

Cartografía xeomorfolóxica da actividade glaciaria durante o Plistoceno na serra dos Ancares (Galicia, noroeste da Península Ibérica)

Augusto Pérez-Alberti

Departamento de Edafoloxía e Química Agrícola. Facultade de Bioloxía. Universidade de Santiago de Compostela.

A correspondencia referente a este artigo hase de dirixir a Augusto Pérez-Alberti, Departamento de Edafoloxía e Química Agrícola. Facultade de Bioloxía. Universidade de Santiago de Compostela. Campus Universitario Sur. 15782 Santiago de Compostela. Correo electrónico: augustoperezalberti@gmail.com

A serra dos Ancares atópase ao norte do val do río Sil e esténdese entre o pico Miravalles (1967 m) e o pico Penarrubia (1822 m). A serra actúa como divisoria hidrográfica entre as concas dos ríos Navia e Sil e artéllase arredor dunha estreita crista alongada en dirección NL-SO, onde se sitúan os picos de maior altitude.

Os xeos na serra dos Ancares chegaron a ocupar unha extensión de 141,6 km². Resultado da súa actividade é a gran diversidade de formas e depósitos xerados durante o Plistoceno superior. A pegada do xeo evidénciase pola extensión e magnitude das formas de erosión e de acumulación. Entre as primeiras sobresaen os vales en U ou en berce, os circos, anfiteatros, ombreiros ou as rochas ovelladas e estriadas. Entre as segundas sobresaen un amplo cortexo de moreas glaciares e depósitos fluvio-glaciares.

A investigación levada a cabo en diferentes etapas baseouse nun intenso traballo de campo e de gabinete. As pescudas sobre o terreo permitiron localizar, analizar e describir formas e depósitos. A cartografía mediante SIX empregando modelos dixitais de elevacións de alta resolución proporcionou unha maior precisión na situación das moreas glaciares, e a súa xeolocalización precisa facilitou a posterior cartografía detallada que se levou a cabo no gabinete, o cal permitiu reconstruír tres fases glaciares: máximo glaciario, que habería que situar cronoloxicamente entre arredor dos 44 e 27 ka; último máximo glaciario global, que se situaría entre os 19 e 26,5 ka e deglaciación, que se daría entre os 19 e 11 ka.

Palabras chave: xeomorfoloxía glaciaria, SIX, cartografía, serra dos Ancares, Galicia.

Geomorphological mapping of glacial activity during the Pleistocene in Serra dos Ancares (Northwest of the Iberian Peninsula)

The Serra dos Ancares is located to the north of the Sil river valley and stretches between the Miravalles Peak (1,967 m) and the Penarrubia Peak (1,822 m). The mountain range acts as a watershed between the basins of the rivers Navia and Sil and is articulated around a narrow-elongated ridge in a NE-SW direction, where the highest peaks are located.

The ice cover in the Serra dos Ancares reached an extension of 141.6 km². The result of its activity is the great diversity of forms and deposits generated during the Upper Pleistocene. The traces of the ice are evidenced by the extent and magnitude of the forms of erosion and accumulation. Among the former, the U-shaped or cradle-shaped valleys, cirques, amphitheatres, shoulder ridges or the boulders and striated rocks stand out. The latter include a wide range of glacial moraines and fluvio-glacial deposits.

The research carried out in different stages was based on intensive field and desk research. Field research allowed us to locate, analyse and describe forms and deposits. GIS mapping using high-resolution digital elevation models gave a more precise location of the glacial moraines and their precise geo-localisation facilitated the subsequent detailed mapping carried out in the office, which allowed the reconstruction of three glacial phases: Glacial Maximum, which should be placed chronologically between about 44 and 27 ka. Last Global Glacial Maximum, which would be between 19 and 26.5 ka and Deglaciation, which would occur between 19 and 11 ka.

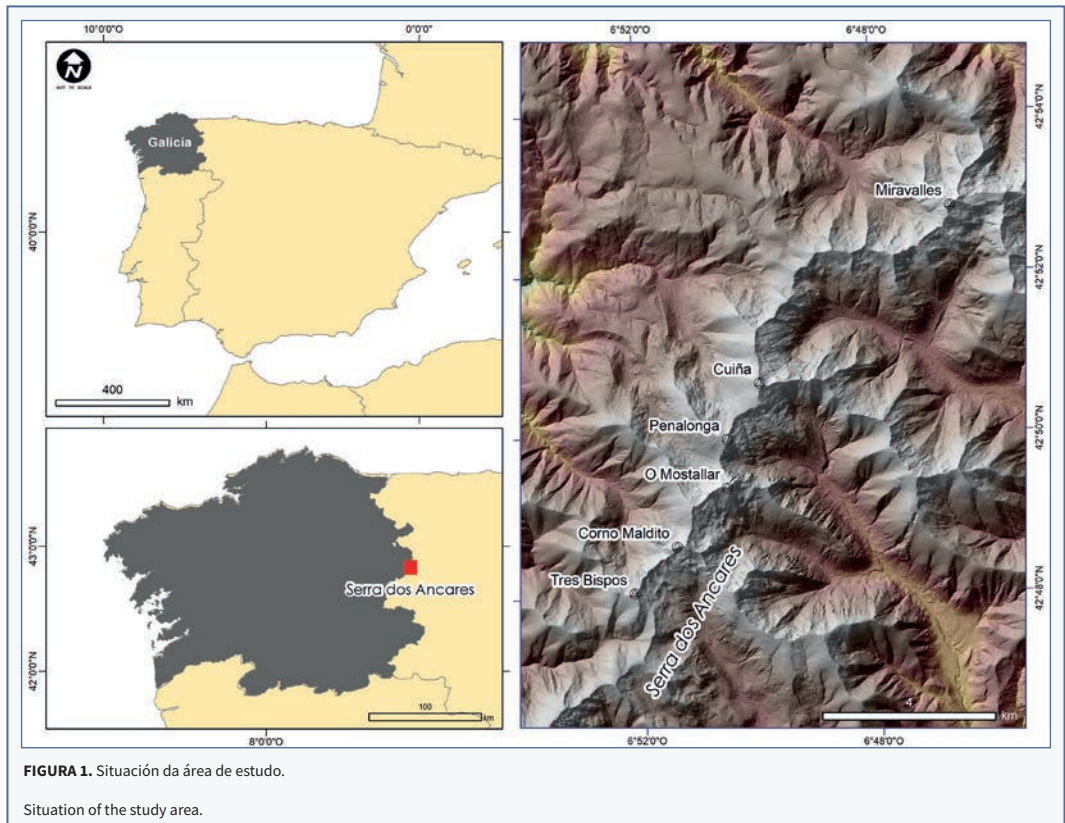
Keywords: glacial geomorphology, GIS, cartography, Serra dos Ancares, Galicia.

A cartografía de formas e depósitos xerados polos glaciares noutros intres da historia xeolóxica da Terra é útil tanto para poder pór en valor o patrimonio natural existente nunha área coma para entender as mudanzas climáticas que se deron no pasado. Neste caso analiza-se a serra dos Ancares, que se atopa no límite entre Galicia, Asturias e Castela e León, ao leste do val do río Miño, formando parte das nomeadas como serras orientais e sur orientais de Galicia (Pérez-Alberti 1979), e que están separadas polo val do río Sil. Trátase, á parte dos Ancares, da serra do Courel e dos macizos de Manzaneda e Trevinca (Fig. 1).

A serra dos Ancares esténdese entre o pico Miravalles ($42^{\circ} 52' 48,52''$ N $6^{\circ} 46' 39,86''$ O, 1967 m) e o pico Penarrubia ($42^{\circ} 46' 18,46''$ N $6^{\circ} 53' 48,37''$ O, 1822 m). Un estreito espiñazo duns 34 km de lonxitude de nordés a suroeste e uns 20 km de oeste a leste que xera a divisoria hidrográfica entre as concas dos ríos Navia e Sil, e no que se sitúan os picos de maior altitude que descende progresivamente nesa dirección. Pola vertente

occidental as sucesivas dorsais aparecen drenadas polos afluentes do Navia. Pola oriental fano os ríos da conca do Sil e o nivel base está definido pola conca sedimentaria intramontañaosa do Bierzo. En xeral, todos os vales están fortemente encaixados desde a súa cabeceira e presentan unha maior pendente cara ao oeste que cara ao leste. Isto xera un perfil máis escarpado no primeiro caso que no segundo.

No substrato litolóxico domina unha alternancia de lousas, areniscas e cuarcitas, ás que hai que engadir a presenza de dous batólitos graníticos que xeraron bandas de metamorfismo de contacto. O territorio está fortemente fallado por mor de grandes liñas de fractura que coinciden en xeral coas direccións dos principais vales. As rochas xeráronse entre o Precámbrico e o Carbonífero inferior. Trátase de materiais intensamente afectados durante o Paleozoico pola oroxénese herciniana formando parte do macizo Hespérico. Durante o Mesozoico este macizo desprazouse cara ao leste e fragmentouse en numerosas



fallas normais e de desligamento. Posteriormente, durante o Cenozoico, como consecuencia do empuxe cara ao norte da placa africana sobre a placa ibérica, púxose en marcha a oroxénese alpina que deu lugar a unha reactivación das antigas fracturas hercínianas que levan direccións SO–NL, L–O e N–S. Este feito provocou un movemento de bloques diferencial e a posta en marcha de procesos de antecendencia, o que favoreceu o traballo de incisión dos ríos e o progresivo encaixamento de numerosos vales que posteriormente serían ocupados por linguas de xeo. Ao anterior hai que engadirlle que as condicións quentes e húmidas existentes favoreceron a intensa alteración dos materiais, o que facilitou o seu arrastre posterior polos glaciares (Pérez-Alberti, 1993).

As condicións climáticas actuais da serra dos Ancares están fortemente influenciadas pola altitude. É un clima definido como oceánico de montaña (Pérez-Alberti, 1982a), lixeiramente continentalizado, con altas precipitacións que presentan unha distribución irregular durante todo o ano, e que se producen en forma de neve no inverno (Martínez-Cortizas e Pérez-Alberti, 2000). As precipitacións anuais superan os 1000 mm e a temperatura media sitúase nos 9,5°C a 1230 m. Desde o punto de vista bioxeográfico, Os Ancares está dentro da rexión bioxeográfica atlántica aínda que a actividade humana durante séculos xerou cambios profundos na paisaxe vexetal.

Na serra dos Ancares os procesos glaciares foron descritos por primeira vez por Llopis Lladó (1954). Máis tarde, Marcos *et al.* (1980) cartografaron e describiron formas e depósitos de orixe glaciar. Posteriormente diferentes autores levaron a cabo investigacións total ou parcialmente centradas na área, caso de Pérez-Alberti, A. (1982b), Pérez-Alberti *et al.* (1993), Rodríguez-Guitián *et al.* (1992), Pérez-Alberti *et al.* (1993), Valcárcel-Díaz e Rodríguez-Guitián (1994), Rodríguez-Guitián *et al.* (1995), Valcárcel-Díaz *et al.* (1996), Kossel (1996), Pérez-Alberti, Valcárcel-Díaz (1998), Valcárcel-Díaz (1998), Valcárcel-Díaz, Pérez-Alberti (2002), Viana-Soto e Pérez-Alberti (2019), Oliva *et al.* (2019) e Pérez-Alberti e Valcárcel-Díaz (2022). Os diferentes estudos permitiron coñecer en profundidade os procesos glaciares, polo que o obxectivo do presente artigo é sintetizar as evidencias da actividade glaciar e, especialmente, plasmalas en mapas para podelos visualizar no seu conxunto e a nivel de cada val.

Material e método

A investigación baseouse, pois, na combinación de traballo de campo e de gabinete. As pescudas sobre o terreo leváronse a cabo en diferentes intres das derradeiras décadas e permitiron analizar e describir as formas e os depósitos presentes. A identificación das moreas glaciares das distintas fases e a súa xeolocalización precisa facilitaron a posterior cartografía detallada que se levou a cabo no gabinete empregando información xeo-espacial de libre acceso do Instituto Geográfico Nacional de España (IGN), desde modelos dixitais de elevacións (MDE) de alta resolución ata ortofotografías aéreas de diferentes anos. O programa empregado foi ArcGis 10.8 (licenza da USC).

Para o cálculo da liña de equilibrio glaciar (ELA) empregouse o método MELM (do inglés *Maximum Elevation of Lateral Moraines*), proposto por Lichtenecker (1936) e Visser (1938). Con el calcúlase a ELA a partir da altitude máxima acadada polas moreas glaciares laterais. O uso de aplicacións máis precisas existentes escapaba dos obxectivos do presente traballo.

Resultados

As formas e depósitos glaciares

Os xeos na serra dos Ancares chegaron a ocupar unha extensión de 141,6 km² (Pérez-Alberti e Valcárcel-Díaz 2022). Froito da súa actividade é un amplo cortexo de formas e depósitos xerados durante o Plistoceno superior, presentes en todos os vales. A pegada de xeo evidénciase pola extensión e magnitude das formas de erosión (Fig. 2) e de acumulación (Fig. 3). Entre as primeiras sobresaen os vales en U, en berce e incluso en artesa, os circos, anfiteatros, ombreiros ou as rochas ovelladas e estriadas. Con base na distribución destas xeofomas, Pérez-Alberti *et al.* (1993) diferenciaron catro tipos de glaciares presentes en Galicia: (1) glaciares con linguas que se prolongan, (2) sistemas de glaciares complexos con linguas coalescentes, (3) glaciares sinxelos con cabeceira e lingua ben desenvolvidas e (4) glaciares de circo con linguas incipientes. O segundo e o terceiro tipo son os dominantes nos Ancares. Entre as acumulacións sedimentarias sobresaen as moreas glaciares e os depósitos fluvioglaciares.

No tamaño e presenza actual dos sistemas de moreas glaciares xogaron un papel determinante os granitos. Trátase de materiais que, tras un proceso de

alteración/erosión, xeran grandes bloques que foron posteriormente arrastrados polo xeo construíndo moreas de gran potencia que resistiron mellor os procesos erosivos postglaciares. Por iso a gran morea lateral esquerda do glaciar de Suárbol, a intermedia

de Porcarizas ou a fronto-lateral de Piornedo son os mellores exemplos presentes na serra.

Na serra, Pérez-Alberti e Valcárcel-Díaz (2022) diferenciaron once vales glaciares (Fig. 4). Polo seu desenvolvemento lonxitudinal, así como polo grosor do xeo,

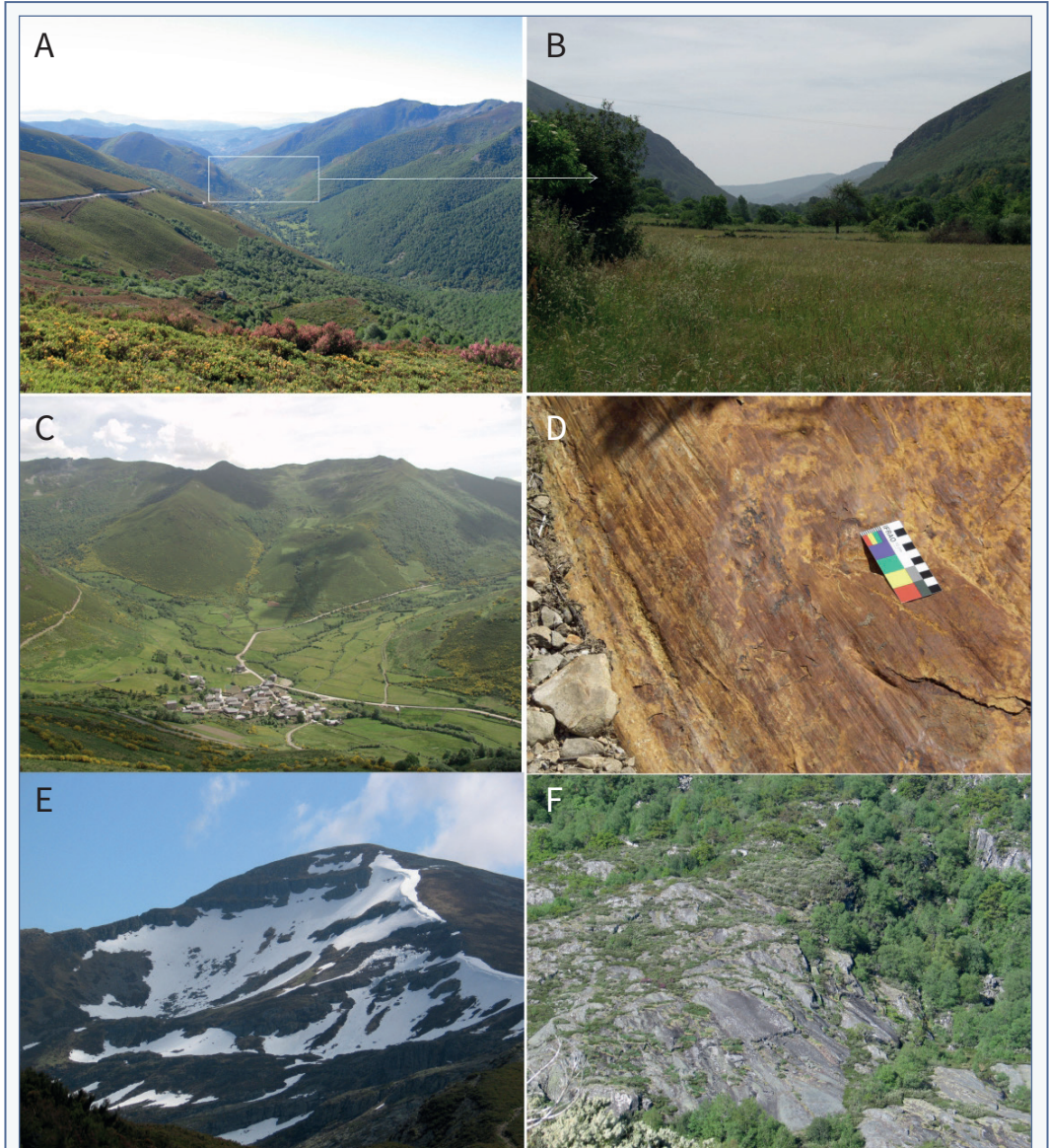


FIGURA 2: Formas de erosión glaciaria. **A:** val de Ancares; **B:** detalle; **C:** val de Balouta; **D:** rochas estriadas no val de Piornedo; **E:** circo de Cuiña (val de Ancares); **F:** albor rochoso no val de Piornedo.

Glacial erosion landforms: **A:** Ancares valley; **B:** detail; **C:** Balouta valley; **D:** striated rocks in the Piornedo valley; **E:** Cuiña cirque (Ancares valley); **F:** rocky threshold in the Piornedo valley.

os situados na vertente occidental foron moi diferentes dos da vertente oriental. As linguas glaciares acadaron un maior desenvolvemento nos vales orientais – caso

de Ancares (14,6 km), Burbia (9,8 km) ou Porcarizas (7 km)– que nos occidentais, como Suárbol (6,5 km), Balouta (5,5 km) ou Piornado (5,3 km). A potencia de



FIGURA 3. Formas e depósitos de orixe glaciar. M = crista glaciar.

Forms and deposits of glacial origin. M = moraine ridges.



FIGURA 4. Antigos vales glaciais existentes na serra dos Ancares.

Ancient glaciated valleys existing in Os Ancares mountain range.

xeo variou duns vales a outros, desde os 128 m no val de Suárbol e 130 m no de Piornedo, ambos situados na ladeira occidental, ata os 247 m en Porcarizas ou os 310 m no val de Ancares, na ladeira oriental. Isto débese á asimetría topográfica entre a vertente occidental, que ten o seu nivel base no río Navia, a 600 m de altitude, e a oriental, que dreña cara ao río Sil cun nivel base preto dos 900 m. Os depósitos glaciares situados a unha altitude inferior atópanse na ladeira oriental, especialmente no val de Burbia, a 790 m de altitude, situándose por norma xeral entre os 800 e 1000 m. Hai bos exemplos de vales glaciares con perfil en artesa ou en U en Ancares, Balouta, Burbia, Porcarizas ou Tejeira. Outros vales teñen un perfil de berce, entre os que destacan os de Piornedo, Suárbol, Ortigal e Brego. Os circos máis representativos están situados nas cabeceiras dos vales de Ancares, Suárbol, Burbia e Tejeira. Por outra banda, as cabeceiras glaciares teñen formas semicirculares abertas, con abas suaves, un fondo xeral chan e conectados ao eixo do val mediante umbrais.

No val de Piornedo aparecen bos exemplos de rochas estriadas. Tanto no val de Ancares coma en Porcarizas conserváronse algúns sectores con ombreiros glaciares nas abas, e en todos os vales da serra hai numerosos sistemas morrénicos, que se atopan entre os 824 m e os 1788 m de altitude. Pola súa importancia, son de destacar os da vertente sur do val de Balouta, a lateral de Suárbol e a morea fronto-lateral de Piornedo.

Cartografía das manifestacións glaciares

Nunha primeira fase identificáronse aqueles elementos relacionados cunha orixe glaciar ou paraglaciar, é dicir, derivados de procesos que se puxeron en marcha na fase de deglaciación e posterior fusión do xeo: cristas das moreas glaciares, cabeceiras e circos glaciares, ombreiras, rochas ovelladas e pulidas, conos torrenciais, deslizamentos etc. A cartografía elaborouse a escala 1:2000, mediante a creación de elementos xeométricos (polígonos, liñas ou puntos) que representan no mapa as diferentes formas e depósitos. A

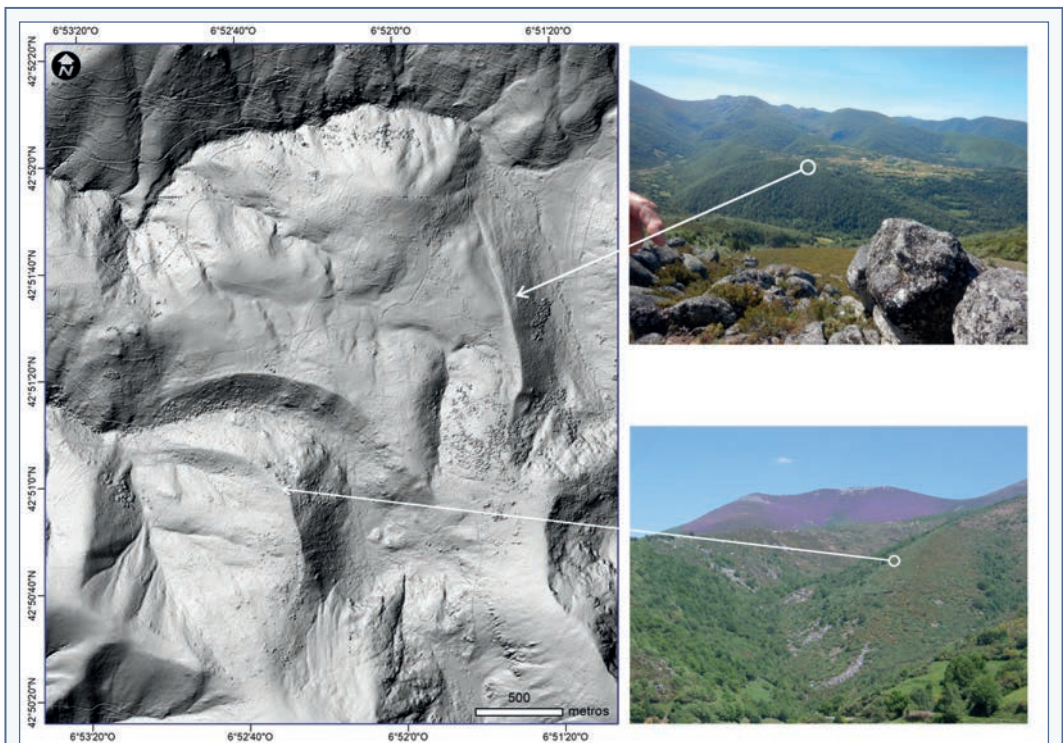
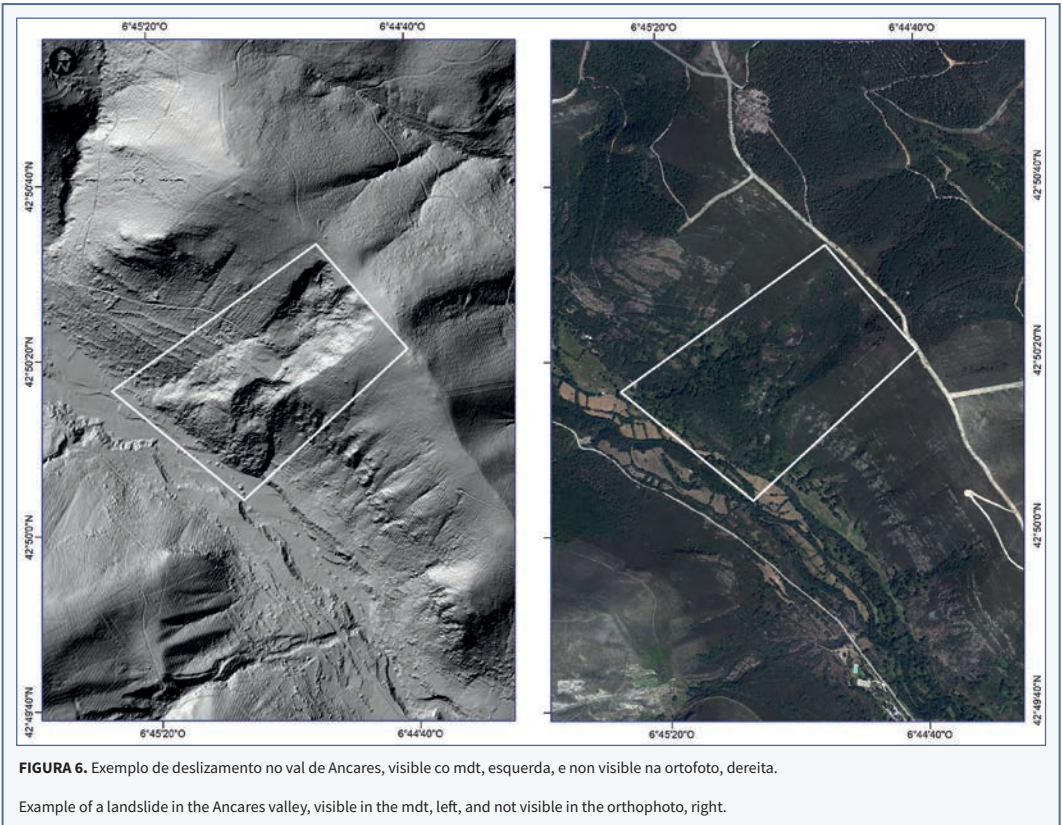


FIGURA 5. Visibilidade das cristas morrénicas nos vales de Suárbol (arriba) e Piornedo (abaixo) no mdt e na realidade.

Visibility of the moraine ridges in the valleys of Suárbol, above, and Piornedo, below, in the mdt and in reality.



escasa extensión dalgunhas impide que certas formas como os ombreiros ou as rochas con estrías se plasmasen no mapa final.

A intensa cuberta vexetal, composta por bosques e mato, dificultou a observación directa das formas e dos depósitos. Neste caso a súa visibilidade non só depende da vexetación; tamén da falla de afloramentos. Unicamente a existencia de camiños, estradas ou canteiras permite ver cortes nos que se alternan capas distintas, é dicir, facies diferenciadas, asociadas aos diferentes procesos que actúan nun glaciar. Sempre existe a opción de abrir catas, algo que sería factible en teoría pero imposible de levar a cabo na práctica. Por iso a cartografía das formas, tanto de erosión coma de acumulación, é altamente rigorosa mentres que a da cuberta sedimentaria non o é. Para selo sería precisa unha cartografía a escala de moito detalle que se escapa dos obxectivos da presente investigación. Por iso, mentres que na lenda se sinalan símbolos variados para diferenciar cabeceiras, circos, cristas, conos etc.,

os depósitos de orixe glaciar aparecen representados no seu conxunto. Se se levase a cabo unha cartografía minuciosa poderíanse discriminar diferentes tipos de *till* así como, por vía de exemplo, de depósitos fluvio-glaciares.

O uso de modelos dixitais de elevacións cun *pixel* de 2 m facilitou non só delimitar con moita precisión as formas senón tamén ollar outras que están agochadas polo bosque. Na Fig. 5 aparecen reflectidas moreas glaciares e na Fig. 6 un exemplo de deslizamento, dos que se produciron na fase de deglaciación. Pódese dicir o mesmo da cartografía das rochas ovelladas ou pulidas que se ven tanto directamente coma nas ortofotos. Con todo, microformas como as estrías non se poden ver agás que sexa desde moi preto, polo que non se poden representar no mapa agás cun símbolo de punto.

En calquera caso, a cartografía elaborada permite ver a pegada dos glaciares nos diferentes vales. Na Fig. 7 aparecen os de Suárbol, Piornedo e Ortigal. No val de Piornedo, por exemplo, vense de xeito nidio as moreas

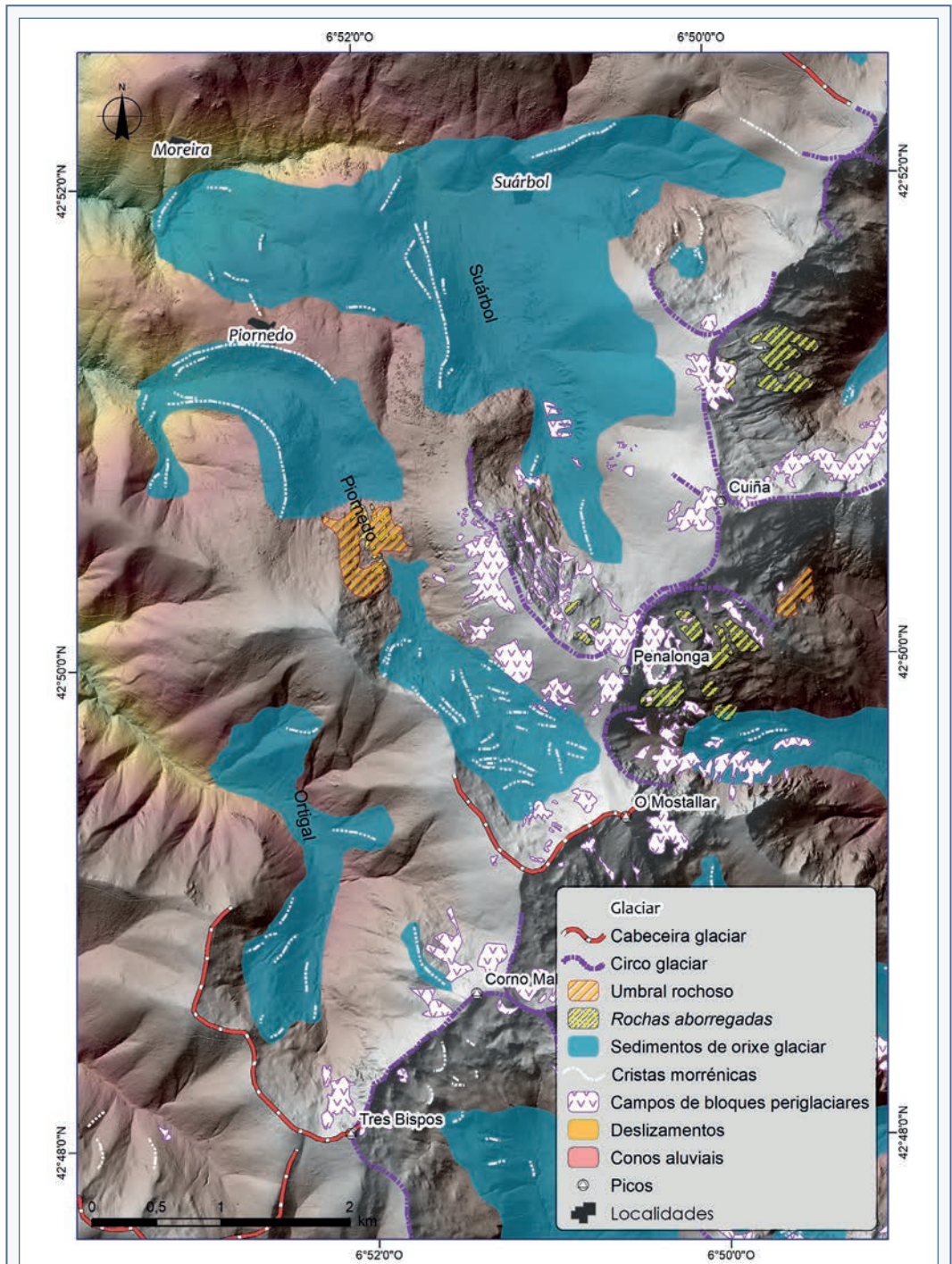
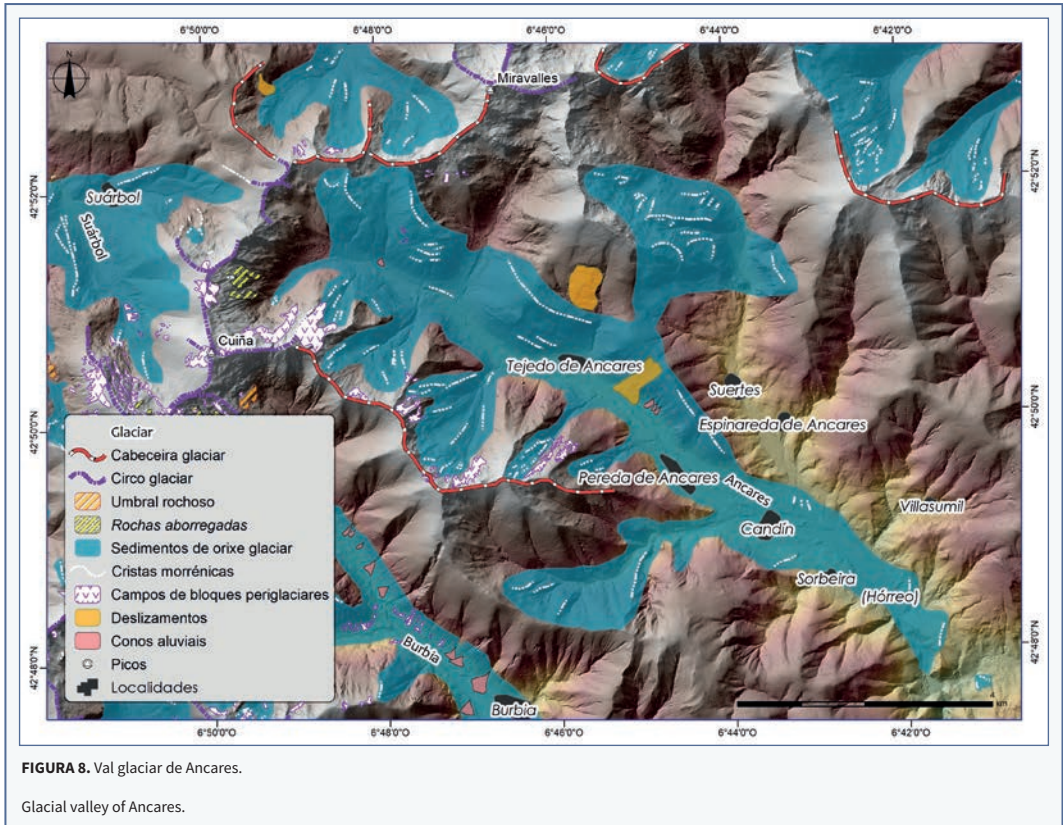


FIGURA 7. Vales glaciares de Suárbol, Piornedo e Ortigal.

Glacial valleys of Suárbol, Piornedo and Ortigal.



emprazadas a menor altitude localizadas arredor da aldea de Piornedo, como ascenden en altitude cara á cabeceira do val, concretamente por riba do sector de rochas ovelladas, e como aumenta o número de cristas, o que é indicativo dunha primeira fase de máximo avance do xeo e a súa posterior estabilización, pulsacións e desaparición. No de Suárbol sobresa a gran morea do sector occidental que marcaría o máximo espesor do xeo e as da fase posterior que gañan altitude cara ao circo situado ao norte do pico Cuiña. No caso do val de Ortigal, de menor entidade, destacan as moreas da fase final visibles na cabeceira.

No mapa do val de Ancares (Fig. 8) destacan con claridade as moreas colgadas sobre do val na súa marxe esquerda e as terminais de Sorbeira, así como as da fase de retroceso sinalado polas numerosas cristas das cabeceiras tanto do val principal coma dos confluente da marxe dereita, neste caso orientados cara ao norte. Tamén son de destacar os grandes deslizamentos, como o analizado na Fig. 6, que se porían en

marcha ao retroceder a lingua de xeo e producirse unha descompresión da aba, algo moi común en moitas áreas glaciadas do mundo.

Na Fig. 9, na que aparecen cartografados os vales de Burbia, Porcarizas e Tejeira, tamén son visibles con claridade os diferentes complexos morrénicos -marcados polas cristas-, a abundancia de abanos aluviais e, moi especialmente, a existencia de campos de bloques de orixe periglacial na parte baixa das abas e incluso no seu fondo.

En todos os mapas cartografáronse os campos de bloques dada a súa extensión e importancia paleoambiental (Fig. 10). Trátase de formacións periglaciares, non xeradas polo glaciario pero si polas condicións de frío intenso existentes. O seu emprazamento nos cumes dos Ancares non chama a atención, máis alá de indicar condicións moi frías, posiblemente vencelladas á presenza de solos xeados, pero cando se atopan no interior do val están a indicar o paso dunha fase glacial a outra periglacial, moito máis fría, como xa se indicou

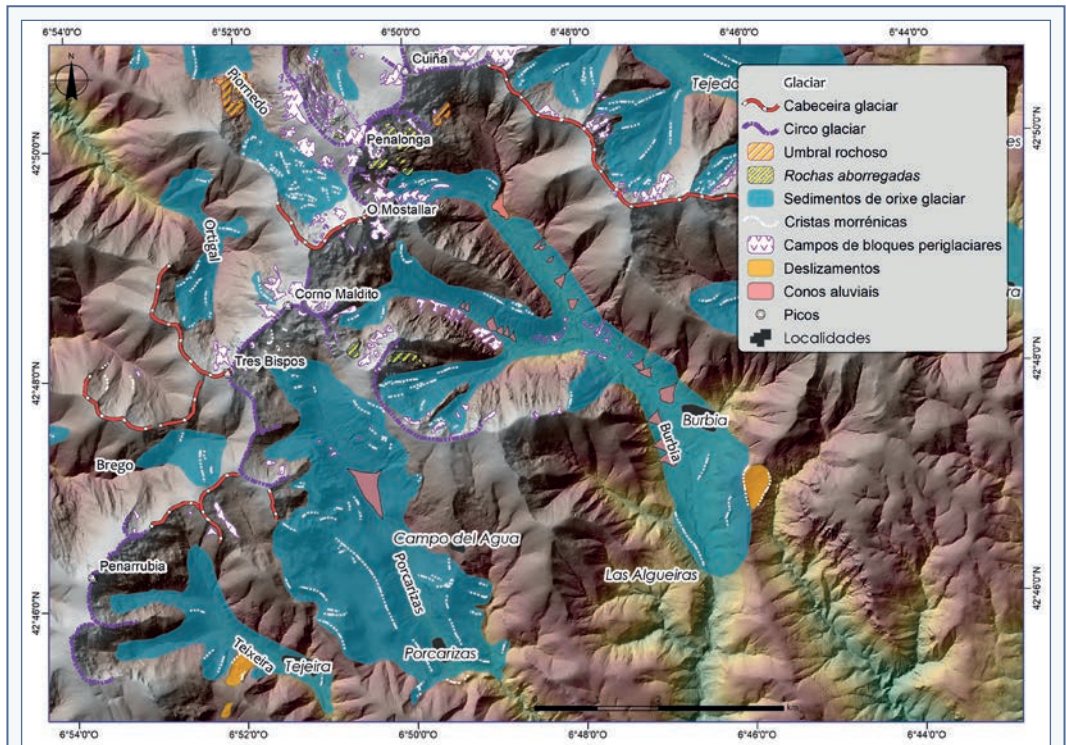


FIGURA 9. Vales glaciares de Burbia, Porcarizas e Tejeira.

Burbia, Porcarizas and Tejeira glacial valleys.

Glaciares	Cota máxima (m)	Lonxitude (km)	Espesor do xeo (m)	Altitude fronte de ablación (m)	ELA
Cúa	Corredoira (1821)	13,6	252	874	1078
Ancares	Cuíña (1992)	14,6	310	803	1118
Burbia	Cuíña (1992)	9,8	123	790	1112
Porcarizas	Pico dos Charcos (1849)	7	247	924	1109
Tejeira	Penarrubia (1822)	4,9	148	950	1108
Bregó	Tres Bispos (1794)	4,6	120	936	1092
Ortigal	Tres Bispos (1794)	3,4	128	962	1102
Piornedo	O Mostallar (1935)	5,3	130	849	1113
Suárbol	Penalonga (1986)	6,5	128	804	1116
Balouta	Miravalles (1967)	5,5	195	943	1164
Arrieiros	Pico de Cinso (1727)	1,9	78	882	1043

TÁBOA 1. Datos dos diferentes glaciares da serra dos Ancares.

Data on the different glaciers of Os Ancares mountain range.



FIGURA 10. Campo de bloques (pico Penalonga).

Blockfield (Penalonga peak).

na investigación de Viana Soto e Pérez-Alberti (2019).

Na Táboa 1 aparecen sintetizados os principais datos dos diferentes vales. Vense con claridade as diferenzas entre eles e tamén algúns aspectos comúns. É o caso da cota máxima, que varía apenas un centenar de metros, entre os 1992 m e os 1727 m, ou a altitude da fronte de ablación, que oscila entre os 962 m e os 790 m. Tamén os datos da ELA son semellantes, desde os 1164 m de Balouta aos 1078 m do Cúa. Porén, hai acusadas diferenzas en canto o espesor da capa de xeo que vai dos 310 m do val de Ancares aos 78 m de Arrieiros ou da lonxitude que varía desde os 14,6 km de Ancares aos 1,9 km de Arrieiros.

A cartografía xeomorfolóxica levada a cabo axuda, pois, a interpretar as pegadas do glaciario na serra dos Ancares. Con todo, quedan investigacións claves para poder chegar a ter uns resultados moito máis precisos. Por unha banda a aplicación de programas como o GlaRe (Pellitero *et al.* 2016) que permitan levar

a cabo a reconstrución da capa de xeo e a ELA e, por outra, a datación dos depósitos que posibilite crear un marco temporal sólido.

Son tarefas a levar a cabo no futuro, polo que o marco cronolóxico proposto se basea na bibliografía existente. A meirande parte das publicacións sinalan que todos os paleoglaciares identificados se formaron durante o derradeiro ciclo glaciario. Neste caso, a maiores, a cartografía detallada de 368 cristas de moreas glaciares que indican con claridade ata onde chegou unha lingua glaciaria nun intre dado, posibilitou coñecer a súa altitude precisa por mor de 742 puntos que aparecen reflectidos na Fig. 11. O anterior coincide co sinalado anteriormente por Pérez-Alberti e Valcárcel-Díaz (2022), podendo distinguirse tres fases:

1. Unha primeira de Máximo Glaciario, que vén sinalada polos cordóns morrénicos externos emprazados arredor dos 1000 m de altitude e que se pode situar cronoloxicamente entre os 44? e os 27 ka.

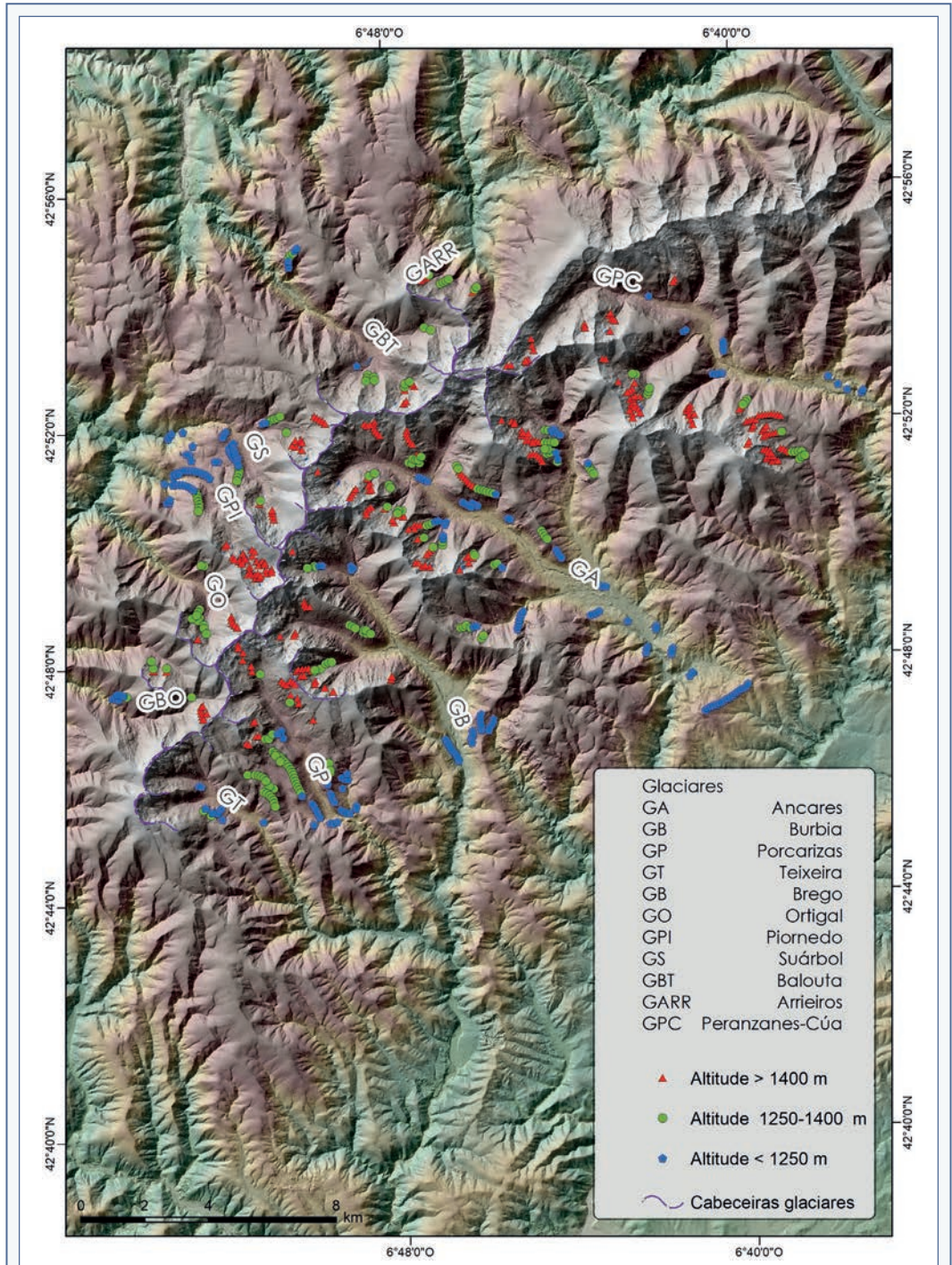


FIGURA 11. Distribución en altitude das cristas glaciares na serra dos Ancares.

Altitudinal distribution of glacial ridges in Serra dos Ancares.

2. Unha segunda, Último Máximo Glaciar Global, asociado aos cordóns emprazados no sector interno dos vales, arredor dos 1400–1500 m de altitude e que se situaría entre os 19 e 26,5 ka.
3. Unha terceira fase de Deglaciación, na que persistirían condicións frías mais estaría a producirse o retroceso e a progresiva desaparición dos sistemas glaciares, que se daría entre os 19 e 11 ka e que vén marcado pola cristas morrénicas emprazadas a maior altitude. As cristas existentes por riba dos 1600 m atópanse nas cabeceiras dos vales de Piorredo, Ancares, Burbia, Balouta e Peranzanes-Cúa, reflectindo a fase final do glaciario na área.

Conclusiones

A investigación levada a cabo na serra dos Ancares permite concluir:

1. A grande importancia que tivo a dinámica glaciaria na serra durante o Plistoceno.
2. O papel relevante dos antigos vales pre-glaciares na formación de linguas de xeo.
3. Como o anterior condicionou o desenvolvemento diferencial das linguas entre a vertente occidental, máis curtas e con maior pendente, e a oriental, máis longas e con menores pendentes.
4. A existencia de importantes sistemas morrénicos máis visibles naquelas áreas con presenza de rochas graníticas, caso dos vales de Suárbol, Piornedo ou Porcarizas.
5. A falta de datacións, pódense diferenciar tres fases: unha primeira de Máximo Glaciar que se pode situar cronoloxicamente entre os 44? e os 27 ka; unha segunda, Último Máximo Glaciar Global, que se situaría entre os 19 e 26,5 ka; e unha fase de Deglaciación que se daría entre os 19 e 11 ka.

Referencias bibliográficas

- Kossel, U. (1996).** *Problemas geomorfolóxicos acerca de la determinación del máximo avance glaciar en la Sierra de Ancares (León-Lugo-Asturias). Dinámica y Evolución de medios cuaternarios.* Xunta Galicia, Santiago de Compostela, 131, 142.
- Lichtenecker, N. (1936).** *Die gegenwärtige und die eiszeitliche Schneegrenze in den Ostalpen.* Verhandlungen der III Internationalen Quartarkonferenz, Wien, 141–47.
- Llopis Lladó, N. (1954).** Sobre la morfología de los picos Ancares y Miravalles. *Anales de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias (Revista Las Ciencias)*, 627–643.
- Marcos-Vallauré, A., Pérez-Estaún, A., Pulgar-Alvarez, J. A. Bastida-Ibáñez, F. & Vargas-Alonso, I. (1980).** *Memoria Mapa Geológico 1:50.000. Folla de Cervantes.* IGME.
- Martínez-Cortizas, A. E. & Pérez-Alberti, A. (2000).** *Atlas climático de Galicia.* Xunta Galicia, Santiago Compostela.
- Oliva, M., Palacios, D., Fernández-Fernández, J. M., Rodríguez-Rodríguez, L., García-Ruiz, J. M., Andrés, N., Carrasco, R. M., Pedraza, J., Pérez-Alberti, A., Valcárcel, M., & Hughes, P. D., (2019).** Late Quaternary glacial phases in the Iberian Peninsula. *Earth-Science Review* 192, 564–600. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2019.03.015>
- Pellitero, R., Rea, B. R., Spagnolo, M., Bakke, J., Ivy-Ochs, S., Frew, C. R., Philip Hughes, Adriano Ribolini, Sven Lukas & Renssen, H. (2016).** GlaRe, a GIS tool to reconstruct the 3D surface of palaeoglaciologists. *Computers & Geosciences*, 94, 77–85.
- Pérez-Alberti, A. (1979).** *Xeografía de Galiza.* Editorial Santillana.
- Pérez-Alberti, A. (1982a).** Climatoloxía. *Xeografía de Galicia*, 1, 71–98.
- Pérez-Alberti, A. (1982b).** Xeomorfoloxía. *Xeografía de Galicia*, 1, 9–69.
- Pérez-Alberti, A. (1993).** La interacción entre procesos geomorfolóxicos en la génesis del relieve del SE de Galicia: el ejemplo del Macizo de Manzaneda y de la Depresión de Maceda. *La Evolución del paisaje en las montañas del entorno los Caminos jacobeos.* Consistorio de Cultura de la Xunta Galicia, Santiago de Compostela 1–24.
- Pérez-Alberti, A., Rodríguez-Gutián, M., & Valcárcel, M. (1993).** Las formas y depósitos glaciares en las Sierras Orientales y Septentrionales de Galicia (NW Península Ibérica). In Pérez-Alberti, A. et al. (Eds.). *La Evolución del paisaje en las Montañas del entorno los Caminos Jacobeos*, 61–90.
- Pérez-Alberti, A. & Valcárcel-Díaz, M. (1998).** Caracterización y distribución espacial del glaciario en el Noroeste de la Península Ibérica. En: *Las Huellas Glaciares de Las Montañas Españolas.* Servicios de Publicación e Intercambio Científico, pp. 17–62.
- Pérez-Alberti, A. & Valcárcel, M. (2022).** The glaciers in eastern Galicia. En: M. Oliva, D. Palacios & J. M. Fernández-Fernández, *Iberia, Land of Glaciers* (pp. 375–395). Elsevier.
- Rodríguez-Gutián, M., Pérez-Alberti, A., & Valcárcel-Díaz, M. (1992).** El modelado glaciar en la vertiente oriental de la sierra de Ancares (noroeste de la Península Ibérica). *Papeles de Geografía*, 18, 39–51.
- Rodríguez-Gutián, M., Pérez-Alberti, A. & Valcárcel-Díaz, M. (1995).** Acción e importancia del frío durante el Cuaternario reciente en las Sierras Septentrionales de Galicia (Noroeste Ibérico). En: F. Rebelo, et al. (Eds.), *3ª Reunión Do Cuaternario Ibérico: Actas: Coimbra, 27 de Setembro a 1 de Outubro de 1993* (pp. 79–84). Universidade de Coimbra.
- Valcárcel-Díaz, M. & Rodríguez-Gutián, M. (1994).** Contribución al conocimiento del glaciario pleistoceno en la vertiente suroccidental del Macizo de Peña Trevinca (montañas Galaico-Sanabrien-

ses, NW Ibérico). En: A. Gómez-Villar, J. M. García Ruíz & J. Arnáez Vadillo, (eds.), *Geomorfología En España: III Reunión de Geomorfología*, Logroño 14 a 16 de setembro de 1994 (pp. 241–252). Sociedade Española de Geomorfología.

- Valcárcel-Díaz, M., Rodríguez-Gutián, M., & Pérez-Alberti, A. (1996).** Dinámica glaciar pleistocena del complejo Porcarizas-Valongo (Serra dos Ancares, NW Ibérico). En: A. Pérez-Alberti, A. Martínez Cortizas (Eds.), *Avances En El Conocimiento Paleoambiental de Las Montañas Lucenses* (pp. 53–64). Diputación de Lugo.
- Valcárcel-Díaz, M. (1998).** *Evolución geomorfolóxica y dinámica de las vertientes en el northeast de Galicia. Importancia de los procesos de origen frío en un sector de las montañas lucenses.* [Tesis doctoral] Universidade de Santiago de Compostela. Inédita.

Valcárcel-Díaz, M. & Pérez-Alberti, A. (2002). La glaciación finpleistocena en el sector noroccidental de las montañas leonesas: la Sierra de los Ancares. En: J. M. Redondo Vega, A. Gómez-Villar, R. M. González Gutierras & P. Carrera Gómez (eds.), *El Modelado de origen glaciar en las montañas leonesas* (pp. 67–102). Servicio de Publicaciones de la Univesidad de León.

Viana-Soto, A. & Pérez-Alberti, A. (2019). Periglacial deposits as indicators of paleotemperatures. A case study in the Iberian Peninsula: The mountains of Galicia. *Permafrost and Periglacial Processes*, 30, 374–388. <https://doi.org/10.1002/ppp.2026>

Visser, P. C. (1938). *Wissenschaftliche Ergebnisse der Niederlandischen Expeditionen in den Karakorum und die angrenzenden Gebiete in Den Jahren 1922-1935. Band II: Glaziologie.* Leiden: Brill.