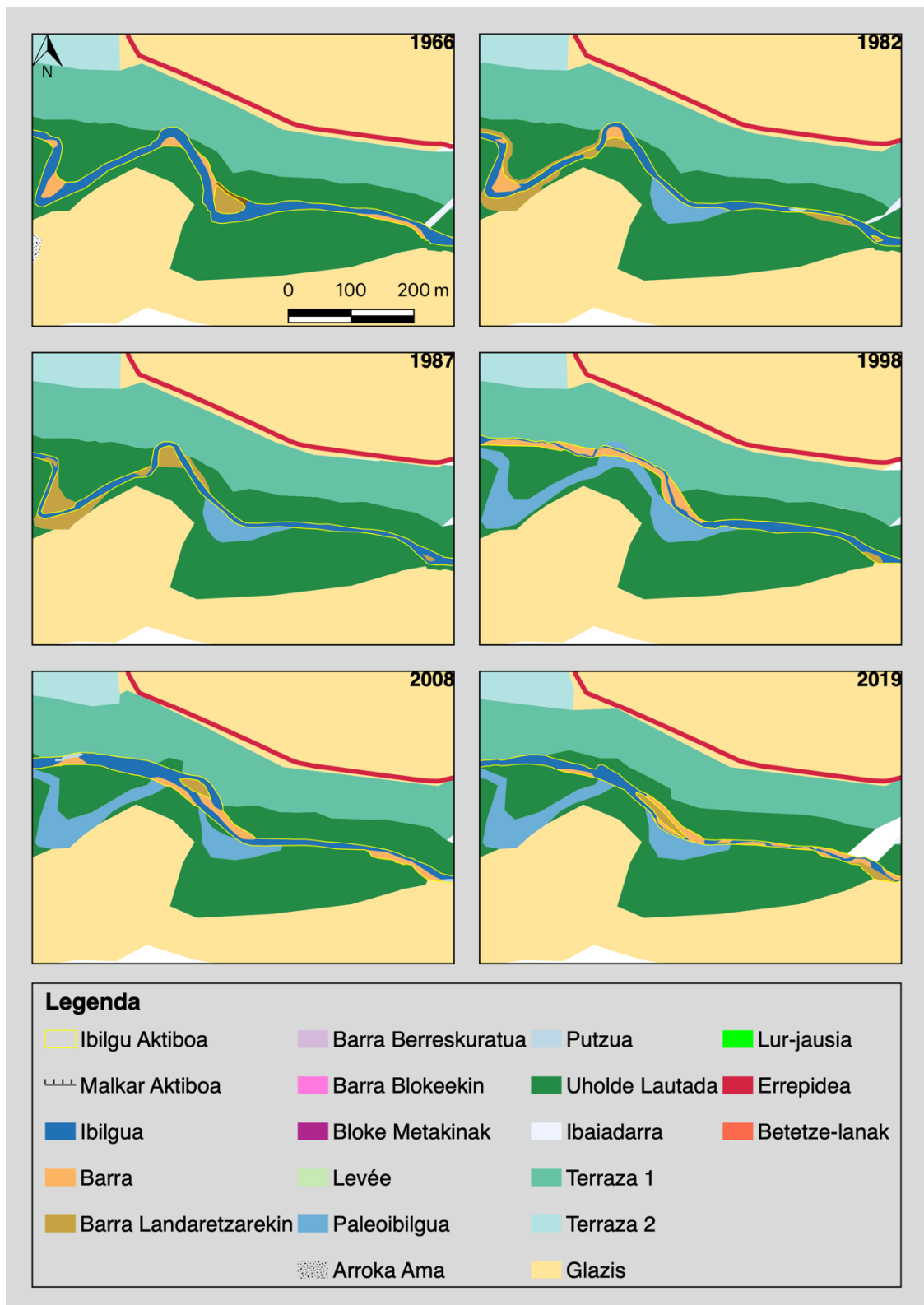
39. irudia. Goian 1998. urteko ortoargazkia eta behean 2008 urteko ortoargazkia



Ituria: IDENA

Horrekin batera, meandroaren barruan zeuden labore soroak desagertzen dira, inguru horretan berreskuratutako barra sortaraziz. Gainera, 2008 urtean ibilguaren azalera zabaltzen da, ondoren 2019. urtean berriro estutuz barrak landaretzaz betetzearen ondorioz. Halaber, aipatzeko da arroka ama 2008 eta 2019 urteetan azalera hasten dela, ibilgu beran ikus daitekeelarik.

40. Irudia. Bigarren tartearen bigarren azpitartearen bilakaera geomorfologikoa



Iturria: IDENA eta CNIG

Bigarren azpitartean 1998 urtera arte estutze prozesua ikus daiteke ibilguan (40. Irudia), bertako barrak landaretzaz betetzen joan zirelako 1966, 1982 eta 1987an. Horrela bada, 1998 urtean zati honetan agertzen diren meandro guztien mozketak gertatzen da, ibilgu zuzenago baterantz abiatuz (41. Irudia). Gainera, meandroak zeuden tokietan nekazariak berriro labore soroez bete zituzten.

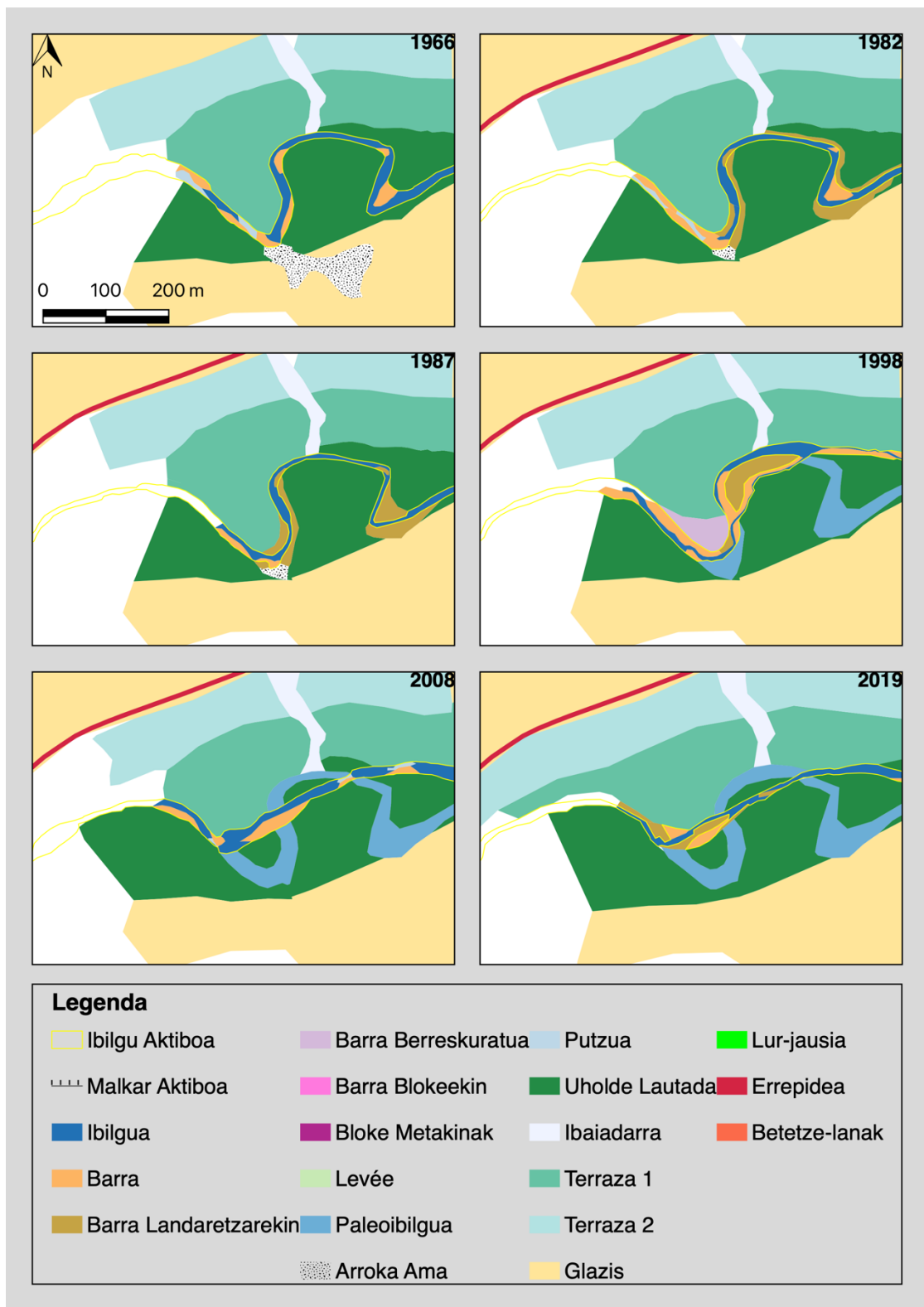
41. Irudia. Goian 1987ko ortoargazkia eta behean 1998ko ortoargazkia



Iturria: IDENA

Era berean, urte horretan ibilgu bera zabaltzen da, gerora 2019 urterako berriro estutzen joateko, alboko barren txandakatzea agertuz, ibilgu zuzenetan ohikoa izanik. Irlak ere agertzen dira 2008an eta 2019an handiagoak egiten dira (40. Irudia).

42. irudia. Bigarren tartearen hirugarren azpitartearen bilakaera geomorfologikoa



Iturria: IDENA eta CNIG

Hirugarren azpitartean bigarren azpizatiaren prozesu berdina gertatzen da, hau da, 1966tik 1987ra ibilgua estutzen doa, 1998. urtean agertzen den lehengo meandroaren mozketa gertatu arte (42. Irudia). Momentu horretan asko zabaltzen da ibilgua, nahiz eta irla nahiko handia sortzen den ibilgu erdian. Gainera, 1998. urtean bigarren meandroan barra berreskuratu bat agertzen da, nekazal soroen erregresio dela eta.

Kasu honetan, 2008an agertzen den beste meandrea mozten da, berriro ere ibilgua zabalduz ondoren 2019an estutzeko. 43. Irudian ikus daiteke meandro horien mozketa prozesua.

43. Irudia. 1987 (goian), 1998 (erdian) eta 2008 (behean) ortoargazkiak

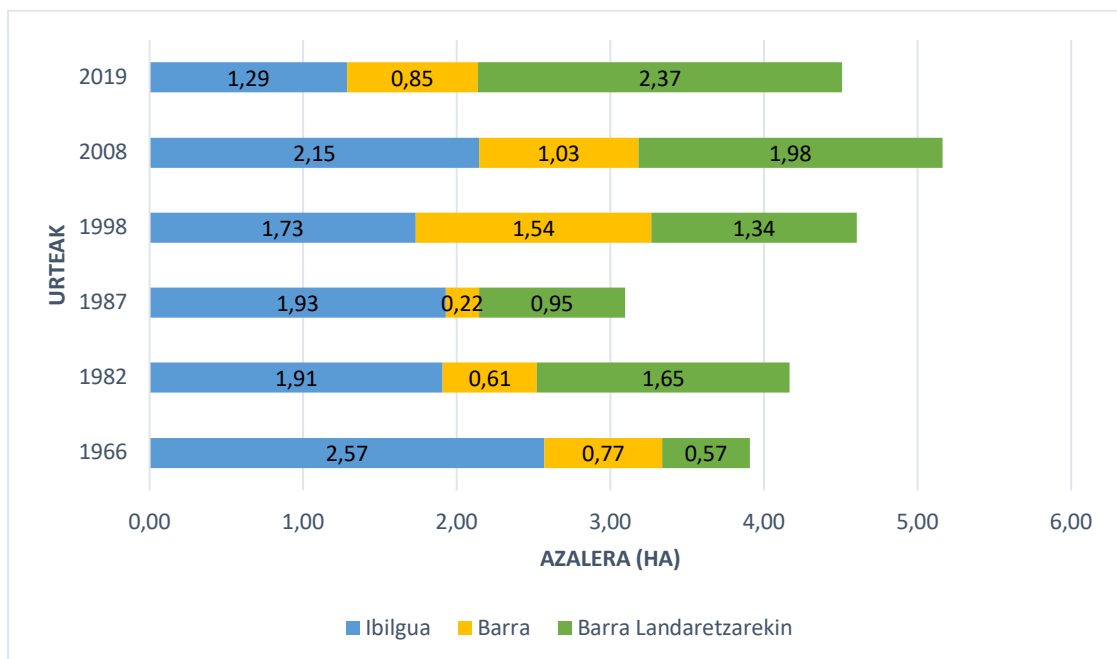






Iturria: IDENA

44. Irudia. Bigarren tartearen ibilgu barruko unitateen kuantifikazioa balore absolutuetan



5. Taula. Bigarren tartearen ibilgu barruko unitateen kuantifikazioa ehunekoetan (%)

	<b>1966</b>	<b>1982</b>	<b>1987</b>	<b>1998</b>	<b>2008</b>	<b>2019</b>
<b>Ibilgua</b>	65,81	45,81	62,31	37,62	41,06	28,51
<b>Barra</b>	19,66	14,7	7,06	33,35	20,04	18,87
<b>Barra landarezarekin</b>	14,53	39,49	30,63	29,03	38,36	52,62
<b>Guztira</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

44. Irudian eta 5. Taulan mapekin azaldutako prozesu berdina suma daiteke, hots, 1966tik 1987ra estutze prozesua ibilgu aktiboaren beherakadan ikusten da, 1998 eta 2008an hazten da, berriro 2019an 1987ko datuetara gerturatuz. Halaber, kontuan hartu behar da meandroen mozketak gertatu baino lehen, berez ibilguak bide gehiago egin behar zenez horren azalera handiago izango zela, eta meandroen mozketak gertatzerakoan zuzenago bihurtzen da, azalera gutxituz. Beraz, meandroen mozketak gertatu eta gero ibilgu aktiboak azalera gehiago hartu zuen, 1998ko eta 2008ko aktibitate handiaren isla dena.

Era berean, barrek joera berdina jarraitzen dute: 1987ko beherakada eta 1998ko gorakadak ezik, joera egonkorra erakusten dute. Bestetik, lehengo tartean bezala, landaretza duten barren presentzia handitzen doa urteetan zehar, batez ere 2019an nabarmentzen dena.

6. Taula. Bigarren tartearen ibilgu barruko unitateen azalera ezberdintasunaren tasa (ha/urte)

	<b>1966-1982</b>	<b>1982-1987</b>	<b>1987-1998</b>	<b>1998-2008</b>	<b>2008-2019</b>
<b>Ibilgua</b>	-0,04	0,00	-0,02	0,05	-0,08
<b>Barra</b>	-0,01	-0,08	0,10	-0,06	-0,02
<b>Barra landarezarekin</b>	0,07	-0,14	0,03	0,08	0,04
<b>Guztira</b>	<b>0,02</b>	<b>-0,21</b>	<b>0,12</b>	<b>0,07</b>	<b>-0,06</b>

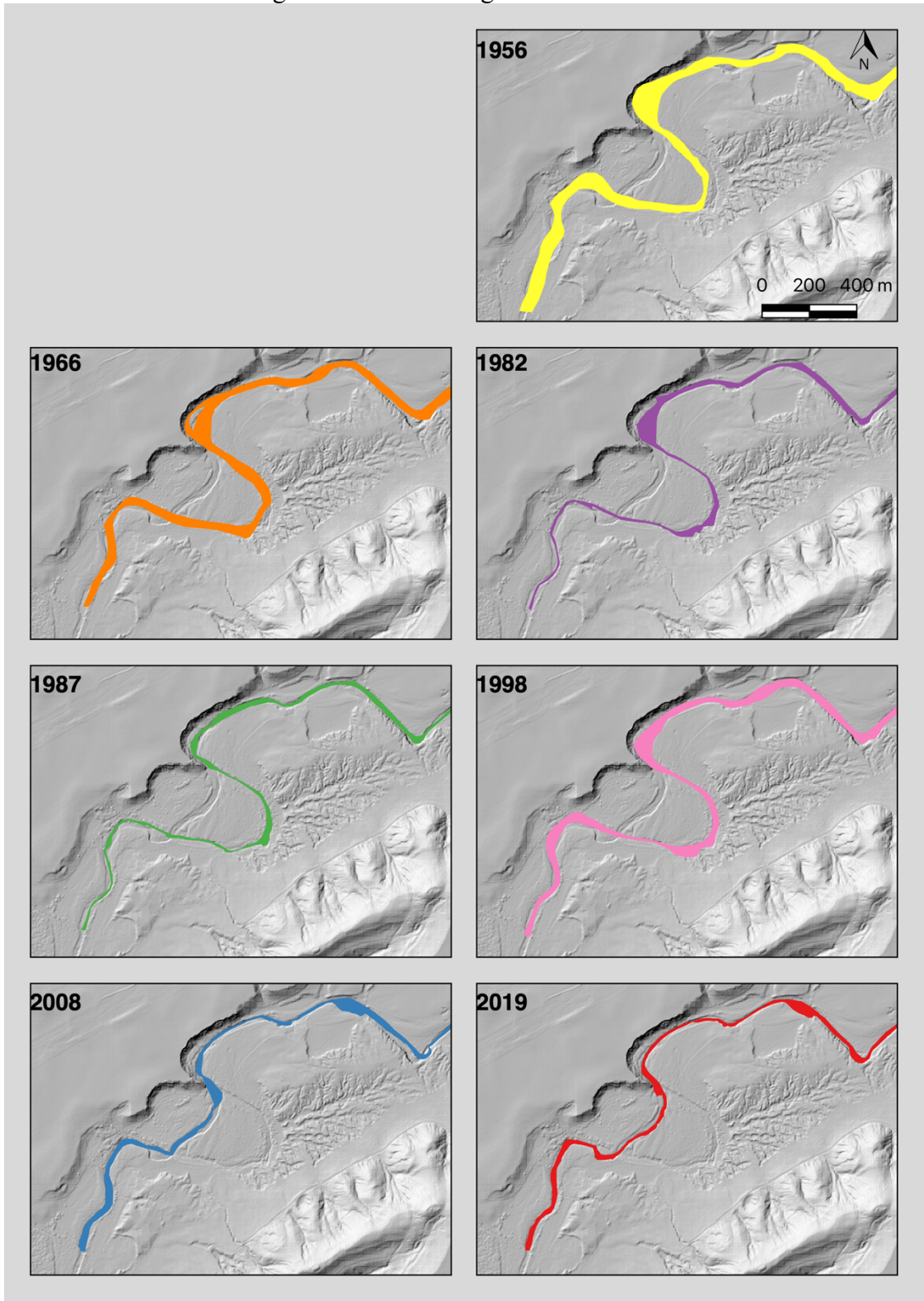
Hala ere, 6. Taulan ikusten den moduan, esaterako 1982tik 1987ra barra landarezarekin unitatearen azalera galera ikus daiteke, nahiz eta aktibitate gutxien duen urtea izan. Barren galketa ere ikus daiteke bitarte horretan, ibilgua konstante mantenduz. Halaber, tarte honetan 1987tik 2019ra landaretza duten barren presentzia asko hazi egin da, 2019an bere azalera maximora iritsi arte (5. Taula).

### 3.1.3. Tartea 3

Azkeneko tarteari dagokionez, ibaiaren azkeneko zatia da, hau da, 1,3 km inguru geratzen zaizkio bere urak Ebrora isurtzeko; hortaz, bere uholde lautada askoz gehiago zabaltzen da, ia-ia Ebro beraren uholde lautadarekin topo egin arte.

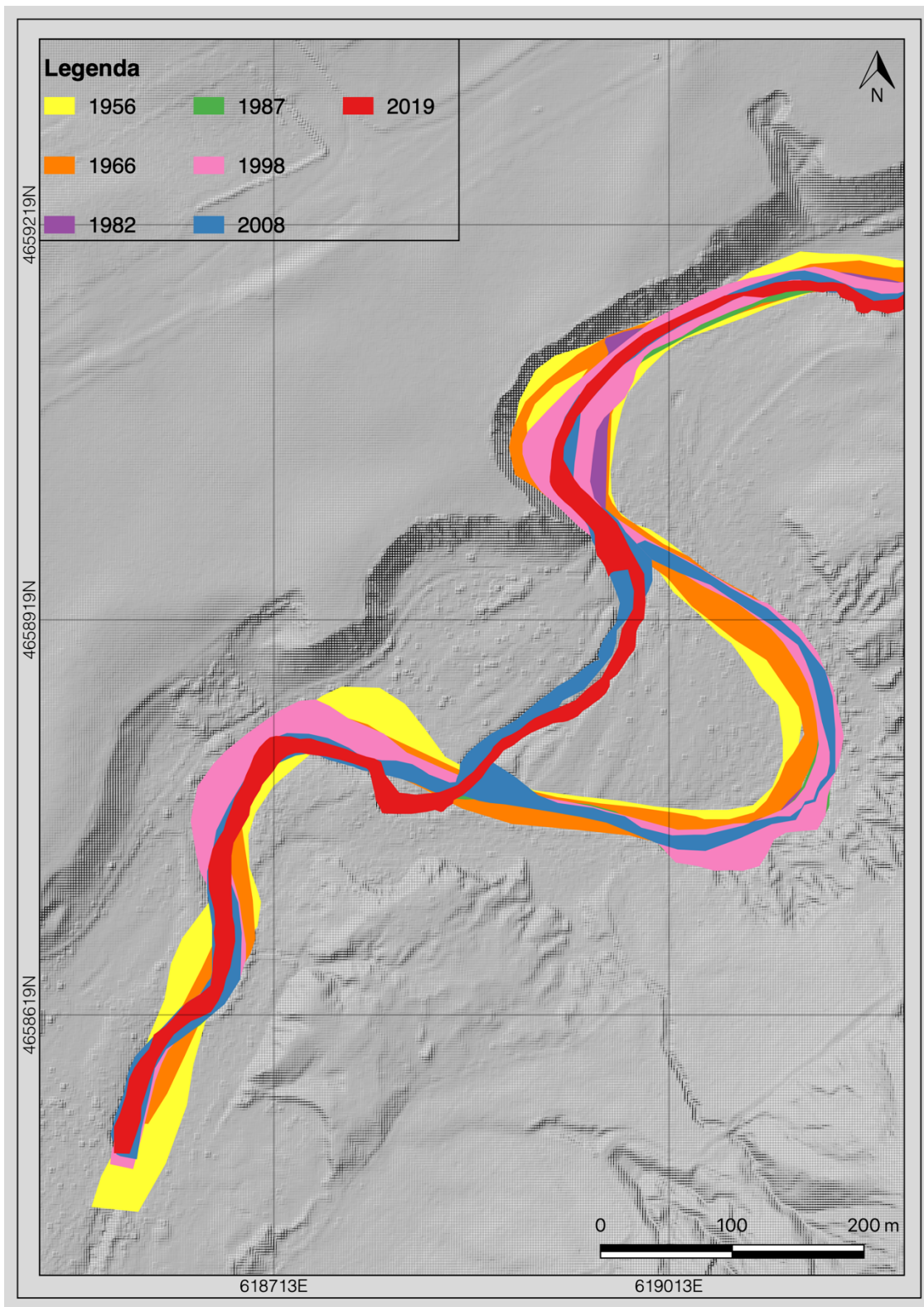
Ibilgu aktiboaren eta bilakaera geomorfologikoaren mapei erreparatuz (45. eta 46 Irudietan ñabardura handiagoarekin ikus daitezke), aurreko tartetean ikusitako prozesu berdinak atzeman daitezke. Alde batetik, 1966tik 1987ra ibilgua asko estutzen da, batez ere bere azkeneko zatian. 1998 urtean zabaltzen hazten da, 2008. urterako jadanik meandroaren mozketak gertatu arte, azkeneko 2019an berriro estutzen joateko.

45. Irudia. Hirugarren tartearen ibilgu aktiboaren bilakaera banaka



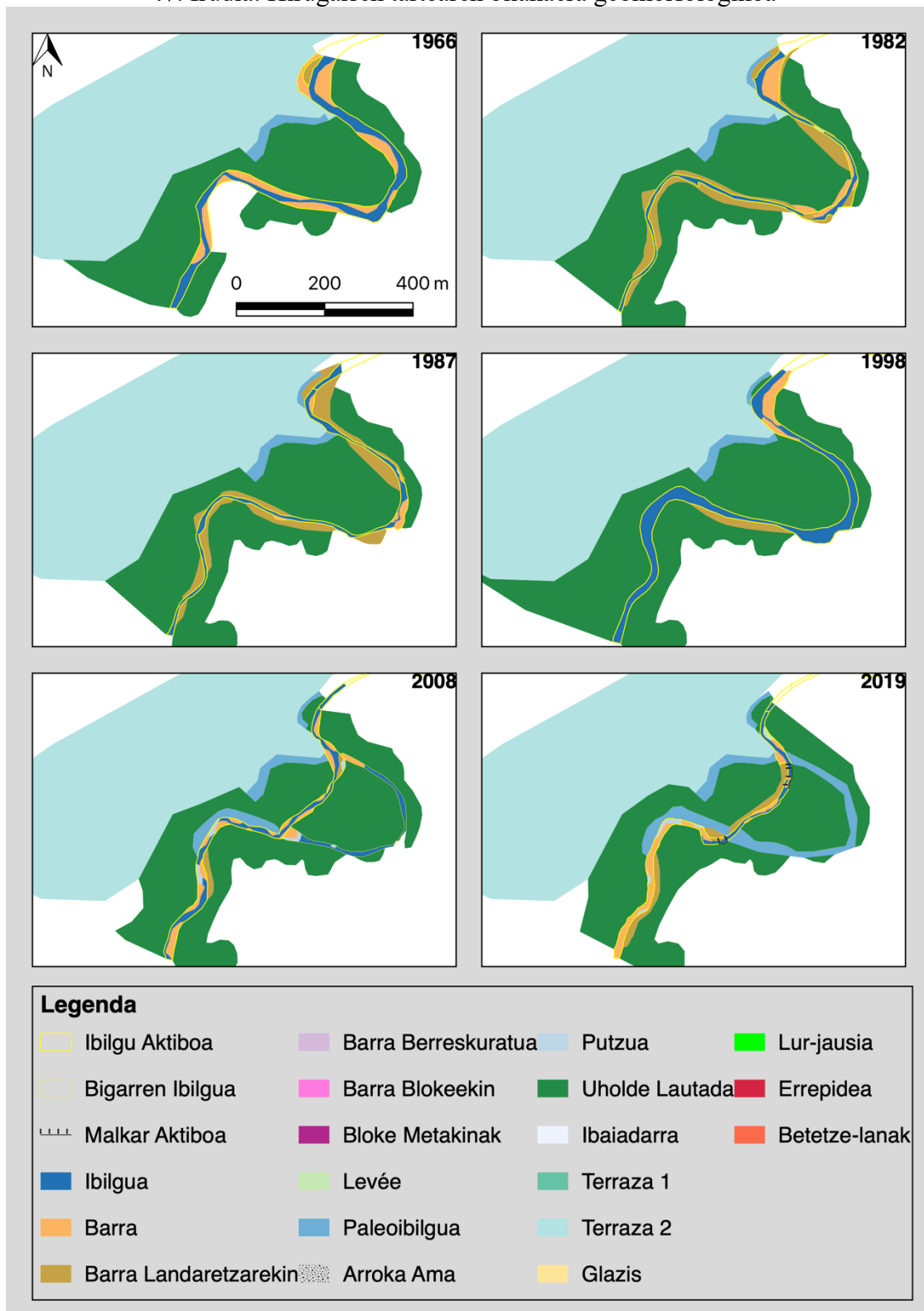
Iturria: IDENA eta CNIG

46. irudia. Hirugarren tartearen ibilgu aktiboaren bilakaera



Iturria: IDENA

47. Irudia: Hirugarren tartearen bilakaera geomorfologikoa

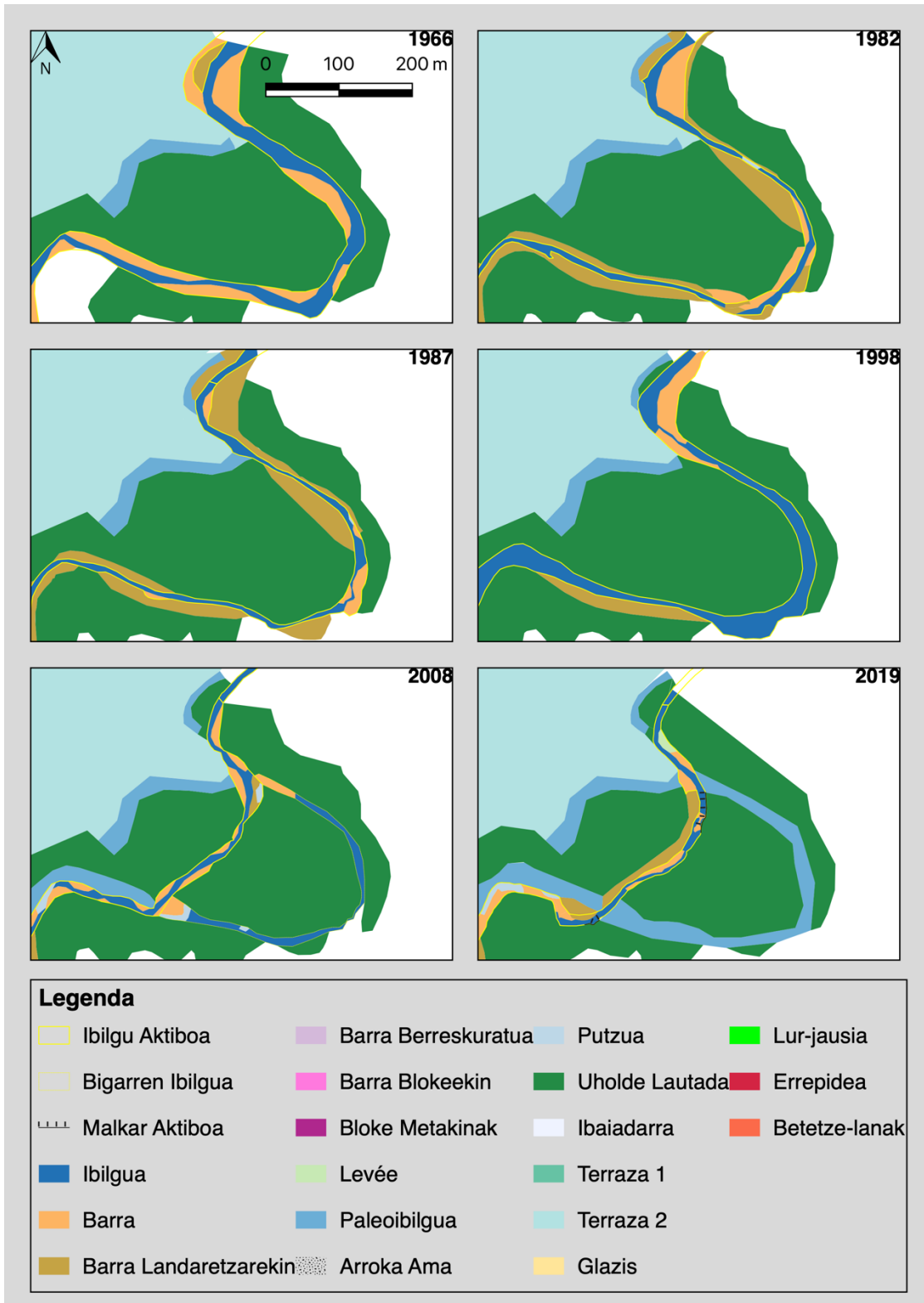


Iturria: IDENA eta CNIG

Barrei dagokienez, 1966an alboko barren txandaketa oso nabaria da (47. eta 48. Irudiak), 1982 eta 1987an barra horiek landaretzaz betetzen dira, ibilguaren estutzea sortaraziz. Horrela, 1998ko aktibitate handia dela eta ortoargazkietan ura ikusten da ibilgu osoan zehar, barra biluzirik atzemateko aukerak galduz. Ondoren 2008an eta 2019an berreskuratzen dira alboko barra horien txandakaketa. Bestetik, tarte honetan *levée* formakuntza ere aurki daiteke

Gainera, 2008an meandro mozketarekin (46. Irudia) abandonatutako meandro horrek aktibitatea izaten jarraitzen du, bigarren mailako ibilgua sortuz. Hala ere, 2019. urterako aktibitate guztia galtzen du eta landaretzaz betetzen da (47. Irudia).

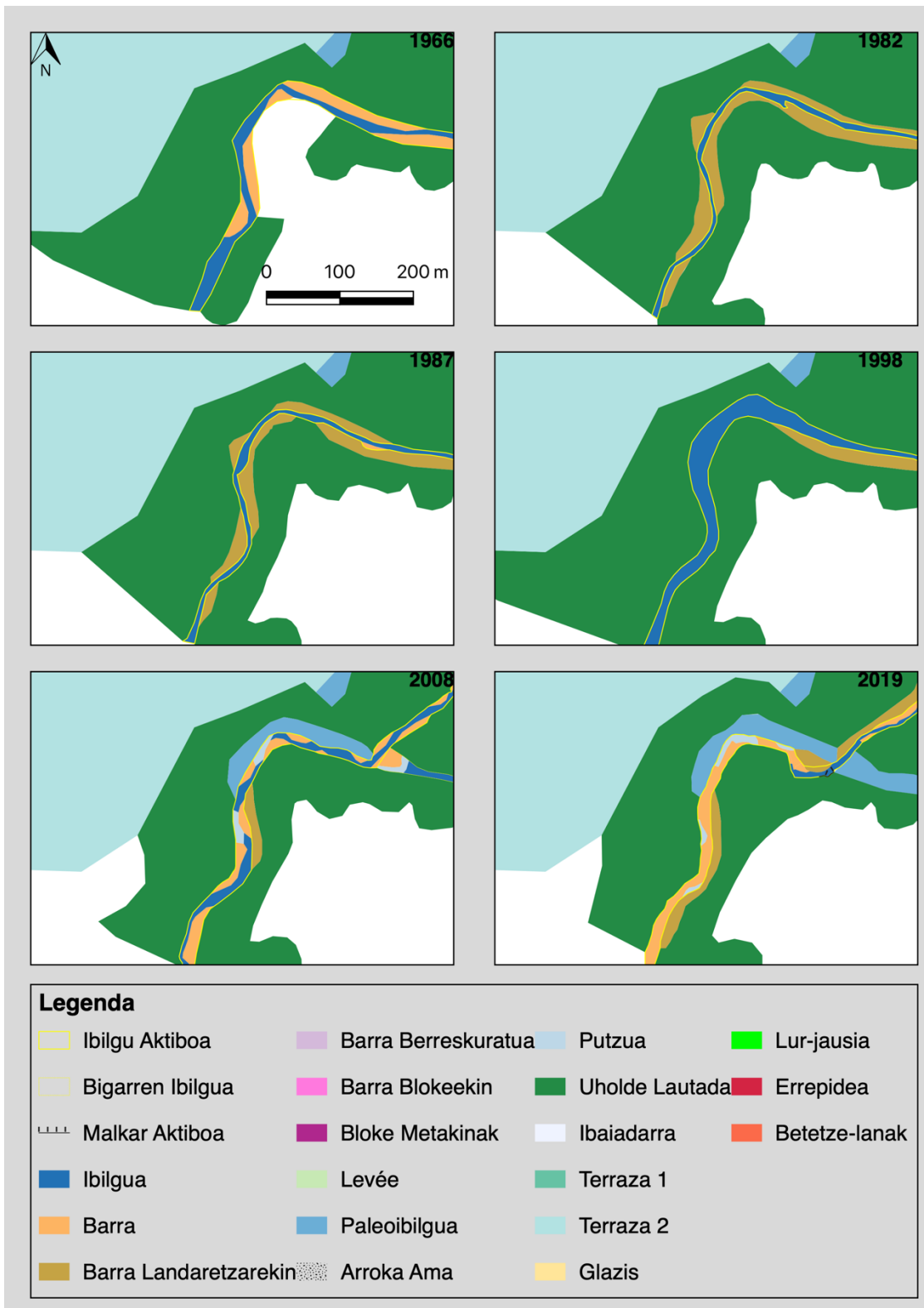
48. irudia. Hirugarren tartearen lehengo azpitarte bilakaera geomorfologikoa



Iturria: IDENA eta CNIG

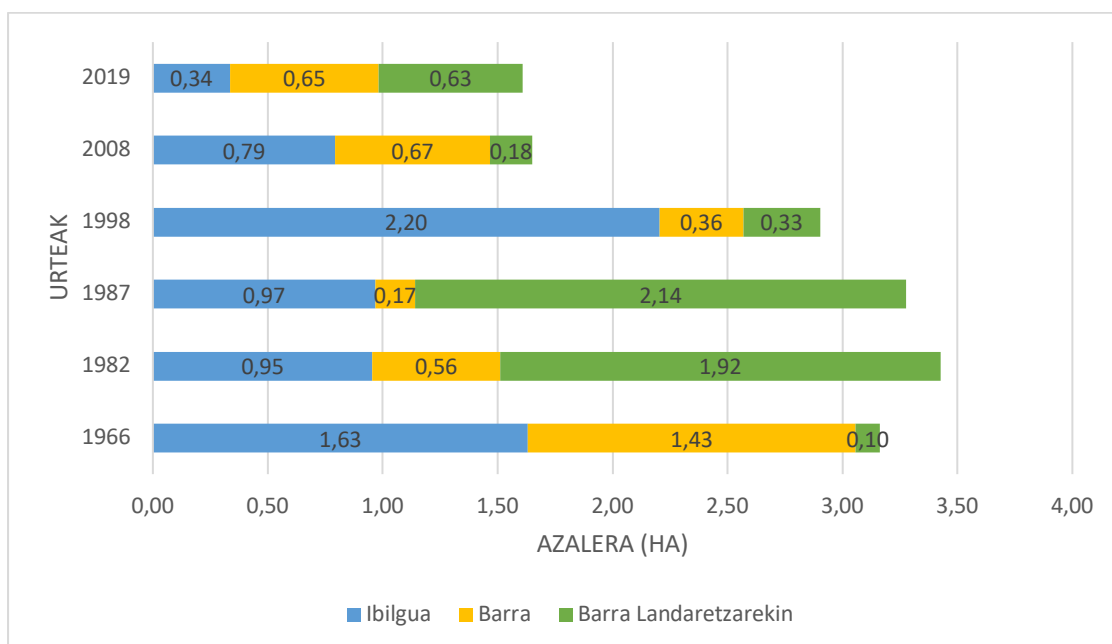


49. Irudia. Hirugarren tartearen bigarren azpitarte bilakaera geomorfologikoa



Iturria: IDENA eta CNIG

50. Irudia. Hirugarren tartearen ibilgu barruko unitateen kuantifikazioa balore absolutuetan



Hirugarren tartearekin amaitzeko, esan beharra dago beste tarteez izandako bilakaera jarraitzen duela, nahiz eta kasu honetan meandroa nahiko handia zenez, asko nabaritzen dela ibilgu aktiboaren azalera galera 1998tik 2008 eta 2019ra, baita 1966tik 1982 eta 1987ra ere (50. Irudia). Hala ere, ehunekoak ikuskatzen badira ibilguak joera berdina jarraitzen du (7. Taula), nahiz eta 1988an ia esparru guztia okupatzen duen; alabaina, tarte honetan urak ibilgu osoa betetzen zuen.

7. Taula. Hirugarren tartearen ibilgu barruko unitateen kuantifikazioa ehunekoetan (%)

	1966	1982	1987	1998	2008	2019
<b>Ibilgua</b>	51,61	27,38	29,50	79,93	48,08	20,88
<b>Barra</b>	45,09	16,22	5,34	12,53	40,87	40,11
<b>Barra landaretzarekin</b>	3,30	55,92	65,16	11,54	11,06	39,01
<b>Guztira</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Gainera, barrei dagokienez aktibitate handiko urteetan ehunekoak %40-50 inguruan daude. Horrela bada, 1966tik 1987 barren presentzia asko jaisten, 1998 eta 2008an gorakada izateko eta 2019an jaisten joateko, 2019ko beherakada oso nabaria ez izan arren (7. Taula).

Landaretza duten barrekin kontrakoa gertatzen da, 1966tik 1987ra hazten doaz, 1998 eta 2008an beherakada izanik eta hurrengo urteetan ehunekoa hirukoiztuz.

8. Taula. Hirugarren tartearen ibilgu barruko unitateen azalera ezberdintasunaren tasa (ha/urte)

	<b>1966-1982</b>	<b>1982-1987</b>	<b>1987-1998</b>	<b>1998-2008</b>	<b>2008-2019</b>
<b>Ibilgua</b>	-0,04	0,00	0,10	-0,18	-0,04
<b>Barra</b>	-0,05	-0,08	0,01	0,04	0,00
<b>Barra landaretzarekin</b>	0,11	0,04	-0,14	-0,02	0,04
<b>Guztira</b>	<b>0,02</b>	<b>-0,03</b>	<b>-0,03</b>	<b>-0,16</b>	<b>0,00</b>

Aurreko lerroetan esandakoa egiazta daiteke 8. taularekin, hots, barren azalera 1966tik 1987ra jaisten doa, 1987-2008 bitartean haziz. Ibilguari dagokionez izugarritzko jauzia ikus daiteke 1987tik 1998ra eta 1998tik 2008ra ibilguaren galera are handiagoa da, meandroaren mozketa dela eta.

#### 3.1.4. Tarte guztien konparaketa

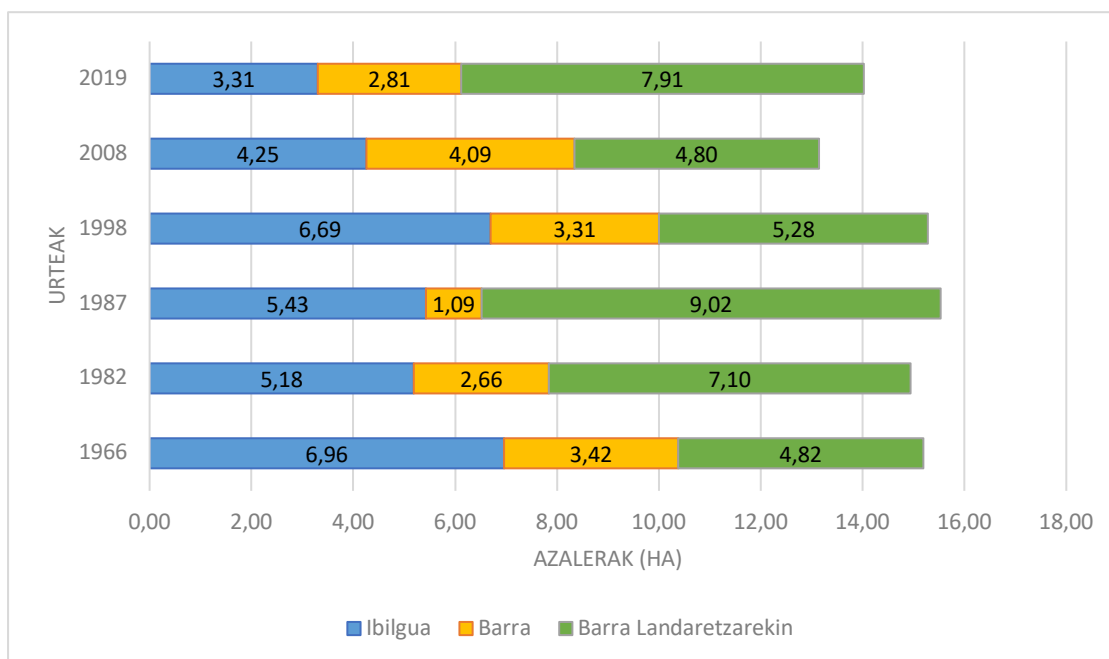
9. Taulan ikusten denez, aurreko lerroetan hitz egindako egiazta daiteke, hau da, 1966tik 1987ra ibilgu aktiboaren azalera gutxitzen joan dela, 1998 eta 2008an berriro hazteko, eta azkenean 2019an izugarritzko beherakada jasanez. Horrela, aldaketa horiek 3. tartean somatzen dira gehien, azalera minimora iritsiz tarte horretan 2019. urtean.

9. Taula. Ibilgu aktiboaren azalera (ha)

	1966	1982	1987	1998	2008	2019
<b>1. Tarte</b>	4,00	3,62	3,36	4,54	4,71	3,67
<b>2. Tarte</b>	3,38	2,79	2,26	3,43	3,08	2,34
<b>3. Tarte</b>	3,08	1,46	1,31	2,59	1,91	1,20
<b>Guztira</b>	<b>10,07</b>	<b>7,87</b>	<b>6,93</b>	<b>10,56</b>	<b>9,70</b>	<b>7,20</b>

Laburbilduz, 51. Irudian eta 10. eta 11. Tauletan ikusten den moduan, hiru tarteen datuak amankomunean jarri dira. Hiru tartetean prozesu berdinak ikusten dira, aktibitate gutxiko eta aktibitate handiko urteak ezberdinduz, esaterako aktibitate handia erakusten dute 1966, 1998 eta 2008 urteak; aldiz, dinamika aldetik 1982, 1987 eta 2019 urtea urriagoak dira.

51. Irudia. Tarte guztien ibilgu barruko unitateen kuantifikazioa balore absolutuetan



10. Taula. Hiru tarteen ibilgu barruko unitateen kuantifikazioa ehunekoetan (%)

	1966	1982	1987	1998	2008	2019
<b>Ibilgua</b>	45,80	34,70	34,93	43,80	32,38	23,56
<b>Barra</b>	22,49	17,79	7,03	21,66	31,09	20,01
<b>Barra landarezarekin</b>	31,70	47,51	58,03	34,54	36,53	56,42
<b>Guztira</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

11. Taula. Hirugarren tarteen ibilgu barruko unitateen azalera ezberdintasunaren tasa (ha/urte)

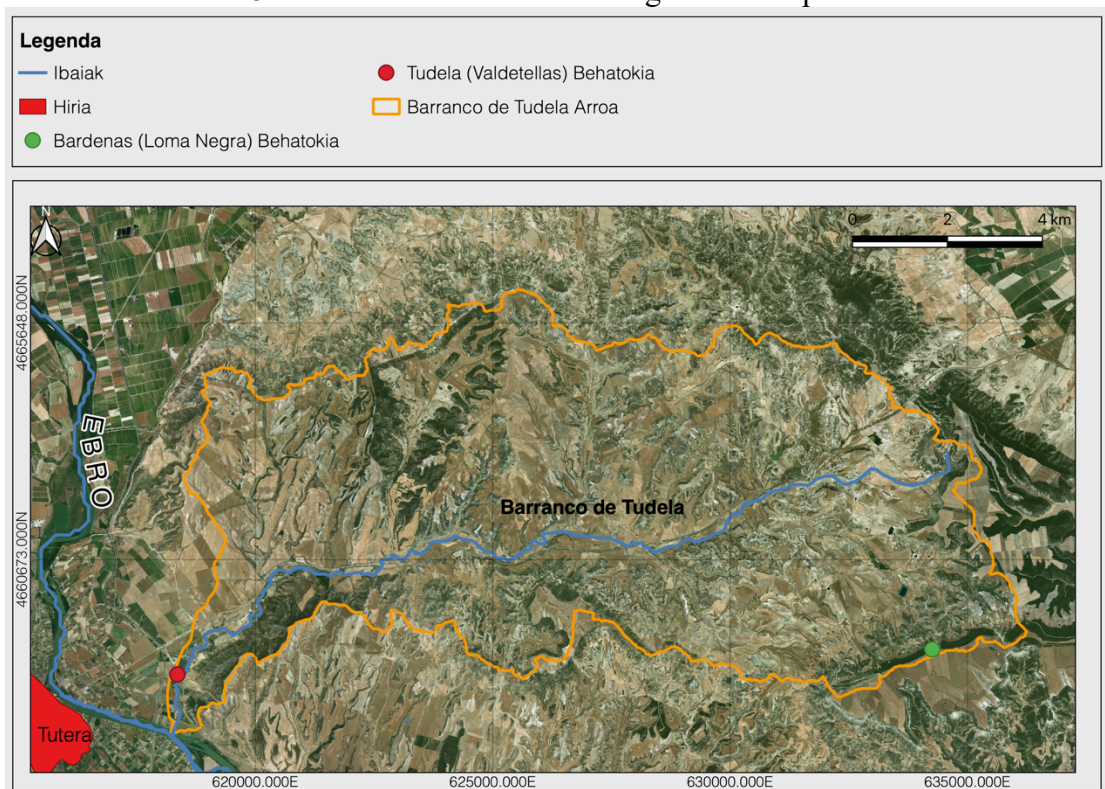
	1966-1982	1982-1987	1987-1998	1998-2008	2008-2019
<b>Ibilgua</b>	-0,11	0,05	0,12	-0,24	-0,09
<b>Barra</b>	-0,05	-0,31	0,20	0,08	-0,12
<b>Barra landarezarekin</b>	0,14	0,38	-0,34	-0,05	0,28
<b>Guztira</b>	<b>-0,02</b>	<b>0,12</b>	<b>-0,02</b>	<b>-0,21</b>	<b>0,08</b>

Alde batetik, ibilgu barruko morfologia ezberdinen dinamika berak horretaz ohartzen du: barren kopurua hazten denean aktibitate handia dago, barrak landarezarekin egonkortzen direnean aktibitatea gutxitzen doa, meandroen mozketa, ibilguaren estutzea eta zabaltzea, alegia. Bestetik, prezipitazioen analisiarekin alderatuko denez, eurite bortitzak zuzenean erlazionatzen dira dinamika handiko urteekin.

### 3.2. Prezipitazioen emaitzak

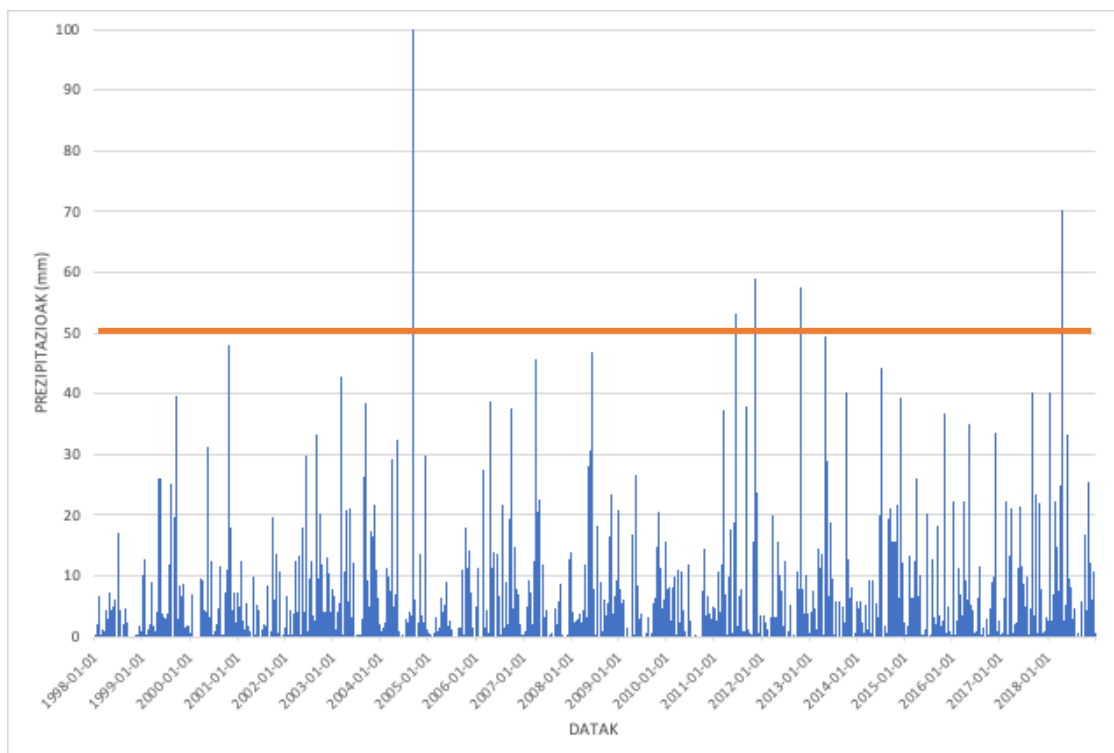
Lan honetan erabilitako bi behatoki meteorologikoak arroaren barruan kokatzen dira, Bardenas (Loma Negra) arroaren punturik altuenean kokatzen da eta Tudela (Valdetellas) behatokia ibaiaren amaieran (52. Irudia).

## 52. Irudia. Behatoki meteorologikoen kokapena



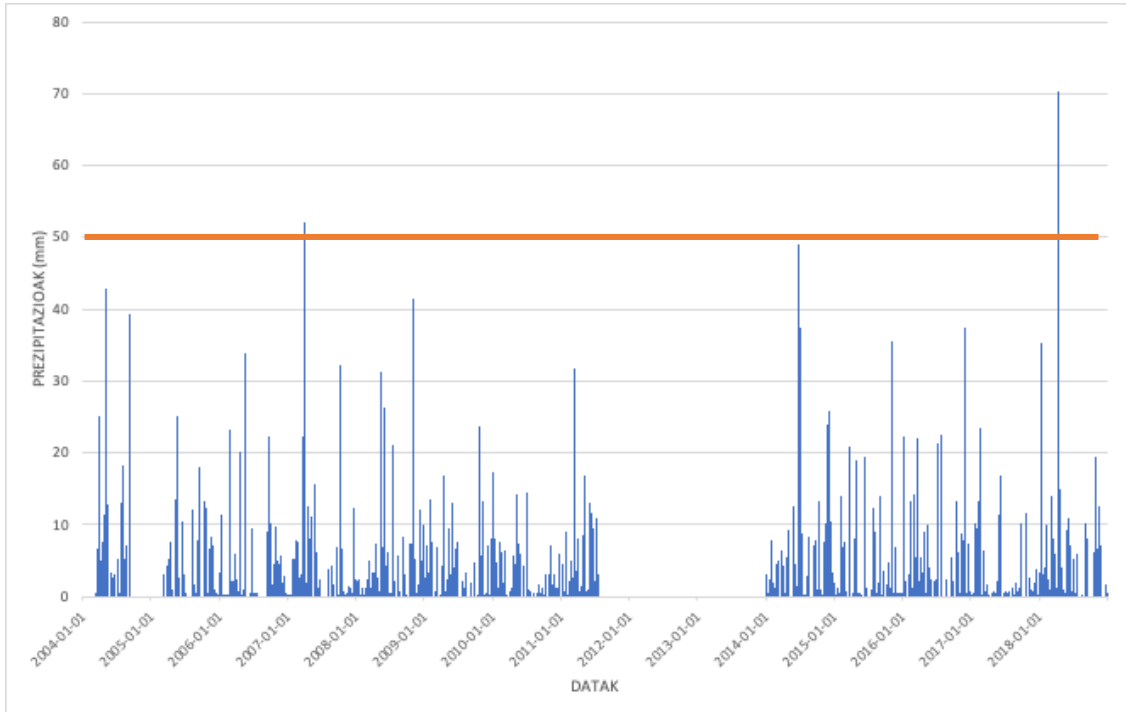
Iturria: IDENA ETA CNIG

## 53. Irudia. Bardenas (Loma Negra)ko hietograma 1998-2018 serierako



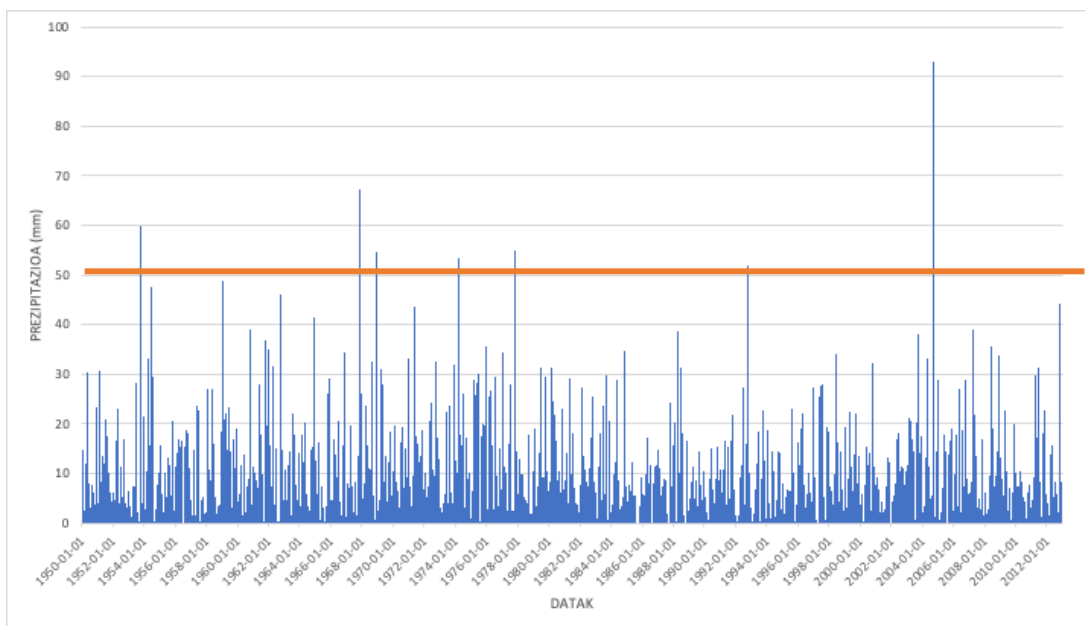
Iturria: MeteoNavarra

54. Irudia. Tudela (Valdetellas)ko hietograma 2004-2018 serierako



Iturria: MeteoNavarra

55. Irudia. 1950-2012 serierako hietograma



## Iturria: Serrano (2017)

Hiru hietogrametan ikus daitekeenez (53, 55 eta 55. Irudiak), neurtutako prezipitazio maximoa 104,27 mm izan dela, 2004ko urriaren 6an, Bardenas (Loma Negra) behatokian eta egun berean Serrano (2018) (datuen arabera 92,85 mm erori ziren.. Ikusi izan dugunez, 1998tik 2008ra aldaketa geomorfologiko asko gertatu ziren; alde batetik, ibilgu aktiboa nahiko zabala da beste urteekin alderatua eta bestetik, hainbat meandroen mozketak gertatu egin zen bitarte horietan, mozketarik handiena (3. tartearena, alegia) bitarte horretan gertatuz. Gainera, 2005ean 1. tartearen betetze-lanak egin zituzten, gertakari meteorologiko honen ondorioa izan daitekeena.

1998-2008 tartean 50mm baino gehiagoko beste egun bat egon zen, 2007ko apirilaren 2an Tudela (Valdetellas) behatokian 52 mm neurtu ziren eta egun berean Bardenas (Loma Negra) behatokian ia-ia 50 mm.tako atalasea gainditzen dute, 45,7 mm neurtuz.

Horrela bada, esan daiteke bitarte hori prezipitazioen aldetik aktibitate handikoa izan zela, aldaketa geomorfologiko garrantzitsuen sortzailea izanik.

Bestetik, 1966 eta 1982 bitartean 50 mm baino gehiagoko 4 egun zenbatu ziren, nahiz eta bitarte horretan oro har ibilguaren estutzea eman. Era berean, nabari daiteke azken urteetan Bardenas (Loma Negra) behatokian prezipitazio bortitzen maiztasuna igotzeko joera daukala; aldiz, Serrano (2017) datuen arabera, 1977tik maiztasun hori jaitsi egin da.

Gainera, aipatu behar da ibilguan uholde edo goraldien arrastoak daudela, 56. Irudian ikusten denez.



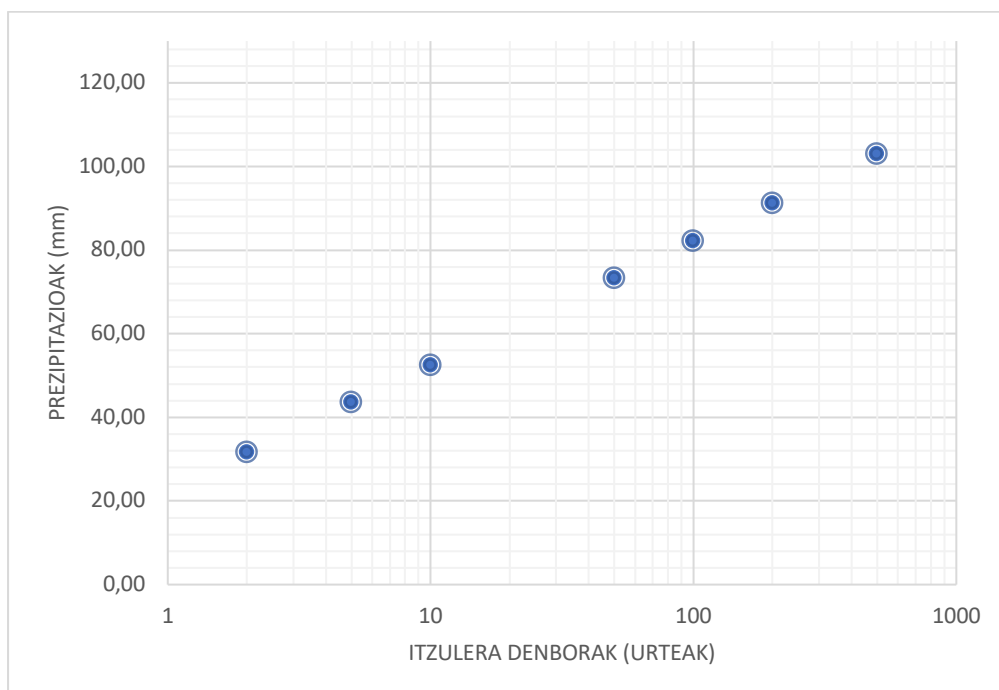
56. Irudia. Goraldi baten arrastoak



Iturria: Ana Sáenz de Olazagoitia

57. Irudian ikus daiteke Serrano (2017) datuen seriaren datuak erabilita kalkulaturako itzulera denborak.

57. Irudia. Serrano (2017) seriearen datuen itzulera denborak



12. Taula. Neurtutako prezipitazio maximoaren eta 50 mm. etako atalasearen itzulera denborak

Prezipitazioa	Itzulera denbora
50 mm	8,25 urte
92,84 mm	227,35 urte

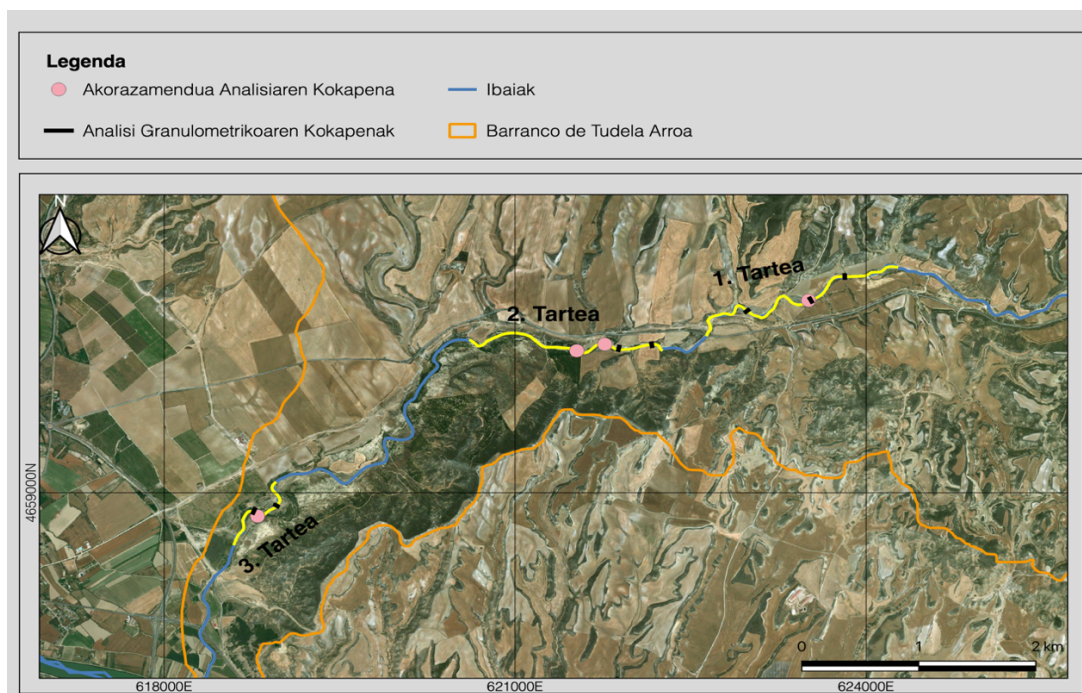
Iturria: Serrano (2017)

Azkenik, esan behar da 50 mm. tako atalasea gainditzeko itzulera denbora 8,26 urtekoa dela. Bestetik, Serrano (2017) datuen arabera izandako prezipitazio maximoa, hots, 92,84 mm. tako itzulera denbora 227,35 urte dira (12. Taula).

### 3.3. Datu granulometrikoen emaitzak

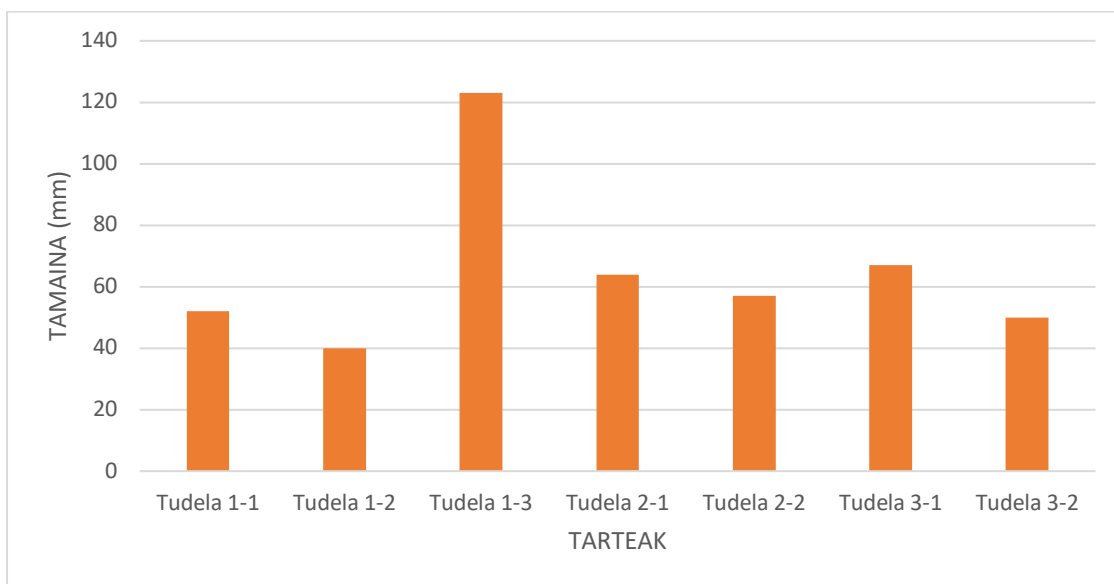
Gainazaleko analisi granulometrikoa 7 izan dira: hiru 1. Tartean, bi 2. Tartean eta beste bi 2. Tartean (58. Irudia). Bestetik, akorazamenduaren analisiari dagokionez, 1. eta 3. tartean analisi bat egin da, eta 2. tartean bi.

58. Irudia. Egindako granulometrien eta akorazamendu analisien kokapenak



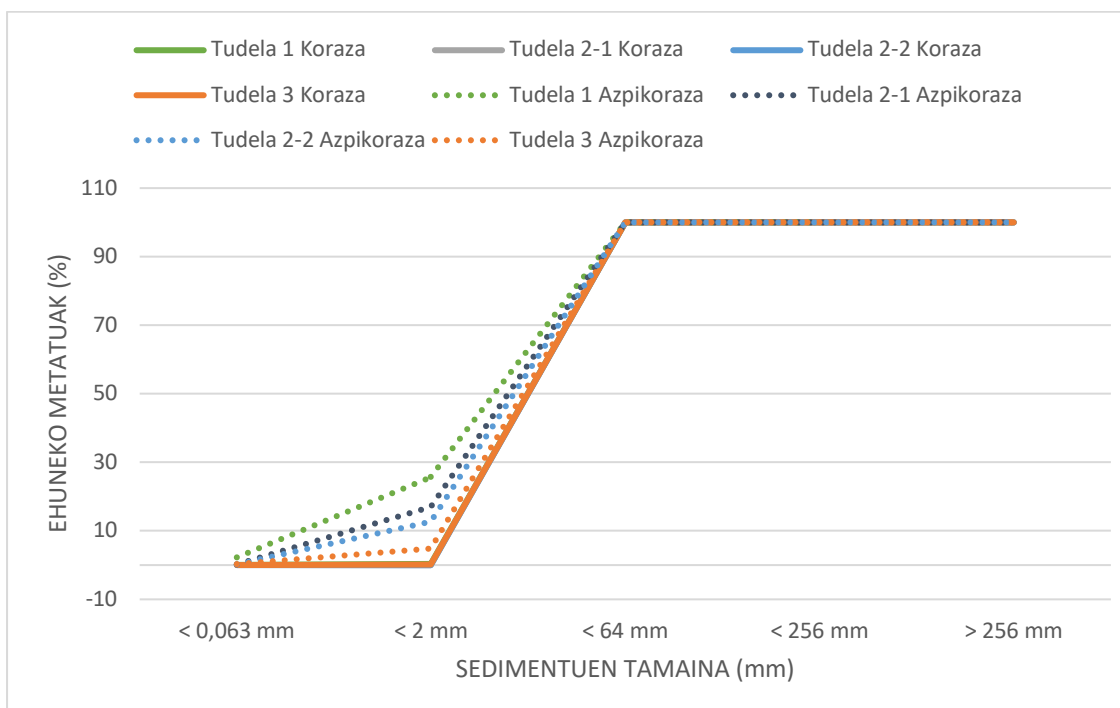
Iturria: IDENA eta CNIG

### 59 Irudia. Análisi granulometrikoaren sedimentuen D50 (mediana)



Sedimentuen D50ri dagokionez (59. Irudia), oro har, tarte guztietan legarrak dira nagusi, Tudela 2-1 eta Tudela 3-1 tarteetan uharri kategoriara pasatuz, Wentworth-en eskalaren arabera. Bestetik, Tudela 1-3 tarte asko nabarmentzen da bestetik, 123 mm-ko mediana izanik. Dena den, ibai-oherearen materiala oso heterogeneo dela esan daiteke.

### 60. Irudia. Azpikorazaren eta korazaren sedimentu tamainaren ehuneko metatuak



60. Irudian ikusten denez, korazaren sedimentuen tamainak oso antzekoak dira 3 tartetan, baina azpikorazaren datuei erreparatuta, 1. tartean haren (<2 mm) kopuruak handiagoak dira beste bi tartetan baino, kopurua jaitsiz 2. tartean eta are gehiago 3. tartean.

13. Taula. Akorazamendu indizearen emaitzak

Tarteak	Akorazamendu indizea
<b>1</b>	1
<b>2-1</b>	1,23
<b>2-2</b>	1,15
<b>3</b>	1,05

Iturria: Elaborazio propioa

Indizea 1 zenbakira hurbiltzen denean sedimentuak garraiatzeko gai dela esan nahi du. Hortaz, oro har, 3. tarteak sedimentuak garraiatzeko gai dira, ahalmena gehien duena 1. tartearen izanik, justu emaitza 1 izanik. Ondoren, 3. tartearen mugikortasun txikiena 2. tartearen bi neurketek izanik.

#### 4. ONDORIOAK

Laburbilduz, Barranco de Tudela ibaiak pentsa daitekeen baino dinamika handiagoa duela esan daiteke. Alde batetik, ikusitako prozesuek (meandro mozketak edo sedimentuen garraioa esaterako) izugarriko emaria eta indarra behar dute suertatzeko, eta ikusi egin da mozketak asko gertatu izan direla, handiena duela gutxi gertatu delarik, 2008an alegia.

Izan duen mugikortasuna oso handia izan da bigarren eta hirugarren tartean, nahiz eta ibaiaren joera lerrozuzeneko ibilgu bat izatea den, jatorrian ibilgu meandriformea izanik. Ondorioz, ibilgua sinplifikaziorantz abiatzen da, inguruko labore sorok modu batean edo bestean eragina izanik. Esaterako, meandroen mozketak gertatu eta gero gune hori aprobetxatzen dute, ibai dinamika trabatuz, adibidez, *oxbow lake* bezalako morfologiak edo bigarren mailako ibilguen formakuntza saihestuz.

Gainera, analizatutako ortoargazkietan, 2019. urtean ibilguaren barruan landaretza asko hazi egin dela ikus daiteke, beste urteekin alderatuta, non ibai ohea landaretzarik gabe agertzen den, aktibitate faltaren seinalea izanik.

Bestetik, prezipitazioen datuak kontuan hartuta, 50 mm. etako euriterik ez dela behar emaria egoteko eta ibai dinamika emateko ohartarazia egin da; alabaina, datuei erreparatuta badaude urteak non eurite handirik ez diren eman eta ibai dinamika izugarrikoa izan den, esaterako 1987-1998 bitartean. Ondorioz, emari datuen gabeziarekin planteatu daiteke ibai iragankorra izan beharrez fluxuaren iragankortasunaren arabera kategoriaz alda daitekeela, aldizkako ibai bat bezala.

Azkenik, mota honetako lanen garrantzia azpimarratzea beharrezkoa da, ibai-sistema ezberdinak ezagutzeko eta lurralde antolamendu on bat egiteko, ibai mota hauek izan dezaketen uholdeen kalteak leuntzeko esaterako. Gainera, proiektuak lanean jarraituko du, beste ibaiak ikertuz eta ibai iragankorren hidromorfologia ezagutu egingo da, sistemaren ikuspegi globala izateko.

## **5. ESKERRAK**

Lanarekin amaitzeko, gustatuko litzaidake gradu amaierako lan honi (modu zuzenean eta zeharkakoan) forma ematen lagundu didaten guztiei:

Proiektuaren barruko kideei: Alfredo Ollerori eta bere ikasleei eta Ana Sáenz de Olazagoitiari, horien laguntza gabe landa lana egitea ez litzateke posible izango eta izandako zalantzetan irtenbidea aurkitu izateagatik.

Aingeru Soriari, lanerako ezinbestekoa izan diren aholkuak emateagatik.

Azkenik, nire gradu amaierako lanaren zuzendariari, Askoa Ibisate González de Mataucori, eskerrak eman nahi nizkioke, beti laguntzeko prest egoteagatik, interesa sustatzeagatik lan guztiaren zehar eta bere arretagatik.

## 6. BIBLIOGRAFIA

Azpilicueta, L., Domench J.M. (1999). *El Parque Natural de las Bardenas Reales*. Caja de Ahorros de Navarra, Pamplona, 206 p.

Bastida, J., Osácar, M.C., Sancho, C., Muñoz, A. (2013). Environmental changes during the Upper Pleistocene-Holocene in Mediterranean NE Spain as recorded by the mineralogy and geochemistry of alluvial records. *Quaternary International*, 302: 2-19.

De Luis, M., Longares, L., Stepanek, P., González-Hidalgo, J. (2007). Tendencias estacionales de la precipitación en la cuenca del Ebro 1951-2000. *Geographicalia*, 52: 53-78.

De Pedraza, J. (1996). *Geomorfología: Principios, Métodos y Aplicaciones*. Editorial Rueda, Madrid, 414 p.

Hermoso, Y. (2019). *Geomorfología y evolución de los cauces de cursos efímeros en la cuenca del Ebro*. Gradu amaierako lana. Universidad de Zaragoza, 60 p.

Lisle, T.E., Madej, M.A. (1992). Spatial variation in a channel with high sediment supply. In Billi, P., Hey, R.D., Thorne, C.R., Tacconi, P. (eds.) *Dynamics of gravel bed rivers*, Wiley, New York, 277-291 pp.

Marín, C., Desir, G. (2010). Procesos de erosión en una zona de clima semiárido de la depresión del Ebro (Bardenas Reales, NE de España). *Cuaternario y Geomorfología*, 24 (3-4): 63-72.

MITECO (2019). Protocolo de caracterización de masas de agua de la categoría ríos M-R-HMF-2019. Ministerio para la Transición Ecológica, Madrid, 108 p.

Parker, G., Sutherland, A. (1990). Fluvial armor. *Journal of Hydraulic Research*, 28(5): 529-544.

Pejenaute, J. (2002). *Navarra-Geografía*. Departamento de Educación y Cultura, Gobierno de Navarra, Pamplona, 211 pp.

Peña, J. (1997). *Cartografía geomorfológica básica y aplicada*. Logroño: Geoforma, 227p.

Reynard, E., Holzmann, C., Lambiel, C., Phillips, M. (2005). *Légende géomorphologique de l'IGUL et Guide pratique pour le levé de cartes géomorphologiques*. Institut de Géographie, Université de Lausanne, 33 p.

Serrano, R. (2017). *Reconstrucción climática instrumental de la precipitación diaria en España: ensayo metodológico y aplicaciones*. Doktorego tesia. Universidad de Zaragoza, 225, p.

Solé Sedo, J. (1977). *Mapa Geológico de España E. 1:50.000. Hoja 282 (Tudela)*. Madrid. IGME. 2ª Serie, 1ª Ed., 1 mapa. 18 p.

Vidal, J. R. (1986). *Geomorfología de las sierras exteriores oscenses y su piedemonte*. Instituto de Estudios Altoaragoneses, Col. Estudios Altoaragones 4, 172 p.

Wolman, M. (1954). A method of sampling coarse river-bed material. *Transactions, American Geophysical Union*, 35(6): 951-956.

## **7. WEB ERREKURTZOAK**

Bardenas Reales de Navarra - Web Oficial. (2020). [*Eskuragarri 2020ko maiatzaren 12an*: <https://bardenasreales.es>]

Centro Nacional de Información Geográfica. Instituto Geográfico Nacional. (2020). Tienda Virtual del CNIG. [*Eskuragarri 2020ko martxoaren 12an*: <https://www.cnig.es/home>]

CHEbro (Confederación Hidrográfica del Ebro), Portal online [*Eskuragarri 2020ko apirilaren 8a*: <http://www.chebro.es/contenido.visualizar.do?idContenido=2001&idMenu=2004>]

IDENA. (2020). [Eskuragarri 2020ko martxoaren 4an:  
<https://idena.navarra.es/Portal/Inicio>]

*MeteoNavarra (2020). Meteorología y climatología de Navarra. [Eskuragarri 2020ko otsailaren 23an: <http://meteo.navarra.es>]*

PNOA Comparador de ortofotos. (2020). [Eskuragarri 2020ko martxoaren 2an:  
[https://www.ign.es/web/comparador\\_pnoa/index.html](https://www.ign.es/web/comparador_pnoa/index.html)]