



Facultad de Filosofía y Letras
Máster en Prehistoria y Arqueología

Captación de materias primas líticas en el Paleolítico Medio.
Modelización paleo-territorial en el yacimiento de
Axlor (Bizkaia, País Vasco)

Lithic raw material catchment in the Middle Paleolithic.
Paleo-territory modeling in the site of
Axlor (Bizkaia, Basque Country)

Autor: Alfredo Sánchez Hernández

Director: D. Jesús Emilio González Urquijo
Codirectora: Dña. Talía Lazuén Fernández

Curso 2020/2021

ÍNDICE

1. Introducción y objetivos.....	4
1.1. Introducción.	4
1.2. Objetivos.	5
2. Estado de la cuestión.	6
2.1. El Paleolítico medio.....	6
2.1.1. El utillaje de piedra.....	6
2.1.2. Paleolítico Medio en la Región Cantábrica. Cronología y utillaje lítico.....	8
2.2. Marco geológico y paleoambiental.....	11
2.2.1. Marco geológico.....	11
2.2.2. Materias primas de la Cuenca Vasco-Cantábrica.....	15
2.2.3. Condiciones Paleoambientales.	25
2.3. El yacimiento arqueológico de Axlor (Dima, Bizkaia).....	31
2.3.1. Contexto geográfico.....	31
2.3.2. Contexto arqueológico.....	38
3. Metodología.....	44
3.1. Las materias primas líticas como documento en arqueología prehistórica.	44
3.2. Modelización paleoambiental y análisis territorial.....	47
3.2.1. Reconstrucción Geográfica.	49
3.2.2. Temperaturas y precipitaciones.....	52
3.2.3. Vegetación.....	56
3.2.4. Coste Distancia y Rutas Optimas.....	58
4. Resultados.....	62
4.1. MIS 4: Reconstrucción paleoambiental y estudio de movilidad.....	62
4.2. MIS 5: Reconstrucción paleoambiental y estudio de movilidad.....	70
5. Discusión y conclusiones.....	77
6. Bibliografía.....	82
7. Índice de figuras.....	92
8. Índice de tablas.....	94

Resumen

La secuencia estratigráfica de la cueva de Axló (Dima, Bizkaia) posee unas características excepcionales para el conocimiento del Paleolítico Medio. La ocupación de la cueva se enmarca entre los estadios isotópicos MIS 4 y MIS 5c, dos periodos con condiciones climáticas muy diferentes. Las condiciones frías del MIS 4 y templadas del MIS 5c influyeron en los modos de vida de los grupos neandertales. La adaptabilidad de estas poblaciones frente a las oscilaciones climáticas provocó cambios en la gestión del territorio, adaptando sus patrones de movilidad y explotación de recursos. La influencia climática en los grupos de cazadores-recolectores del Paleolítico medio influye significativamente en el aprovisionamiento de materias primas líticas. La existencia o ausencia de restricciones en el territorio de los grupos neandertales esta directamente relacionada con la capacidad de estas poblaciones de captar unos recursos u otros. Los tipos de materias primas presentes en el conjunto lítico de Axló parecen responder a esta influencia climática.

La reconstrucción paleoambiental del MIS 4 (71.000 – 57.000 años BP) y el MIS 5c (106.000 – 93.000 años BP) realizada en este trabajo nos ha permitido aproximarnos a las condiciones climáticas que pudieron influir en la estrategias de aprovisionamiento de materias primas líticas de los grupos neandertales de Axló. Los resultados del modelado de las características de ambos estadios isotópicos revelan un contraste entre los condicionantes de movilidad humana, siendo mucho más restrictivos durante los meses de invierno del MIS 4. Las restricciones temporales de algunas fuentes de materias primas y su presencia en el registro arqueológico estarían relacionadas con el carácter estacional de la ocupación de la cueva.

Palabras clave: Axló, Paleolítico Medio, Región Cantábrica, Neandertales, Materias primas líticas, Reconstrucción paleoclimática.

Abstract

The stratigraphic sequence of Axlør cave (Dima, Bizkaia) has exceptional characteristics for the knowledge of the Middle Palaeolithic. The occupation of the cave is framed between the isotopic stages MIS 4 and MIS 5c, two periods with very different climatic conditions. The cold conditions of MIS 4 and the temperate conditions of MIS 5c influenced the lifestyles of the Neanderthal groups. The adaptability of these populations to climatic oscillations caused changes in the management of the territory, adapting their patterns of mobility and exploitation of resources. The climatic influence on the groups of hunter-gatherers of the Middle Palaeolithic significantly influences the supply of lithic raw materials. The existence or absence of restrictions in the territory of the Neanderthal groups is directly related to the capacity of these populations to catch some resources or others. The types of raw materials present in the lithic assemblage of Axlør seems to respond to this climatic influence.

The paleoenvironmental reconstruction of MIS 4 (71,000 - 57,000 years BP) and MIS 5c (106,000 - 93,000 years BP) carried out in this work has allowed us to approach the climatic conditions that could influence the strategies of supply of lithic raw materials of the Neanderthal groups of Axlør. The results of the modeling of the characteristics of both isotopic stages reveal a contrast between the conditions of human mobility, being much more restrictive during the winter months of MIS 4. The temporal restrictions of some sources of raw materials and their presence in the archaeological record would be related to the seasonal nature of the occupation of the cave.

Keywords: Axlør, Middle Paleolithic, Neanderthals, Lithic raw materials, Paleoclimatic reconstruction.

1. Introducción y objetivos.

1.1. Introducción.

Los espacios geográficos donde desarrollan sus actividades los grupos de cazadores-recolectores están definidos por sus características naturales bióticas y abióticas: clima, fauna, geología, litología, cobertura vegetal, etc. Estos espacios geográficos contienen elementos a los que las poblaciones humanas pueden asociar un valor económico, social o simbólico, convirtiéndolos en recursos explotables. La explotación de estos recursos por los seres humanos transforma estos espacios geográficos en territorios (Terradas, 2001; Mangado, 2006).

Las materias primas líticas fueron el recurso abiótico más importante para los grupos de cazadores-recolectores durante el Paleolítico. Su explotación y posterior transformación en herramientas era esencial para el desarrollo de sus actividades de subsistencia (capítulo 2.1). La variedad de rocas empleadas por los grupos humanos es tan amplia como el propio sustrato geológico de la corteza terrestre. Sin embargo, el acceso, la disponibilidad o la calidad de estas rocas no es la misma en todas partes. Las características geográficas y geológicas de cada región definen los distintos tipos de roca que están presentes en ellas. Esta circunstancia hace que los territorios explotados por las sociedades cazadoras-recolectoras ofrezcan una serie de materias primas líticas u otras dependiendo de las características físicas del espacio geográfico (capítulo 2.2.1).

Las rocas empleadas por los grupos humanos del Paleolítico componen un porcentaje muy elevado de los materiales recuperados en los yacimientos arqueológicos. El estudio de las características físicas de estos útiles líticos permite identificar las materias primas utilizadas por los grupos de cazadores-recolectores en un marco espaciotemporal concreto (capítulo 2.1.1). Estos estudios permiten localizar la procedencia de estas materias primas y, en consecuencia, la gestión del territorio (estrategias de explotación y patrones de movilidad) por los grupos de cazadores-recolectores.

La caracterización del conjunto lítico de la cueva de Axló (Dima, Bizkaia) ha permitido la identificación de una amplia variedad de materias primas líticas (González-Urquijo, 2005; 2006). Los grupos neandertales que ocuparon la cueva durante el Paleolítico medio emplearon tanto materias primas líticas disponibles en las inmediaciones del yacimiento como materias primas procedentes de más de 50 Km (capítulo 2.2 y 2.3). La definición de la secuencia estratigráfica de Axló ha permitido establecer la ocupación neandertal de la cueva en dos estadios isotópicos

marinos (*Marine Isotopic Stage*) distintos: durante el MIS 4 (71.000 – 57.000 años BP) y durante el MIS 5c (106.000 – 93.000 años BP) (capítulo 2.3). Las condiciones climáticas del MIS 4 y del MIS 5c son muy distintas entre sí. Mientras que el MIS 5c se caracteriza por condiciones atemperadas, durante MIS 4 se da un enfriamiento global, ocasionando un importante descenso de las temperaturas y del nivel del mar por el avance de los frentes polares (capítulo 4).

El contraste entre las condiciones ambientales de ambos estadios isotópicos haría que los grupos neandertales que habitaron en Axló tuviesen que adaptar sus formas de gestionar el territorio. Esto los llevaría a emplear distintas estrategias de aprovisionamiento de materias primas líticas, puesto que en el registro arqueológico de Axló hay evidencias de rocas aflorantes en áreas muy alejadas en ambos estadios isotópicos (capítulo 5).

1.2. Objetivos.

La presencia de materias primas líticas que afloran a considerable distancia de la cueva en los niveles estratigráficos asociados tanto al MIS 4 como al MIS 5c, ha sido la estimulación principal para la elaboración de la reconstrucción de las condiciones paleoclimáticas de cada estadio isotópico.

Nuestro objetivo ha sido modelar algunas de las variables geológicas y ambientales que definieron el territorio de explotación de los grupos neandertales de Axló durante el MIS 4 y el MIS 5c, a través de las materias primas líticas documentadas en el depósito arqueológico. El fin de esta reconstrucción paleoambiental ha sido determinar la influencia que podrían tener estas variables sobre las poblaciones humanas y sus estrategias económicas. En este modelado se ha generado la paleocosta, el relieve, las temperaturas y precipitaciones de verano e invierno de ambos estadios isotópicos, además de una aproximación a la cobertura vegetal potencial. Es necesario aclarar que existen multitud de variables ambientales que habrían influido en las poblaciones prehistóricas (tipo de suelos, pendientes, insolación, vientos, etc.), así como otros factores culturales y/o simbólicos.

1. Definir el territorio de explotación de las poblaciones neandertales de la cueva de Axló.
2. Identificar la influencia de las condiciones paleoclimática en la gestión del territorio durante el MIS 4 y el MIS 5c
3. Reconstrucción paleoambiental del MIS 4 y MIS 5c.
4. Caracterizar el acceso y disponibilidad de las materias primas líticas empleadas en Axló.

2. Estado de la cuestión.

2.1. El Paleolítico medio.

Se trata de un periodo de gran extensión temporal, desarrollándose entre el estadio isotópico MIS 10 -*Marine isotopic stage(MIS)/Oxygen isotope stage(OIS)*- y el MIS 3 (350 – 35 Ka BP). Es en estos momentos cuando se expande la presencia de los Neandertales por Europa, extendiéndose hacia el este del continente y hacia las Montañas Altai en el suroeste de Siberia, llegando hasta Oriente Próximo (Depaepe, 2014).

Durante esta etapa del Paleolítico el planeta experimenta dos fases climáticas frías (MIS6 y MIS2-4) con una fase templada entre ellas (MIS 5e). Entre estas fases generales existen subestadios de relativa brevedad donde se dan sucesivas oscilaciones climáticas de carácter muy abrupto.

Tradicionalmente se ha marcado el inicio del Paleolítico medio con la aparición del sistema de producción lítica basado en la extracción de lascas con técnica Levallois, definiéndose como característica principal del Musteriense (Bordes, 1948, 1961). Sin embargo, tanto los inicios como el final del Paleolítico medio no parecen poder establecerse de manera estricta. Algunos yacimientos europeos con industrias líticas del Achelense final se solapan cronológicamente en lugares con evidencias de producción Levallois. Esto hace que la transición entre el Paleolítico inferior y el medio no pueda establecerse en una ruptura abrupta. Todo indica que se trataría de un proceso lento durante un continuo lapso de tiempo (Depaepe, 2014).

Por otro lado, la transición al Paleolítico superior también supondría un proceso continuado en el tiempo. Tradicionalmente, esta transición se ha establecido con la aparición de los humanos anatómicamente modernos -*Anatomically Modern Humans (AMH)*- y los cambios socioculturales, económicos y simbólicos que introdujeron. Sin embargo, esta aparición de los AMH tampoco establece una ruptura entre el Paleolítico medio y superior, evidenciándose en la convivencia durante casi 15.000 años entre Neandertales y AMH en diversas partes del continente europeo (Zilhão et al., 1999; Zilhão, 2006; Arrizabalaga, 2010).

2.1.1. El utillaje de piedra.

Aún con límites imprecisos, esta etapa del Paleolítico se asocia intrínsecamente con el tecnocomplejo Musteriense. Éste se expande por Europa de manera similar a la distribución geográfica de los grupos Neandertales. Este tecnocomplejo está presente durante todo el

Paleolítico medio, representando un largo periodo (más de 200.000 años) de gran estabilidad económica y tecnológica.

Los grupos Neandertales tenían un gran conocimiento del territorio que los rodeaba, permitiéndoles seleccionar y adquirir las materias primas idóneas para la producción de sus útiles. Las materias primas locales son las utilizadas por estas poblaciones de manera principal, aunque la presencia de materiales exógenos también es significativa. A pesar del dominio de los útiles líticos en los depósitos arqueológicos del Paleolítico medio, las materias primas perecederas serían el recurso principal de estas poblaciones, como se demuestra en algunos hallazgos arqueológicos como las lanzas de *Schöningen* (Thieme, 1997), *Clacton* (Oakley et al., 1977) o *Lehringen* (Thieme y Veil, 1985).

Las poblaciones Neandertales emplearon distintos sistemas de producción lítica, con estrategias de extracción de soportes predeterminados respetando ciertos principios conceptuales (Lazuén, 2012). La técnica más extendida es la conocida como producción Levallois (Commont, 1909; Bordes, 1948, 1961; Böeda, 1983, 1988), aunque también se emplean durante este periodo otros sistemas como la producción Discoide (Bordes, 1947, 1961; Böeda, 1990, 1993), la producción Quina (Turq, 1988, 1989, 1992; Geneste, 1991; Bourguignon, 1997) o la producción Kombewa (Owen, 1938; Tixier, 1980; Tixier y Turq, 1999). y otros menos frecuentes o conocidos en la región cantábrica como el clactoniense o SSDA (*système par surface de débitage alternée*) el lascado tipo Pucueil.

La producción Levallois aparece hace unos 300.000 años, con algunas evidencias dispersas incluso más antiguas (Moncel et al., 2020) y se expande durante todo el Paleolítico medio, convirtiéndose en uno de sus elementos característicos. La técnica Levallois constituye en muchas regiones la base tecnológica de los grupos Musterienses, obteniéndose a partir de ésta una gran variedad de útiles líticos. La producción Discoide se documenta desde hace mínimo 1 millón de años en África, aunque la producción Discoide *sensu stricto* es típica del Paleolítico Medio (Thiebaut, 2013). Durante el Paleolítico medio se expande en un gran rango espaciotemporal. Este tipo de reducción produce lascas cortas, anchas en la parte proximal y más estrechas y finas en la zona distal (Lazuén, 2012). La producción Quina es relativamente reciente y se documenta a finales del Paleolítico medio (70 – 34 Ka BP), estando más limitada geográficamente que la reducción Discoide (Depaepe, 2014). Los soportes obtenidos mediante la técnica Quina produce lascas de sección asimétrica y de espesores regulares (Lazuén, 2012). La distribución espacial y temporal de la producción Kombewa es más limitada en espacio y

tiempo que la producción Quina y los soportes procedentes de este tipo de explotación se caracterizan por filos convexos y agudos (Lazuén, 2012; Depaepe, 2014).

2.1.2. Paleolítico Medio en la Región Cantábrica. Cronología y utillaje lítico.

El Paleolítico Medio en la Región Cantábrica presenta ciertas particularidades que hacen de éste una etapa complicada de interpretar (escasez de secuencias bien conservadas, ausencia de dataciones absolutas precisas, etc.). Esta circunstancia hace que se disponga de un número reducido de datos para situar las ocupaciones de este periodo entre el MIS 5 y el MIS 4 (Montes, 2003; Rodríguez Asensio y Arrizabalga, 2004). Sin embargo, algunos niveles estratigráficos de yacimientos de la Región Cantábrica, correspondientes a esta horquilla temporal del Paleolítico medio han podido ser contextualizados de manera cronológica. Es el caso de Cova Eirós (Triacastela, Lugo), Cabo Busto (Valdes, Asturias), Bañugues (Cabo de Peñas, Asturias), El Hondal (Requejada de Polanco, Cantabria), la Cueva de El Castillo (Puente Viesgo, Cantabria), Cueva Morín (Villanueva de Villaescusa, Cantabria), Lezetxiki (Mondragón, Guipuzkoa), Covalejos (Piélagos, Cantabria) o el yacimiento objeto de estudio de este trabajo: Axlor (Dima, Bizkaia). Para estos yacimientos se ha establecido un marco cronológico a partir de las evidencias disponibles -información de los restos biológicos, los análisis geomorfológicos y sedimentológicos, las dataciones absolutas disponibles y los estudios tecnotipológicos (Fig. 1; Lazuén, 2012)-:

En Cova Eirós (Aguirre, 1964; Cano Pan et al., 1997; 2000) se ha enmarcado el nivel 3 en la segunda mitad del MIS 5 en base a las dataciones absolutas (Lazuén et al., 2011: 84.807 ± 4.919 ka bp). Cabo Busto (Rodríguez Asensio, 2001) se ha encuadrado en los inicios del MIS 5, debido a que la animación sedimentaria sugiere que el depósito del nivel II debe haberse generado en unas condiciones templadas que pueden atribuirse al interglaciar que ocurre durante el MIS 5e (Álvarez Marrón, 2008, Lazuén, 2012). El nivel IV de Bañugues (Llopis, 1963; Rodríguez Asensio, 1983) correspondería con un momento templado anterior a la última glaciación y el nivel II sería anterior a éste, estableciéndose un marco cronológico a mediados del MIS 5 (Hoyos et al., 1977; Montes, 2003). Gracias a la correlación de los sistemas fluviales de los valles del entorno de El Hondal (González Fernández, 1995; Montes, 1999) se puede situar la ocupación durante el MIS 5c (Lazuén, 2012). La Cueva de El Castillo cuenta con dos niveles asociados al Paleolítico medio (Breuil y Obermaier, 1912, 1913; Cabrera, 1984). El nivel 22 se ha podido establecer entre el MIS 5a y el MIS 4, a partir de las dataciones del nivel 23 (Bischoff et al., 1992: $89 \pm 11/-10$ Ka BP; Cabrera y Bernaldo de Quirós, 2000: 92,8 Ka BP) y las obtenidas por ESR en la parte superior del

nivel 22 (Rink et al., 1996, 1997: 70 ± 9.4 Ka BP; Lazuén, 2012). El nivel 24 se ha establecido entre el MIS 5d y el MIS 5c a partir de considerarlo posterior a las condiciones húmedas y templadas del nivel 25 -probablemente correspondiente con el MIS 5e- y tomando la datación del nivel 23 como fecha *ante quem* junto a la presencia taxones faunísticos - *D. hemitoechus* y *Paleoloxodon*- asociados a las condiciones climáticas de estos periodos (Cabrera, 1984; Butzer, 1981; Montes, 2003; Lazuén, 2012). Los niveles 16 y 17 de Cueva Morín (Vega del Sella, 1921; Echegaray y Freeman, 1971) se han establecido durante el MIS4 por los datos faunísticos y geológicos que los sitúan en momentos fríos asociados al inicio de la última glaciación, mientras que el nivel 18 se situaría en una fase anterior, a mediados del MIS5 (Butzer, 1973; Lazuén, 2012). El nivel V de Lezetxiki adscrito al Paleolítico medio (Bari andarían y Altuna, 1967; Barandiarán, 1988; Falguères et al., 2005) se situaría a mediados del MIS 5 a partir de las dataciones numéricas (Falguères et al., 2005: Entre 55 y 350 Ka BP) y la información faunística (Altuna, 1972) y geológica (Kornprobst y Rat, 1967), detectándose una sucesión rápida de periodos fríos y templados que podrían corresponder con los subestadios MIS 5d, MIS 5c y MIS 5b (Lazuén, 2012). En

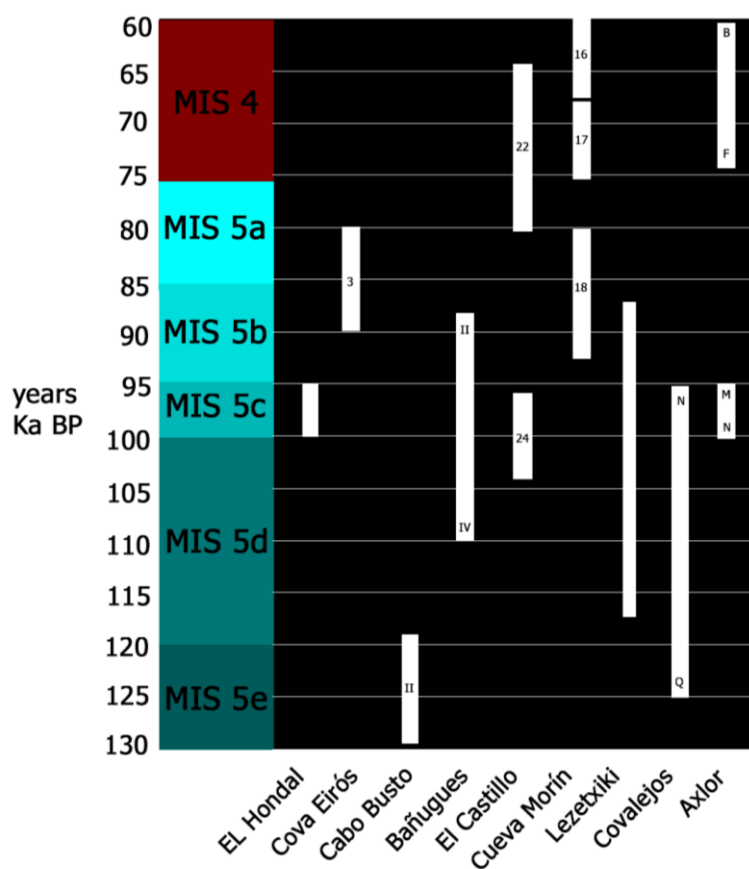


Figura 1. Esquema cronológico de los yacimientos con cronologías similares a Axló (a partir de Lazuén, 2012).

Covalejos (Montes y Sanguino, 2001), la datación por U/Th del nivel N ha arrojado una fecha de 91.857 ± 4.000 Ka BP, y otra datación por el mismo método ha dado una fecha superior a 101 Ka BP para el nivel Q (Montes y Sanguino, 2005, 2008), estableciendo una ocupación a mediados del MIS 5, entre el MIS 5c y el MIS 5b.

El análisis de la industria lítica de estos yacimientos evidencia la variabilidad en la captación de materias primas por los grupos Neandertales y los distintos tipos de producción lítica. En general, el contexto geológico del entorno de los yacimientos condiciona la composición del

conjunto de materias primas. La ubicación de yacimientos en áreas geológicas con abundancia de cuarcitas da lugar a una sobrerrepresentación de este tipo de roca sobre el resto, como ocurre en Cabo Busto o Bañugues. Lo mismo ocurre en otros yacimientos con disponibilidad de otro tipo de rocas como en Cova Eirós, donde el cuarzo representa el 88,8% del conjunto (Lazuén, 2012).

La variabilidad de las estrategias de captación de materias primas líticas durante el Paleolítico medio se observan bien en las secuencias de la Cueva del Castillo o ~~El Mirón~~. En estos yacimientos, los grupos Neandertales utilizaron una amplia variedad de materias primas, en distinto grado de representación dependiendo del nivel estratigráfico. En la Cueva del Castillo, se pasa de altas frecuencias de arenisca (41,5%) en el nivel 24 a un dominio del sílex y la cuarcita prácticamente en todo el conjunto (49,5% y 40,5%, respectivamente). Esto mismo ocurre en el nivel V de Lezetxiki, donde se da una gran variedad de materias primas locales, pero en porcentajes mucho menores a las producciones asociadas al sílex que dominan el conjunto (80%)(Lazuén, 2012).

Los distintos sistemas de producción lítica documentados durante el Paleolítico medio no son excluyentes unos de otros, fenómeno que se puede ver en prácticamente todos los yacimientos mencionados. El estudio de los núcleos, soportes y restos de talla evidencian una alta variabilidad en las estrategias de producción lítica. Esta variabilidad productiva se aprecia en la identificación de las producciones Levallois, Discoide, Kombewa, Quina, Unipolar o Bipolar, en distintos porcentajes, en los niveles del Paleolítico medio de estos yacimientos.

El remontaje del núcleo de El Hondal escenifica la pluralidad del desarrollo tecnológico durante el Paleolítico medio. En un mismo núcleo se aprecian distintos esquemas de producción con cambios sucesivos para el aprovechamiento de las distintas superficies y volúmenes del bloque, dando lugar a distintos tipos de soportes (Baena et al., 2001; Lazuén, 2012). A partir de los positivos y negativos de este remontaje y la identificación de más de 45 extracciones, se han reconocido diferentes estrategias de talla en mismo único núcleo, con una primera fase de explotación de tipo Unipolar seguida de una segunda de tipo Levallois. La tercera fase volvería a corresponderse con una reducción unipolar del núcleo, mientras que la cuarta y quinta serían de tipo Levallois. La sexta y última fase seguiría una estrategia de tipo Discoide hasta el abandono del núcleo (Lazuén, 2012).

La variedad de estrategias de producción lítica y la comprensión del medio natural que les rodeaba, también han permitido a estas poblaciones neandertales optimizar sus recursos,

creando asociaciones claras entre algunos tipos de producciones líticas que generan cierto tipo de soportes con las rocas de mayor calidad para la talla.

Esta optimización de recursos se puede apreciar en la producción Levallois en el nivel 22 de la Cueva de El Castillo o en el nivel 16 de Cueva Morín. En el nivel 22 de El Castillo la producción Levallois está asociada a núcleos de cuarcita de buena calidad, los cuales han sido explotados hasta su agotamiento. Esta preferencia por las rocas de mayor calidad se observa en el conjunto lítico del nivel V de Lezetxiki, donde las producciones Levallois, Kombewa y Unipolar son exclusivamente para la extracción de soportes de sílex. Esto también ocurre en Cabo Busto, donde las cuarcitas están asociadas prácticamente en su totalidad a un sistema de reducción de tipo Discoide (Lazuén, 2012).

La documentación de grandes cantidades de restos de talla en los yacimientos del Paleolítico medio -ej. nivel 18 (92,5%) y 17 (92,2%) de Cueva Morín-, evidencian producciones líticas *in situ* para la extracción de útiles de distintos tamaños (Lazuén, 2012). Por otra parte, la presencia de soportes de mayor tamaño que los núcleos hallados en los yacimientos o la ausencia de restos de la cadena operativa evidencian otro tipo de conductas asociadas a las estrategias económicas -ej. Bañugues, El Castillo, Cueva Morín-. Los grupos neandertales utilizarían estrategias de captación de materias primas líticas en afloramientos primarios o secundarios, que serían transportadas y consumidas en el propio yacimiento. Pero, además, los neandertales utilizarían otras estrategias asociadas a la producción en los propios lugares de captación, en áreas específicas o estrategias asociadas a la movilidad e intercambio entre grupos.

2.2. Marco geológico y paleoambiental

2.2.1. Marco geológico.

La región Cantábrica se localiza al norte de la Península Ibérica, limitando al norte con el Mar Cantábrico, al sur con la Cordillera Cantábrica, al este con los montes pirenaicos occidentales y al oeste con la costa lucense (Fig. 2) (García, 2004). La Región Cantábrica presenta unas excepcionales características físicas, cuyo rasgo más significativo es la Cordillera Cantábrica. Ésta actúa como barrera a las masas de aire oceánicas, lo que genera un clima húmedo y lluvioso con temperaturas suaves. Este factor climático origina una densa y variada cubierta vegetal, dominada por el bosque oceánico planocaducifolio (García, 2004). El régimen de precipitaciones y la cercanía de la cordillera al océano (unos 100 Km como máximo, con distancias medias en

torno a los 50-60 km.) ha generado cauces de agua torrenciales que han originado profundos valles, que se alternan con zonas de relieve más suave. El resultado de estos procesos es un territorio definido por fuertes desniveles, con una gran alineación principal en la divisoria de aguas -donde se encuentran las mayores altitudes de la región- y una disposición perpendicular a la cordillera de cadenas montañosas relativamente bajas. Estos sistemas montañosos están separados entre sí por valles fluviales, los cuales se prolongan hasta la costa. Estas características hacen de la región un corredor costero, muy segmentado, entre los Pirineos y el límite occidental del norte de la Península, creando una unidad geográfica claramente diferenciada del resto de territorios de la Península.

La combinación de estos elementos ha establecido la Región Cantábrica como un área de relativa uniformidad para el análisis e interpretación de las actividades humanas del pasado (García, 2004).

Esta disposición presenta algunas variantes locales dependiendo del sustrato geológico. La Cordillera Cantábrica es el segmento emergido de la cordillera pirenaica situado al oeste de la falla de Pamplona. Su zona oriental se define como la Cuenca Vasco-Cantábrica (Fig. 3) (Rat, 1958). Esta cuenca se extiende de oeste a este, entre los macizos Paleozoicos Asturianos y los macizos Vascos del Pirineo; delimitando al norte con el mar Cantábrico y la cuenca aquitana en contacto con el cabalgamiento frontal norepirenaico, y al sur con las cuencas del Ebro y del Duero, en contacto con el cabalgamiento surpirenaico. Se trata de una cuenca sedimentaria conformada por materiales mesozoicos, recubierta en las zonas deprimidas y sinclinales por materiales cenozoicos. El sector central y occidental de la Cuenca Vasco-Cantábrica se compone de materiales paleozoicos y precámbricos. Esta dualidad se debe al gran espesor de la sucesión mesozoica y al levantamiento tectónico alpino, que ha propiciado la desaparición casi total de la cobertura mesozoica

de la zona central de la Cuenca Vasco-Cantábrica (Rat, 1958, 1988; Lotze, 1958, 1960; Ramírez, 1971; Barnolas y Pujante, 2004; Tarriño, 2001).

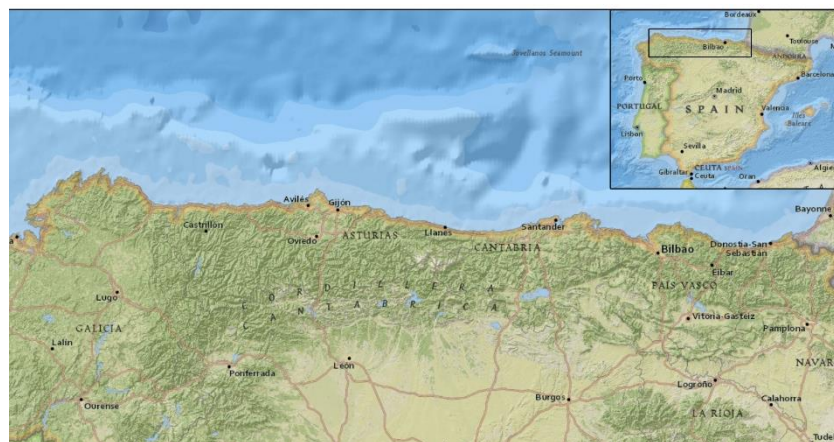


Fig 2. Mapa de la Región Cantábrica.

La evolución geológica de la Cuenca Vasco-Cantábrica está intrínsecamente ligada a la apertura del Golfo de Vizcaya y al desplazamiento de la placa Ibérica hacia Europa en el Plegamiento Alpino (Cretácico-Terciario) (Martínez-Torres, 1997; Tarriño, 2001). Los esquemas más utilizados para subdividir la Cuenca Vasco-Cantábrica son los definidos por P. Feuilleé y P. Rat (1971), A. W. Serrano y Martínez del Olmo (1990) o A. Barnolas y V. Pujalte (2004) entre otros (Fig. 3).

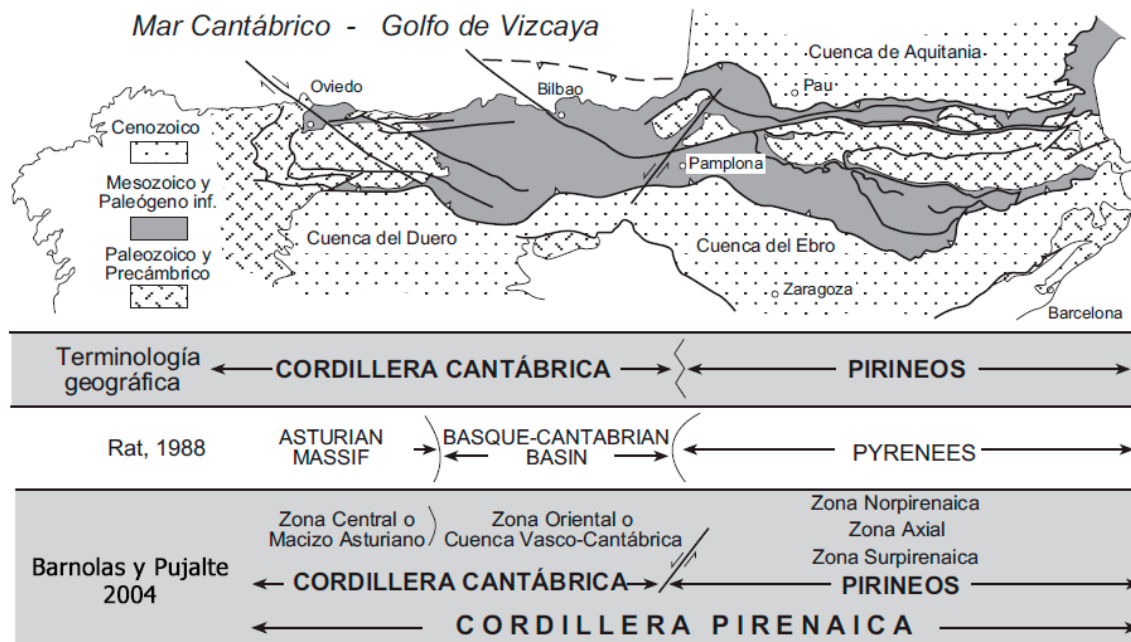


Figura 3. Esquema de división de la Terminología geográfica y geológica de la Región Cantábrica y el Pirineo (a partir de Barnolas y Pujalte, 2004).

La mayoría de los geólogos concuerdan en la diferenciación de 3 grandes bloques o dominios: El Bloque santanderino, el Dominio Navarro-Cántabro y el Arco Vasco (Fig. 4) (Barnolas y Pujante, 2004; Ábalos, 2016). Los márgenes de la Cuenca no son fijos para todas sus etapas evolutivas. Estos márgenes se definen con mayor claridad a partir del Cretácico medio, lo que ha permitido crear un cuadro cronoestratigráfico y una visión de las sucesiones mesozoica y terciaria en conjunto (Barnolas y Pujante, 2004).

El Arco Vasco fue definido por F. Lotze (1958) y P. Rat (1959) dentro de la Cuenca vasco-Cantábrica. Estos autores lo delimitaron al norte del Dominio Navarro-Cántabro, entre el bloque santanderino al oeste y los macizos Paleozoicos Vascos y la falla de Pamplona al este.

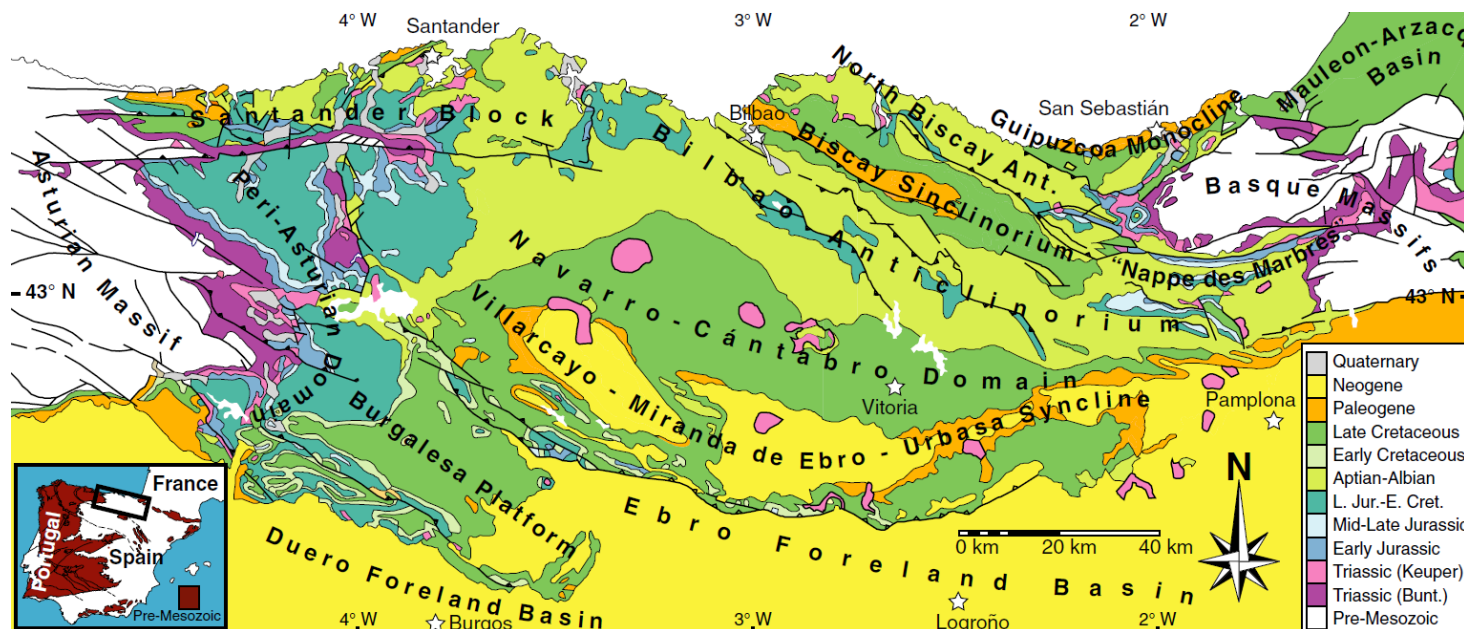


Figura 4. Estructura geológica de la Cuenca Vasco Cantábrica, el Dominio Navarro y el Bloque Santanderino (Abalos, 2016).

El Arco Vasco está definido por el Anticlinorio de Bilbao, el Anticlinorio y Sinclinorio vizcaíno y el Monoclinal de San Sebastián (Fig. 4; Fig. 5) (Barnolas y Pujalte, 2004; Ábalos, 2016).

En la parte sur, el Anticlinorio de Bilbao (o Anticlinal Externo) es una franja de 15-20 kms de anchura compuesta por sedimentos del Cretácico inferior. Este anticlinal divide las zonas sinclinales del dominio Navarro-cántabro y el Sinclinorio vizcaíno, limitando al sur en el contacto entre los materiales del Cretácico superior e inferior, y al norte con una falla inversa o con zonas de cabalgamiento. En estas formaciones se abre la cueva de Axlor. El Sinclinorio vizcaíno (o Sinclinorio Axial) se sitúa al norte y paralelamente al Anticlinal de Bilbao. Se desarrolla en una banda de 7 a 20 kms de ancho y está constituido por materiales del Cretácico superior, del Eoceno y del Paleoceno. Al norte del Sinclinorio vizcaíno se extiende el Anticlinorio norvizcaíno (o Anticlinal Norte), el cual limita al este con los macizos paleozoicos del Pirineo. Esta zona se constituye por sedimentos premesozoicos y jurásicos, con presencia también de calizas arrecifales urgonianas del Cretácico inferior. El Monoclinal de San Sebastián (o Monoclinal Litoral) se sitúa al norte del Anticlinorio norvizcaíno y al igual que el Sinclinorio vizcaíno, se constituye por materiales del Cretácico superior, Eoceno y Paleoceno (Rat, 1959; Barnolas y Pujalte, 2004; Ábalos, 2016).



Figura 5. Estructura del Arco Vasco (Barnolas y Pujalte, 2004).

En el Dominio Navarro-Cantabro se encuentran la franja móvil de la

Sierra de Cantabria-Montes Obaranes, la plataforma alavesa y los Sinclinorio de Medina de Pomar y Miranda-Treviño-Urbasa (Fig. 4; Fig. 5). Este bloque limita al Norte con el Anticlinal de Bilbao, al sur con el cabalgamiento surpirenaico, al oeste con la plataforma de Montorio – La Lora y el Escudo de Cabuérniga y al Este con la Falla de Pamplona (Rat, 1959; Ábalos, 2016).

La Franja móvil de la Sierra de Cantabria-Montes Obaranes se compone de una estrecha banda de materiales mesozoicos y paleocenos de poca potencia. Estos materiales se estructuran en anticlinales, sinclinales y cabalgamientos convergentes hacia el sur. En los núcleos anticlinales aparecen pequeños afloramientos de arcillas triásicas de facies Keuper. La plataforma alavesa tiene una extensión de decenas de kilómetros en su parte occidental mientras que disminuye apenas unos kilómetros en su extremo oriental. Presenta una disposición monoclinal hacia el sur. Se compone de una potente serie mesozoica de margas, con presencia de calizas de plataforma que por erosión diferencial ha dado lugar a los sistemas montañosos de la sierra de Badaya, Arkamo y Salvada. Los Sinclinorios de Medina de Pomar y Miranda-Treviño-Urbasa se constituyen prácticamente de materiales recientes (Miocenos y Paleoceno-Eoceno). Esto se debe a que se originan cuando dejan de existir las estructuras tectónicas de plegamiento que afectan a los materiales más antiguos (Rat, 1959; Barnolas y Pujalte, 2004; Ábalos, 2016).

2.2.2. Materias primas de la Cuenca Vasco-Cantábrica.

La cueva de Axló se sitúa en el contexto geológico del Arco Vasco. En este bloque y en el Dominio Navarro-Cántabro es donde afloran algunas de las materias primas utilizadas por los grupos humanos que ocuparon el yacimiento (González-Urquijo et al., 2005, 2006).

En el anticlinorio de Bilbao se documentan pequeños nódulos de sílex en las calizas arrecifales urgonianas, al igual que en el anticlinorio norvizcaíno, donde también aparecen silicificaciones en las calizas del Dogger (Jurásico). Sin embargo, la presencia más importante de sílex en el Arco Vasco aparece asociada al Flysch calcáreo y detrítico del sinclinorio vizcaíno (Kurtzia) y el monoclinal de San Sebastián (Gaintxurizketa) (Tarriño 2001, Tarriño et al., 2016).

En el dominio navarro-cántabro, las silicificaciones más importantes aparecen en los sinclinorio de Medina de Pomar y Miranda-Treviño-Urbasa. En las zonas miocenas de la sierra de Cucho-Araico y en los materiales del paleoceno de la sierra de Urbasa aflora el sílex más abundante en los registros arqueológicos de la Región Cantábrica. En la plataforma alavesa y la franja móvil de la sierra de Cantabria-montes Obaranes también aparecen silicificaciones en los paquetes calizos, aunque de poca entidad (Tarriño 2001, Tarriño et al., 2015, 2016).

2.2.2.1. Sílex.

El sílex es una roca sedimentaria no detrítica caracterizada por su dureza y su fractura concoide. Lo que le hace especialmente apropiado para la talla. Por sus cualidades y relativa abundancia, el sílex es la materia prima más utilizada durante la prehistoria. Sus cubiertas corticales son muy características, lo que hace del sílex una roca relativamente sencilla de reconocer. Esto hace del sílex una materia prima fácilmente visible, lo que facilita su captación en posición primaria o secundaria. En la secuencia estratigráfica de Axló el sílex es la materia prima más utilizada - $n=17644 / 50,38\%$ - (González-Urquijo et al., 2005). Existen muchos subtipos de sílex dependiendo de sus características. En Axló, los tipos de sílex más abundantes en el depósito son el del Flysch de Kurtzia, de Treviño y de Urbasa (Fig. 8).

1. Sílex Flysch Kurtzia.

Se trata de un Sílex del Cretácico Superior (Cenomaniense-Santonense). Aparece en el Flysch arenoso del Sinclinal Vizcaino y del Monoclinal de San Sebastián. En la zona de Barrika (Bizkaia) este tipo de sílex aparece en un paquete de aproximadamente 40 metros de potencia, incluido en los conglomerados de potencia variable (olistostromos) que intersecan la línea del acantilado. Es en estos olistostromos donde se localiza este tipo de sílex. La erosión marina desprende el sílex de la matriz encajante margoarcillosa de los olistostromos, permitiendo una captación en posición secundaria inmediata. Se trata de un sílex muy característico, de color gris muy oscuro, que se va aclarando, dependiendo del grado de alteración (Fig. 6). A veces presenta bandas turbidíticas, texturas bioclásticas, fracturas condicionadas por diaclasas o alteraciones externas por la abrasión marina (Fig. 8; Tarriño, 2001; Tarriño, 2016 et al., Lazuén, 2012).



Figura 6. Raedera en sílex de Kurtzia de los niveles inferiores de Axló (Proyecto Axló / Fotografía: Luis Teira)

2. Sílex de Treviño.

Este tipo de sílex aflora en los materiales del Mioceno de las sierras de Araico y Cucho (Condado de Treviño). Son silicificaciones asociadas a ambientes lacustres-palustres encajadas en conjuntos carbonatados (calizas y dolomías). Se trata de un sílex de grano muy fino de colores marrones (Fig. 7). Las silicificaciones más abundantes son las costras síliceas estratiformes, siendo los más característicos los nódulos con bioclastos y presencia de anillos de Liesegang (Lazuen, 2012; Tarriño 2006, Tarriño 2016 et al.) Existen evidencias de extracciones en posición primaria con técnicas mineras desde el Neolítico (Tarriño et al., 2011). En posición secundaria, los nódulos de sílex bien conservados son frecuentes en los coluviones y en el piedemonte de la zona (Fig. 8).



Figura 7. Lasca de reavivado en sílex de Treviño de los niveles superiores de Axló (Proyecto Axló / Fotografía: Luis Teira)

3. Sílex de Urbasa.

Son formaciones síliceas paleocenas del Thanetiense medio, que aparecen en el karst de la Sierra de Urbasa (Navarra). Son sílex formados en ambientes de plataforma marina externa, de morfología nodular. La karstificación de la formación carbonatada encajante ha permitido que la acción meteórica disuelva las calizas y que los nódulos de sílex se desprendan en las zonas deprimidas y fondos de dolina. Este proceso permite una captación inmediata en posición

secundaria. Se trata de un sílex de tonos marrones claros, con patinas de colores crema o grises azulados. En sus bordes se advierten zonaciones más oscuras y pequeños punteados de relictos de yeso (Fig. 8; Tarriño 2006, Tarriño et al., 2016, Lazuén, 2012).

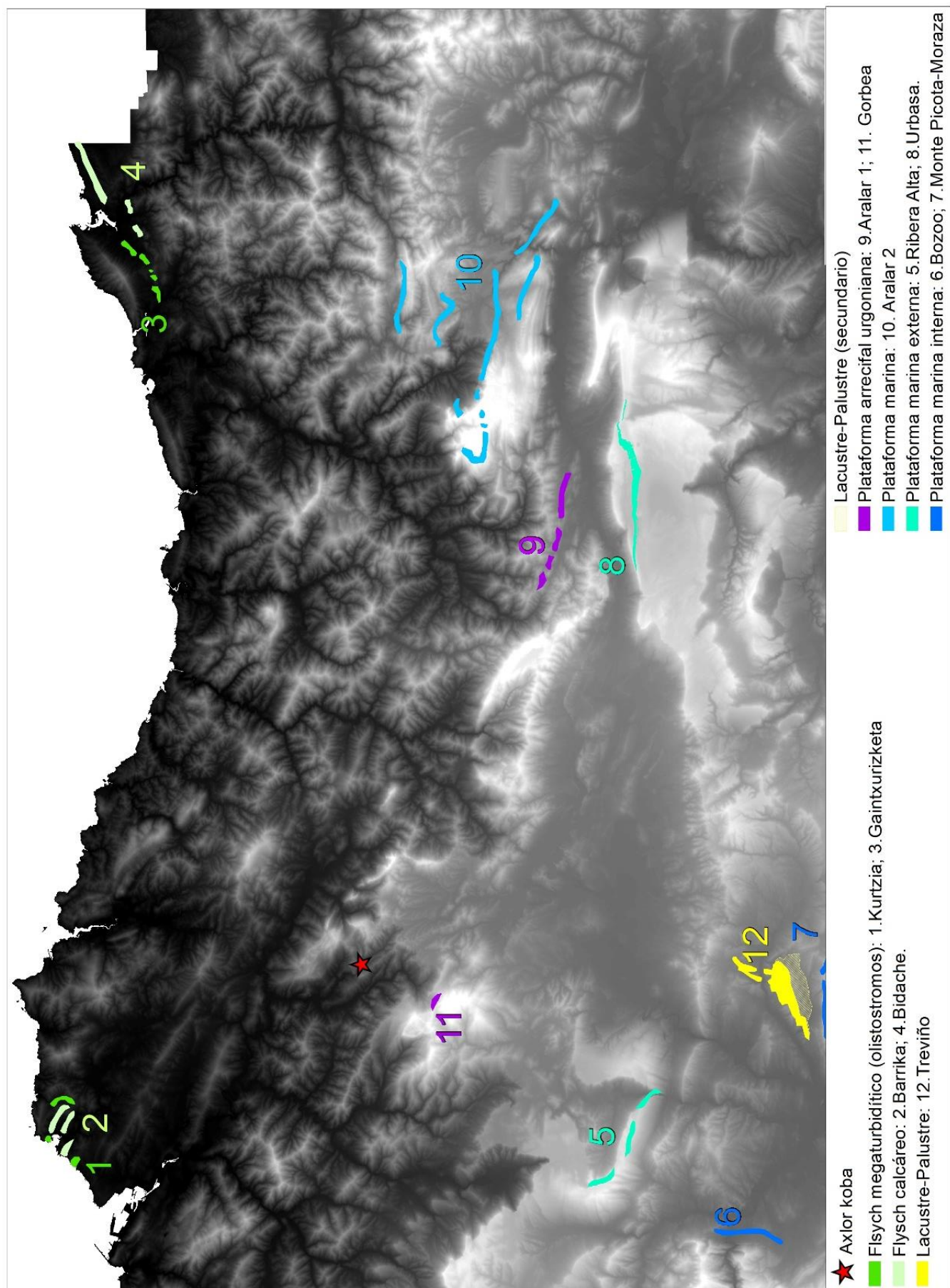


Figura 8. Distribución de los distintos tipos de sílex presentes en la zona de estudio (a partir de Tarrío et al., 2015).

2.2.2.2. Materias primas locales.

Además de la abundante presencia de Sílex, los grupos humanos que habitaron el yacimiento utilizaron otra serie de materias primas de origen local, destacando las lutitas y los cuarzos.

1. Cuarzo.

Se trata de una roca silíceas asociada a fenómenos hidrotermales que aparece en forma de cristales de roca o como cuarzo lechoso. La presencia del cuarzo está asociada al desarrollo de las fallas, sobre todo en contextos de calizas masivas. Aunque es posible la presencia de cuarzos en las fallas locales de los macizos calizos cercanos a Axlór, es en la falla de Aramotz-Amboto -a unos 3 kilómetros al noreste del yacimiento-, donde se documenta la presencia más importante de diques de cuarzo (Fig. 9) (Fernández y Mondéjar, 1983).

De aspecto cristalino, puede adquirir distintas tonalidades dependiendo de su grado de impurezas. Se forma en las fisuras de las calizas cretácicas. En posición primaria presenta morfologías tabloides o de bloque. En posición secundaria aparecen en depósitos fluviales con morfologías típicas de los procesos de rodamiento. Se trata de una roca extremadamente dura y resistente, con unas cualidades variables de talla en función de su composición cristalina. Los bloques de mayor calidad generan filos cortantes igual de efectivos que el sílex o la cuarcita (Lazuén, 2012).

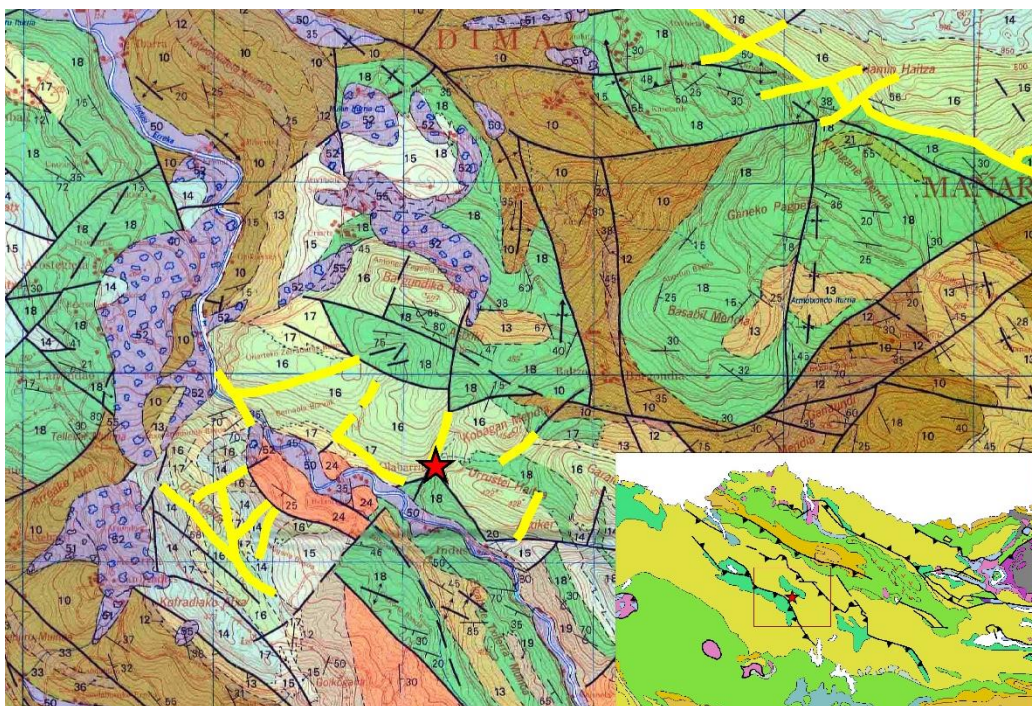


Figura 9. Fallas con presencia de diques de cuarzo en el entorno de Axlór (a partir de Fernández y Mondéjar, 1983)

2. Cuarcita.

Las cuarcitas están asociadas a materiales terciarios del Paleoceno. Se trata de una roca metamórfica compuesta por una matriz general de cuarzo, aunque también se pueden encontrar otros minerales como granito, feldespato o mica. Las cuarcitas se forman a partir de la recristalización de las areniscas, lo que le otorga gran dureza y resistencia (Fig. 10)(Lazuén, 2012).

Se distribuyen de manera desigual en la Región Cantábrica. Son muy abundantes en la zona occidental, presentando una gama de calidades muy variada (Lazuén, 2012). Por el contrario, en la zona oriental su presencia es anecdótica, debido a los escasos materiales paleocenos de la zona, aunque existen unidades litológicas donde se da la presencia de algunas cuarcitas de tamaños centimétricos (Fig. 11). La escasez de materiales paleocenos en el oriente cantábrico ha influido de manera directa en la presencia de cuarcita en los yacimientos paleolíticos.

A diferencia de lo que ocurre en otros yacimientos del oeste de Cantabria o en Asturias, en Axló la presencia de cuarcitas es relativamente baja (4,25%) pero significativa, ya que cuantitativamente es la cuarta materia lítica más representada (González-Urquijo, et al., 2005). Este hecho podría estar relacionado con cuestiones relacionadas a la movilidad de grupos, interacciones socioeconómicas esporádicas, etc.



Figura 10. Lasca de cuarcita de los niveles superiores de Axló (Proyecto de Axló / Fotografía: Luis Teira)

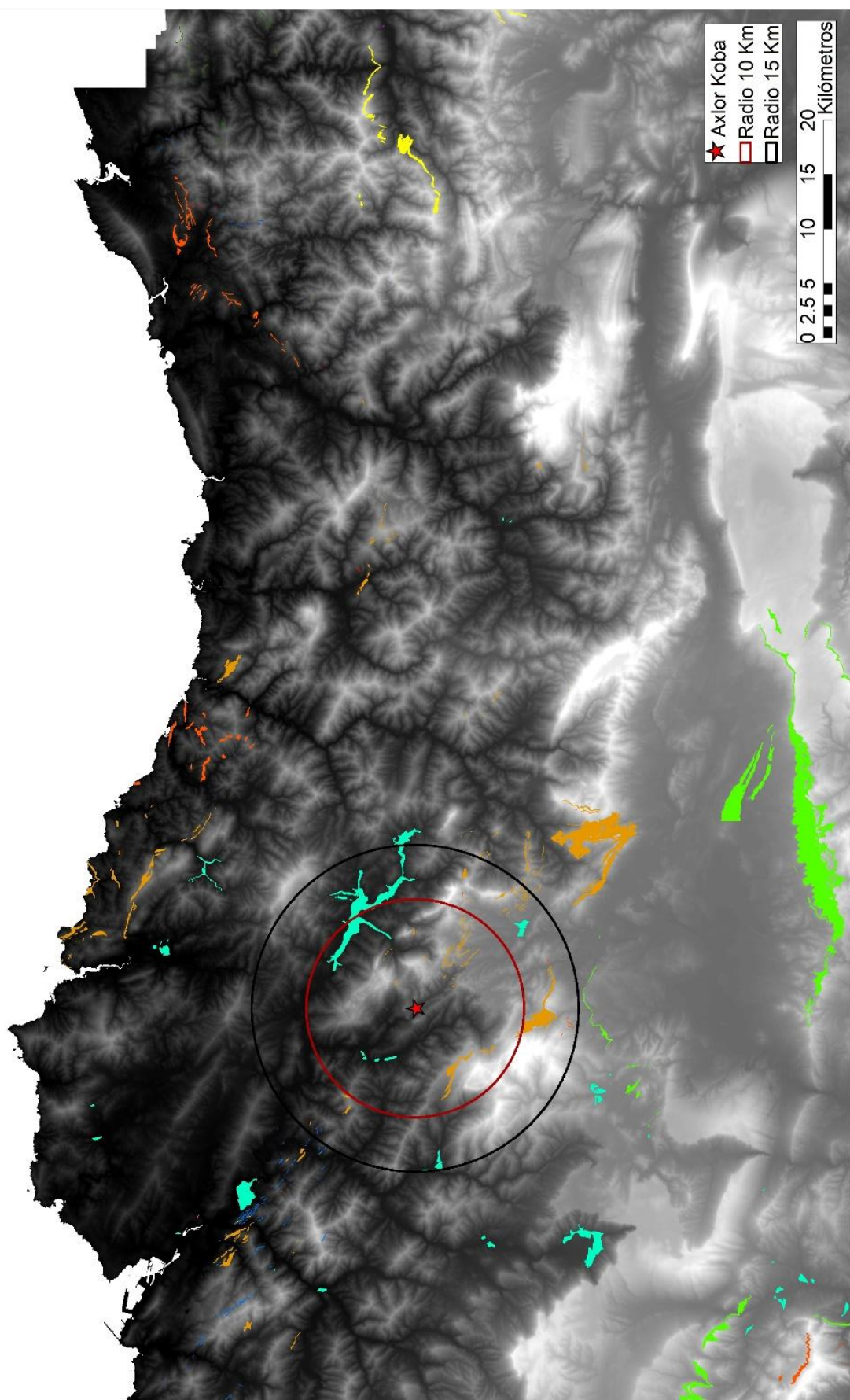


Figura 11. Distribución de las diferentes unidades litológicas con presencia de cuarcitas en la zona de estudio (a partir de la información litológica del P. Vasco y Navarra).

3. Lutita.

Las lutitas se distribuyen de forma similar al sílex. Son muy abundantes en la zona oriental de la Región Cantábrica, entre los materiales del Cretácico superior (Fig. 12). Se trata de una roca blanda y frágil, compuesta de arcillas modificadas por diagénesis.

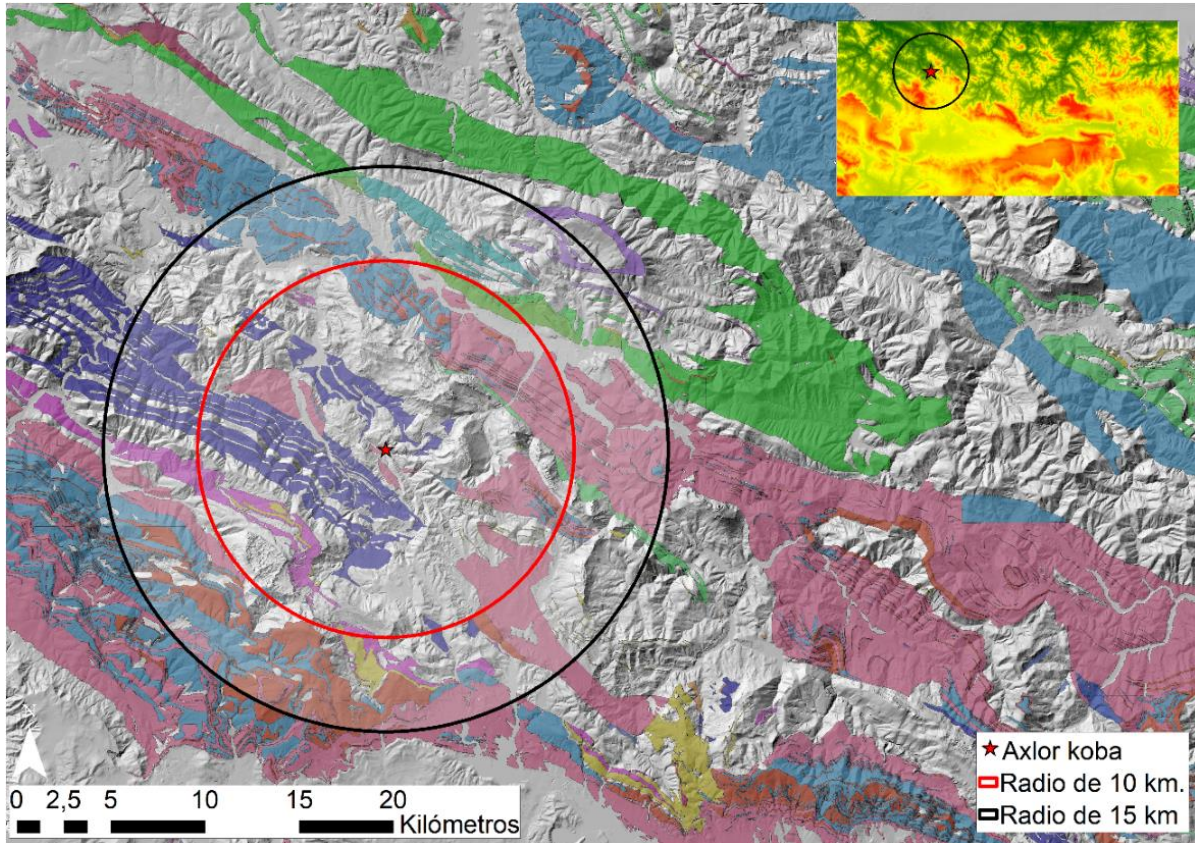


Figura 12. Distribución de las lutitas en la zona de estudio. Los distintos colores representan unidades litológicas con presencia de lutitas diferentes (a partir de las informaciones litológicas del P. Vasco).

Algunas variedades de lutitas formadas en los depósitos del Cretácico superior -vinculadas al Flysch negro supraurgoniano-, presentan mayor compacidad. Presentan matrices más compactas en forma de matrices nodulares, ferruginosas o silíceas. Esta compacidad le otorga una mayor resistencia a la meteorización, lo que permite su transporte y depósito secundario en formaciones aluviales y coluviales. Las lutitas compactas del Cretácico superior, presentan unas cualidades cristalinas que permiten un mejor proceso de talla (Lazuén, 2012). Estas características explican la utilización de esta roca como materia prima lítica durante el Paleolítico, con un carácter local marcado (Fig. 13).

Presentan un aspecto muy variable en función de su grado de alteración. En origen, se caracterizan por una coloración de tono oscuros y dependiendo del grado de alteración pueden variar entre colores amarillentos y rojizos (Lazuén, 2012). En la cuenca vasco-cantábrica la presencia de lutitas es muy habitual. Están documentadas en multitud de unidades litológicas de la zona, con características muy variables. Esta abundancia se refleja en el registro arqueológico de Axló, donde son una de las materias primas líticas más abundantes durante toda la secuencia (15,09%; González-Urquijo et al., 2005).

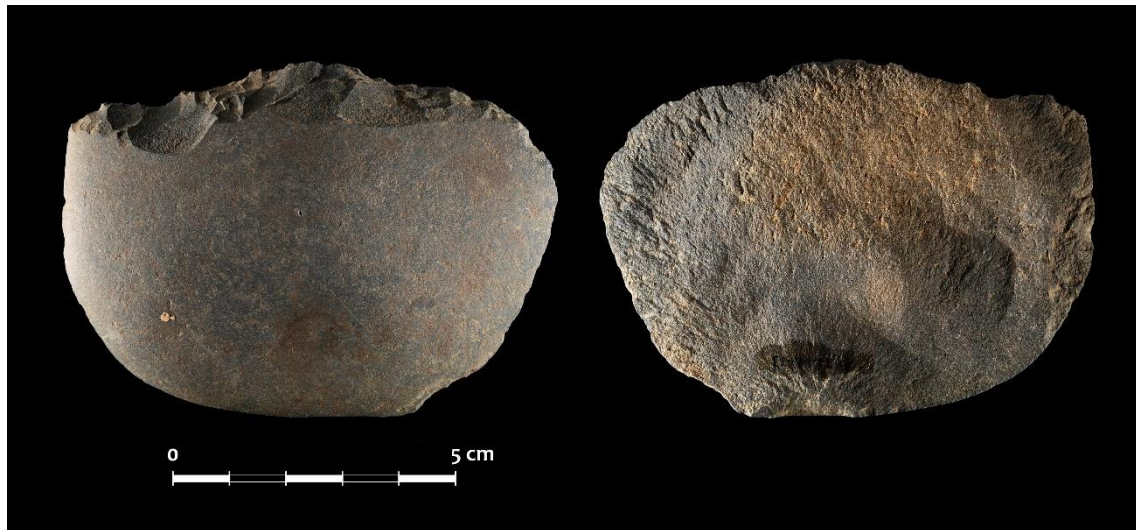


Figura 13. Raedera en lutita de los niveles superiores de Axló (Proyecto Axló / Fotografía: Luis Teira)

4. Vulcanita.

El Cretácico superior del sinclinatorio vizcaíno presenta unos depósitos volcánicos de carácter submarino y poco profundo. En estos sedimentos aparecen intercalados materiales ígneos designados como vulcanitas, aunque este término se utiliza para designar cualquier roca de carácter volcánico con un tamaño de grano que no permite ninguna otra precisión (Fig. 14). Las vulcanitas de esta zona están asociadas a las coladas de lava de los depósitos epiclásticos y piroclásticos del Albiense superior – Santoniense. Dentro del término se engloba cualquier roca vulcanoclástica piroclástica o epiclástica, de distinto transporte sedimentario o de depósito único/combinado (Arrizabalaga y Tarriño, 2010). Se trata de rocas de grano fino a muy fino, con unas cualidades aceptables para la talla (Arrizabalaga y Tarriño, 2010). Este factor impulsó su utilización como materia prima, de carácter muy local, durante el Paleolítico Medio. En Axló existen algunas evidencias de la utilización de estas vulcanitas ($n = 81$) (González-Urquijo et al., 2005).

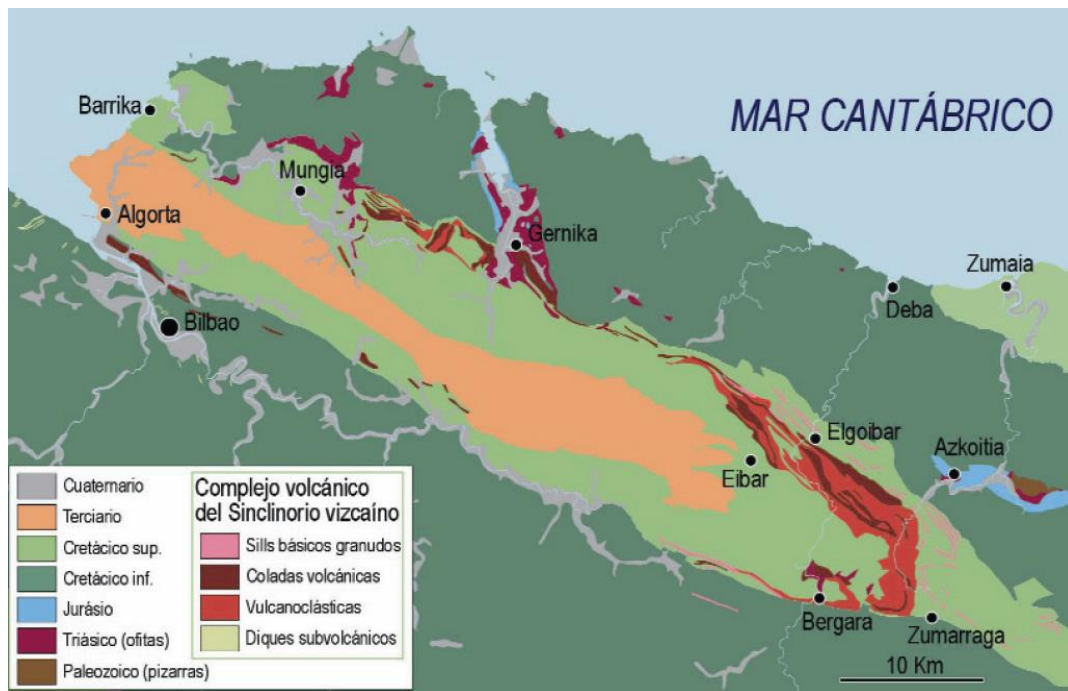


Figura 14. Distribución de materiales ígneos en el complejo volcánico del Sinclinal vizcaíno (Arrizabalaga y Tarriño, 2010).

2.2.3. Condiciones Paleoambientales.

Desde finales del Mioceno (7 – 5 millones de años), las aguas oceánicas comenzaron una etapa de enfriamiento general, que aumento el ciclo de precipitaciones y un progresivo incremento de las masas de hielo especialmente en el hemisferio norte. A partir de este momento, el clima del planeta se caracteriza por una serie de glaciaciones con periodos intercalados de climas más atemperados (Herbert et al., 2016).

El estudio de la relación entre los isotopos de oxígeno ($\delta^{18}\text{O}/\delta^{16}\text{O}$) de testigos de hielo de Groenlandia y otras zonas del planeta (Shackleton et al., 2000; Rasmussen et al., 2014), junto al análisis de los isotopos marinos y los ratios de Mg/Ca en foraminíferos (García-Escárcaga & Gutiérrez-Zugasti, 2020; Hausmann et al., 2018, 2019), los registros polínicos en depósitos marinos y terrestres (Sánchez Goñi et al., 1999; Gómez-Orellana et al., 2007; Danianu et al., 2009) el estudio de los taxones e isotopos estables en vertebrados (Bentley, 2006), el análisis de la composición isotópica en espeleotemas, etc. han permitido detectar una variabilidad climática en el último ciclo interglacial-glacial con cambios de temperatura globales muy abruptos durante el Pleistoceno superior, periodo en el que se desarrolla la expansión y extinción de los neandertales (Sánchez Goñi y d'Errico, 2005).

La Región Cantábrica presenta unas características geográficas particulares que matizan estos cambios climáticos. Su posición en la fachada atlántica origina un clima muy marcado por la variabilidad de la corriente del Golfo -Atlantic Meridional Overturning Circulation (AMOC)- y la latitud de los frentes polares. La barrera que supone la Cordillera Cantábrica para las masas de aire oceánicas atempera las temperaturas extremas, originándose un clima más suave que en otras regiones en periodos glaciares. Esto permite la proliferación de ciertas especies animales y vegetales anómalas en la Región Cantábrica durante épocas de expansión glacial.

2.2.3.1. *Marine Isotope Stage 5 (MIS 5).*

Tras el MIS 6 (191-123 Ka BP) -equivalente *grosso modo* a la glaciación Riss (200-140 Ka BP)-, comienza una etapa de clima interglacial denominada Eemiense (Fig. 15) (Penk y Bruckner 1909, Uriarte, 2003). El Eemiense se conoce como el penúltimo periodo cálido del Cuaternario, siendo el Holoceno el último. Este periodo interglacial se caracteriza por un aumento de la insolación estival asociado al incremento de dióxido de carbono, al aumento del nivel del mar por encima del nivel actual (6 metros aprox.), junto al aumento de las temperaturas globales (unos 2°C aprox.) (Railsback et al., 2015). El clima durante este interglacial sería más húmedo que el presente, dándose una expansión máxima del bosque mediterráneo en el suroeste de la Península Ibérica entre el 126 y 110 Ka BP (Uriarte, 2003; Sánchez Goñi et al., 1999; Shackleton et al., 2003).

Las reconstrucciones climáticas caracterizan el MIS 5 como una sucesión de periodos cálidos (MIS 5e, MIS 5c, MIS 5a) alternados con periodos fríos (MIS 5d, MIS 5b) (Fig. 15). En la Región Cantábrica, esta sucesión climática probablemente impediría la manifestación glacial -incluso en las fases más frías- en la Cordillera Cantábrica.

En los inicios del MIS 5 -subestadio MIS 5e- se produce una mejora climática junto al desarrollo del bosque abierto de enebro (*Juniperus communis*), abedul (*Betula*) y roble (*Quercus robur* sp.), (Sánchez Goñi y d'Errico, 2005). Tras esto, en el norte de la Península se experimenta el máximo calentamiento de la temperatura de las aguas, coincidiendo con el avance del bosque de roble y carpe (*Carpinus betulus*).

A través de los estudios isotópicos y polínicos se ha podido deducir que para el inicio del interglacial la temperatura media en la Región Cantábrica sería similar a la actual, produciéndose un progresivo descenso hacia el final del interglacial (MIS 5d), acompañado por un aumento de las precipitaciones (Uriarte 2003, Iriarte et al., 2005, Sánchez Goñi y d'Errico,

2005; Danian et al., 2009). A partir del MIS 5d, se produce un enfriamiento global, debido a la acumulación rápida del hielo continental, produciendo un importante descenso del nivel del mar (50m aprox.) y de la SST (-2°C respecto a las actuales). Esto se tradujo en el desarrollo de sistemas de humedales en el noroeste peninsular (Shackleton 1987 et al., Iriarte et al., 2005), dándose una transición de la vegetación templada del interglacial a una extensión del bosque caducifolio, siendo el abedul el taxón mayoritario en las secuencias polínicas del suroeste europeo (Iriarte et al., 2005).

A partir del MIS 5d se suceden episodios fríos alternados con periodos cálidos entre 110 y 74 Ka BP, de unos 10.000 años de duración (Goñi y d'Errico, 2005; Gómez Orellana et al., 2007). Los periodos fríos se caracterizaron por el descenso de las temperaturas y de las precipitaciones, lo que favoreció el desarrollo de formaciones de tipo estepa con compuestas (*Asteraceae*), gramíneas (*Poaceae*) y ericáceas (*Ericaceae*). Mientras que en los periodos cálidos se extendieron las formaciones de bosque abierto, dominadas por el roble, junto al carpe en el norte y la encina (*Quercus ilex*) en el sur. El final del interglacial se caracteriza por un descenso de estos elementos y un incremento de la presencia de abedul, desarrollándose coberturas boscosas, pero también extensiones de brezales junto a zonas de humedales (Sánchez Goñi y d'Errico, 2005; Iriarte et al., 2005; Gomez-Orellana et al., 2007, Jordá et al., 2014).

En la Región Cantábrica no parece existir una disminución importante de los bosques, debido a la influencia oceánica (Fig. 16) (Danian et al., 2009). Sin embargo, la diversidad de especies arbóreas refleja las oscilaciones climáticas del interglacial, siendo el abedul, el carpe, la haya (*Fagus*) y el roble los taxones mejor representados, aunque también aparecen otros elementos como avellanos, arces (*Acer*), alisos (*Alnus*), pinos (*Pinus*), castaños (*Castanea*), nogales (*Juglans*) o madroño (*Arbutus*) (Gómez-Orellana et al., 2007; Jordá et al., 2014). La diversidad y el dominio de las especies caducifolias supone un contraste ambiental de la Región Cantábrica frente a las secuencias mediterráneas y continentales europeas, donde las especies gimnospermas -(pinos, alisos, abetos blancos (*Abies alba*) y rojos (*Picea bies*)- son los taxones dominantes, superando a las especies caducifolias (se equiparán e incluso superan a las especies caducifolias (Gómez-Orellana, 2002; Gómez-Orellana et al., 2007; Iriarte et al., 2005; Jordá et al., 2014).

En este contexto ambiental se han documentado abundantes restos de ungulados, destacando bóvidos, ciervo y caballo, además de la presencia de corzo y jabalí. Entre los carnívoros, en este periodo existe presencia algunas especies como los osos de las cavernas/*Ursus spelaeus*, leones de las cavernas/*Panthera spelaea* y leopardos/*Panthera pardus*. En algunos yacimientos

cantábricos como El Castillo, Lezetxiki o Olha, se ha notificado también la presencia de rinocerontes del género *Dicerorhinus* (Altuna, 1992).

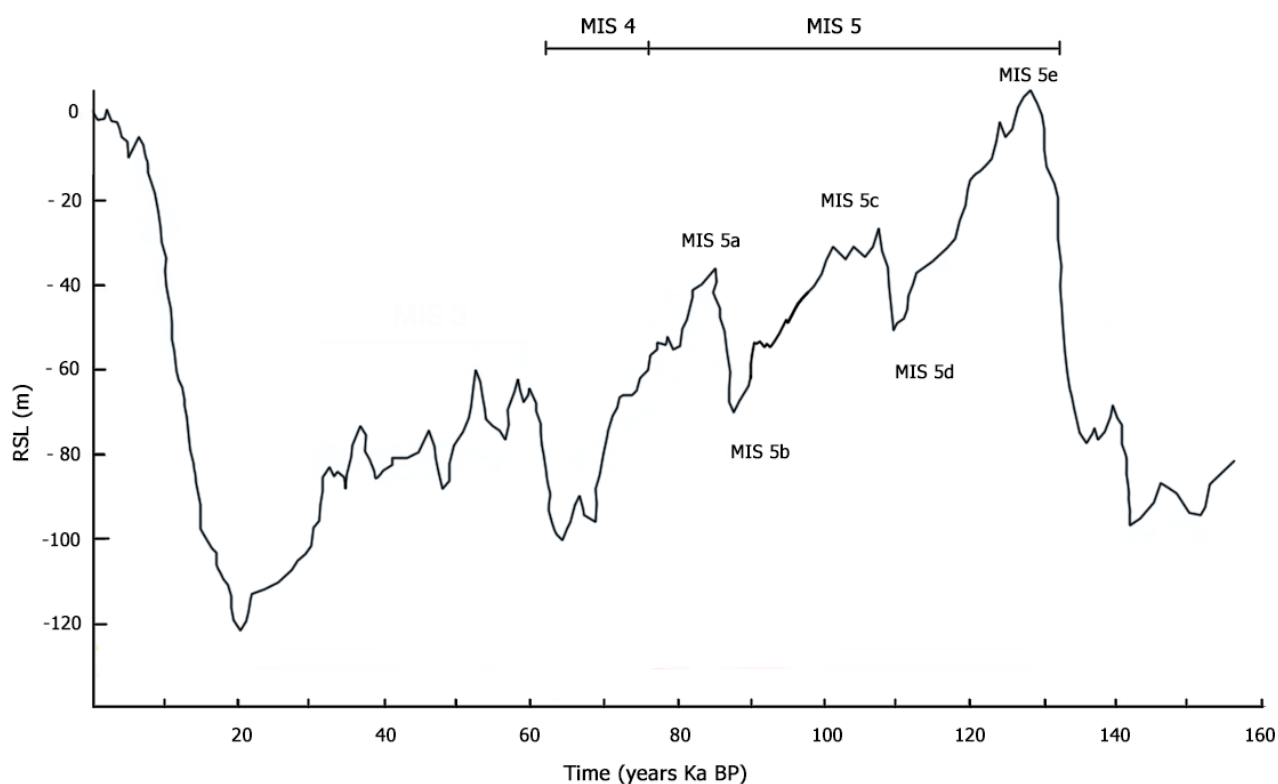


Fig 15. Nivel del mar relativo (RSL) en los últimos 160.000 años (A partir de Railsback et al., 2015).

2.2.3.2. Marine Isotope Stage 4 (MIS 4).

Tras este periodo de oscilaciones climáticas, se inicia el MIS4 (del MIS 4 (71– 57 Ka BP) (Fig. 15). Este periodo de frío extremo se caracteriza por un mínimo de insolación estival en las latitudes septentrionales del hemisferio norte, dándose un máximo avance de los frentes polares, un descenso generalizado del nivel del mar -entre 90 y 100 metros respecto al nivel del mar actual- y de las temperaturas (-11°C aprox.) (Railsback et al., 2015). Este descenso de las temperaturas coincide con el desarrollo progresivo de las especies vegetales de biotopos semiáridos (Fig. 16) (Sánchez Goñi y d'Errico, 2005, Daniau et al., 2009). En los momentos finales del MIS 4 (63-61 Ka BP) se observa una mejora de las temperaturas, con un aumento de los brezales, pero sin desarrollo del bosque caducifolio.

En la Región Cantábrica este máximo avance de los frentes polares originaría formaciones glaciares en la Cordillera Cantábrica durante las fases frías del MIS 4, extendiéndose este fenómeno hacia las altitudes más altas del oriente cantábrico.

Durante el MIS 4, los estudios polínicos han detectado un importante desarrollo de las especies herbáceas crioexéricas, junto a una importante presencia de pino, lo que reflejaría un paisaje abierto donde se formarían pequeñas masas boscosas en áreas de temperaturas más benignas (Iriarte et al., 2005). Sin embargo, en la Región Cantábrica estos elementos crioexéricos serían escasos, debido a que el frente polar y el hielo oceánico habrían condicionado la distribución de la humedad, generando ambientes fríos y húmedos en las zonas costeras y fríos y secos en las áreas interiores (Iriarte et al., 2005).

La secuencia polínica de Area Longa en Lugo (Gómez-Orellana, 2002; Gómez-Orellana et al., 2007) y el análisis polínico y de microcarbones (Daniau et al., 2009) en los sondeos submarinos del Golfo de Vizcaya permite identificar un paisaje de coberturas densas de brezales durante el MIS 4 (Fig 16). La extensión de los brezales registra un retroceso en las fases iniciales y finales del estadal, donde la presencia dominante sería de gramíneas. Esto refleja unas condiciones arbustivas poco densas en un contexto dominado por las especies herbáceas (Gómez-Orellana, 2002). La representación arbórea se reduce por el descenso de las temperaturas, aunque en la Región Cantábrica se mantiene un ambiente oceánico que mantiene un grado de humedad mayor que en otras regiones europeas. Este gradiente de humedad permite el desarrollo de variedad de taxones perennifolios y caducifolios, limitando la expansión de la cobertura herbácea de compuestas, gramíneas y ericáceas en el litoral cantábrico (Fig.16 (Gómez-Orellana, 2002; Iriarte et al., 2005; Sánchez Goñi y d'Errico, 2005; Daniau et al., 2009; Jordá et al., 2014).

La proliferación de las extensiones abiertas se aprecia en los ungulados presentes en la Región Cantábrica. Se da un descenso progresivo del ciervo y un incremento de la presencia de bóvidos y caballos. Se notifica la presencia de especies de climas fríos como el reno/ *Rangifer tarandus*, mamut/ *Mammuthus* y rinoceronte lanudo/ *Coelodonta antiquitatis*. También se ha documentado la presencia esporádica de cuón/ *Cuon alpinus* junto a la persistencia de taxones de fases anteriores del inicio del estadal como rinocerontes del género *Dicerorhinus* (*D. mercki*, *D. hemitoechus*), megaloceros/ *Megaloceros giganteus*, hienas de las cavernas/ *Crocuta crocuta*, osos de las cavernas, leones de las cavernas, leopardos o marmotas alpinas/ *Marmota marmota* (Altuna, 1992).

2.3. El yacimiento arqueológico de Axlor (Dima, Bizkaia).

2.3.1. Contexto geográfico.

La cueva de Axlor (UTM 30 N, X: 521960,82; Y: 4774187,34) se localiza en el municipio de Dima (Bizkaia, País Vasco), en la ladera NW del monte Urrestei, en el barranco de Kobalde, sobre la surgencia del arroyo de Balzola (Fig. 17). Se trata de una surgencia colmatada, lo que le da un aspecto de abrigo, con orientación N-NW, situada en el karst de Indusi (Fig. 18) (Barandiarán, 1980; Baldeón, 1999; González-Urquijo et al., 2005, 2006; González-Urquijo y Lazuén, e. p.). Muy próxima al yacimiento se encuentra la cueva de Balzola que fue intervenida por J. M. de Barandiarán a principios de los años 30 (Barandiarán, 1932, 1980; Baldeón, 1999) y más tarde por L. Zapata desde 2006 (Zapata, 2008; Zapata et al., 2007). La cueva de Axlor se sitúa en el centro de la Depresión Vasca, en un entorno abrupto y escarpado con numerosos fenómenos kársticos, que constituye uno de los pasos de menor altitud entre la vertiente cantábrica y el valle del Ebro (Baldeón, 1999; Barandiarán, 1980; González-Urquijo et al., 2005, 2006).



Figura 17. Localización de la cueva de Axlor (ArcGis®).

El karst de Indusi donde se sitúa Axlor pertenece al complejo Urgoniano del Cretácico inferior (Aptiense) (Fig. 19), el cual se ha organizado a partir del anticlinal de Eskuagatx y el sinclinal de Indusi y se constituye mayoritariamente por calizas arrecifales. La geología de la zona está caracterizada por un gran desarrollo kárstico, donde se alternan las calizas urgonianas con facies infero-cretácicas de areniscas y limolitas del Purbeck-Weald, generándose de esta manera el paisaje actual de roquedo (Robles, 2014; IGME, 2002; EVE, 1991). En algunos puntos las calizas urgonianas muestran episodios intercalados de facies terrígenas que están relacionadas con interrupciones locales en la construcción arrecifa. Esto ha dado como resultado una litología

muy variada (calizas, margas, margocalizas...), donde domina la presencia de lutitas, una de las materias primas líticas utilizadas durante el Paleolítico medio en Axló (Baldeón, 1999; González-Urquijo et al., 2005).



Figura 18. Yacimiento de Axló (el cuadrado negro indica la boca de la cueva) (Proyecto de Axló)

El yacimiento arqueológico fue descubierto y descrito por primera vez por J. M. Barandiarán en 1932, mientras exploraba las cavidades de Indusi en el marco de la intervención arqueológica de la cueva de Balzola, realizando una asociación entre los instrumentos líticos hallados en Axló y el tecnocomplejo Musteriense (Barandiarán, 1932; Baldeón, 1999, González-Urquijo et al., 2005, 2006). Previo a su descubrimiento, la cueva fue parcialmente vaciada para el acomodo del ganado (Barandiarán, 1932), hecho que alteró los niveles superiores del depósito, dejando los materiales musterienses al descubierto (González-Urquijo y Lazuén, e. p.).

Las primeras excavaciones no tendrían lugar hasta 1967, tras la vuelta de J. M. Barandiarán del exilio. La intervención arqueológica se prolongaría hasta 1974, publicándose los resultados en memorias anuales (Barandiarán, 1980) En estas se describen los trabajos realizados, así como el inventario de restos humanos, faunísticos y líticos recuperados, junto a la extensa secuencia

estratigráfica de 9 niveles (I-IX) reconocida a lo largo de los 4 metros de depósito, identificándose desde los niveles III a VIII con industrias asociadas al Paleolítico medio (Barandiarán, 1980).

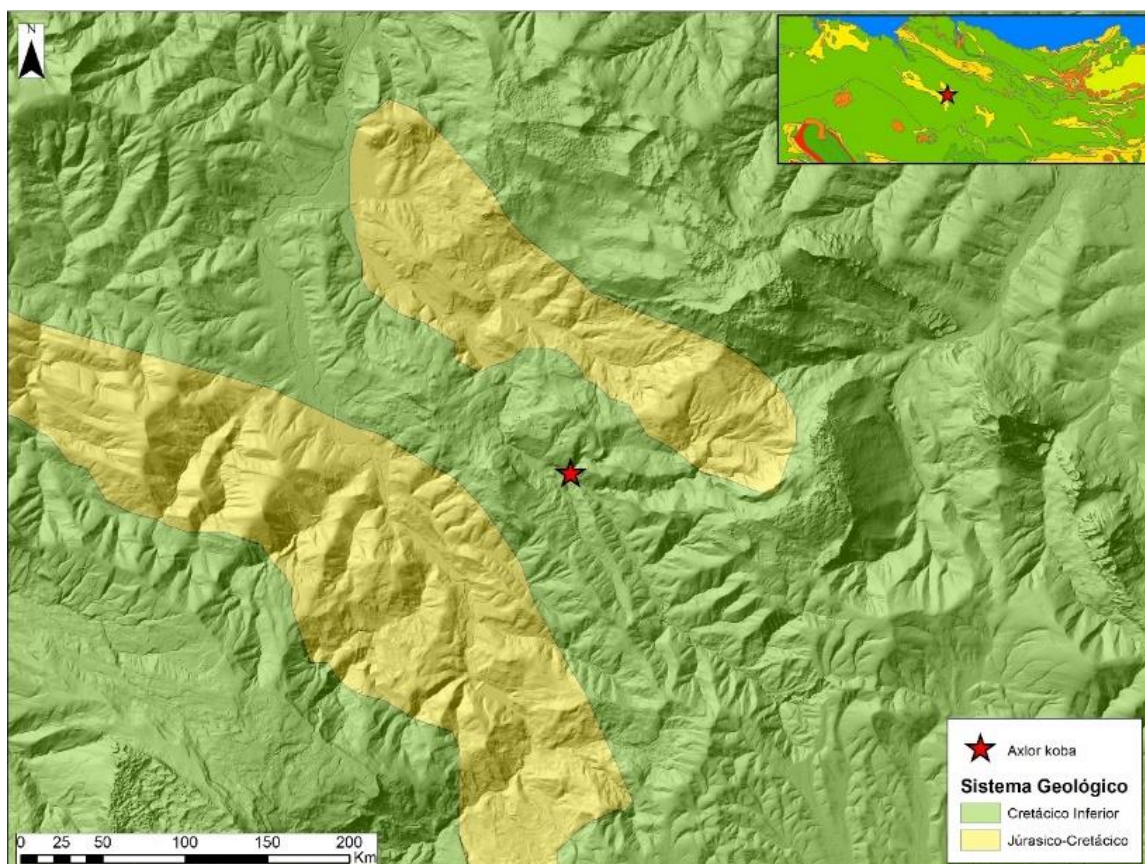


Figura 19. Contexto geológico de Axlór (IGME, 2002; ArcGis®).

Desde 1999 se desarrolla un nuevo proyecto de investigación en Axlór, que incluye la excavación de la secuencia completa del sitio (González-Urquijo e Ibáñez, 2000; González-Urquijo, 2003, 2005b, 2008; González-Urquijo et al., 2002, 2007, 2014; González-Urquijo y Lazuén, 2019; Lazuén y González-Urquijo, e.p.). Se ha definido una nueva secuencia estratigráfica (A-P) y se han añadido nuevos niveles a la secuencia establecida por J. M. Barandiarán (Tabla 1). La correlación entre ambas secuencias estratigráficas es muy complicada, debido a que la excavación de J.M. Barandiarán se organizó por tramos horizontales que no atendían expresamente a la inclinación de los estratos; mientras que en las excavaciones modernas los niveles estratigráficos están definidos de manera arqueológica y sedimentológica, siguiendo el buzamiento del depósito (González-Urquijo y Lazuén, e. p). Durante las excavaciones modernas

se ha documentado en el nivel N estructuras de combustión bien definidas, asociadas a una gran cantidad restos de fauna e industria lítica (González-Urquijo, 2008).

Nivel Estratigráfico	Descripción	Potencia
A	Arcilloso, prácticamente estéril	5-40 cm.
B	Homogéneo. Restos de ungulados (bóvidos 27%, ciervo 21%, cabra 27%, caballo 21%, Castaños, 2005)., abundancia de raederas y presencia de denticulados. Retocadores de hueso (Mozota, 2007).	5-7 cm.
C	Prácticamente estéril, hiato. Poco material arqueológico, concentrado en lentejones.	16-24 cm
D	Brecha de huesos, localizados abundantes restos de fauna (ciervo 35%, cabra 26%, caballo 5% (Castaños, 2005)) lítica y retocadores de hueso (Mozota, 2007)	15-30 cm.
E	paquete arcilloso, escasos restos arqueológicos.	5-10 cm.
F	Dividido en 4 tramos. Tramo 1 y 3, sedimento arcilloso con clastos calizos dosimétricos, con más restos de fauna y de mayor tamaño que en los Tramo 2 y 4, con clastos calizos de menor tamaño.	aprox. 50 cm.
M	Coloración muy oscura. Arqueológicamente fértil.	
N	coloración oscura, casi negra. Gran abundancia de materiales y restos de combustión superpuestas constituidas por placas de arcillas rubefactadas.	
P	arcillas amarillentas y grandes bloques calizos. Arqueológicamente estéril.	

Tabla 1. Descripción de los niveles estratigráficos de las intervenciones modernas (a partir de González-Urquijo et al., 2006).

Existen una serie de dataciones realizadas en los laboratorios de Beta Analytic para los niveles de la serie superior de la estratigrafía moderna realizadas por AMS C14, que sitúan el paquete en torno a los 45k – 51k BP (Tabla 2). Sin embargo, las recientes evaluaciones de estas dataciones obligan a corregir estos resultados, debido a los protocolos utilizados por el laboratorio Beta Analytic para la eliminación del carbono contaminante (Santamaría, 2012). De esta manera, solo sería apropiado utilizarlas para establecer una aproximación *ante quem*, para toda la secuencia en general y para el depósito superior en particular. Hay que destacar que estudios recientes han demostrado que las dataciones por C14 con más de seis semividas (>34.380 BP) son muy sensibles a cualquier nivel de contaminación por carbono moderno, provocando rejuvenecimientos que pueden variar entre los 2.000 y 20.000 años con valores bajos de contaminación (0,5%) o llegar hasta los 31.000 años para valores altos (2%) (Higham, 2011; Santamaría, 2012, 2013). Además, la utilización de técnicas como la Ultrafiltración, la Ninhydrina o el ABOx (Bird et al. 1999; Tisnerat-Laborde et al. 2003; Bronk Ramsey et al. 2004a; Bronk Ramsey et al. 2004b; Higham et al. 2006; Brock et al. 2007; Higham et al. 2009) para eliminar el carbono contaminante y aislar el de las muestras arqueológicas, aunque eficiente, no consigue una eliminación total del carbono exógeno (Torres et al., 2010, 2011). Por lo que una contaminación del 0,5% en una muestra con un valor real de 50.000 años BP implicaría un rejuvenecimiento de unos 9000 años (Santamaría, 2012; 2013). Las dos dataciones del laboratorio de Oxford (nos. 7 y 8 de la tabla 2) obtenidas mediante ultrafiltración en materiales de la excavación antigua clasificados como nivel IV y atribuidos al nivel D (Jones, et al., 2018) pero que, probablemente, correspondan al nivel F (González-Urquijo y Lazuén, e.p.), reafirman esta impresión.

	Nivel	Laboratorio	Nº muestra	Edad c14 bp	2 sigma	Edad calibrada Cal BP	Rango 1 sigma cal BP	Material	Especie, parte anatómica
1	B	Beta	144262	42010	1280	45688 ± 1415	44272 - 47103	hueso	Sin determinar
2	B	Beta	203108	42720	900	46344 ± 1409	44934 - 47753	hueso	Gran bóvido, tibia
3	D	Beta	203107	44920	1950	48599 ± 2508	46090 - 51107	hueso	Gran bóvido, axis.
4	D	Beta	225486	>43000		>45117		hueso	Ciervo, metápodo
5	F	Beta	225485	33310	360	37847 ± 810	37037 - 38657	hueso	Ciervo, metápodo
6	F	Beta	225487	>47500		>49559		hueso	Ciervo, metápodo
7	IV (F?)	OxA	32518	>49300		>51475		hueso	Ciervo, falange 2
8	IV (F?)	OxA	32519	>49900		>52147		hueso	Ciervo, carpal
9	N	Beta	203109	sin colágeno				hueso	Sin determinar

Tabla 2. Serie de dataciones por AMS C14 para la estratigrafía moderna de Axló (González-Urquijo y Lazuén, e.p.)

Este hecho haría que las fechas asociadas al Paleolítico medio envejeciesen a cronologías miles de años más antiguas (Fig. 20) (Santamaría, 2012; 2013). De esta manera, esta bisagra cronológica sumada a los resultados de los estudios del registro faunístico (Altuna, 1989; Castaños, 2005) y los valores sólidos que arrojan las recientes dataciones inéditas por OSL (*Optically Stimulated Luminescence*), realizadas por L. Arnold y M. Demuro (University of Adelaide) (González-Urquijo y Lazuén, com. Personal), permite adscribir el paquete sedimentario correspondiente a los niveles superiores al stadial MIS4 (60 Ka BP aprox.) y los inferiores al interestadial MIS5c (100 Ka BP aprox.) (Fig. 21).

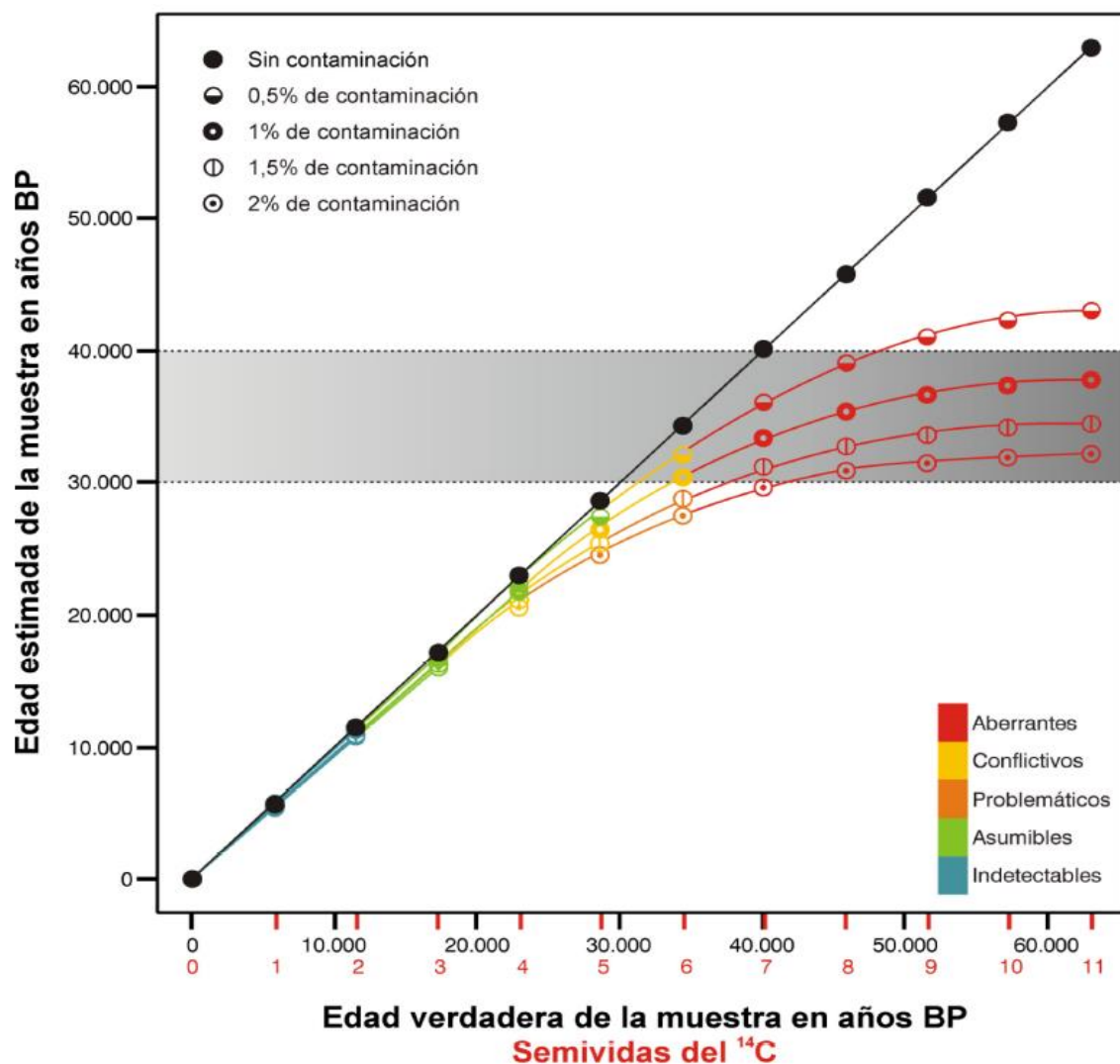


Figura 20. Desviaciones cronológicas producidas por la contaminación de las muestras con carbono moderno (Santamaría, 2012)

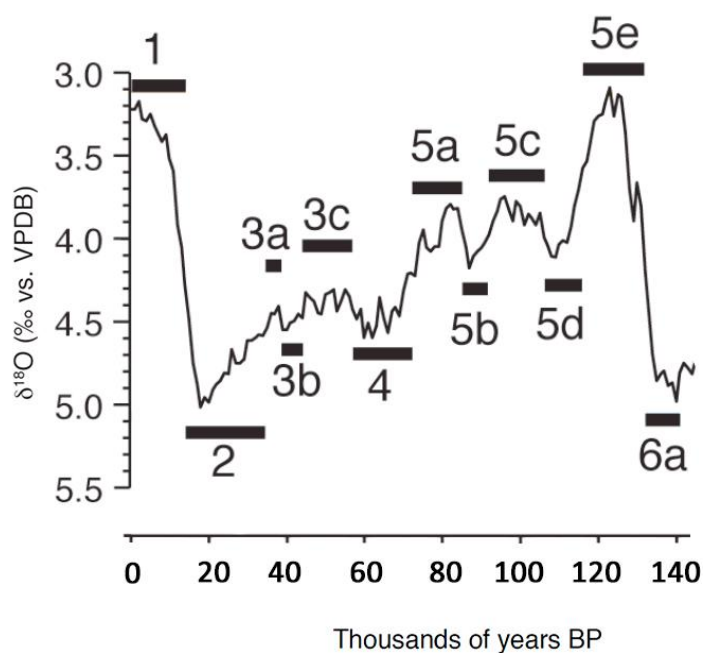


Figura 21. Esquema de Estadios Isotópicos Marinos establecidos por J. B. Rialsback et al. a través del análisis de las proporciones de $\delta^{18}\text{O}$ de foraminíferos (a partir de Rialsback et al., 2015).

2.3.2. Contexto arqueológico.

Los materiales recuperados en las intervenciones de J. M. Barandiarán y J. González-Urquijo han sido estudiados -o están en proceso de estudio- por diversos especialistas desde finales de los años setenta (e. j.: Basabe, 1973, 1984; Altuna, 1989; Castaños, 2005; González-Urquijo et al., 2005; Ríos-Garaizar, 2007; Mozota, 2012; Lazuén y González-Urquijo, 2014).

Los restos humanos de las excavaciones de Barandiarán han sido estudiados por J. M. Basabe (1973, 1984), quien describió los restos dentarios –tres molares, un premolar y un canino- del nivel IV, adscribiéndolos a individuos jóvenes. Aunque no especificó a que especie humana pertenecían estos restos, J. M. Basabe describió sus características y algunos rasgos morfológicos comparándolos con restos neandertales de otros yacimientos, como *La Quina* (Charante, Francia) o la *Grotte de Spy* (Jemeppe-sur-Sambre, Bélgica). Los estudios de J. M. Basabe, junto a la información estratigráfica y la caracterización de la industria lítica adscrita al tecnocomplejo Musteriense, permiten interpretar estos restos humanos como pertenecientes al *Homo Neanderthalensis* (González-Urquijo et al., 2005, 2006).

Por su parte, el conjunto faunístico de las excavaciones de Barandiarán fue estudiado por J. Altuna. Una parte del estudio de macromamíferos se incluyó en las publicaciones de Barandiarán (1980) y una posterior síntesis (Altuna, 1989) que sería actualizada con algunos nuevos taxones por A. Baldeón (1999). Los materiales analizados por J. Altuna (1989) revelan una predominancia del ciervo/*Cervus elaphus* (74% en nivel VIII, 40% en el nivel VII) y cabra/*Capra pyrenaica* (20% en el nivel VIII, 40% en el nivel VII) en la base de la secuencia, mientras que en los niveles superiores el porcentaje de restos de ciervo disminuye en directa proporción con el aumento de restos de macromamíferos (gran bóvido y caballo/ *Equus ferus*). La presencia de algunos restos de corzo/*Capreolus capr.* y jabalí/*Sus scrofa* en la secuencia inferior, junto a la aparición de restos de reno/*Rangifer tarandus* en el nivel III, sugieren el

contraste climático entre la parte superior de la secuencia (clima más frío) e inferior (clima más atemperado).

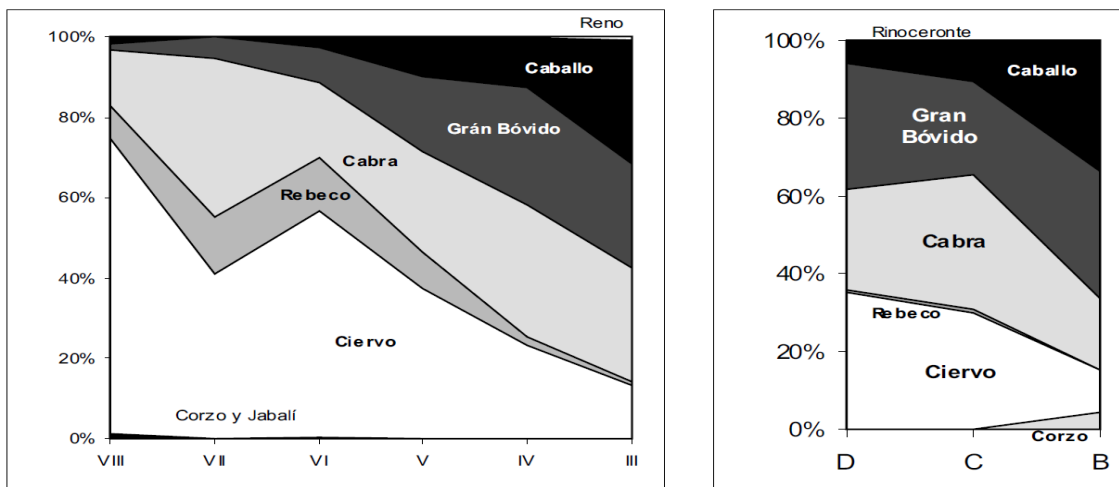


Figura 22. Representación gráfica de las especies de ungulados identificados por J. Altuna -Izquierda- y P. Castaños -Derecha- (Baldeón, 1999 y Castaños, 2005; Figura 2 en González-Urquijo et al., 2005.)

Por su parte, los restos de fauna de las excavaciones modernas, correspondientes a los niveles superiores (B-D), han sido estudiados por P. Castaños (2005). En estos trabajos se han identificado porcentajes más equilibrados en los niveles superiores entre las especies de ungulados que en la secuencia inferior. En el nivel D encontramos porcentajes similares para ciervo (35,1%), cabra (25,6%) y grandes bóvidos (32,4%). Por otro lado, en los niveles B-C se aprecia una sensible reducción de la presencia del ciervo y un importante aumento del caballo (Niveles B-C: 21,4% - Nivel D: 5,3%), dándose un equilibrio entre los porcentajes de cabra (27,5%), caballo (20,8%) y gran bóvido (27,5%), en detrimento del ciervo que, sin embargo, aún constituye el 21,4% del registro faunístico del nivel (Fig. 22) (Castaños, 2005).

Los estudios de los restos de fauna recuperados en las excavaciones de J. M. Barandiarán y en las intervenciones modernas evidencian el dominio de los ungulados en toda la secuencia, dándose un reparto distintivo entre los depósitos

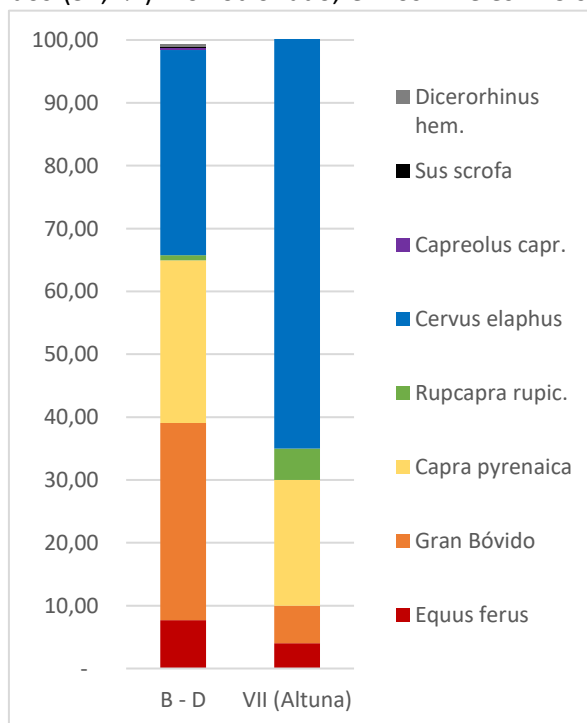


Figura 23. Frecuencias de taxones identificados en los estudios de P. Castaños para la secuencia superior (B-D) y de A. Baldeón en la secuencia inferior (VII) (a partir de Baldeón, 1999 y Castaños, 2005)

superiores (B-D) -donde los porcentajes están bastante equilibrados- e inferiores (M-N) (Fig. 23), donde la especie dominante es el ciervo. La ausencia de restos de carnívoros en el depósito -por debajo del 2,5% en los niveles estudiados por J. Altuna (Altuna, 1989; González-Urquijo et al., 2005), rinoceronte (*Dicerorhinus hem.*) (Castaños 2005), la baja frecuencia de otras especies habitualmente típicas de entornos abruptos como el de Axlór -rebeco, corzo o jabalí- y la predominancia de fragmentos de diáfisis de huesos largos, confirman el origen exclusivamente antrópico del depósito, acumulado por unos grupos humanos que basaban la estrategia de caza en un espectro de tres o cuatro especies de ungulados de tamaño grande o medio, con escasa representación de especies típicas del entorno inmediato (Altuna, 1989; Castaños, 2005; González-Urquijo, 2005, 2006).

El estudio de la microfauna de los niveles inferiores ha identificado una serie de taxones (*Apodemus Sylvaticus-flavicolis*, *Pliomys lenki*, *Microtus agrestis-arvalis*, *Arvicola sp.*, *Sorex sp.*, *Talpa sp.*) que reflejan un contexto climático menos frío que en la secuencia superior y una cobertura vegetal boscosa (González-Urquijo y Lazuén, 2019). Del mismo modo, el análisis palinológico en los niveles inferiores ha revelado la presencia de *Pinus silvestris*, *Betula* (abedul), *Quercus caducifolia* (roble, quejigo) y *Corylus* (González-Urquijo y Lazuén, 2019). Estos taxones arbóreos indicarían la presencia de un contexto ambiental de bosque caducifolio durante las ocupaciones de los niveles inferiores.

La industria ósea en Axlór es relativamente abundante y está compuesta básicamente por retocadores de hueso. Se han recuperado, casi mil restos, entre las campañas de J. M. Barandiarán y las de principios de siglo, y se ha realizado el análisis técnico y funcional de 500 de esos restos (Mozota, 2012). La abundancia de retocadores a lo largo de la estratigrafía de Axlór (N= 73, M=92 y B-D=200) ha permitido la identificación de distintas estrategias de gestión. Se ha diferenciado un criterio de selección y/o producción de carácter intencional durante el procesado de los macromamíferos en los niveles superiores, mientras que en la secuencia inferior la producción de retocadores no sigue una intencionalidad de manufactura concreta (Mozota, 2012; González-Urquijo et al., 2014).

2.3.2.1. La Industria lítica.

El conjunto lítico de las excavaciones de J. M. Barandiarán fue estudiado y publicado por A. Baldeón (1985, 1999), señalando la abundancia de raederas y la aparente homogeneidad de todo el conjunto, concluyendo que los distintos niveles arqueológicos de Axló presentaban una industria lítica similar, pudiendo así adscribirse a un Musteriense Charentiense (Baldeón, 1999). A. Baldeón diferenció en su estudio la industria lítica por materias primas, en un conjunto de 12.295 piezas, mostrando la presencia dominante del sílex en los seis niveles (Fig. 24) (Baldeón, 1999). La colección completa de J.M. Barandiarán fue objeto de revisión en el marco de un proyecto de catalogación dirigido por J. González-Urquijo en 2005, en el que se localizaron 18.969 restos líticos (González-Urquijo, 2005b). Este estudio mostró un aumento sustancial de la variabilidad de materias primas líticas utilizadas en los distintos niveles del yacimiento; aunque el sílex sigue siendo la roca de uso preferencial. Este estudio, junto al realizado de los más de 52.000 restos líticos recuperados en el proyecto de principio de los 2000, ha revelado una serie de características más significativas en el aprovechamiento, fabricación y gestión del utillaje lítico (González-Urquijo et al., 2005; Ríos-Garaizar, 2007; Frías, 2013; Lazuén y González-Urquijo, e.p.). Los resultados de estos trabajos han constatado una variedad litológica que incluye el uso de calizas, calcarenitas, lutitas, vulcanitas y cuarzos, entre otros materiales; añadiéndose a los sílex, ofitas y cuarcitas descritas por A. Baldeón (Fig. 25; Fig. 26) (González-Urquijo et al., 2005, 2006, Frías, 2013).

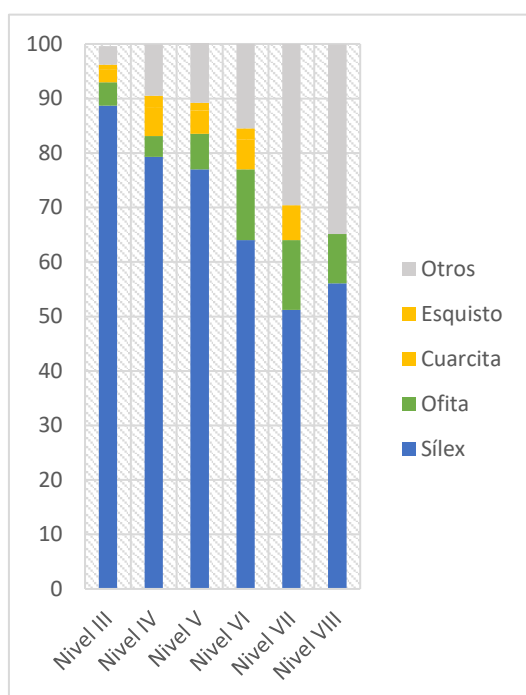


Figura 24. Materias primas identificadas en las excavaciones de J. M. Barandiarán (a partir de Baldeón, 1999)

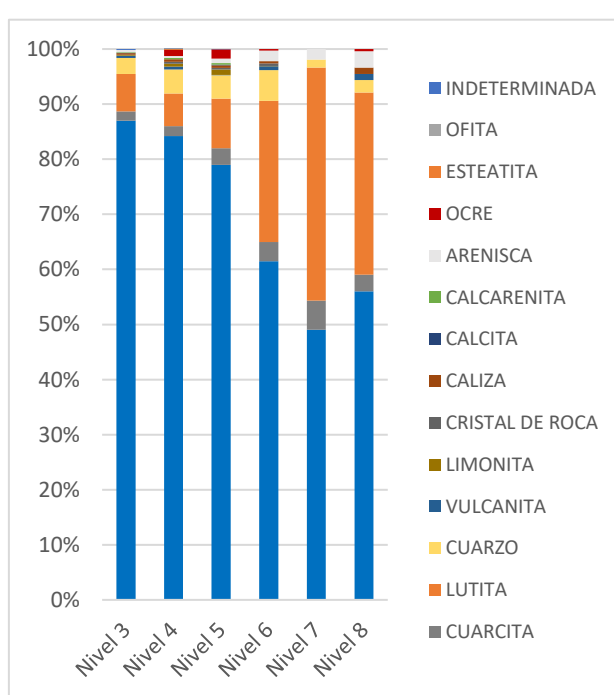


Figura 25. materias primas identificadas en las excavaciones de J. M. Barandiarán (a partir de González-Urquijo, 2005b)

Los materiales líticos del registro arqueológico de Axlor presentan una cierta disponibilidad en el entorno inmediato al yacimiento. Sin embargo, la materia prima más abundante en el depósito es el sílex, el cual es captado a decenas de kilómetros de distancia de la cueva (González-Urquijo et al., 2005).

La caliza, calcarenita, cuarcita y lutitas se localizan en las proximidades del yacimiento, siendo las lutitas la materia prima local más abundante, aflorando a pocos cientos de metros de la cueva. Vulcanitas y cuarzos aparecen a unos 10 km. de distancia, en el Sinclinorio vizcaíno (González-Urquijo et al., 2005, 2006).

	Nivel 3		Nivel 4		Nivel 5		Nivel 6		Nivel 7		Nivel 8		Total	
SÍLEX	921	2773	11019	4482	2350	1325	845	806	102	130	149	136	15386	9652
CUARCITA	18	77	235	295	89	74	48	70	11	17	8	5	409	538
LUTITA	72		776		269		353		88		88		1646	
CUARZO	31		574		126		76		3		6		816	
VULCANITA	4		62		2		10		0		3		81	
LIMONITA	2		68		28		1		0		0		99	
CRISTAL DE ROCA			48		9		6		0		0		63	
CALIZA	3		62		14		6		0		3		88	
CALCITA	1				3		0		0		0		4	
CALCARENITA	1		31		9		0		0		0		41	
ARENISCA	4		46		24		26		4		8		112	
OCRE			162		50		4		0		1		217	
ESTEATITA			1		0		0		0		0		1	
OFITA		136	1	218	0	111	0	163	0		0	22	1	685
Esquisto		26		126		25		25				51		270
Indet.	2	159	1	531	2	182	0	196	0	250	0	30	5	1348

Tabla 3. Materias primas identificadas en las excavaciones de J. M. Barandiarán (columna blanca: González-Urquijo et al., 2005; columna amarilla: Baldeón, 1999)

Los estudios del registro lítico de los niveles inferiores de la secuencia moderna (M – N), manifiestan la variedad litológica del conjunto, compuesto mayoritariamente por sílex (45%), cuarzo (30%) y lutitas silicificadas (20%), aunque con presencia del resto de las materias primas locales mencionadas. El estudio de los restos líticos del nivel N manifiestan una explotación intensiva de núcleos Levallois de pequeño tamaño, generándose soportes de reducido tamaño (<20 mm) cuyo retoque es en general escaso y poco intenso (González-Urquijo et al., 2005). Además, en este nivel se ha documentado un aporte de lascas Levallois de mayor tamaño (>30mm) al yacimiento, la mayoría retocadas (70%), pudiendo diferenciarse útiles como raederas o las

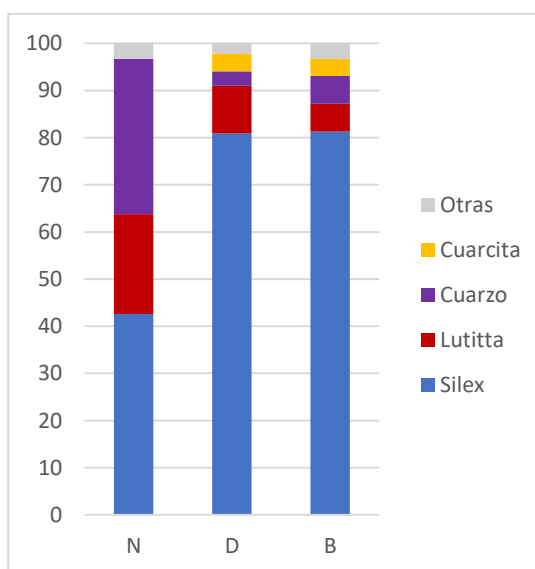


Figura 26. Materias primas niveles N, D y B (a partir Ríos-Garaizar, 2007).

denominadas puntas musterienses (Fig. 27). El análisis funcional de las puntas (Ríos Garaizar, 2007) ha permitido identificar huellas de impacto en un gran porcentaje de éstas, denotando que fueron utilizadas como armamento para la caza (González-Urquijo et al., 2005). Los útiles de lutita presentan tamaños mayores que los soportes de sílex, habiendo sido extraídos mediante esquemas centrípetos y, en algunos casos, con técnica Levallois. La mayoría de los útiles retocados en lutita (53%) son raederas (González-Urquijo et al., 2005, 2006).

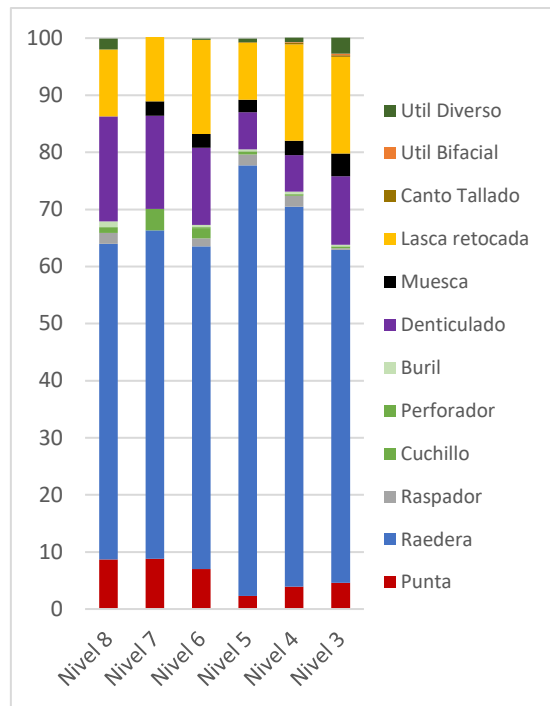


Figura 27. Conjunto lítico retocado de las excavaciones de J. M. Barandiarán (a partir de los datos de Ríos-Garaizar, 2007).

Por su parte, los bloques de cuarzo presentan numerosas fisuras, y su explotación se centraría en la obtención de lascas de reducido tamaño y en pocas extracciones, siendo muy pocas las que terminan siendo retocadas (habitualmente como raederas) (González-Urquijo et al., 2005). Por el contrario, los niveles superiores (B-D) presentan una abundancia de útiles retocados en forma de raederas (75%), junto a una preponderancia del sílex (80%) sobre el resto de las materias primas. Éste se importa en preformas de gran tamaño -extraídas mediante técnica quina- desde los afloramientos al yacimiento, donde son retocadas, utilizadas y reavivadas de manera intensa hasta su abandono al alcanzar tamaños muy reducidos. Se ha documentado también el aprovechamiento de lascas producidas en el reavivado de las raederas tipo Quina. Se ha observado que las lutitas del nivel D complementan la explotación del sílex, realizándose soportes similares, pero de mayores dimensiones, mientras que en el nivel B es la explotación del cuarzo y la lutita las que juegan este papel, generando soportes grandes y espesos de cuarzo y lutitas largas y alargadas (Ríos-Garaizar, 2005, 2007; González-Urquijo et al., 2005, 2006; Frías, 2013; González-Urquijo et al., 2014).

3. Metodología.

3.1. Las materias primas líticas como documento en arqueología prehistórica.

La captación de recursos líticos durante la Prehistoria es una actividad económica organizada socialmente, cuyo objetivo es obtener recursos naturales abióticos de manera sistemática para su posterior explotación. El aprovisionamiento de materias primas líticas puede desarrollarse de manera directa -explotación a través de canteras y minas; recolección de los elementos líticos en posición secundaria- e indirecta, mediante procesos sociales de intercambio o interacción con otros grupos humanos (Mangado, 2002). Las distintas materias primas líticas (sílex, cuarcita, cuarzo, lutita, etc.) constituyen los recursos abióticos más explotados durante la Prehistoria. Estos recursos fueron utilizados por los grupos prehistóricos para la fabricación del utillaje lítico, el material arqueológico más abundante en las estratigrafías paleolíticas. Las herramientas líticas son resultado de un proceso antrópico, que las transforma y confiere un valor sociocultural (Mangado, 2006).

Los recursos líticos han tenido una importancia crítica en el desarrollo de las sociedades prehistóricas. La gran variedad de rocas con distintas propiedades llevó a los grupos paleolíticos a aplicar criterios de selección en base a algunas de estas propiedades (disponibilidad, accesibilidad, fractura, dureza, tenacidad, etc.) para su posterior transformación en herramientas que serían empleadas en la realización de sus actividades cotidianas. A diferencia de otras materias primas empleadas de manera intensiva (ej. Restos vegetales), los materiales líticos presentan una resistencia a los agentes tafonómicos que favorece su preservación. Este motivo hace que en algunos yacimientos sean los únicos vestigios conservados, convirtiéndose en los únicos indicadores de las formas de vida de las sociedades de cazadores-recolectores (Roy, 2016).

El aprovisionamiento de los recursos líticos es un fenómeno continuo en el espacio-tiempo de la Prehistoria. Los grupos humanos de las distintas regiones del planeta han tenido que captar estas materias primas líticas para su posterior consumo. Aunque por sus propiedades el sílex es la roca preferencial, la variedad de materias primas líticas utilizadas durante la Prehistoria abarca prácticamente todo el espectro litológico terrestre. Este hecho se debe a la adaptabilidad de las especies humanas al medio que las rodea. Los grupos de cazadores-recolectores han explotado distintos ecosistemas a lo largo de milenios, adaptando sus estrategias económicas a las oportunidades que ofrece el entorno en cada momento. Las rocas son un elemento natural habitual y muy abundante en la superficie terrestre, por lo que la aparición de útiles líticos

elaborados a partir de materias primas que no aparecen de forma natural en las proximidades de los yacimientos arqueológicos genera obvias cuestiones sobre su procedencia. Estos materiales han sido transportados por los grupos humanos desde los afloramientos (primarios o secundarios) hasta el yacimiento. El estudio sobre la procedencia de estos recursos abióticos parte de dos premisas básicas: 1) Cada tipo de roca está asociada a una región geográfica específica y 2) Cada roca tiene unas características petrológicas que la definen. Estas premisas aplicadas a los estudios de materias primas se traducen en la caracterización de los materiales y su contextualización geológica y geográfica (Mangado, 2006; Roy, 2016).

La caracterización se realiza a través de un análisis petrográfico de los materiales arqueológicos. Este análisis permite establecer comparaciones a *posteriori* con los datos existentes de las diferentes unidades litológicas del contexto geológico (Mangado, 2006; Roy, 2016). La caracterización petrológica de estos materiales se realiza mediante procedimientos técnicos geológicos a escala microscópica, con el objetivo de definir cada tipo de roca con criterios cuantificables (Bressy, 2003; Tarriño, 1998; Terradas 1995; Mangado 1998). Por su parte, la contextualización de los materiales se realiza a partir de proyectos de prospección sobre el terreno, con el objetivo de identificar los distintos tipos de roca para su posterior análisis petrográfico. Estos trabajos de prospección han llevado en los últimos años al desarrollo de colecciones de referencia regionales de las materias primas líticas susceptibles de haber sido utilizadas por las sociedades prehistóricas, facilitando a los investigadores los estudios arqueopetroológicos (Mangado, 2006).

Las materias primas líticas utilizadas por los grupos de cazadores-recolectores durante la Prehistoria están presentes en los territorios explotados por una determinada sociedad. Estos territorios se componen de un espacio geográfico definido por sus características naturales (clima, fauna, litología, relieve, vegetación, etc.) que actúa como escenario de la actividad humana. Estos espacios geográficos se transforman en territorios cuando las sociedades humanas lo explotan, desarrollando sus actividades de subsistencia. Los grupos humanos identifican una serie de elementos a los que se les asocia un valor económico, social o simbólico, transformándose así estos elementos en recursos explotables por las poblaciones humanas. De esta manera, los espacios geográficos se transforman en territorios, convirtiéndose en una “realidad tangible arqueológicamente” (Terradas, 2001) por la explotación antrópica de estos recursos. Estos territorios evolucionan a la par que los grupos humanos que los explotan (Mangado, 2006; Terradas, 2001).

La explotación de los elementos de un determinado territorio se manifiesta en el registro arqueológico de los yacimientos de un espacio geográfico específico. Los análisis de explotación territorial por una sociedad humana concreta están condicionados por la contemporaneidad de las ocupaciones y los patrones de movilidad (Lenoir, 1992; Smith, 2003; Mangado, 2006). Los patrones de movilidad son un elemento fundamental en la definición de los territorios. Las estrategias de movilidad y los patrones de asentamiento de los grupos de cazadores-recolectores tienen una naturaleza variable y compleja, resultado del propio territorio y sus recursos, influyendo en la organización socioeconómica de las sociedades humanas (Smith, 2003).

En los años 70 se propuso la definición del modelo de explotación a partir de las frecuencias de aparición de los distintos tipos de materias primas, en función de la distancia física implícita. Se trata del Análisis de Captación de Recursos (ACR) o *Site Catchment Analysis* (SCA), uno de los procedimientos de análisis espacial más afianzados en la disciplina arqueológica (Vita-Finzi y Higgs, 1970). El SCA analiza la ubicación de asentamientos humanos respecto a los recursos económicos potenciales que el medio físico les ofrece (García et al., 2009).

El aprovisionamiento de materias primas líticas durante el Paleolítico medio está determinado por la movilidad y la gestión de los recursos de los grupos neandertales. Las investigaciones de los conjuntos líticos de niveles arqueológicos asociados al Paleolítico medio han evidenciado la existencia de materias primas aflorantes a más de 100 kilómetros de la ubicación del yacimiento. Este hecho refleja la variedad de modelos de movilidad que los Neandertales emplearon durante el Paleolítico medio. Las estrategias de aprovisionamiento de materias primas líticas de los grupos Neandertales estarían incluidas en el desarrollo de otras actividades de subsistencia. Este hecho hace que la captación de materias primas líticas tenga un carácter muy flexible (Turq et al., 2013). La necesidad de adaptación al espacio físico y la explotación del territorio de los grupos neandertales haría que sus estrategias de movilidad variasen en función del entorno que les rodeaba (Turq et al., 2013).

La gran movilidad de las poblaciones neandertales los lleva a realizar ocupaciones breves, lo que posibilita que la mayoría de las materias primas utilizadas por estos grupos tuviesen un carácter local (< 5 Km). Sin embargo, la alta movilidad de estos grupos origina la presencia de útiles líticos sobre materias primas localizadas a muchos kilómetros de distancia (Turq et al., 2013; Chu, 2009; Bourguignon et al., 2002, 2006).

Esto hace que las estrategias de captación de materias primas líticas de los grupos neandertales sea compleja y altamente variable, estando condicionada por la movilidad de estas poblaciones.

Se puede distinguir de manera general tres tipos de aprovisionamiento: 1) captación de materias primas locales con escaso o nulo aporte exógeno, 2) captación de materiales con escaso aporte local y 3) aprovisionamiento único de materiales a larga distancia (>100 km) (Turq et al., 2013).

Las distintas estrategias socioeconómicas de las sociedades neandertales se aprecia en el conjunto lítico de la cueva de Axló, donde se identifican materias primas de carácter muy local junto a materiales provenientes de más de 50 Km. La recatalogación del material arqueológico de las excavaciones de J. M. Barandiarán realizada por J. González-Urquijo (2005b) junto a los resultados del proyecto de principios de los 2000 (González-Urquijo et al., 2005) evidencia esta amplia gama de materias primas líticas en el yacimiento (Fig. 25, 26; Tabla 3).

La variedad de materias primas líticas existentes en el registro arqueológico y la disponibilidad de éstas en el entorno del yacimiento pone de manifiesto el empleo de distintas estrategias de captación por los grupos neandertales de Axló. Los resultados de la caracterización de estas materias primas realizada por A. Tarriño (González-Urquijo et al., 2005; Tarriño, 2001) ha permitido la identificación de las áreas geográficas donde afloran los tipos de sílex empleados en el yacimiento: Sílex del flysch Kurtzia, de Treviño y de Urbasa.

Empleando la información disponible sobre el conjunto lítico de Axló y los distintos mapas litológicos y geológicos de las comunidades autónomas del País Vasco, Navarra y de Castilla y León, hemos generado las posibles zonas de afloramiento de las materias primas locales: Cuarzos (Fig. 9), Cuarcitas (Fig. 11) Lutitas (Fig. 12) o Vulcanitas (Fig. 14). Para el caso específico del Sílex hemos utilizado la información litológica y los estudios realizados por A. Tarriño para la Cuenca Vasco-Cantábrica (Fig. 8) (Tarriño, 2001; Tarriño et al., 2015).

3.2. Modelización paleoambiental y análisis territorial.

Para este trabajo se ha seleccionado una zona de estudio que se extiende en su límite norte de oeste a este desde Castro-Urdiales a Irún. El límite sur se ha establecido de oeste a este desde Miranda del Ebro a Pamplona. El resultado es un rectángulo de unos 90 Km de ancho y 140 Km de largo. Se trata de un marco geográfico que comprende la práctica totalidad del País Vasco, parte de Navarra y la provincia de Burgos.

Este área de 12.260 Km² engloba la Cuenca Vasco-Cantábrica, el marco geológico donde se localiza el yacimiento de Axló y afloran las materias primas líticas utilizadas por los grupos neandertales que ocuparon la cueva.

Los análisis de los registros faunísticos de Axló realizados por J. Altuna (1989) y P. Castaños (2005) y los resultados de las dataciones inéditas por OSL realizadas por L. Arnold y M. Demuro (González-Urquijo y Lazuén, com. Personal) sitúan la ocupación humana de la cueva en dos periodos con condiciones climáticas distintas. Los niveles superiores (B-F) corresponderían a una ocupación durante el MIS 4 (71.000 – 57.000 años BP) y el paquete inferior (M-N) a una ocupación durante el MIS 5c (106.000 – 93.000 años BP).

El contraste en la composición de los conjuntos líticos de las dos secuencias -sobre todo del tipo de sílex- parece corresponderse a una influencia de los fenómenos medioambientales que caracterizan los estadios isotópicos en los que se desarrollan las ocupaciones humanas. Es probable que las condiciones climáticas jugaran un factor clave en el desarrollo de los procesos de captación de las materias primas líticas de estos grupos neandertales.

El objetivo de este trabajo ha sido modelar algunas de las variables geológicas y ambientales que pueden haber influido en las estrategias de captación de los neandertales de Axló durante el MIS 4 y MIS 5c. El fin de esta reconstrucción paleoambiental es determinar la influencia que podrían tener estas variables sobre las poblaciones humanas y sus estrategias económicas. En este modelado se ha generado la paleocosta, el relieve, las temperaturas y precipitaciones de verano e invierno y una aproximación a la cobertura vegetal para ambos estadios isotópicos. Es necesario aclarar que existen multitud de variables ambientales que habrían influido en las poblaciones prehistóricas (tipo de suelos, pendientes, insolación, vientos, etc.), así como otros factores humanos, culturales o simbólicos.

El área de estudio encuadra en su interior la localización de las materias primas líticas presentes en el conjunto de Axló. En esta área se encuentra la localización de los tipos de sílex más característicos y abundantes del yacimiento (Flysch Kurtzia, Treviño y Urbasa), cuyas ubicaciones presentan ciertas peculiaridades para su captación y explotación. Esta singularidad, junto a la representación polarizada de estos tipos de Sílex a en los niveles superiores e inferiores de Axló ha motivado la reconstrucción paleoambiental del área de estudio, con el fin de comprender la presión de las condiciones del MIS 4 y MIS 5c en la captación de estos recursos, y si esta influencia se evidencia en el registro arqueológico.

3.2.1. Reconstrucción Geográfica.

Para generar el relieve del MIS 4 y el MIS 5c se ha utilizado los modelos digitales del terreno (MDT) de 5 metros disponibles en el Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) siguiendo la numeración de las hojas 1:50.000 del Mapa Geológico de España (MAGNA 50). Para ello, se han utilizado los MDT en formato 'ASC' de un total de 25 hojas:

- PNOA-MDT05-ETRS89-HU30-0037-LID.ASC
- PNOA-MDT05-ETRS89-HU30-0038-LID.ASC
- PNOA-MDT05-ETRS89-HU30-0039-LID.ASC
- PNOA-MDT05-ETRS89-HU30-0040-LID.ASC
- PNOA-MDT05-ETRS89-HU30-0041-LID.ASC
- PNOA-MDT05-ETRS89-HU30-0061-LID.ASC
- PNOA-MDT05-ETRS89-HU30-0062-LID.ASC
- PNOA-MDT05-ETRS89-HU30-0063-LID.ASC
- PNOA-MDT05-ETRS89-HU30-0064-LID.ASC
- PNOA-MDT05-ETRS89-HU30-0065-LID.ASC
- PNOA-MDT05-ETRS89-HU30-0086-LID.ASC
- PNOA-MDT05-ETRS89-HU30-0087-LID.ASC
- PNOA-MDT05-ETRS89-HU30-0088-LID.ASC
- PNOA-MDT05-ETRS89-HU30-0089-LID.ASC
- PNOA-MDT05-ETRS89-HU30-0090-LID.ASC
- PNOA-MDT05-ETRS89-HU30-0111-LID.ASC
- PNOA-MDT05-ETRS89-HU30-0112-LID.ASC
- PNOA-MDT05-ETRS89-HU30-0113-LID.ASC
- PNOA-MDT05-ETRS89-HU30-0114-LID.ASC
- PNOA-MDT05-ETRS89-HU30-0115-LID.ASC
- PNOA-MDT05-ETRS89-HU30-0137-LID.ASC
- PNOA-MDT05-ETRS89-HU30-0138-LID.ASC
- PNOA-MDT05-ETRS89-HU30-0139-LID.ASC
- PNOA-MDT05-ETRS89-HU30-0140-LID.ASC
- PNOA-MDT05-ETRS89-HU30-0141-LID.ASC

La combinación de las 25 hojas nos da el MDT para el momento actual con una línea de costa en 0 metros y una altitud máxima de 1.550 metros. El siguiente paso ha sido generar las isobatas del modelo digital del terreno cada 5 metros.

Para generar la paleocosta del MIS 4 y MIS 5c se ha utilizado las isobatas de las Batimetrías marinas del País Vasco de 2009. Esta batimetría representa la plataforma continental del País Vasco hasta 100 metros de profundidad, con curvas de nivel submarinas de 1 metro de equidistancia. La combinación de los dos *shapefile* nos genera un mapa de curvas de nivel desde -100 a 1550 metros (Fig. 28).

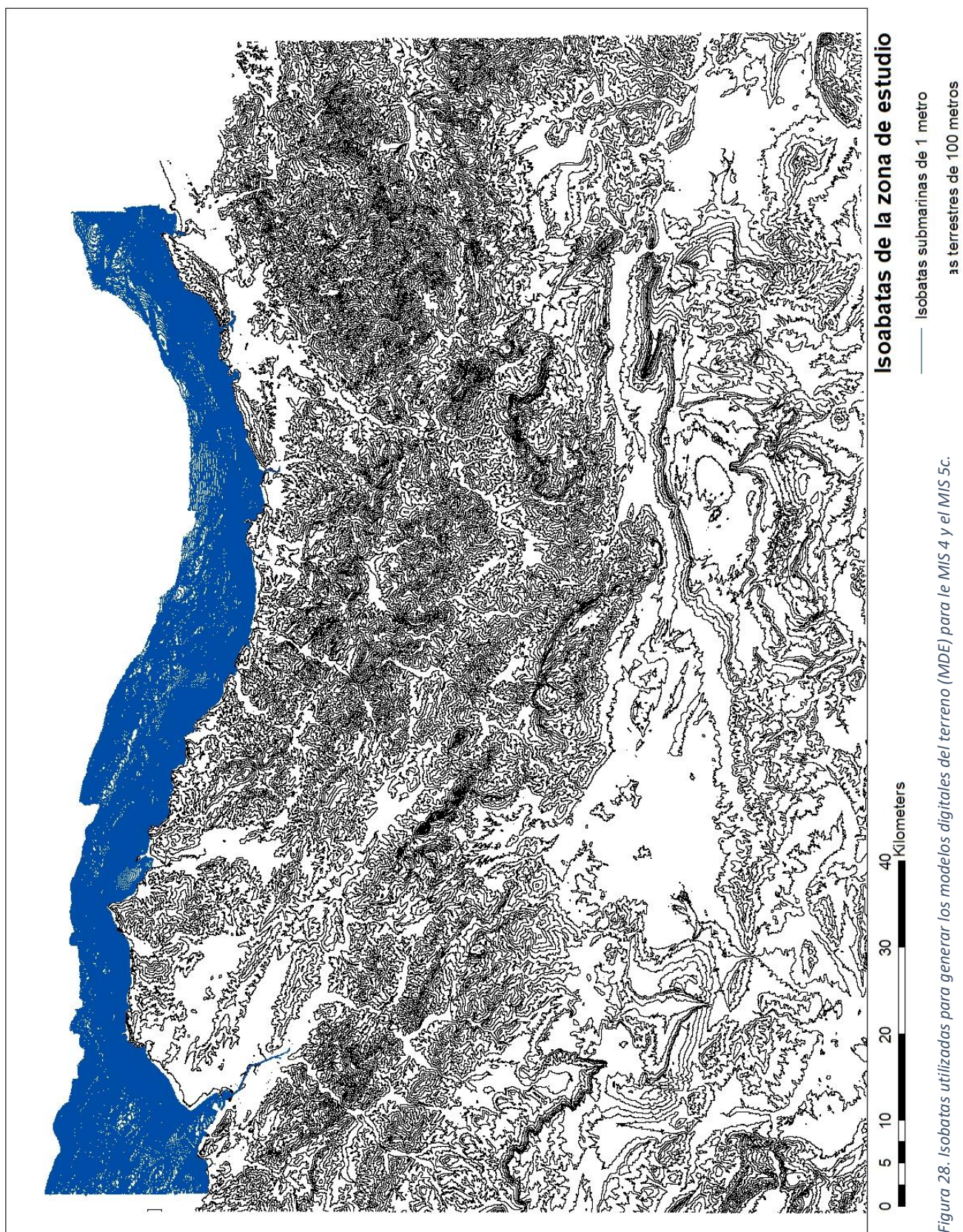


Figura 28. Isobatas utilizadas para generar los modelos digitales del terreno (MDE) para le MIS 4 y el MIS 5c.

Para el MIS 4, conocemos que a escala global el nivel relativo del mar *-relative sea level (RSL)-* se situaría unos 95 metros por debajo del nivel actual (Railsback et al., 2015). Con esta información, situamos el nuevo valor 0 (correspondiente a la línea de costa) en la curva submarina con valor -95. Una vez situado el nuevo valor de la línea de costa se corrige el resto de los valores, aplicando un incremento de 95 metros a todas las isobatas y estableciendo como valores 'NoData' las curvas de nivel inferiores al nuevo valor 0.

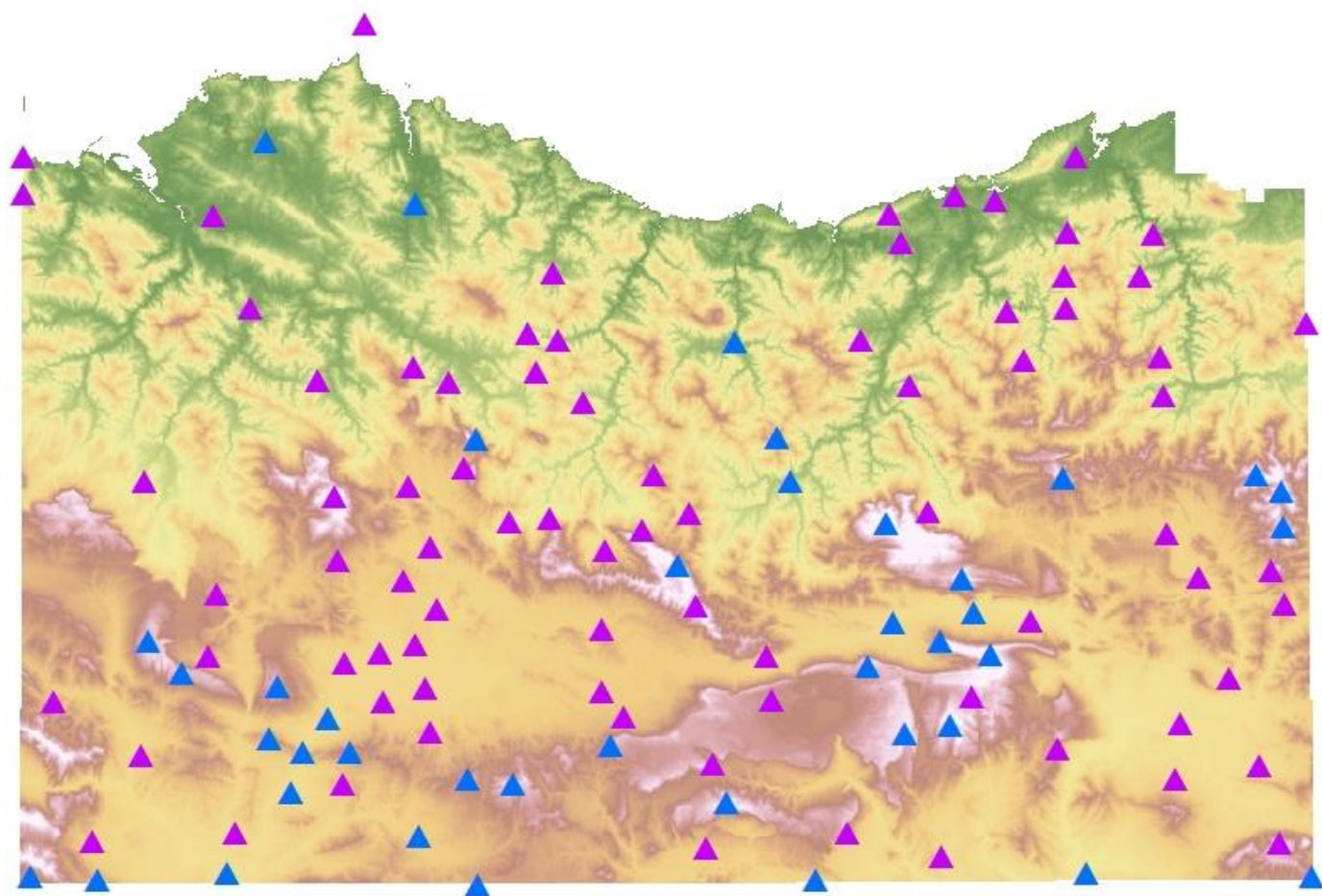
El segundo paso de la modelización ha sido generar el modelo digital del terreno con la nueva línea de costa a partir de las isobatas. Para generar el MDT primero hemos tenido que generar las redes irregulares de triángulos *-Triangulated irregular network (TIN)-* para representar la morfología de la superficie del MIS 4 a partir de las curvas de nivel del *shapefile* MIS4_iso_95. Generar el TIN de un área de más de 12.000 Km² es un proceso que debe realizarse con medios muy potentes. En nuestro caso, la limitación de hardware nos ha obligado a generar archivos 'TIN' por secciones.

Tras generar el archivo 'TIN' de cada sección se ha convertido este en una capa ráster con un tamaño de celda de 5 metros. El resultado son 25 ráster, cuya combinación genera el MDT del MIS 4, con una altitud máxima de 1645 metros. Para generar la paleocosta durante el MIS 5c se ha realizado el mismo proceso, conociendo un RSL de 40 metros por debajo del nivel actual (Railsback et al., 2015).

3.2.2. Temperaturas y precipitaciones.

Para la reconstrucción de las temperaturas y precipitaciones del MIS 4 y MIS 5c se ha partido de los valores del 'Atlas Climático Digital de la Península Ibérica', realizado por la Universidad Autónoma de Barcelona entre los años 2000 y 2006 con el software GIS 'MiraMon'. Este Atlas utiliza los datos recogidos por las estaciones meteorológicas entre los años 1951 y 1999.

Se ha realizado una base de datos con las estaciones termométricas y pluviométricas del área de estudio, incluyendo los valores medios de temperatura de los meses de verano (junio, julio y agosto) y de invierno (enero, febrero y diciembre), junto a las precipitaciones acumuladas de estos meses. La ausencia de estaciones en algunos puntos de la zona ha obligado a situar algunos puntos de corrección a partir de los valores del Atlas (Fig. 29).



Estaciones termométricas y pluviométricas

- ▲ Puntos de corrección
- ▲ Estaciones de la serie 1951-1999

Figura 29. Mapa de localización de las estaciones termométricas y pluviométricas empleadas.

El resultado ha sido un *shapefile* con 112 puntos con valores de temperatura media y precipitación acumulada durante los meses de verano e invierno durante 50 años, para la época actual.

Una vez completada la base de datos con los valores actuales, se ha efectuado el cálculo de las temperaturas medias y precipitaciones acumuladas para el MIS 4.

Para el cálculo de las temperaturas se ha aplicado un diferencial lineal de -11°C (Sánchez Goñi y d'Errico, 2005, Railsback et al., 2015; Danianu et al., 2009). Sin embargo, este diferencial debe matizarse. La localización de pequeñas formaciones glaciares en la zona de estudio ha podido determinarse a partir de la cartografía geomorfológica, el análisis morfoestratigráfico, la prospección eléctrica y sísmica y las dataciones en turberas intramorrénicas de las montañas pasiegas realizadas por E. Serrano et al. (2013, 2015) y las dataciones a partir del ^{10}Be CRE

(*Cosmic Ray Exposure*) de los pequeños glaciares de la zona (Rodríguez-Rodríguez et al., 2017). Estas formaciones glaciares se localizarían en las altitudes más altas de la zona, a partir de los 1300 metros.

Para recalcular el paleoclima estimado, se ha utilizado la relación linear entre temperatura y precipitaciones descrita por Ohmura et al. (1992). Para el monte Gorbeia, situado a 10 Km al SW de Axló (entre Zuya (Álava), y Ceánuri (Bizkaia)), se estima un ELA de 1300 metros con una precipitación anual acumulada de 2000 mm de media. Por las referencias de fondos oceánicos y otros estadios isotópicos fríos, hemos estimado un 40% menos de precipitaciones durante el MIS 4 (Rodríguez-Rodríguez et al., 2017). Aplicando la relación linear de Ohmura entre altitud, temperatura y precipitaciones, obtenemos la temperatura media de verano para el MIS 4= 1,8°C en una altitud de 1300 metros (En nuestro modelo 1400 metros, debido a la regresión marina).

El resultado en este punto del proceso nos arroja dos valores distintos para una misma altitud. El diferencial global de -11°C nos hablaría de una temperatura media en verano de 4,02°C, mientras que los estudios realizados y la aplicación de la fórmula de Ohmura nos sitúa en 1,8°C a 1400 metros del nivel del mar.

Para resolver esta cuestión, hemos tomado como dato valido el obtenido a partir de los estudios de E. Serrano (2013,2015) y L. Rodríguez-Rodríguez (2017) con la aplicación de la relación lineal de Ohmura et al. (1992) para una precipitación del 40% en una altitud de 1400 metros. Para el cálculo de la temperatura en las diferentes cotas hemos utilizado los valores de la diferenciación linear, aplicando un factor de crecimiento. El valor de este factor se ha calculado en función de la diferencia entre el valor linear para 1400 metros ($t=4,02^{\circ}\text{C}$) y el obtenido mediante la ecuación de Ohmura ($t=1,8^{\circ}\text{C}$). La diferencia ($2,22^{\circ}\text{C}$) se ha dividido entre 11 -intervalos de temperatura- obteniendo un valor K de $=0,2018$.

Una vez obtenido el valor del factor de crecimiento K, hemos interpolado los valores de temperatura media linear de verano, recalculado el ráster utilizando el gradiente alpino (-0.63°C), generando un ráster de las temperaturas asociadas a la altitud durante el MIS 4. Este ráster ha sido reclasificado en 12 intervalos equidistantes a los que se ha aplicado K, obteniendo el modelado de la temperatura en el MIS 4.

Para el cálculo de las precipitaciones durante el MIS 4 se ha utilizado el 40% de las precipitaciones actuales (Rodríguez-Rodríguez et al., 2017). Los valores obtenidos han sido interpolados, asociados a las altitudes mediante el recalculado del ráster y su reclasificación. El resultado es un modelado de las precipitaciones aproximadas durante los veranos del MIS 4.

La conversión de estos modelos a *shapefiles* nos ha permitido combinar ambos modelos, obteniendo una relación entre las temperaturas y precipitaciones en los meses de verano del MIS 4.

Para la reconstrucción paleoclimática de los meses de invierno del MIS 4 no disponemos de la información que permita recalcular las temperaturas a partir de un valor fijo. Para solventar esta cuestión, se ha extrapolado la diferencia de temperaturas entre los valores lineales y corregidos de verano en relación con los valores lineales de invierno. El cálculo nos da una diferencia entre los valores máximos y mínimos de invierno de unos 12°C. Para establecer esta diferencia, se ha aplicado el diferencial observada en 1400 metros entre el valor lineal y el resultado de la fórmula de Ohmura (-2,22°C) a la temperatura asociada a esa altitud en invierno sin corregir (-8,8°C). El resultado es que para 1400 metros habría una temperatura de unos -11°C en invierno. A partir de este resultado se ha aplicado la diferencia de 12°C para los intervalos obtenidos del recalculado del ráster generado por la interpolación de los valores de temperatura media de invierno.

Para las precipitaciones se ha realizado el mismo proceso que para las precipitaciones de verano. Se ha realizado el mismo proceso de conversión de los mapas generados para crear un modelado que relacione temperaturas y precipitaciones durante el invierno del MIS 4.

Las condiciones paleoclimática más templadas del MIS 5c, sugieren la inexistencia de formaciones glaciares en la zona de estudio. Este factor impide la localización de ningún ELA en nuestra área, por lo que el cálculo de las temperaturas únicamente se ha podido establecer mediante un diferencial lineal.

Para el cálculo de las temperaturas se ha aplicado una diferencia de -2°C (Helmens, 2012; Railsback et al., 2015). El proceso de modelado ha consistido, al igual que el caso del MIS 4, en la interpolación de los valores de temperatura de verano e invierno y el recalculado del ráster mediante el gradiente alpino y su posterior reclasificación.

Las precipitaciones durante el MIS 5c no serían tan bajas como durante las condiciones del MIS 4, pero tampoco tan altas como en la actualidad. Nosotros hemos estimado unas precipitaciones durante el MIS 5c un 20% inferiores a las actuales (Rodríguez-Rodríguez et al., 2017). A partir de los valores calculados para las precipitaciones acumuladas de verano e invierno durante el MIS 5c, hemos generado los modelos de precipitaciones del mismo modo que en el caso del MIS 4.

Los modelos generados para las temperaturas y precipitaciones de verano e invierno han sido combinados respectivamente, generándonos un modelo de la relación entre temperaturas y precipitaciones durante el verano y el invierno del MIS 5c.

3.2.3. Vegetación.

Para modelar la vegetación de estos dos periodos se ha realizado una aproximación a partir de las series de vegetación (1987-2017) del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente del Gobierno de España (Fig. 30).

El *shapefile* generado contiene una serie de polígonos con la información sobre la cobertura vegetal de la zona de estudio. Este *shapefile* se ha combinado con los resultantes de temperatura y precipitaciones de los meses de verano del MIS 4 y el MIS 5c, generándonos un nuevo archivo con el que podemos discernir las temperaturas y precipitaciones asociadas a los polígonos de cobertura vegetal, lo que nos permite realizar una aproximación a las especies que ocuparían estos suelos y trabajar con áreas de vegetación potencial (Tabla 4).

tipo vegetacion	MIS 4						MIS 5c					
	t max	t min	p max	p min	t media	p media	t max	t min	p max	p min	t media	p media
alisedas	10,4	8	130	95	9,2	112,5	19,4	17,6	175	125	18,5	150,0
'Carrascales (Cephalantho longifoliae-Querceto rotundifoliae sigmetum)'	8,8	4,15	185	95	6,5	140	18,8	14,7	250	125	16,8	187,5
'Encinares (Bupleuro rigidi-Querceto rotundifoliae sigmetum)'	10,4	4,9	130	55	7,7	92,5	19,4	15,3	175	75	17,4	125,0
'Encinares (Helleboro foetidi - Querceto rotundifoliae sigmetum)'	8,8	6,5	95	55	7,7	75	18,2	15,9	125	75	17,1	100,0
'Encinares (Lauro nobilis-Querceto ilicis sigmetum)'	10,4	4,9	185	95	7,7	140	19,4	15,3	250	125	17,4	187,5
Encinares (Spiraeo hispanicae-Querceto rotundifoliae sigmetum)'	8,88	2,6	110	55	5,7	82,5	18,2	13,6	150	75	15,9	112,5
Fresnedas con robles (Polysticho setiferi-Fraxinet excelsioris sigmetum)'	10,4	4,15	275	75	7,3	175	19,4	14,7	365	125	17,1	245,0
'Hayedos (Buxo-Fageto sigmetum)'	8	4,9	95	55	6,5	75	18,2	15,3	125	75	16,8	100,0
'Hayedos (Crici sylvaticae-Fageto sigmetum)'	9,6	3,4	185	75	6,5	130	18,8	14,2	250	100	16,5	175,0
'Hayedos (Epipactidi helleborines-Fageto sigmetum)'	9,6	1,8	110	55	5,7	82,5	18,2	13	270	75	15,6	172,5
'Hayedos (Epipactidi helleborines - Fageto sigmetum)'	8	1	275	75	4,5	175	18,8	12,5	365	100	15,7	232,5
'Quejigares (Epipactidi helleborines-Querceto fagineae sigmetum)'	8	4,15	110	55	6,1	82,5	15,3	14,2	100	75	14,8	87,5
'Quejigares (Violo willkommii-Querceto fagineae sigmetum)'	10,4	5,7	130	55	8,1	92,5	19,4	15,9	175	75	17,7	125,0
Robledales acidofilos (Tamo communis-Querceto roboris sigmetum)'	9,6	4,15	275	95	6,9	185	18,8	14,7	365	125	16,8	245,0
'Robledales de melojos (Melampyro pratensis-Querceto pyrenaicae sigmetum)'	6,5	1,8	150	55	4,2	102,5	17	13	200	75	15,0	137,5
Robledales mesofiticos (Crataego laevigatae-Querceto roboris sigmetum)'	8,8	3,4	200	55	6,1	127,5	18,2	14,7	270	75	16,5	172,5
'Robledales pelosos (Buxo sempervirentis-Querceto pubescentis sigmetum)'	7,25	1,8	130	55	4,5	92,5	15,3	13,6	125	75	14,5	100,0

Tabla 4. Extrapolación de los polígonos de vegetación actual mediante temperatura y precipitación media para el MIS 4 y el MIS 5c.

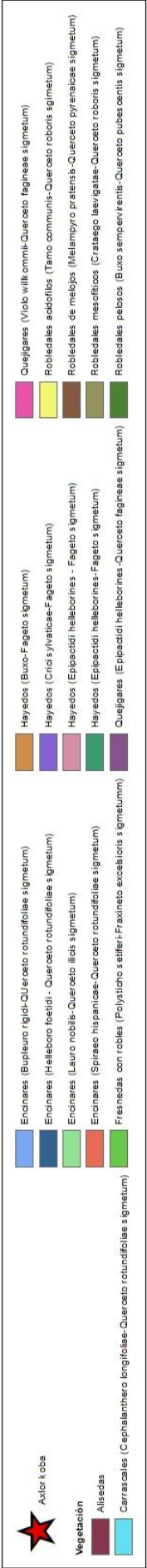
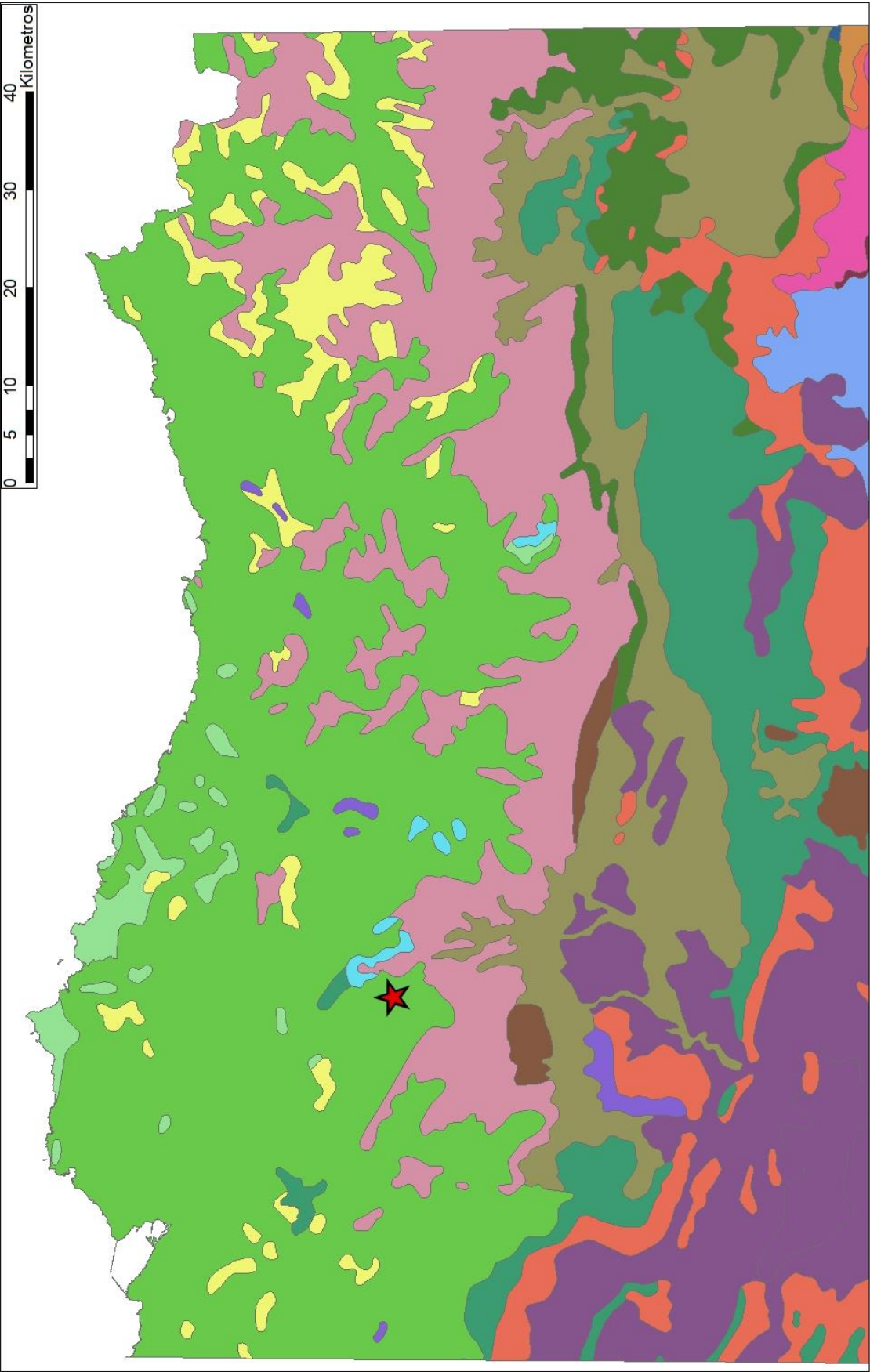


Figura 30. Mapa de vegetación actual. Leyenda en orden: 1. Alisedas; 2. Carrascales; 3-6. Encinares; 7. Fresnedas; 8-11. Hayedos; 12-13. Quejigares; 14. Robledales acidófilos; 15. Robledales de melojos; 16. Robledales mesofitos; 17. Robledales pelcos (a partir de Loidi et al., 2011).

3.2.4. Coste Distancia y Rutas Optimas.

La combinación de los modelados de las reconstrucciones realizadas nos ha permitido generar los mapas de coste-distancia y las rutas óptimas para cada periodo isotópico. Debido al carácter local de las materias primas diferentes al sílex del registro arqueológico de Axló (localizadas a menos de 20 km del yacimiento), el modelado de los costes/distancia se ha realizado sobre los sílex de Kurtzia, Treviño y Urbasa, ya que estos tres tipos de sílex dominan el conjunto lítico y afloran a media y larga distancia del yacimiento.

La retracción del nivel del mar ocasiona que en ambos periodos el afloramiento de Kurtzia se encuentre desplazado de su posición actual. Este hecho viene dado por la propia naturaleza del afloramiento. El Sílex del flysch arenoso de Kurtzia aparece en los olistostromos encajados en el acantilado y, una vez que la erosión marina lo desprende de la matriz encajante, este sílex es captado en posición secundaria (Tarriño, 2001; Tarriño, 2016 et al., Lazuén, 2012). Durante el MIS 4 y el MIS 5c, la regresión marina provocaría que el afloramiento se encontrara más alejado que en la actualidad-en la reconstrucción del MIS 4 se retrae en esta zona más de 15 km-. En los últimos 60.000 años la erosión marina habría ido configurando el relieve hasta generar el acantilado actual donde encontramos los olistostromos.

Por otra parte, los estudios geomorfológicos sugieren una prolongación submarina del Sinclinatorio Vizcaino donde se encuadra el Sílex del flysch de Kurtzia. A partir de nuestro modelado geográfico con las batimetrías de 1 metro, hemos generado una prolongación de la zona potencial donde podría aflorar los olistostromos con sílex (Fig. 31; Fig. 32). Esta zona actúa como el nuevo polígono del sílex de Kurtzia para nuestra reconstrucción. Los polígonos de Treviño y Urbasa no se han modificado y se utilizan los del capítulo 2.2.2.1 (Fig. 8).

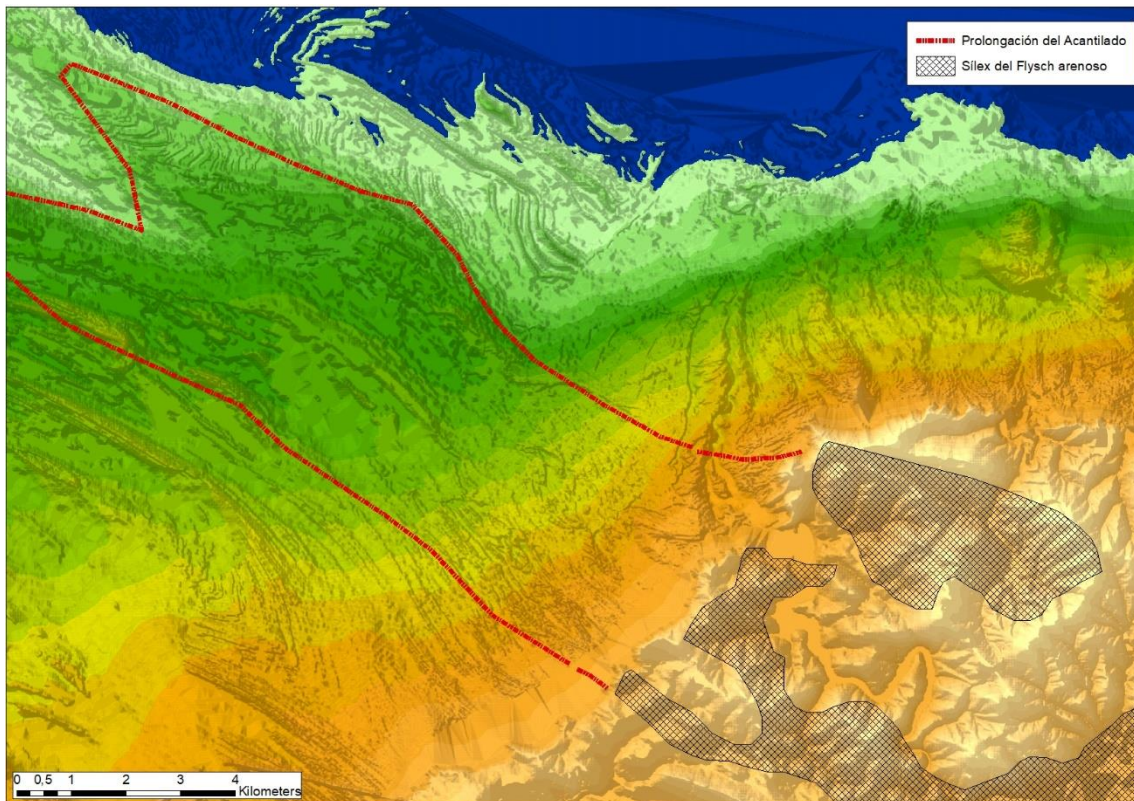


Figura 31. Prolongación del acantilado que contiene los olistostromos con sílex en Kurtzia (MIS 4).

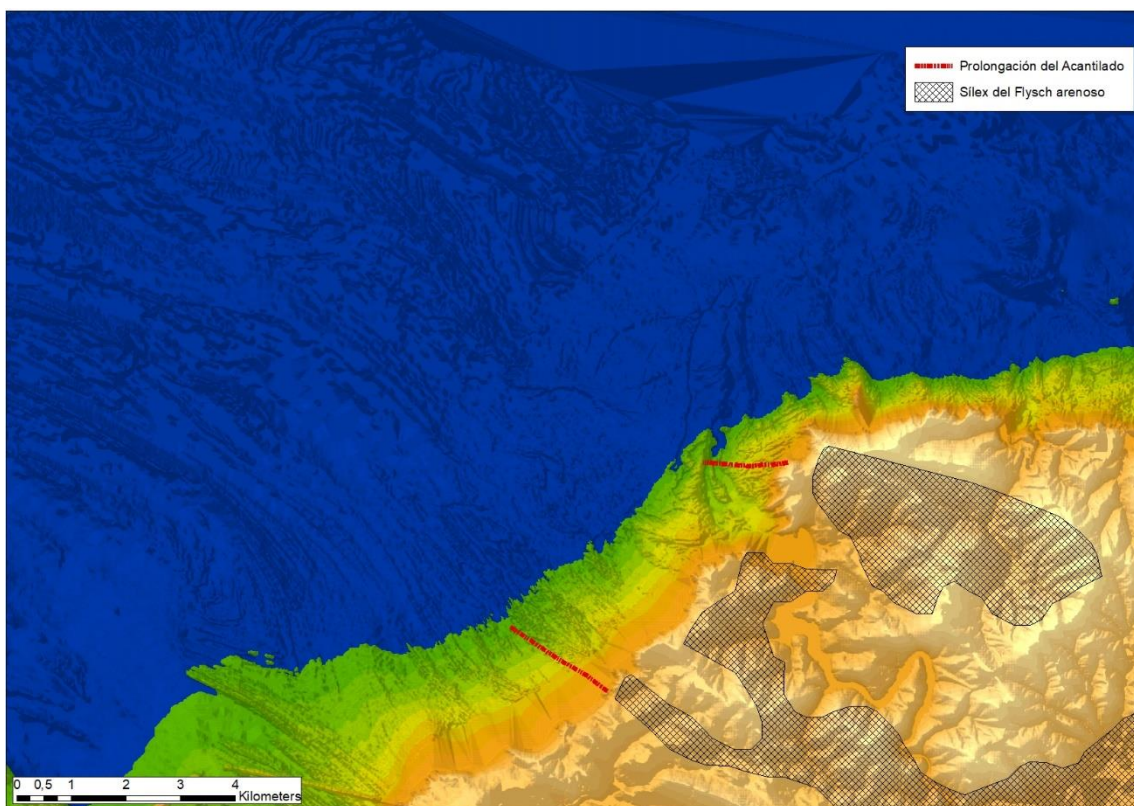
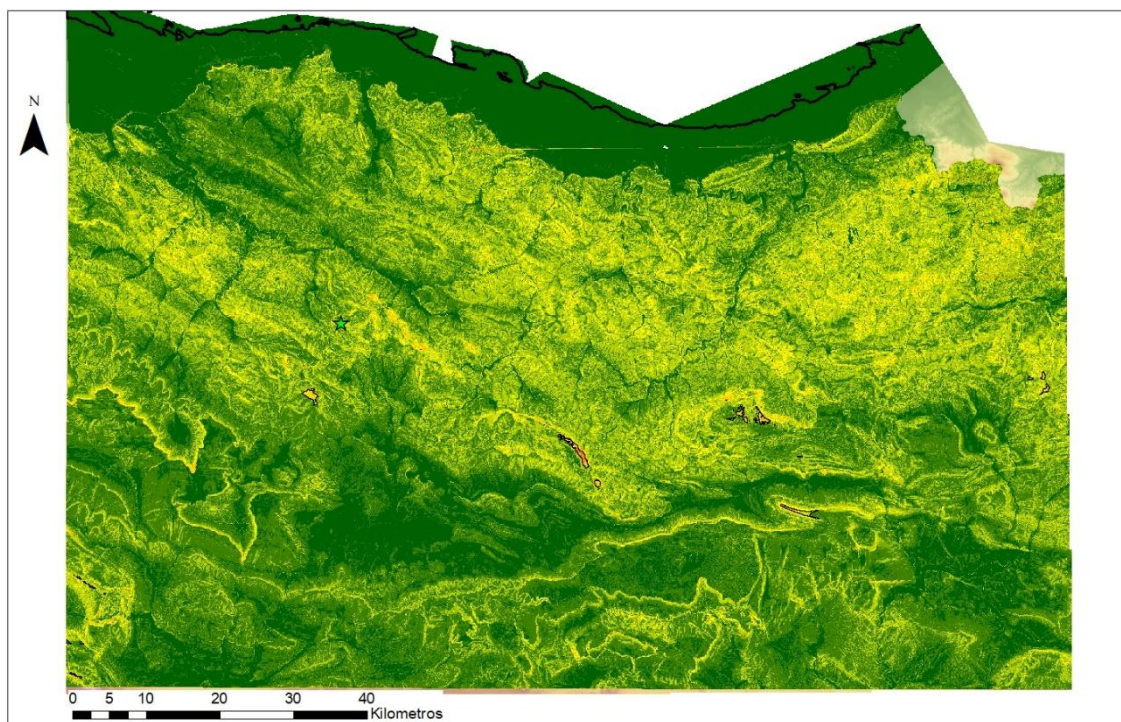


Figura 32. Prolongación del acantilado que contiene los olistostromos con sílex en Kurtzia (MIS 5c).

Para realizar este procedimiento hemos creado un modelo de pendientes para cada caso, reclasificándolo en 9 niveles. También hemos transformado en capa ráster el *shapefile* de los modelos de las zonas de vegetación -en el caso del MIS 4, de vegetación y áreas glaciares-, para poder combinar esta variable con las pendientes. Para realizar la combinación se ha generado el ráster resultante de una superposición ponderada, donde se han asignado valores de peso a ambos modelos. La combinación de pendientes y cobertura vegetal/glaciar nos ha generado el mapa de coste-distancia (*cost distance*) y el modelo de vínculo de menor coste (*cost back link*) para cada periodo, con un punto 0 en las coordenadas de la cueva de Axló.

Para la superposición ponderada del modelo del MIS 4 hemos asignado a las pendientes una influencia del 70% y a la cobertura vegetal/glaciar un 30%. La elección de estos valores radica en el tipo de vegetación dominante durante este periodo, esencialmente herbáceas que generan espacios abiertos que no dificultarían la movilidad (Gómez-Orellana, 2002; Iriarte et al., 2005; Sánchez Goñi y d'Errico, 2005). Dentro del 30% de la cobertura vegetal/glaciar se le ha asignado un peso mínimo a la vegetación y un peso máximo a los polígonos glaciares (Fig. 33). Para el MIS 5c hemos asignado influencias distintas al MIS 4. Las condiciones climáticas atemperadas del MIS 5 -valores de temperatura y precipitación más semejantes a los actuales- permiten concebir una cobertura vegetal más densa que durante el MIS 4, lo que implicaría la existencia de áreas boscosas que pudiesen influir en los movimientos humanos. De esta manera hemos aumentado la influencia de la cobertura vegetal hasta un 40%, retrayendo la influencia de la topografía hasta un 60%. Además, debido a la diferencia de condiciones de los polígonos de vegetación potencial, hemos asignado distintos valores de peso dentro de este 40% (Fig. 34). Hemos mantenido el valor mínimo para las coberturas con las temperaturas más bajas y menor precipitación, aumentado ligeramente el peso de los polígonos con temperaturas más altas y mayores regímenes de precipitación.

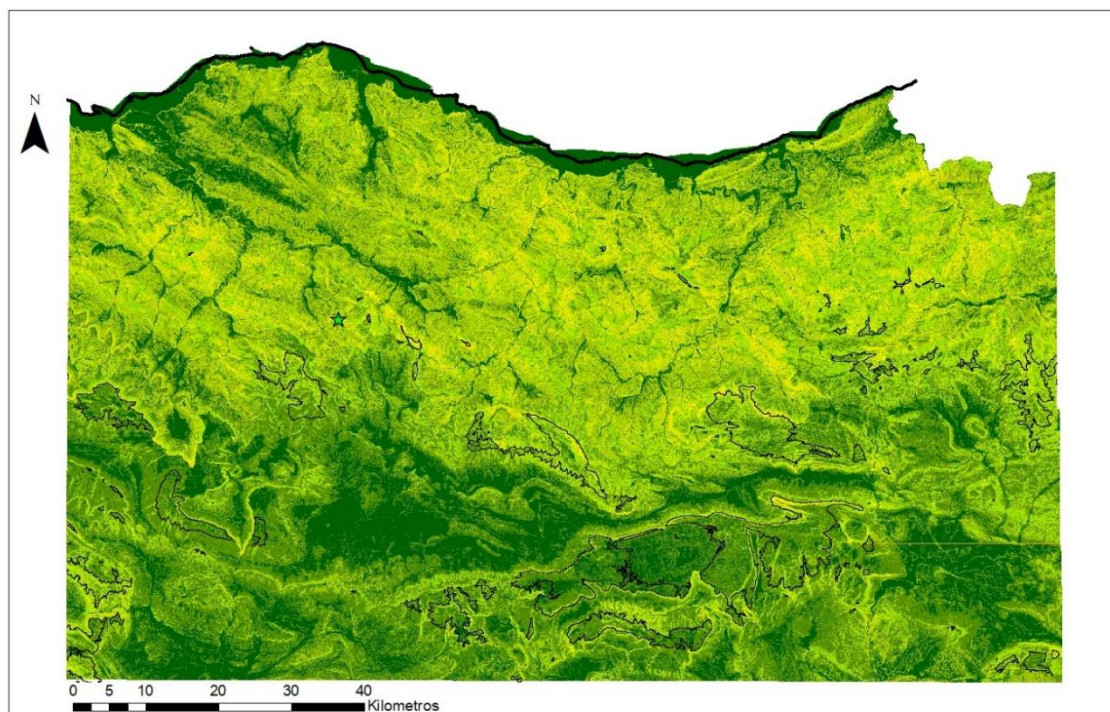
Una vez generados los modelos de superposición ponderada del MIS 4 y el MIS 5c (Fig. 33, 34), hemos generado los mapas de coste distancia y los mapas de vínculo de menor coste. A partir de estos modelos y del *shapefile* de los tipos de Sílex, hemos generado un *grid* de la ruta de coste desde Axló hasta los afloramientos de sílex para cada periodo. Este *grid* se ha transformado en *shapefile*, obteniendo de esta manera las rutas óptimas desde Axló hasta los afloramientos de sílex de Kurtzia, Treviño y Urbasa.



Superposición ponderada de pendientes y cobertura vegetal/glaciar



Figura 33. Modelo de superposición ponderada del MIS 4.



Superposición ponderada de pendientes y cobertura vegetal



Figura 34. Modelo de superposición ponderada del MIS 5c.

4. Resultados.

La reconstrucción paleoambiental en nuestra área de estudio refleja dos situaciones climáticas muy diferentes durante el MIS 4 y el MIS 5c. Las condiciones de frío extremo del MIS 4 se evidencian en la gran retracción del nivel del mar y la disminución de temperaturas y precipitaciones. Estas condiciones posibilitaron la generación de formaciones glaciares en las altitudes más elevadas (a partir de 1400 metros) (Serrano et al., 2013, 2015; Rodríguez-Rodríguez et al., 2017). La reconstrucción paleoclimática del MIS 5c arroja valores más cercanos al clima actual. Al tratarse de un subperiodo templado, la regresión marina es menos intensa que durante el MIS 4. El nivel del mar descendería unos 40 metros, ampliando levemente los territorios asociados a la costa. Las temperaturas, aunque inferiores a las actuales, reflejan un periodo atemperado, con un régimen de precipitaciones que presentaría porcentajes mayores a los establecidos para el MIS 4, pero menores a los actuales. Estas condiciones más benignas impedirían que se originasen formaciones glaciares. A pesar de darse unas condiciones climáticas ligeramente peores que en la actualidad, la influencia oceánica de la Región Cantábrica permitiría el desarrollo de las formaciones boscosas con una amplia diversidad de especies caducifolias (Gómez-Orellana et al., 2007; Jordá et al., 2014).

4.1. MIS 4: Reconstrucción paleoambiental y estudio de movilidad.

Nuestro modelo del MIS 4 refleja un aumento importante del territorio emergido consecuencia de la regresión marina. El retroceso del nivel del mar situaría la línea de costa durante el MIS 4 en algunos lugares a más de 15 km de la línea actual, con las cotas más altas del área de estudio entorno a los 1600 metros. La reconstrucción paleoclimática del MIS 4 manifiesta un ambiente frío, con temperaturas entre 1 y 10,4°C durante los meses de verano e inviernos de condiciones extremas, con temperaturas muy bajas, entre los -12 y 0°C. Se trataría de un contexto de temperaturas extremadamente bajas y un régimen de precipitaciones significativamente inferior al actual. Estas condiciones climáticas contribuirían al desarrollo de una cobertura vegetal compuesta principalmente de especies herbáceas crioxéricas y una disminución de las especies arbóreas (Iriarte, 2005; Gómez-Orellana, 2002). Sin embargo, las condiciones húmedas de la Región Cantábrica permitirían el desarrollo de algunos taxones termófilos en las áreas con mayor índice de precipitaciones, generando bosques de poca entidad (Gómez-Orellana, 2002; Iriarte et al., 2005; Sánchez Goñi y d'Errico, 2005; Danialu et al., 2009; Jordá et al., 2014).

La regresión marina del MIS 4 origina un espacio emergido de unos 1.000 Km², ampliando la línea de costa entre 6 y 20 kilómetros. Esta amplia superficie origina nuevos espacios dentro del territorio que explotarían los grupos neandertales. Como hemos visto, esta ampliación del territorio afecta de manera directa sobre el afloramiento del sílex del flysch arenoso de Kurtzia, desplazando su teórica área de captación varios kilómetros hacia la costa (Fig. 31). Este desplazamiento de la localización del sílex de tipo Kurtzia genera un cambio en el mapa de distancias de los afloramientos de Kurtzia, Treviño y Urbasa.

El mapa de coste-distancia generado muestra una zona de bajo coste energético desde el yacimiento hacia el norte y el sur del área de estudio, abriendo un corredor entre el norte y el interior peninsular. Aunque los afloramientos de sílex están situados a más de 45 Km de Axló, los 3 tipos de sílex de nuestro caso de estudio se localizan en el mapa de coste-distancia en una zona de coste relativamente bajo en proporción a la distancia. Esta zona de menor coste energético genera una “Y” invertida entre Kurtzia, Axló, Treviño y Urbasa, encajada entre las formaciones glaciares ubicadas al este y el oeste de Axló (Fig. 35).

Esta zona de menor coste en forma de “Y” invertida se manifiesta en el mapa de rutas óptimas (Fig. 35). La influencia de las pendientes y las formaciones glaciares son los elementos con mayor responsabilidad en la reproducción de las rutas óptimas desde el yacimiento hasta los afloramientos. Estos se sitúan a distancias similares de Axló (Kurtzia: 55 Km; Treviño: 43 Km; Urbasa: 55 Km), pero sus rutas de menor coste amplían el recorrido necesario para llegar a ellos:

- Ruta óptima a Kurtzia: aproximadamente 55 Km (+ 5 Km).
- Ruta óptima a Treviño: aproximadamente 56 Km (+ 12 Km).
- Ruta óptima a Urbasa: aproximadamente 76 Km (+ 21 Km).

Las rutas generadas aprovechan las pendientes más suaves de la topografía, evitando las áreas glaciares más elevadas (Fig. 36). El inicio del recorrido entre Axló y Treviño-Urbasa tiene un desnivel pronunciado (>300 m) que se suaviza a los 4 Km de recorrido. Por el contrario, el trayecto hacia Kurtzia se realiza por los relieves suaves de los valles fluviales, minimizándose significativamente el coste energético de esta ruta.

El modelo de temperatura y precipitación de invierno y las rutas entre Axló y los afloramientos de sílex genera 2 situaciones diferenciadas (Fig. 37). Una primera que se enmarca en un recorrido de atemperamiento (de -5°C en Axló hasta 0°C en Kurtzia); la segunda situación, en el camino hacia el sur, esta marcada por la influencia glacial y la bajada de temperatura y un aumento de la precipitación en los primeros 20 Km del recorrido. Este segundo contexto se matiza en el caso del camino a Treviño, cuyo trayecto atraviesa una zona de condiciones menos

adversas que las que ofrece el trayecto a Urbasa, donde las temperaturas alcanzan los -9°C . El contraste entre estas dos situaciones se observa mejor en el modelo de verano (Fig. 38). En los meses de verano, el camino hacia Treviño presenta unas condiciones atemperadas que se extenderían hacia el interior (trayecto desde Axló a Treviño entre 6°C y 8°C). Las condiciones ambientales también mejoran en el afloramiento de Kurtzia (hasta $10,4^{\circ}\text{C}$) y de Urbasa (temperaturas de 5°C). El atemperamiento de las condiciones climáticas en las rutas del interior (Treviño y Urbasa) y de Kurtzia durante los meses de verano contrastan con la situación de los meses de invierno, donde la diferencia entre los afloramientos del sur y el afloramiento de Kurtzia son muy notorias.

El modelado de la vegetación potencial del MIS 4 apenas nos aporta información para los casos de Kurtzia y Treviño, debido al tamaño de los polígonos. Sin embargo, la ruta óptima desde Axló a Urbasa atraviesa una área con un régimen de precipitaciones menor que áreas muy próximas que también podría haber recorrido por el desnivel (Fig. 39). Las zonas con menor acumulación de precipitaciones podrían suponer espacios con una cobertura vegetal más abierta, facilitando la movilidad y la visibilidad. Esta primera aproximación a los tipos de vegetación de la reconstrucción paleoambiental nos sirve de guía para el futuro desarrollo de reconstrucciones más profundas y precisas.

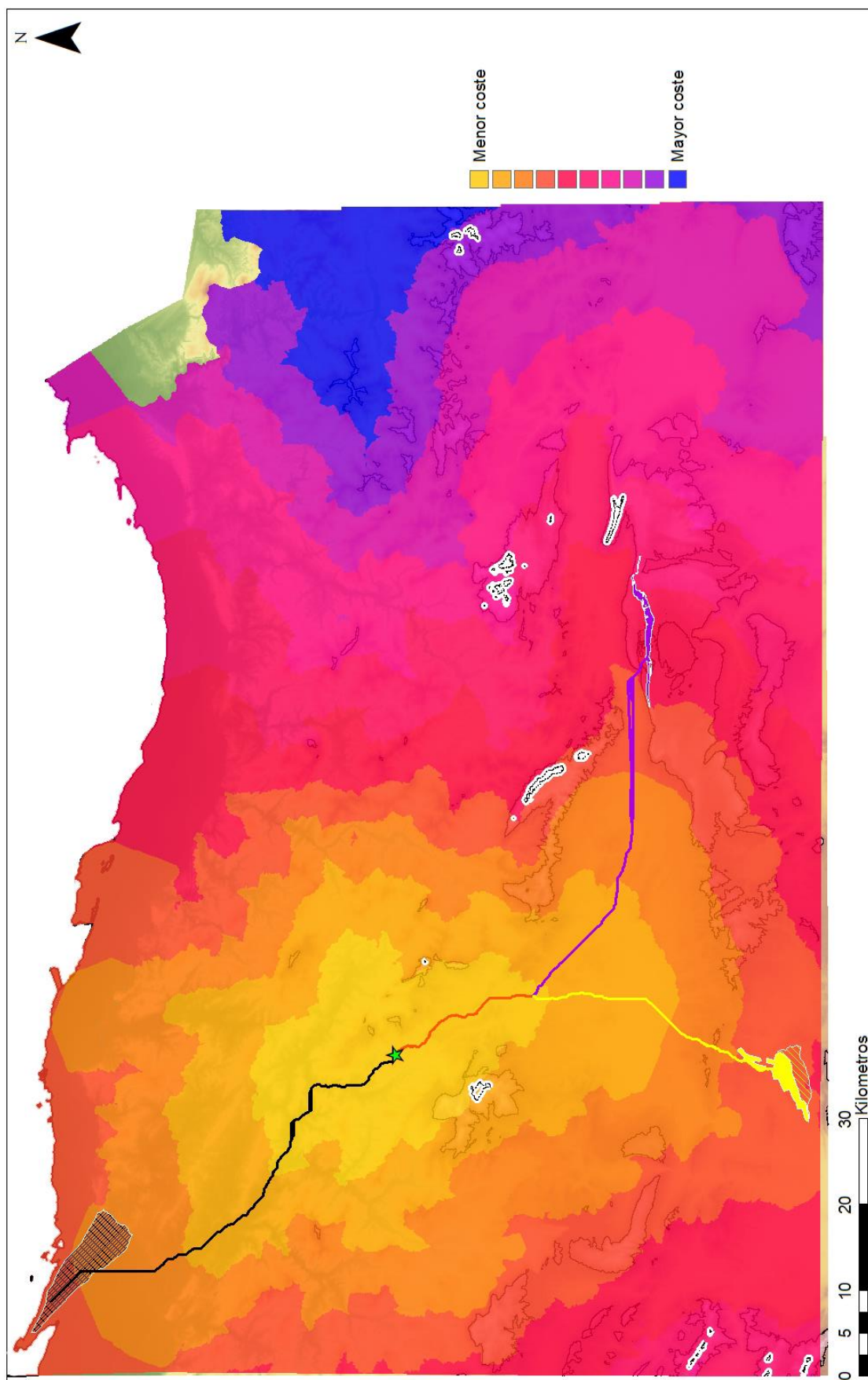


Figura 35. Modelo de Coste Distancia y rutas óptimas a los afloramientos de sílex de Kurtzia, Treviño y Urbasa desde Axlór en el MIS 4..

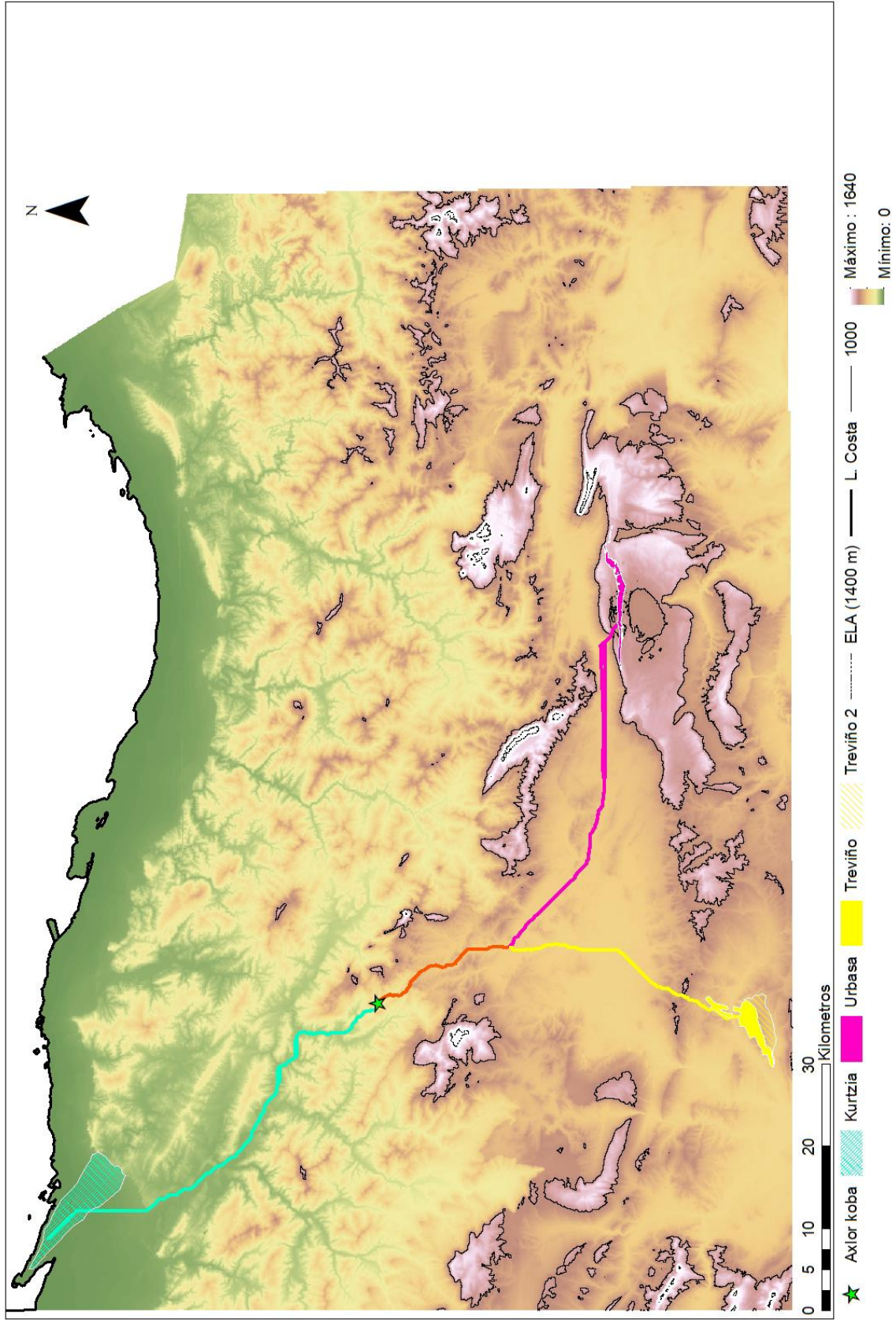


Figura 36. Modelo topográfico y rutas óptimas a los afloramientos de sílex de Kurtzia, Treviño y Urbasa desde Axlór en el MIS 4.

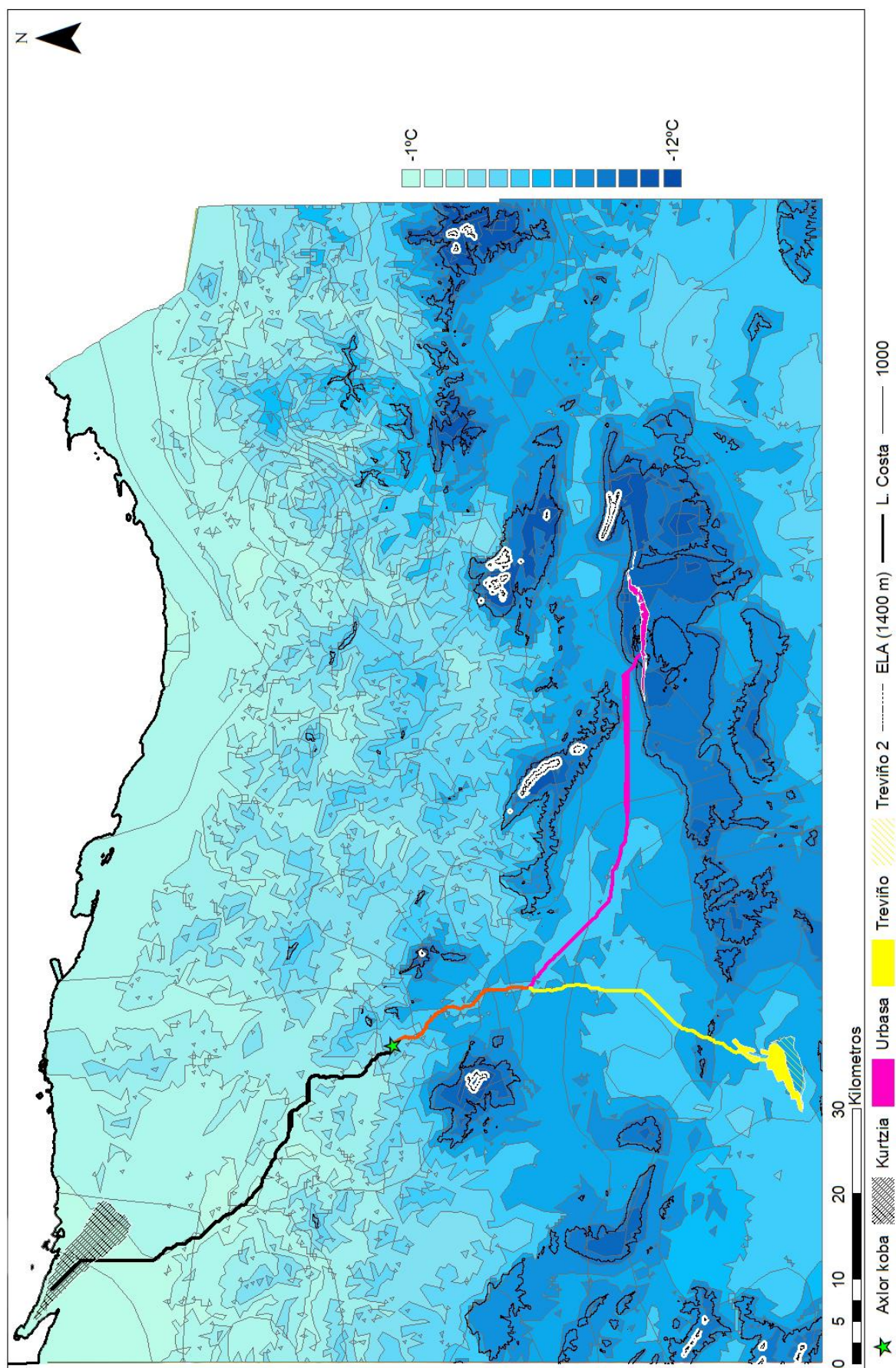


Figura 37. Modelo de temperaturas y precipitaciones y rutas óptimas a los afloramientos de sílex de Kurtzia, Treviño y Urbasa desde Axtor en e invierno del MIS 4.

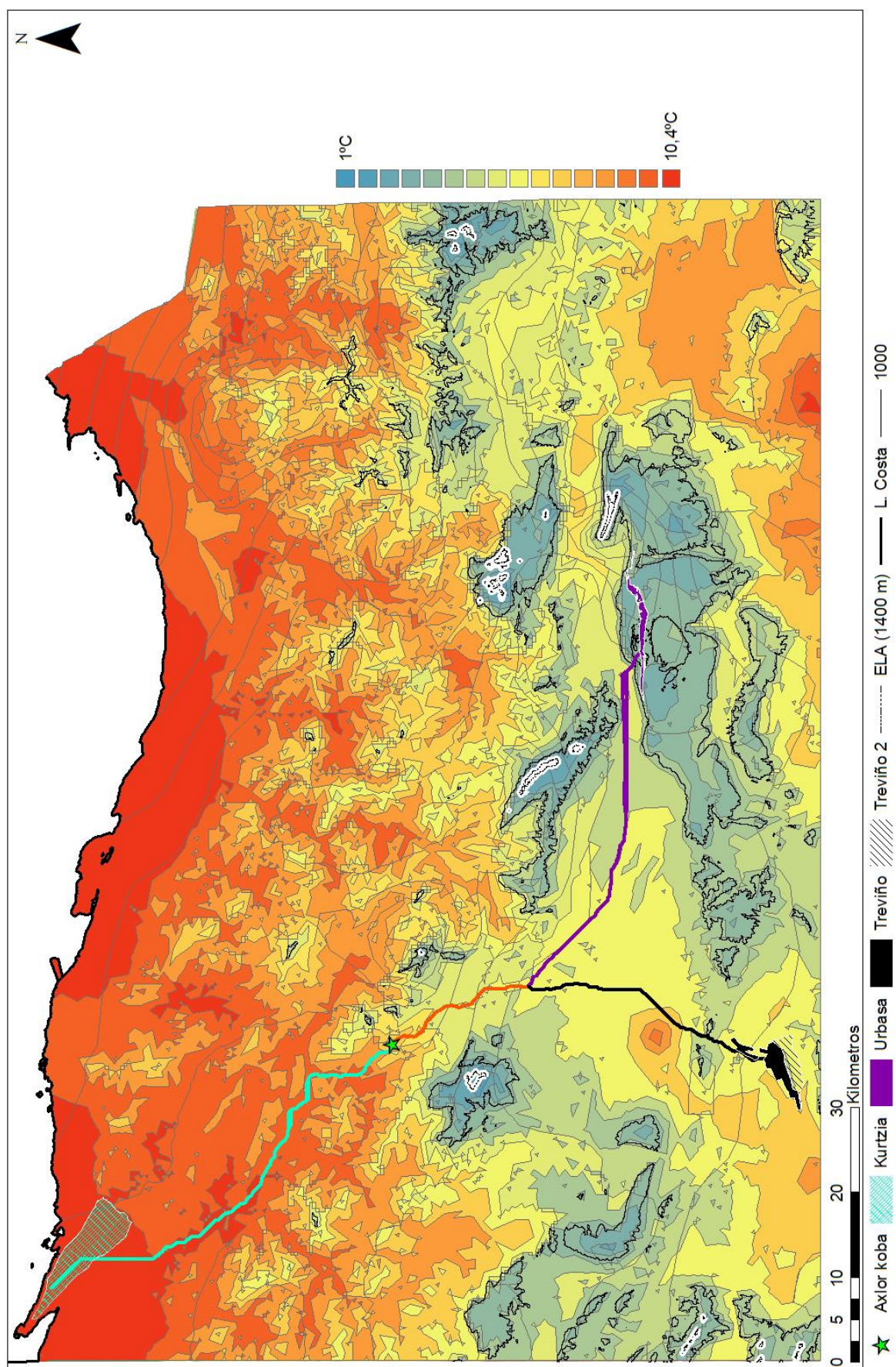


Figura 38. Modelo de temperaturas y precipitaciones de verano y rutas óptimas a los afloramientos de sílex de Kurtzia, Treviño y Urbasa desde Axlora en el verano del MIS 4.

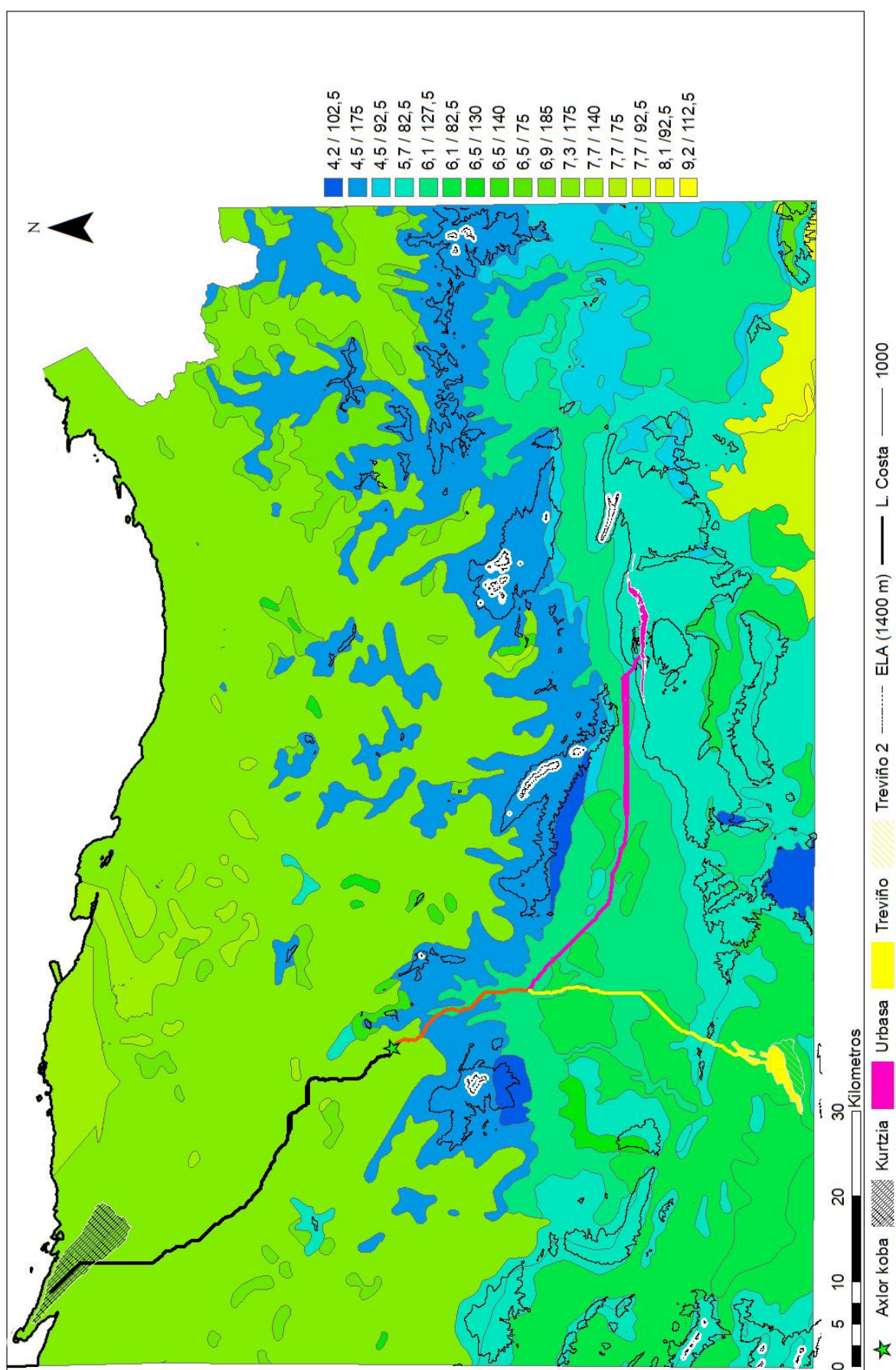


Figura 39. Modelo de vegetación potencial y rutas óptimas a los afloramientos de sílex de Kurtzia, Treviño y Urbasa desde Axlór durante el MIS 4.

4.2. MIS 5: Reconstrucción paleoambiental y estudio de movilidad.

El modelado del MIS 5c nos genera una ampliación del espacio geográfico en la costa de unos 200 Km², con un desplazamiento de la línea de costa entre los 2 y 4 Km. Esta variación es significativamente menor que en el MIS 4, y apenas tiene efecto sobre el afloramiento de Kurtzia, el cual únicamente se desplazaría un kilómetro, quedando a unos 40 Km de Axló.

De esta manera, según la distancia entre los afloramientos de sílex y Axló, los olistostromos de Kurtzia serían los más cercanos al yacimiento, suponiendo 10 Km menos que los sílex de Treviño y Urbasa. En términos de coste energético, la captación del sílex del flysch arenoso de Kurtzia supondría una actividad de coste mucho menor que el aprovisionamiento de los otros dos tipos, debido al relieve menos acentuado y a las temperaturas templadas de la zona. Aun así, las condiciones climáticas atemperadas del MIS 5c, permitiría la captación de los tres tipos de sílex sin demasiadas complicaciones.

El modelo de coste-distancia generado para el MIS 5c ofrece pocas diferencias respecto al del MIS 4. Este mapa genera un área de coste energético muy similar a la del MIS 4, creando de la misma manera un corredor entre el norte y el sur de la zona de estudio, y un circuito en forma de “Y” invertida conectando con Axló los 3 afloramientos con un coste-distancia relativamente bajo (Fig. 40). Las rutas óptimas obtenidas del modelado sobre la superposición ponderada de pendientes y cobertura vegetal es idéntica en el caso de Kurtzia, debido a las pendientes suaves y el predominio de un mismo tipo de vegetación en la zona costera (Fig. 44). Sin embargo, la ruta hacia los afloramientos de Treviño y Urbasa se bifurca unos 15 Km antes que en el MIS 4 debido a la ausencia de formaciones glaciares en el entorno (Fig. 41).

La distancia recorrida para los 3 afloramientos disminuye sensiblemente debido a la menor altitud, la ausencia de glaciares y el aumento del nivel del mar durante el MIS 5c respecto al MIS 4. El nivel del mar hace que el afloramiento de Kurtzia se ubique ligeramente más alejado que en la actualidad (38 Km), mientras que los afloramientos de Treviño y Urbasa no sufrirían modificaciones:

- Ruta óptima a Kurtzia: aproximadamente 47 Km (+ 9 Km).
- Ruta óptima a Treviño: aproximadamente 51,5 Km (+7,5 Km).
- Ruta óptima a Urbasa: aproximadamente 76 Km (+ 21 Km).

La subida del nivel del mar durante el MIS 5c conlleva en nuestro modelo la ausencia de glaciares y la disminución de la altitud máxima, junto a la inexistencia de fenómenos de glaciario. Esto se manifiesta en la disminución de las distancias recorridas entre Axló y los afloramientos de

sílex. La ausencia de influencia glaciaria en el área de estudio permite una ligera modificación en la ruta hacia Treviño, minimizándose unos 5 Km el recorrido final (Fig. 41).

Las temperaturas de invierno durante el MIS 5c son mucho más atemperadas que durante el MIS 4, alcanzando valores negativos únicamente en las altitudes más altas (Fig. 42). Este hecho se aprecia en la ruta a Treviño, donde los polígonos que atraviesa en el primer tramo del camino presentan valores bajos (4-5°C), pero no negativos. Por el contrario, la ruta hacia Urbasa sigue el mismo itinerario que para valores del MIS 4. Lo mismo que ocurre en el recorrido hacia Kurtzia, donde los valores altos asociados a la costa apenas influyen en la generación de la ruta óptima. Algo similar ocurre durante los meses de verano, donde los trayectos hacia Kurtzia, Treviño y Urbasa atraviesan zonas atemperadas, que oscilan entre los 16°C y 19°C, aunque en el área de afloramiento de Urbasa sería donde se dieran las temperaturas más bajas del modelo (aproximadamente 13°C), debido a la mayor altitud la zona (Fig. 43).

Durante el MIS 5c la cobertura vegetal variaría respecto a la del MIS 4, debido al atemperamiento y aumento de las precipitaciones. En nuestra primera aproximación a la cobertura vegetal del MIS 5c, estas mejores condiciones se traducen en áreas de vegetación potencial con valores de temperatura media templadas (entre 14,5°C y 18,5°C) y el aumento de la acumulación de precipitaciones (Fig. 44). Esto favorecería la extensión de los espacios arbóreos y el desarrollo de zonas boscosas.

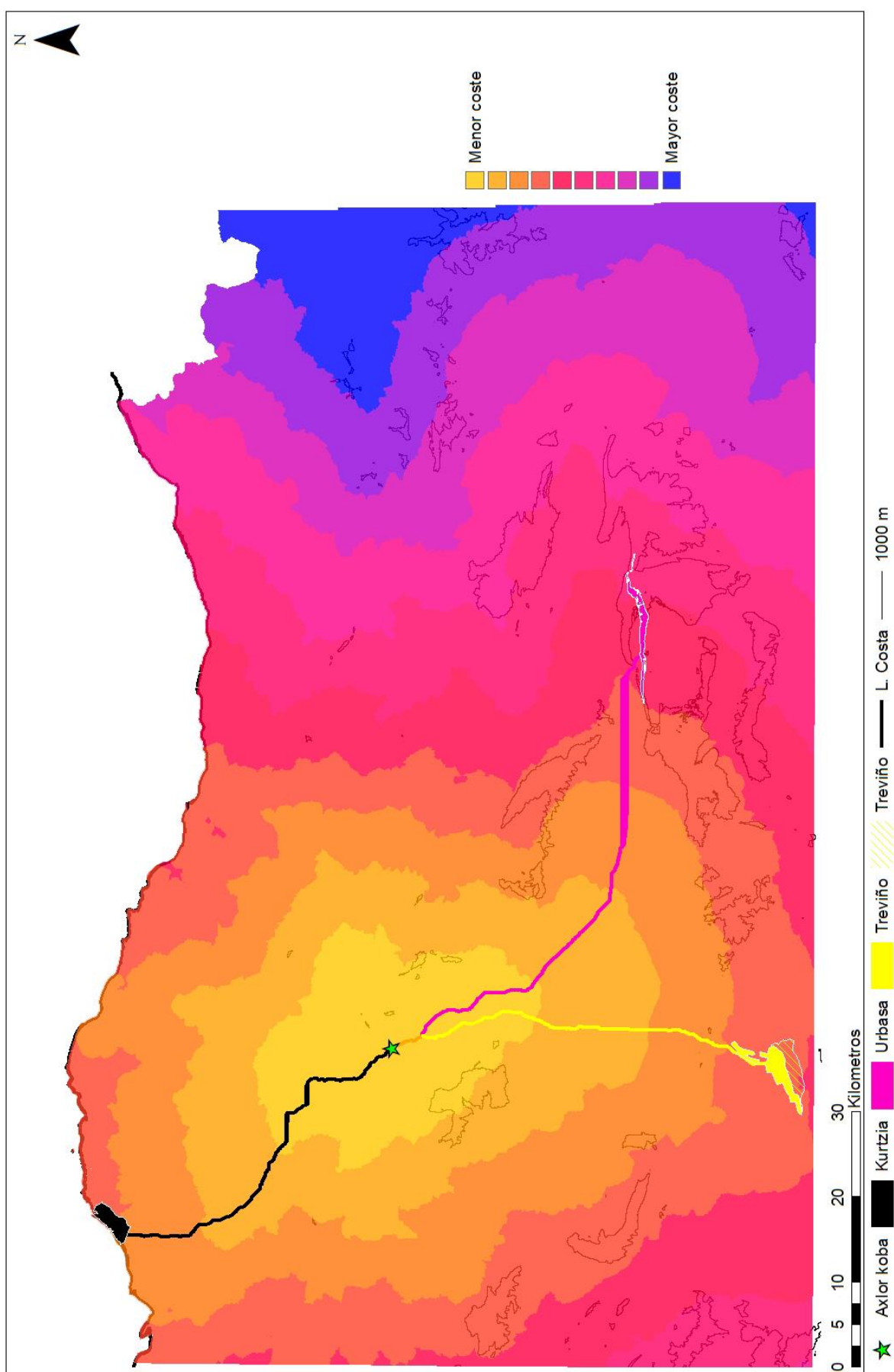


Figura 40. Modelo de Coste Distancia y rutas óptimas a los afloramientos de sílex de Kurtzia, Treviño y Urbasa desde Axlór en el MIS 5c..

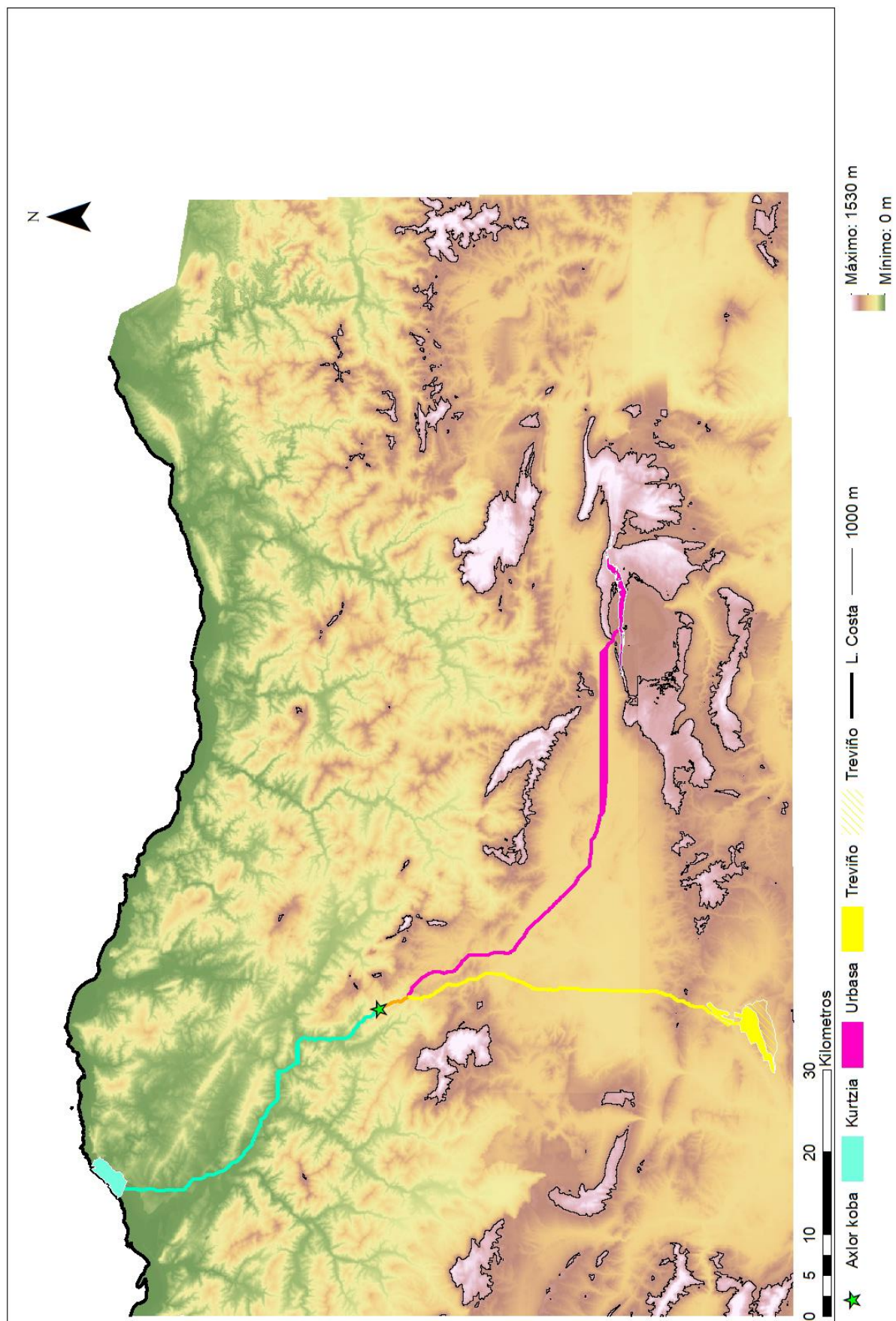


Figura 41. Modelo topográfico y rutas óptimas a los afloramientos de sílex de Kurtzia, Treviño y Urbasa desde Axlór en el MIS 5c.

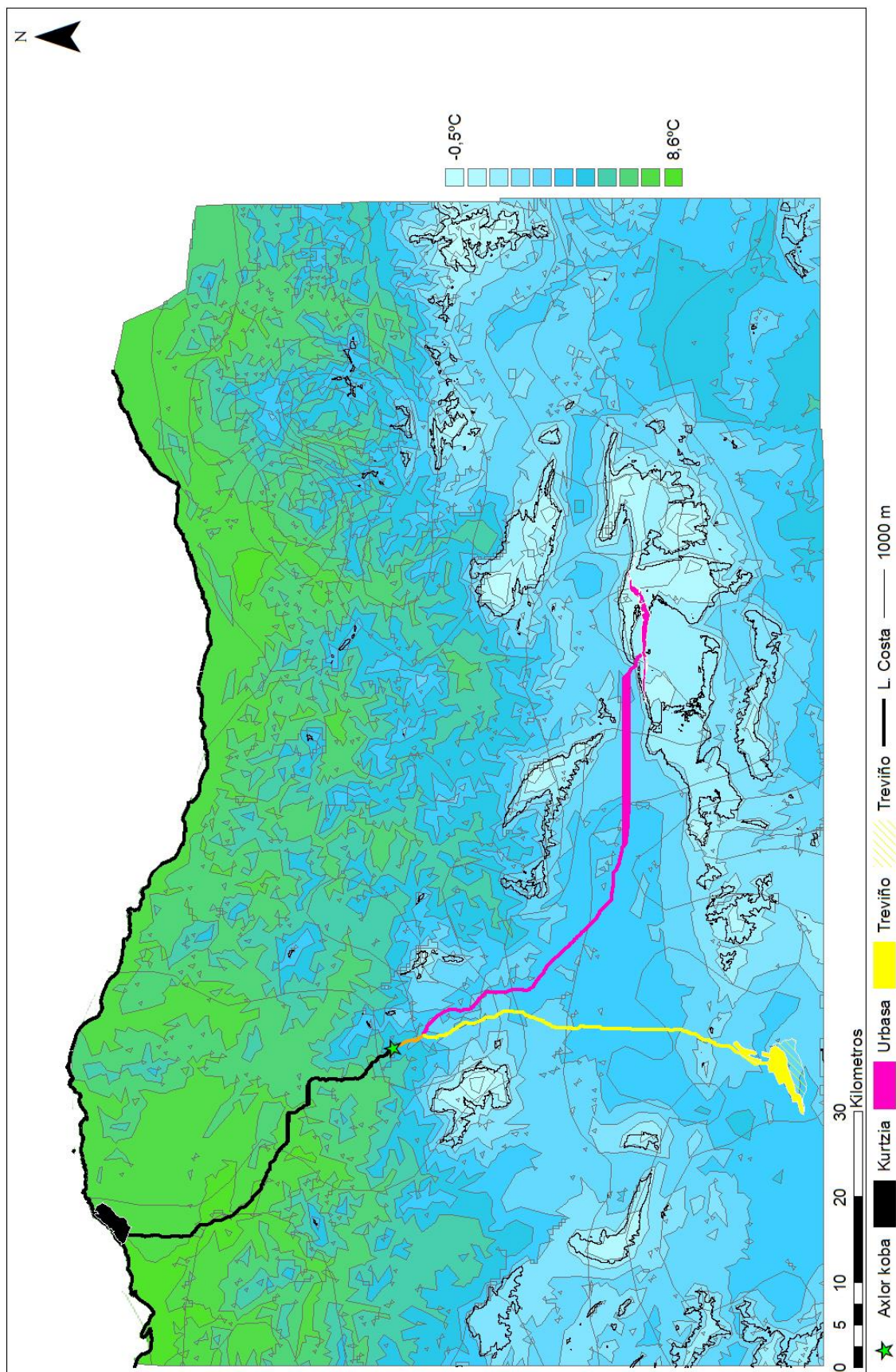


Figura 42. Modelo de temperaturas y precipitaciones y rutas óptimas a los afloramientos de sílex de Kurtzia, Treviño y Urbasa desde Axlór en el invierno del MIS 5c.

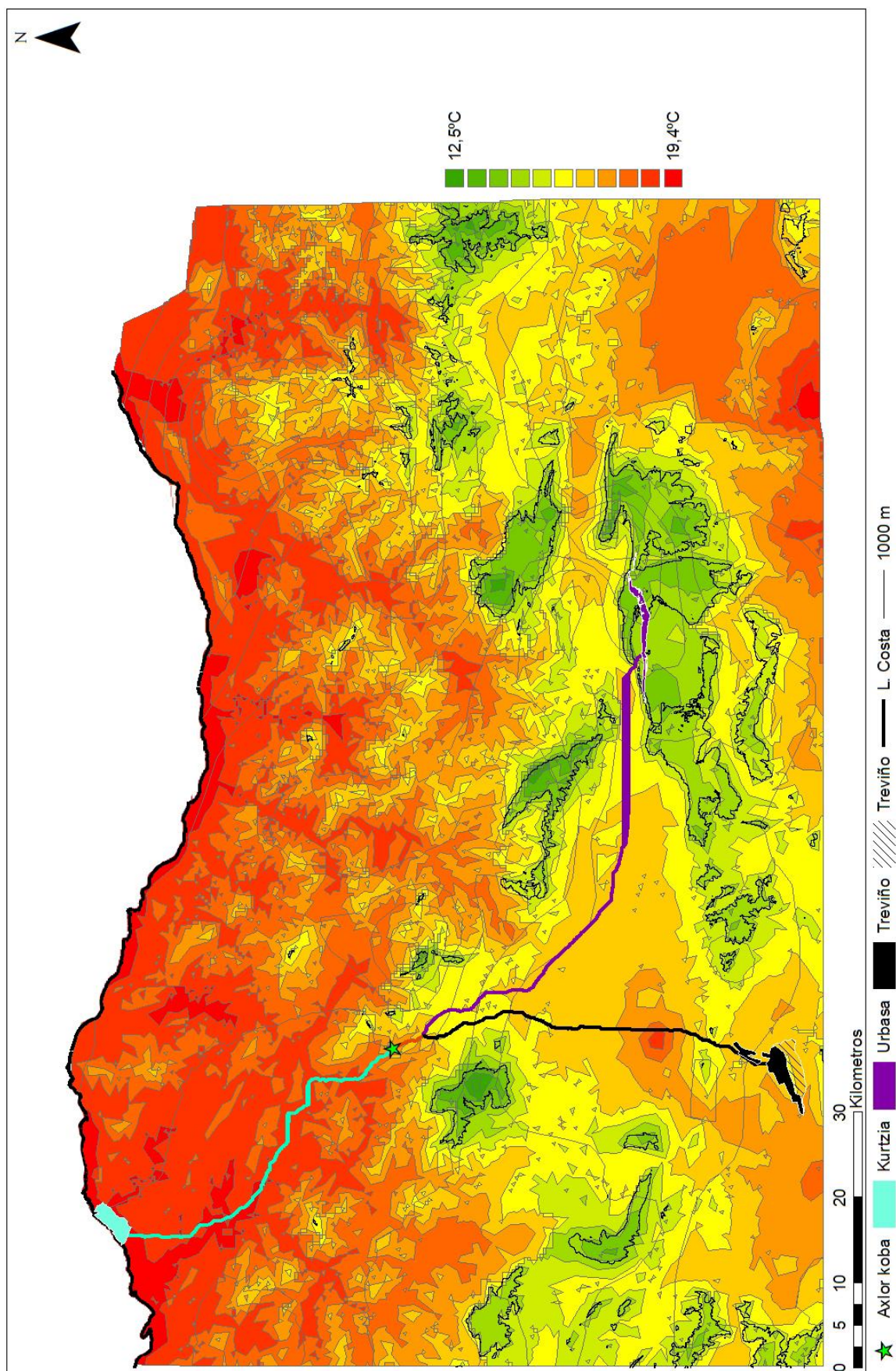


Figura 43. Modelo de temperaturas y precipitaciones y rutas óptimas a los afloramientos de sílex de Kurtzia, Treviño y Urbasa desde Axlør en el verano del MIS 5c.

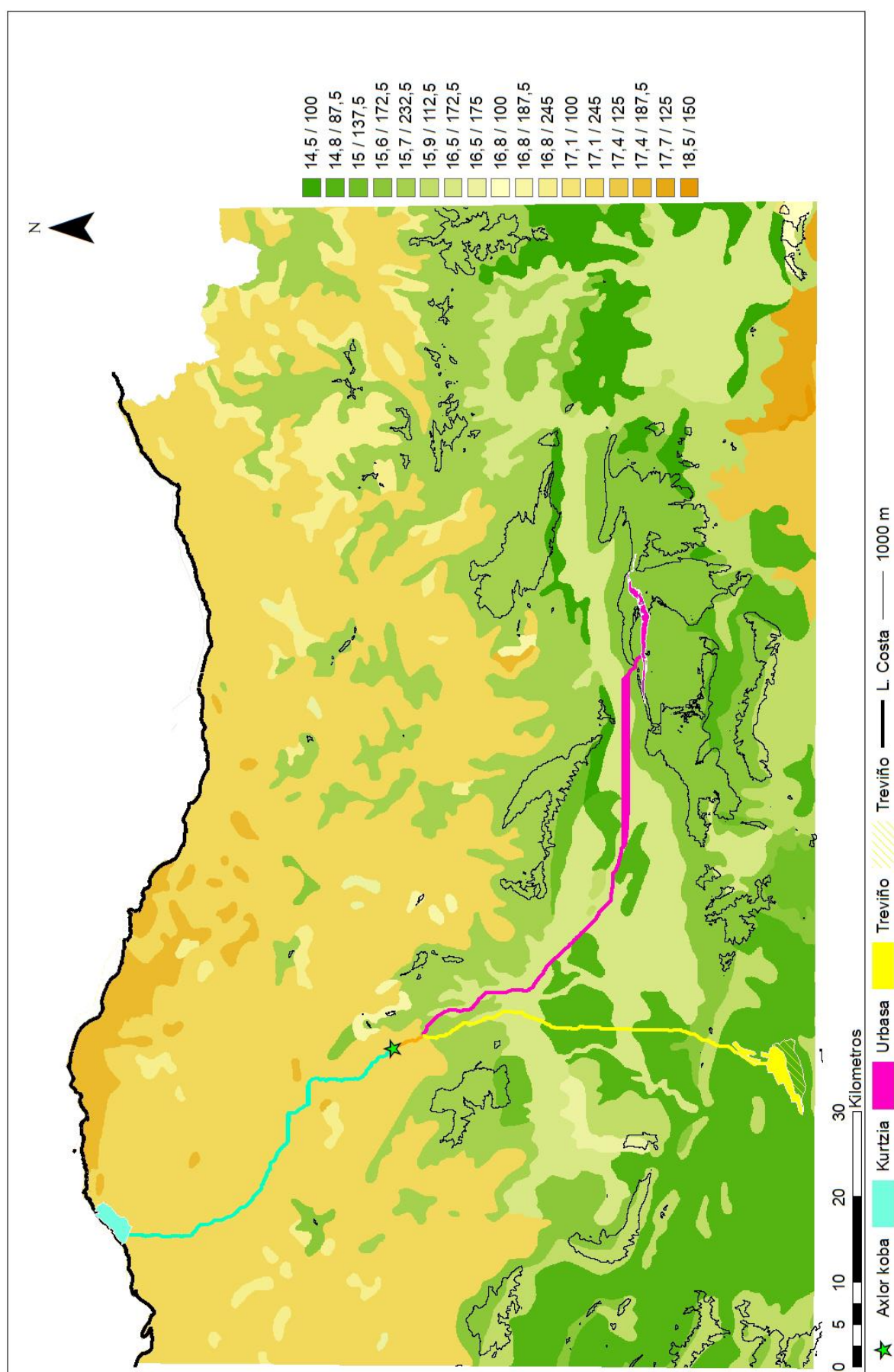


Figura 44. Modelo topográfico y rutas óptimas a los afloramientos de sílex de Kurtzia, Treviño y Urbasa desde Axlór en el MIS 5c.

5. Discusión y conclusiones.

Los resultados de la reconstrucción paleoambiental de la zona de estudio durante el MIS 4 y el MIS 5c nos ha proporcionado información topográfica y climática sobre el territorio que ocuparon los neandertales de Axló (Fig. 35-44). Esta información nos ha permitido recrear las áreas de captación de las materias primas líticas empleadas por estos grupos de cazadores-recolectores. La diferencia entre las condiciones generadas para ambos periodos es muy significativa. Mientras que en el MIS 5c obtenemos unas temperaturas y precipitaciones ligeramente menores a las actuales (Fig. 42, 43), en el MIS 4 las condiciones climáticas son mucho más frías y secas, con un descenso de más de 10°C de temperatura media y un porcentaje de precipitaciones mucho menor (Fig. 37, 38). Este contraste entre ambos estadios isotópicos queda reflejado en la existencia de formaciones glaciares durante el MIS 4 (Serrano et al., 2013, 2015; Rodríguez-Rodríguez et al., 2017) y la ampliación de la línea de costa casi 20 Km en algunos lugares (Fig. 36).

Nuestra reconstrucción paleoclimática del MIS 4 y el MIS 5c refleja dos espacios totalmente diferenciados. En el caso del MIS 5c, los resultados nos muestran un territorio de características propicias para los seres humanos, permitiendo la explotación del territorio sin demasiadas restricciones ambientales. Por el contrario, la situación durante el MIS 4 cambia drásticamente. Aunque el descenso del nivel del mar ofrece a los grupos neandertales del MIS 4 un aumento del espacio geográfico explotable de casi 1.000 Km² (Fig. 36), las condiciones climáticas empeoran drásticamente. Se generan formaciones glaciares en las altitudes más altas, cuya influencia en el entorno inmediato ejercería una presión restrictiva para la movilidad humana. Sin embargo, las características particulares que ofrece la Región Cantábrica moderan las condiciones globales del MIS 4. Esto permite que el área costera de nuestra zona de estudio ofrezca circunstancias más favorables que en otras regiones del planeta.

La caracterización del conjunto lítico del yacimiento de Axló (González-Urquijo, 2005a, 2005b) ha permitido identificar las materias primas que emplearon los grupos neandertales en la cueva. La mayoría de estas materias primas (cuarzo, cuarcita, lutita o vulcanita) afloran en las inmediaciones del yacimiento, a menos de 20 Km de él -ver capítulo 2.2.2.2. Materias primas locales (págs. 19-24)- Este hecho hace que la captación de estos recursos líticos fuese relativamente sencilla y supusiera costes energéticos muy leves. Sin embargo, la explotación del sílex -la materia prima lítica más utilizada en Axló-, difiere entre el MIS 4 y el MIS 5c. Los afloramientos de Kurtzia, Treviño y Urbasa actuaron como las principales áreas de captación de

sílex durante la ocupación neandertal de Axló. Sin embargo, las distintas situaciones climáticas de cada estadio isotópico condicionan la explotación de estos afloramientos.

La cuestión de la captación del sílex del flysch arenoso de Kurtzia es la más variable en términos geográficos. Al ubicarse en un acantilado, el descenso del nivel del mar afecta directamente a la formación geológica, y la erosión marina habría actuado como principal transformador del afloramiento. La propia disposición del sinclinorio vizcaíno donde florecen los olistostromos de Kurtzia se prolonga de manera submarina, lo que nos indica que durante el MIS 4 y el MIS 5c el acantilado actual no existiría y la topografía de estos periodos en la zona de Kurtzia prolongaría la formación geológica hacia la línea de costa (Fig. 31). Esto hace que el afloramiento de Kurtzia se haya modelado de manera aproximada, puesto que la recreación de esta parte del área de estudio no ha sido posible. Sin embargo, la aproximación realizada nos ofrece un área de captación fiable de este tipo de sílex, debido a que su explotación se realiza de forma secundaria, en la falda de las pendientes abruptas que contienen los olistostromos (Tarriño, 2001; Tarriño et al., 2016).

La distancia lineal entre Axló y el afloramiento de Kurtzia durante el MIS 4 es de aproximadamente 55 Km, mientras que durante el MIS 5c es de aproximadamente 47 Km. La distancia entre Axló y los afloramientos de Treviño y Urbasa es de 43 y 55 Km, respectivamente. En ambos estadios isotópicos el afloramiento de Treviño es teóricamente el más cercano y Kurtzia y Urbasa están a la misma distancia durante el MIS 4, pero en el MIS 5c el flysch arenoso de Kurtzia está significativamente más cerca de Axló. Es decir, durante el MIS 4 Kurtzia y Urbasa están a unos 55 Km de Axló mientras que Treviño se encuentra 12 Km más cerca, lo que haría de este último la opción más económica. En el MIS 5c, la captación de sílex en Kurtzia también resultaría una opción tan económica como la captación del sílex de Treviño (Fig. 35, 40).

Los mapas de coste-distancia generados sitúan los 3 afloramientos en un coste energético moderado en ambos estadios, pero los trayectos generados a partir de la superposición ponderada de pendientes y cobertura vegetal/glaciar, amplían las distancias teóricas (Fig. 35, 40). En el MIS 4, el recorrido hacia Kurtzia sería de 55 Km, a Treviño de 56 Km y a Urbasa de 76 Km, ampliando la distancia teórica 5, 12 y 21 Km respectivamente. Para el MIS 5c, la ruta óptima hacia Kurtzia suma 47 Km, a Treviño 51,5 Km y la de Urbasa se mantiene en 76 Km, aumentando la diferencia con la distancia lineal 9 y 7,5 Km respectivamente. Sin tener en cuenta otros aspectos, esto nos indicaría que para el MIS 4 y el MIS 5c la captación más económica sería la de los afloramientos de Kurtzia y Treviño, quedando el afloramiento de Urbasa relegado a un segundo lugar.

Sin embargo, los valores climáticos modelados nos permiten matizar esta aproximación (Fig. 37, 38, 42, 43). Las condiciones atemperadas del MIS 5c permitirían a estos grupos neandertales moverse sin restricciones climáticas tanto en verano como en invierno por todo el territorio. Por el contrario, el modelo climático del MIS 4 nos informa de que las rutas hacia Urbasa durante los meses de invierno serían significativamente restrictivas y la influencia glaciaria se extendería a la mitad sur del área de estudio, dificultando la captación del sílex de Treviño. Esto no influiría en la captación del sílex de Kurtzia, debido a las condiciones del área costera que permiten una movilidad menos restrictiva. En los meses de verano esta situación cambia, ofreciendo mejores posibilidades para el movimiento hacia Treviño y Urbasa.

El modelado de la vegetación potencial no nos permite interpretar más allá de una aproximación por los valores de temperatura y precipitación estimados. Nuestro modelado, junto a los resultados de los análisis de isótopos y polínicos de testigos marinos y terrestres (Johnsen et al., 1992; Shackleton et al., 2000; Shackleton et al., 2003; Sánchez Goñi et al., 1999; Iriarte et al., 2005; Sánchez Goñi y d'Errico, 2005; Gomez-Orellana, 2002; Gomez-Orellana et al., 2007) permite que podamos inferir que la cobertura vegetal durante el MIS 4 no implicaría una influencia tan importante en el movimiento como las pendientes o las temperaturas (Fig. 39). Por el contrario, en el MIS 5c la influencia de la vegetación aumentaría debido al desarrollo de coberturas más densas (Fig. 44).

En definitiva, nuestra reconstrucción paleoambiental sugiere que durante el MIS 4 la captación de sílex de Treviño y Urbasa tendría un carácter restringido a los meses de verano, mientras que la captación de los olistostromos de Kurtzia sería más factible durante los meses de invierno por las características que ofrece el terreno y el clima en la zona costera. Por el contrario, en el MIS 5c la explotación de los 3 tipos de sílex no supondría un coste significativo durante el invierno más que la distancia de los trayectos.

La amplia extensión que abarca el territorio explotado por los neandertales de Axló durante el MIS 4 y el MIS 5c pone de manifiesto la gran movilidad de estos grupos y su amplia variedad de estrategias de captación de recursos de materias primas líticas (Fig. 25, 26; Tabla 3). La presencia de útiles líticos en el yacimiento procedentes de más de 50 Km se puede apreciar en otros yacimientos arqueológicos (Geneste, 1985; Roebroeks et al., 1988; Féblot-Augustins, 1993; Floss, 1994; Turq et al., 2013), evidenciando distintas estrategias de captación. En Axló, la presencia de materias primas a pocos kilómetros de la cueva junto a otras procedentes de más de 50 Km, incluso en momentos de estrés climático, pone de manifiesto la adaptabilidad y

movilidad de los grupos neandertales, así como la variabilidad de estrategias de gestión de recursos.

El carácter estacional de las ocupaciones neandertales ocasiona conjuntos líticos compuestos por materiales locales y distantes (Turq et al., 2013; Chu, 2009; Bourguignon et al., 2002, 2006), como se puede apreciar en la secuencia de Axló. La reconstrucción paleoambiental del MIS 4 y el MIS 5c nos permite interpretar la ocupación neandertal en Axló de los dos paquetes sedimentarios diferenciados en la secuencia a través del registro arqueológico y su composición. Las restricciones de movilidad que ocasionaría a estas poblaciones el estrés climático durante los inviernos del MIS 4 y la presencia del sílex de los afloramientos que mayores complicaciones de accesibilidad, situarían la ocupación de la cueva durante los meses con condiciones menos desfavorables. No obstante, la alta movilidad de estos grupos de cazadores-recolectores y su amplia gestión del territorio los llevaría a realizar distintas ocupaciones a lo largo del año, explotando ciertos recursos según accesibilidad y necesidad. También es relevante señalar que la propia anatomía de los neandertales les hace más resistentes ante las complicaciones climáticas del MIS 4 (Van Andel et al., 2003; Finlayson y Carrión, 2007) lo que minimizaría levemente el coste necesario para la captación de los recursos más complicados, como el caso del sílex de Urbasa.

Los patrones de movilidad y gestión del territorio son los factores más importantes de la adaptabilidad de las sociedades cazadoras-recolectoras al medio físico (Kelly, 1988). Estos grupos no adaptan sus actividades de subsistencia con estrategias únicas, sino que se adaptan a los cambios del medio natural, variando sus estrategias de manera estacional o anual (Binford, 1980; Lee, 1976; Winterhalder, 1980). La gestión del territorio de estos grupos de cazadores-recolectores pueden abarcar áreas anuales de hasta 10,000 Km², aunque no suelen exceder los 6,000 Km² (Binford, 1983; Kelly 1995; Ellis, 2011). Esto, junto a la ubicación de los afloramientos de sílex presentes en Axló, ha motivado la elección de nuestra área de estudio, que alcanza aproximadamente 12.260 Km², los cuales se amplían a más de 13.000 Km² durante el MIS 4 y a 12.500 Km² en el MIS 5.

Es necesario señalar, que en nuestra reconstrucción paleoambiental el factor más determinante para generar los modelos interpretativos ha sido la generación de la paleocosta, las pendientes y el factor climático (temperaturas y precipitaciones) de cada estadio isotópico. Somos conscientes de la existencia de multitud de variables -tanto físicas como intangibles- que influirían en los movimientos de las poblaciones neandertales. En nuestra ligera aproximación a la cobertura vegetal se puede intuir esta influencia. La reconstrucción de la cubierta vegetal es

un proceso extenso y meticuloso que no ha podido ser incluir en este trabajo, pero en el que vamos a seguir incidiendo. Además de la vegetación, existen otras variables como las masas de agua o los tipos de suelo (Van Leusen, 2002; Fiz y Orengo, 2008; Whitley et al., 2010; Herzog, 2013; Verhagen et al., 2019) que también determinarían la capacidad de movimiento de las sociedades de cazadores-recolectores.

Esta reconstrucción paleoambiental del MIS 4 y el MIS 5c en el entorno de Axló es un aproximación inicial donde se han seleccionado dos de las variables más importantes, como son el factor topográfico y climático. El resultado nos permite hacer una primera interpretación de como influyeron las condiciones paleoambientales en las actividades de los grupos neandertales que habitaron Axló. La presencia del sílex de Kurtzia, Treviño y Urbasa en los conjuntos líticos de los niveles estratigráficos asociados al MIS 4 puede responder a un carácter estival de la ocupación de la cueva, debido a las restricciones climáticas de los meses más fríos. Las condiciones atemperadas del MIS 5c no supondrían un coste añadido para la captación de los tres tipos de sílex, ni en verano ni en invierno, por lo que la ocupación del yacimiento podría haberse efectuado en cualquier época del año. Sin embargo, esta primera interpretación de nuestros resultados puede variar drásticamente al añadir nuevas variables. Por ello, el objetivo futuro es realizar una modelización de la cubierta vegetal mucho más precisa e incluir nuevos factores (hidrología, tipos de suelo, erosión, etc.) que nos permitan precisar el impacto de las condiciones climáticas y geográficas en las poblaciones neandertales de Axló, para así intentar aproximarnos de manera más efectiva a los modos de vida de estos grupos de cazadores-recolectores.

6. Bibliografía.

- Ábalos, B. (2016). Geologic map of the Basque-Cantabrian Basin and a new tectonic interpretation of the Basque Arc. *International Journal of Earth Sciences* 105(8), 2327-2354.
- Aguirre, E. (1964). Las Gándaras de Budiño. Porriño (Pontevedra). *Excavaciones Arqueológicas en España* 31, Madrid.
- Altuna, J. (1972). Fauna de mamíferos de los yacimientos prehistóricos de Guipúzcoa. Con Catalogo del os mamíferos cuaternarios del Cantábrico y del Pirineo Occidental. *Munibe* 24, pp. 1-464.
- Altuna, J. (1989). La subsistance d'origine animale pendant le Moustérien dans la région Cantabrique (Espagne). En M. Pathou y L. G. Freeman (eds.). *L'Homme de Neandertal. La Subsistance*. Actes du colloque international de Liège. Volume 6, pp. 41-43.
- Álvarez-Marrón, J., Hetzel, R., Niedermann, S., Menéndez, R. & Marquínez, J. (2008). Origin, structure and exposure history of a wave-cut platform more than 1Ma in age at the coast of northern Spain: A multiple cosmogenic nuclide approach. *Geomorphology* 93, pp. 316-334.
- Arrizabalaga, A. & Iriarte, M. J. (2010). El Paleolítico superior inicial en el siglo XXI. Dos décadas de avances en la encrucijada vasca. En X. Mangado (Ed.), *El Paleolítico superior peninsular* (311-335). Barcelona, Spain: Universitat de Barcelona.
- Baena, J., Montes, R., Sanguino, J. Carrión, E. & Conde, C. (2001). Propuesta de reconstrucción de talla a partir de remontajes: el yacimiento de El Hondal (Requejada de Polanco-Cantabria). En L. Bourguignon, I. Ortega y M. Ch. Frère-Sautot (ed.), *Préhistoire et approche expérimentale* (pp. 17-33). Monique Mergoil, Montagnac.
- Baldeón, A. (1999): El abrigo de Axlór (Bizkaia, País Vasco). Las industrias líticas de sus niveles musterienses. *Munibe* 51, pp. 9-121.
- Barandiarán, I. (1988). *Prehistoria: Paleolítico. Historia General de Euskalerría*. Auñamendi.
- Barandiarán, J. M. & Altuna, J. (1967). Excavación de la cueva de Lezetxiki. Campaña de 1966. *Munibe* 19, pp. 79-106.
- Barandiarán, J.M. (1932). *Apuntes de geología general y de la del País Vasco*. Vitoria.
- Barandiarán, J.M. (1980): Excavaciones en Axlór. 1967- 1974. In Barandiarán, J. M. *Obras Completas*. Tomo XVII, pp. 127-384.
- Barnolas, A. & Pujalte, V. (2004). *La Cordillera Pirenaica*. En J.A. Vera (ed.) Geología de España (pp. 233-343). SGE-IGME, Madrid.
- Basabe, J. M. (1973). Dientes humanos del Musteriense de Axlór (Dima.Vizcaya). *Trabajos de Antropología* 16, pp. 187-207.
- Basabe, J. M. (1984). Restos fósiles humanos de la región vasco-cantábrica. *Cuadernos de Sección. Antropología-Etnografía. Prehistoria-Arqueología* 1, pp. 67-83.
- Binford, L.R. (1979). Organization and formation processes: looking at curated technologies. *Journal of Anthropological Research* 35, pp. 255-273.
- Binford, L.R. (1983). *Long term land use patterns: some implications for archaeology*. En R. C. Dunnell y D. K. Grayson (eds.), *Lulu Linear Punctated: Essays in Honor of George Irving Quimby*, Anthropological Papers (pp.27-53). Museum of Anthropology, University of Michigan.

- Binford, L.R., 1980. Willow smoke and dogs' tails: hunter-gatherer settlement systems and archaeological site formation. *Am. Antiq.* 45, 4e20.
- Bird, M.I., Ayliffe, L. K., Fifield, L. K., Turney, C. S. M., Cresswell, R. G., Barrows, T. T. & David, B. (1999). Radiocarbon dating of 'old' charcoal using a wet oxidation stepped combustion procedure. *Radiocarbon* 41 (2), pp. 127-140.
- Bischoff, J. L., Garcia, J. F. & Strauss, L. G. (1992). Uranium-series Isochron dating at El Castillo Cave (Cantabria, Spain): the Achelean/Mousterian question. *Journal of Archaeological Science* 21, pp. 541-551.
- Boëda, E. (1990). *De la surface au volume analyse des conceptions des débitages Levallois et laminaires*. En C. Farizy (ed.), Paléolithique moyen récent et Paléolithique supérieur ancien en Europe. Actes du colloque international de Nemours, 1988, Mémoires du Musée de Préhistoire d'Ile-de-France 3.
- Boëda, E. (1993). Le débitage discoïde et le débitage Levallois récurrent centripète. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 90, pp. 392-404.
- Bordes, F. (1948). Les couches moustériennes du gisement du Moustier (Dordogne): typologie et techniques de taille. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 45, pp. 113-125
- Bordes, F. (1961). *Typologie du paléolithique Ancien et Moyen*. Publications de l'Université de Bordeaux, mémoire 1, vol. 1 y 2. Université de Bordeaux, Bordeaux.
- Bourguignon, L. (1997). Le Moustérien de type Quina: nouvelle définition d'une entité technique. Dissertation, Université de Paris X-Nanterre.
- Bourguignon, L., Delagnes, A. & Meignen, L. (2006). *Systèmes de production lithique, gestion des outillages et territoires au Paléolithique moyen: où se trouve la complexité?* En L. Astruc, F. Bon, V. Léa, V., P.-Y. Milcent y S. Philibert (eds.), Normes techniques et pratiques sociales. De la simplicité des outillages pré- et protohistoriques. XXVe rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes (pp. 65-86). Éditions APDCA, Antibes.
- Bourguignon, L., Sellami, F., Deloze, V., Sellier-Segard, N., Beyries, S. & Emery-Barbier, A. (2002). L'habitat moustérien de "La Folie" (Poitiers, Vienne): synthèse des premiers résultats. *Paléo* 14, pp. 29-48.
- Bressy, C. 2003. *Caractérisation et gestion du silex des sites mésolithiques et néolithiques du Nord-Ouest de l'arc alpin. Une approche pétrographique et géochimique*. BAR International Series 1114. Oxford.
- Breuil, H & Obermaier, H. (1913). Institut de Paléontologie Humaine. Travaux exécutés en 1912. *L'Anthropologie* 24, pp. 1-16.
- Breuil, H. & Obermaier, H. (1912). Les premiers travaux de l'Institut de Paléontologie Humaine. *L'Anthropologie* 23, pp. 1-17.
- Brock, F., Bronk, C. & Higham, T. (2007). Quality assurance of ultrafiltered bone dating. *Radiocarbon* 49 (2), pp. 187-192.
- Bronk, C., Higham, T. & Leach, P. (2004b). Towards high-precision AMS: progress and Limitations. *Radiocarbon* 46 (1), pp. 17-24.
- Bronk, C., Higham, T., Bowles A. & Hedges, R. (2004a). Improvements to the pretreatment of bone at Oxford. *Radiocarbon* 46 (1), pp. 155-163.

- Butzer, K. W. (1973). *Notas sobre la geomorfología regional de la parte occidental de la provincia de Santander y la estratigrafía de Morín*. En J. González Echegaray, L. G. Freeman, B. Madariaga, K. Butzer y J. Altuna (dir.) *Cueva Morín: Excavaciones 1969* (pp. 267-276). Patronato de las Cuevas Prehistóricas de la Prov. De Santander.
- Butzer, K. W. (1981). Cave sediments, Upper Pleistocene stratigraphy and Mousterian facies in cantabrian Spain. *Journal of Archaeological Science* 8, pp. 133-183.
- Cabrera, V. & Bernaldo de Quirós, F. (2000). Excavaciones arqueológicas en la Cueva del Castillo (Puente Viesgo). En R. Ontañón (coord.), *Actuaciones Arqueológicas en Cantabria, 1984-1999*. Consejería de Cultura y Deporte de Cantabria, Santander.
- Cabrera, V. (1984). El yacimiento de la Cueva de 'El Castillo' (Puente Viesgo, Santander). *Biblioteca Praehistoria Hispania* 22. Instituto Español de Prehistoria, Madrid.
- Cano, J., Aguirre, E., Giles, F., Gracia, J., Santiago, A., Mata, E., Gutiérrez, J. M., Díaz del Olmo, F., Baena, R. & Borja, F. (1997). *Evolución del Pleistoceno en la cuenca baja del Miño, sector La Guardia-Tuy. Secuencia de los primeros poblamientos humanos y registro arqueológico*. En J. Rodríguez Vidal (ed.), *Cuaternalario Ibérico* (pp. 201-212). AEQUA, Huelva.
- Castaños, P. (2005). Revisión actualizada de las faunas de macromamíferos del Würm antiguo en la Región Cantábrica. En R. Montes y J. A. Lasheras (eds.), *Neandertales Cantábricos. Estado de la cuestión*, Museo de Altamira, Ministerio de Cultura, Madrid, pp. 201-207
- Chu, W. (2009). A functional approach to Paleolithic open-air habitation structures. *World Archaeol.* 41, pp. 348-362.
- Commont, V. (1909). *L'industrie moustérienne dans la region du Nord de la France*. V Congrès Préhistorique de France, pp. 115-224.
- Depaepe P. (2014) European Middle Paleolithic: Geography and Culture. En C. Smith (ed.), *Encyclopedia of Global Archaeology*. Springer, New York, NY.
- Ellis, C. (2011). Measuring Paleoindian range mobility and land-use in the Great Lakes/Northeast. *Journal of Anthropological Archaeology* 30(3), pp. 385-401.
- EVE (1991). *Mapa Geológico del País Vasco, 1:200.000*. Ente Vasco de la Energía.
- Falguères, C., Yokoyama, Y. & Arrizabalaga, A. (2005). La Geocronología del yacimiento pleistocénico de Lezetxiki (Arrasate, País Vasco). Crítica de las dataciones existentes y algunas nuevas aportaciones. *MUNIBE* 57, pp. 93-106,
- Féblot-Augustins, J. (1993). Mobility strategies in the late Middle Palaeolithic of central Europe and western Europe: elements of stability and variability. *Journal of Anthropological Archaeology* 12, pp. 211-265.
- Feuillée, P. & Rat, P. (1971). Structures et paléogéographies pyrénéo-cantabriques. *Histoire Structurale du Golfe de Gascogne. Publications de l'Institut Français du Pétrole. Collection Colloques et Séminaires* 22(1-1), pp. 1-48.
- Finlayson, C. & Carrión, J. (2007). Rapid ecological turnover and its impact on Neanderthal and other human populations. *Trends in Ecology & Evolution* 22(4), pp. 213-222.
- Fiz, I., Orengo, H. (2008). Simulating communication routes in Mediterranean alluvial plains. En A. Posluschny, K. Lambers e I. Herzog (eds.), *Layers of perception. Proceedings of the 35th international conference on computer applications and quantitative methods in archaeology (CAA)* (pp. 316-312).

- Floss, H. (1994). Rohmaterialversorgung im Paläolithikum des Mittelrheingebietes. *Monographien des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz* 21.
- Frías, D. (2013) *Nuevas aportaciones al estudio del Musteriense Final Cantábrico: el utillaje lítico del nivel D de Axló (Dima, Bizkaia)* (Tesis doctoral). Universidad de Cantabria, Santander.
- García, J. C. (2004). El marco del poblamiento paleolítico: unidad y diversidad de los espacios cantábricos. *KOBIE* 8, pp.11-28
- García, L., Wheatley, D., Murrieta, P. & Márquez, J. (2009). Los SIG y el análisis espacial en Arqueología. Aplicaciones en la Prehistoria reciente del sur de España. En M. A. Cau y F. X. Nieto (coords.), *Arqueología náutica mediterránea* (pp. 163-180). Centre d'Arqueologia Subacuàtica de Catalunya.
- García-Escárzaga, A., Gutiérrez-Zugasti, I., González-Morales, M., Arrizabalaga, A., Zech, J. & Roberts, P. (2020). Shell sclerochronology and stable oxygen isotope ratios from the limpet *Patella depressa* Pennant, 1777: Implications for palaeoclimate reconstruction and archaeology in northern Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*.
- García-Ruiz, J. M., Moreno, A., González-Sampériz, P., Garcés, B. V., & Bono, C. M. (2010). La cronología del último ciclo glaciar en las montañas del sur de Europa. Una revisión. *Cuaternario y Geomorfología* 24(1-2), pp. 35-46
- Geneste, J.M. (1985). *Analyse lithique d'industries moustériennes du Périgord: une approche technologique du comportement des groupes humains au Paléolithique moyen* (Tesis Doctoral). University of Bordeaux I.
- Geneste, J. M. (1991). Sstemes techniques de production lithique: variations techno-economiques dans les processus de realisation des outillages paléolithiques. *Techniques et culture* 17-18, pp. 1-35
- Gómez-Orellana, L. (2002). *El último Ciclo Glaciar-Interglaciar en el litoral del NW ibérico: Dinámica climática y paisajística* (Tesis Doctoral). Universidad de Santiago de Compostela, Lugo.
- Gómez-Orellana, L., Ramil-Rego, P. & Muñoz-Sobrino, C. (2007). The Würm in NW Iberia, a pollen record from Area Longa (Galicia). *Quaternary Research* 67(3), pp. 438-452.
- González Echegaray, J. & Freeman, L. G. (1971). *Cueva Morín: Excavaciones 1966 – 1968*. Patronato de las Cuevas Prehistóricas, Santander.
- González Fernández, A. (1995). *Cartografía de movimientos de ladera y su aplicación al análisis del desarrollo temporal de los mismos y de la evolución del paisaje*. Tesis doctoral, Universidad de Cantabria.
- González-Urquijo, Jesús y Lazuen Fernández, Talía (en prensa). "El Paleolítico antiguo en Bizkaia. Realidades y mistificaciones", in M. Unzueta (ed.) *Centenario de los trabajos arqueológicos en Bizkaia (1918-2018)*. Anejos de Kobie.
- González-Urquijo, J. (2003). Abrigo de Axló (Dima). *Arkeoikuska: Investigación arqueológica* 2003, pp. 86-89
- González-Urquijo, J. (2005b): "Abrigo de Axló (Dima). VI campaña". *Arkeoikuska: Investigación arqueológica* 2005, pp. 71-74.
- González-Urquijo, J. (2005b). *Inventario de materiales arqueológicos depositados en el Museo Arqueológico, Etnográfico e Histórico vasco de Bilbao, yacimiento de Axló, excavaciones de J.M. de Barandiarán*. Departamento de Cultura, Gobierno Vasco, Vitoria-Gasteiz.
- González-Urquijo, J. (2008). Axló. *Arkeoikuska: Investigación arqueológica* 2008, pp. 245-248.

- González-Urquijo, J.E. & Ibáñez, J. (2000). Abrigo de Axló (Dima). *Arkeoikuska* 99, pp. 370-372.
- González-Urquijo, J., Ríos J. & Ibáñez, J. (2002). Abrigo de Axló (Dima). *Arkeoikuska: Investigación arqueológica* 2002, pp.78-81.
- González-Urquijo, J., Ibáñez, J.J., Ríos, J., Bourguignon, L., Castaños, P., Tarriño, A. (2005). Excavaciones recientes en Axló. Movilidad y planificación de actividades en grupos de neandertales. En R. Montes y J. A. Lasheras (eds.), *Neandertales cantábricos, estado de la cuestión*. Museo Nacional y Centro de Investigación de Altamira, Madrid, pp. 527-539
- González-Urquijo, J., Ibáñez, J., Ríos, J. & Bourguignon, L. (2006). Aportes de las nuevas excavaciones en Axló sobre el final del Paleolítico Medio. En V. Cabrera, F. Bernaldo de Quirós y J. M. Maíllo (eds.), *Ante el centenario de la cueva de El Castillo: el ocaso de los neandertales*. UNED, Santander, pp. 269-291.
- González-Urquijo, J., Ibáñez, J. & Ríos, J. (2007). Axló. *Arkeoikuska: Investigación arqueológica* 2007, pp. 218-223.
- González-Urquijo, J., Ibáñez, J., Lazuen, T. & Mozota, M. (2014) Axló. En R. Sala (Ed.), *Los cazadores recolectores del Pleistoceno y del Holoceno en Iberia y el estrecho de Gibraltar* (pp. 45-48). Universidad de Burgos, Burgos.
- González-Urquijo, J. & Lazuen, T. (2019). Excavación arqueológica en el yacimiento de Axló (Dima, Bizkaia), X campaña. *Arkeoikuska: Investigación arqueológica* 2019.
- Hausmann, N., Kokkinaki, O., Leng, M.J. (2018). *Red Sea Palaeoclimate: Stable Isotope and Element-Ratio Analysis of Marine Mollusc Shells*. En N. Rasul e Il. Stewart (eds.) Geological Setting, Palaeoenvironment and Archaeology of the Red Sea. Springer, Cham.
- Hausmann, N., Prendergast, A.L., Lemonis, A., Zech, J., Roberts, P., Siozos, P. & Anglos, D. (2019). Extensive elemental mapping unlocks Mg/Ca ratios as climate proxy in seasonal records of Mediterranean limpets. *Scientific Reports* 9(3698).
- Helmens, K.F., Väliranta, M., Engels, S. & Shala, S. (2012). Large shifts in vegetation and climate during the Early Weichselian (MIS 5d-c) inferred from multi-proxy evidence at Sokli (northern Finland). *Quaternary Science Reviews* 41, pp. 22-38.
- Herzog I. (2013). *The potential and limits of optimal path analysis*. En A. Bevan y M. Lake (eds.), *Computational Approaches to Archaeological Spaces*, Walnut Creek, Left Coast Press (pp. 179-211).
- Higham, T. (2011). European Middle and Upper Palaeolithic radiocarbon dates are often older than they look: problems with previous dates and some remedies. *Antiquity* 85, pp. 235-249.
- Higham, T., Brock, F., Peresani, M., Broglio, A., Wood, R. & Douka, K. (2009). Problems with radiocarbon dating the Middle to Upper Palaeolithic transition in Italy. *Quaternary Science Reviews* 28, pp. 1257-1267.
- Higham, T., Jacobi, R. & Bronk, C. (2006). AMS radiocarbon dating of ancient bone using Ultrafiltration. *Radiocarbon* 48, pp. 179-195.
- Hoyos, M., Aguirre, E., Perez, A. & Zazo, C. (1977). Données récentes sur le milieu et l'occupation humaine au Würm. En H. Laville y Renault-Miskovsky (ed.), *Approche écologique de l'homme fossile* (pp. 117-119). Travaux du groupe Ouest de l'Europe de la Commission internationale de l'INQUA. Paleocology of Early Man. Supplement du Bulletin AFEQ 47.
- IGME (2002). *Mapa Geológico de España, 1:50.000*. Instituto Geológico y Minero de España.

- Iriarte, M. J., Gómez, L., Sobrino, C. M., Ramil, P., & Arrizabalaga, A. (2005). *La dinámica de la vegetación en el NW peninsular durante la transición del Paleolítico Medio al Paleolítico Superior*. En J. A. Lasheras & R. Montes (eds.), *Neandertales cantábricos, estado de la cuestión: actas de la reunión científica: celebrada en el Museo de Altamira los días 20-22 de octubre de 2004* (pp. 231-253). Museo Nacional y Centro de Investigación de Altamira.
- Johnsen, S. J., Clausen H. B., Dansgaard, W., Fuhrer, K., Gundestrup, N., Hammer, C. U., Iversen P., Jouzel, J., Stauffer B. & Steffensen J. P. (1992). Irregular glacial interstadials recorded in a new Greenland ice core. *Nature* 359, pp. 311–313.
- Jones, J.R., Richards, M.P., Straus, L.G., Reade, H., Altuna, J., Mariezkurrena, K. & Marín-Arroyo, A.B. (2018). Changing environments during the Middle-Upper Palaeolithic transition in the eastern Cantabrian Region (Spain): direct evidence from stable isotope studies on ungulate bones. *Scientific Reports* 8(14842).
- Jordá J. F., Álvarez, D. & Iriarte, M. J. (2014). *Una aproximación geoarqueológica al hábitat humano Pleistoceno del occidente Cantábrico (Asturias, norte de España)*. En D. Alvarez (ed.): *Los grupos cazadores-recolectores paleolíticos del occidente cantábrico* (pp. 67-102). Asturias: UNED.
- Kelly, R.L. (1995). *The Foraging Spectrum: Diversity in Hunter–Gatherer Lifeways*. *Smithsonian Institution Press*, Washington, EEUU.
- Kornprobst, P. & Rat, P. (1967). Premiers résultats d’une étude géologique et paléoclimatique du remplissage paléolithique moyen et supérieur de la grotte de Lezetxiki (Mongragón, Guipuzcoa). *MUNIBE* 19, pp. 247-260.
- Lazuén, T. & González Urquijo, J. E. (2014). Recycling in the Early Middle Paleolithic: The role of resharpening flakes assessed through techno-functional analysis. *Quaternary International* 30, pp. 1-9
- Lazuén, T. & González-Urquijo, J. (en prensa). “El estudio de las formas de vida de las sociedades neandertales en el yacimiento de Axló: las excavaciones de J.M. Barandiarán y el proyecto del siglo XXI.
- Lazuén, T. (2012). Las primeras sociedades neandertales de La Región Cantábrica. *BAR International Series* 2452. Archaeopress, Oxford.
- Lazuén, T., Fábregas, R., Lombera, A. & Rodríguez, X. P. (2011). La gestión del utillaje de piedra tallada en el Paleolítico medio de Galicia. El nivel 3 de Cova Eirós (Triacastela, Lugo). *Trabajos de Prehistoria* 67, pp. 237-258.
- Lee, D.N. (1976). A theory of visual control of braking based on information about time- to-collision. *Perception* 5(4), pp. 437–459.
- Lenoir, M. (1992). Le peuplement magdalénien des bases vallées de la Dordogne et de la Garonne. En *Le Peuplement Magdalénien. Paléogéographie physique et humaine. Actes du Colloque de Chancelade (1988)*. C.T.H.S, pp. 97-101.
- Loidi, J., Biurrun, I., Campos, J.A., García-Mijangos, I. & Herrera, M. (2011). *La vegetación de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Leyenda del mapa de series de vegetación a escala 1:50.000*. Universidad del País Vasco .
- Llopi, N. & Jordá, F. (1957). *Mapa del Cuaternario de Asturias*. V Congreso Internacional INQUA. Diputación Provincial de Asturias, Oviedo.
- Lotze, F. (1958). Zur Stratigraphie des spanischen Kambriums. *Geologie* 7, pp. 727-750.

- Lotze, F. (1960). Zur gliederung der oberkreide in der Baskischen depression (Nordspanien). *Neues Jahrbuch Geol. Paläont. Mh* 3, pp.132-144.
- Mangado, X. (1998). La arqueopetrología del sílex. Estudio de caracterización de materiales silíceos. Un caso práctico, el nivel II de la Cova del Parco (Alòs de Balaguer, La Noguera). *Pyrenae* 29, pp. 47-68.
- Mangado, X. (2002). El aprovisionamiento de materias primas líticas durante el Paleolítico superior y el Epipaleolítico de Cataluña. *Cypsela* 14, pp. 27-41
- Mangado, X. (2006). El aprovisionamiento en materias primas líticas: hacia una caracterización paleocultural de los comportamientos paleoeconómicos. *Trabajos de prehistoria* 63(2), pp. 79-91.
- Martínez-Torres, L. M. (1997). Transversal a la Cuenca Vasco-Cantábrica. Introducción a la estructura y evolución geodinámica. *IX Reunión de la Comisión de Tectónica de la SGE*. Universidad del País Vasco.
- Moncel, M.-H., Ashton, N., Arzarello, M., Fontana, F., Lamotte, A., Scott, B., Muttillio, B., Berruti, G., Nenzioni, G., Tuffreau, A., & Peretto, C. (2020). Early Levallois core technology between Marine Isotope Stage 12 and 9 in Western Europe. *Journal of Human Evolution*, 139, 102735.
- Montes, R. & Sanguino, J. (2001). *La Cueva del Pendo. Actuaciones arqueológicas (1994-2000)*. Ayuntamiento de Camargo. Cultura y Turismo del Gobierno de Cantabria. Muriedas.
- Montes, R. (1999). El yacimiento al aire libre de El Hondal (Requejada de Polanco). Actuaciones Arqueológicas y resultados geoarqueológicos. En Homenaje al Dr. M. A. García Guinea. *Sautuola* 6, pp. 135-144.
- Montes, R. (2003). *El primer poblamiento de la Región cantábrica. El Paleolítico inferior cantábrico*. Museo Nacional y Centro de Investigación de Altamira 18. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Madrid.
- Mozota, M. (2012). *EL hueso como materia prima: El utillaje óseo del final del Musteriense en el sector central del norte de la Península Ibérica* (Tesis doctoral). Universidad de Cantabria, Santander.
- Oakley, K., Andrews, P., Keeley, L. & Clark, D. (1977). A reappraisal of the Clacton Spearpoint. *Proceedings of the Prehistoric Society* 43, pp. 13-30.
- Ohmura, A., Kasser, P., Funk, M. (1992). Climate at the equilibrium line of glaciers. *Journal of Glaciology* 38, pp. 397-411.
- Owen, W. E. (1938). The Kombewa Culture. Kenya colony. *Man*, pp. 203-205.
- Penck, A., & Brückner, E. (1909). *Die Alpen im Eiszeitalter*. Leipzig, Tauchnitz.
- Railsback, L.B., Gibbard, P.L., Head, M.J., Voarintsoa, N.R.G., & Toucanne, S. (2015). An optimized scheme of lettered marine isotope substages for the last 1.0 million years, and the climatostratigraphic nature of isotope stages and substages. *Quaternary Science Reviews* 111, pp. 94–106
- Ramírez del Pozo, J (1971). Bioestratigrafía y microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España (Región Cantábrica). *Memorias del Instituto Geológico y Minero de España* 78, pp. 1-357
- Rat, P. (1959). *Les pays crétacées basco-cantabriques* (Tesis doctoral) Université de Dijon.
- Rat, P. (1988). The Basque-Cantabrian basin between the Iberian and European plates: Some facts but still many problems: *Revista de la Sociedad Geológica de España* 1, pp. 327–348

- Rink, J., Schwarcz, K., Lee, H. Cabrera, V. Bernaldo de Quirós, F. & Hoyos, M. (1996). ESR dating of Mousterian levels at El Castillo Cave, Cantabria, Spain. *Journal of Archaeological Science* 24, pp. 593-600.
- Rios Garaizar, J. (2007). *Industria lítica y sociedad en la Transición del Paleolítico medio al superior en torno al Golfo de Vizcaya* (Tesis Doctoral). Universidad de Cantabria, Santander
- Robles, S. (2014) Evolución geológica de la Cuenca Vasco-Cantábrica. En A. Bodego et al. (eds.), *Geología de la Cuenca Vasco-Cantábrica*. Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco, Bilbao, pp. 9-104.
- Rodríguez Asensio, J. A. (1983). Bañugues (Gozón, Asturias): yacimiento del paleolítico inferior. *Noticiario arqueológico hispánico* 9, pp. 9.34
- Rodríguez Asensio, J. A. (2001): *Yacimiento de Cabo Busto. Los orígenes prehistóricos de Asturias*. Gijón, Asturais: GEA.
- Rodríguez Asensio, J.A. & Arrizabalaga, A. (2004). *El poblamiento más antiguo de la región: las ocupaciones previas al IS4. Desde el inicio del poblamiento a circa 80.000 BP*. En M. Fano (coord.), *Las sociedades del Paleolítico en la región cantábrica*. *KOBIE* 8, pp. 51-90.
- Rodríguez-Rodríguez, L., Jiménez-Sánchez, M., Domínguez-Cuesta, M.J., Rinterknecht, V., Pallàs, R. & ASTER Team (2017). Timing of last deglaciation in the Cantabrian Mountains (Iberian Peninsula; North Atlantic Region) based on in situ-produced ¹⁰Be exposure dating. *Quaternary Science Reviews* 171, pp. 166-181.
- Roebroeks, W. (1988). From Find Scatters to Early Hominid Behaviour. A Study of Middle Palaeolithic Riverside Settlements at Maastricht-Belvédère (The Netherlands). *Leiden University Press*.
- Roy, M. (2016). *Materias primas líticas y su explotación durante la Prehistoria en el prepirineo oriental (NE de Iberia)* (Tesis doctoral). Univseritat Autònoma de Barcelona, Barcelona.
- Sánchez Goñi, M. F. & d'Errico, F. (2005). *La historia de la vegetación y el clima del último ciclo climático (IS5-OIS1, 140.000-10.000 años BP) en la Península Ibérica y su posible impacto sobre los grupos paleolíticos*. En J. A. Lasheras & R. Montes (eds.), *Neandertales cantábricos, estado de la cuestión: actas de la reunión científica: celebrada en el Museo de Altamira los días 20-22 de octubre de 2004* (pp. 115-129). Museo Nacional y Centro de Investigación de Altamira.
- Sánchez Goñi, M. F. & Harrison, S. P. (2010). Millennial-scale climate variability and vegetation changes during the Last Glacial: Concepts and terminology. *Quaternary Science Reviews* 29(21-22), pp. 2823-2827.
- Santamaría, D. (2012). *La transición del Paleolítico medio al superior en Asturias. El Abrigo de La Viña (La Manzaneda, Oviedo) y la Cueva de El Sidrón (Borines, Piloña)* (Tesis doctoral), Universidad de Oviedo.
- Santamaría, D. (2013). Datando el final del Paleolítico medio en la Península Ibérica. Problemas metodológicos y límites de la interpretación. *Trabajos de Prehistoria* 70 (2), pp. 241-263.
- Serrano, A. & Martínez del Olmo, W. (1990). *Tectónica salina en el Dominio Cántabro-Navarro: evolución, edad y origen de las estructuras salinas*. En F. Ortí y J.M. Salvany (eds.), *Formaciones evaporíticas de la Cuenca del Ebro y cadenas periféricas y de la zona de Levante*, ENRESA-Univ. Barcelona: 39-53.
- Serrano, E., González-Trueba, J.J., Pellitero, R., Gonzalez-García, M. & Gomez- Lende, M. (2013). Quaternary glacial evolution in the central cantabrian mountains (Northern Spain). *Geomorphology* 196, pp. 65-82.

- Shackleton, N. J., Hall, M. A & Vincent, E. (2000). Stable carbon and oxygen isotope ratios of foraminifera from sediments of the Iberian margin. *PANGAEA*
- Shackleton, N. J., Sánchez-Goñi, M. F. Pailler, D. & Lancelot, Y. (2003). Marine Isotope Substage 5e and the Eemian Interglacial. *Global and Planetary Change* 36 (3), pp. 151-155.
- Smith, G. S. (2003). Hunter gatherer mobility, storage, and houses in a marginal environment: an exemple from the mid-Holocene of Wyoming. *Journal of Anthropological Archaeology* 22, pp. 162-189.
- Tarriño, A. (1998). Rocas silíceas sedimentarias. SU composición mineralógica y terminología. *KREI* 3, pp. 143-161.
- Tarriño, A. (2001). *El sílex en la cuenca Vasco Cantábrica y Pirineo Navarro: caracterización y su aprovechamiento en la prehistoria* (tesis doctoral). Universidad del País Vasco.
- Tarriño, A., Elorrieta, I., & García-Rojas, M. (2015). Flint as raw material in prehistoric times: Cantabrian Mountain and Western Pyrenees data. *Quaternary International* 364, pp. 94-108.
- Tarriño, A., Muñoz-Fernandez, E., Elorrieta, I., Normand, C., Rasines del Rio, P., Garcia-Rojas, M. & Perez-Bartolome, M. (2016). El sílex en la cuenca vasco-cantabrica y el pirineo occidental: materia prima litica en la prehistoria. *CPAG* 26, pp. 191-228.
- Terradas, X. (1995). Las estrategias de gestión de los recursos líticos del Prepirineo catalán en el IX milenio BP: el asentamiento prehistorico de la Font del Ros (Berga, Barcelona). *Treballs d'arqueologia* 3.
- Terradas, X. (2001). La gestión de los recursos minerales en las sociedades cazadoras recolectoras. *Treballs d'Etnoarqueologia* 4.
- Thiébaud, C. (2013). Le débitage Discoïde stricto sensus : caractéristiques techniques des séries, *Palethnologie*.
- Thieme, H., Veil, S. (1985). Neue Untersuchungen zum eemzeitlichen Elefanten-Jagdplatz Lehringen. *Die Kunde* 36, pp. 11-58.
- Thieme, H. (1997). Lower palaeolithic hunting Spears from Germany, *Nature* 385, pp. 807-810.
- Tisnerat-Laborde, N., Valladas, H., Kaltnecker, E. & Arnold, M. (2003). AMS radiocarbon dating of bones at LSCE. *Radiocarbon* 45, pp. 409-419.
- Tixier, J. & Turq, A. (1999). Kombewa et alii. *Paléo* 11, pp. 135-143.
- Tixier, J. (1980). Raccords et remontages. En C.N.R.S (ed.) *Prehistorie et technologie lithique* (pp. 50-55), Paris.
- Torres, T., Ortiz, J., Grün, R., Eggins, S., Valladas, H., Mercier, N., Tisnérat-Laborde, N., Juliá, R., Soler, V., Martínez, E., Sánchez-Moral, S., Cañaveras, J., Lario, J., Badal, E., Lalueza-Fox, C., Rosas, A.; Santamaría, D., Rasilla, M. & Fortea, J. (2010). Dating of the hominid (*Homo neanderthalensis*) remains accumulation from el Sidrón cave (Piloña, Asturias, north Spain): an example of a multi-methodological approach to the dating of upper Pleistocene sites. *Archaeometry* 52(4), pp. 680-705.
- Torres, T., Ortiz, J., Grün, R., Eggins, S., Valladas, H., Mercier, N., Tisnérat-Laborde, N., Juliá, R., Soler, V., Santamaría, D. & Rasilla, M. (2011). La datación de los fósiles de El Sidrón: una compleja aproximación multidisciplinar. En M. de la Rasilla, A. Rosas, J. C., Cañaveras y C. Lalueza (eds.), *La cueva de El Sidrón (Borines, Piloña, Asturias). Investigación interdisciplinar de un grupo*

- neandertal. *Excavaciones Arqueológicas en Asturias, Monografías I* (pp. 159-165), Principado de Asturias. Oviedo.
- Turq, A. (1988). Exploitation des matieres premieres lithiques et occupation du sol: l'exemple du Mousterien entre Dordogne et Lot. En H. Laville (ed.), *Rélations entre les variations del paléomilieux, le peuplement préhistorique et l'occupation du sol*. Université de Bordeaux I, Burdeos.
- Turq, A. (1989). Approche technologique et économique du faciès Moustérien de tpe Quina: étude préliminaire. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 86, pp. 244-256.
- Turq, A. (1992). Exploitation des matières premières lithiques dans le Moustérien entre Dordogne y Lot. En M. Séronie-Vivien y M. Lenoir (ed.), *Le silex de sa genèse à l'outil. Actes du V colloque international sur le silex V International Flint Symposium* (pp. 415-427), Madrid.
- Uriarte, A. (2003). *La Historia del Clima*. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco
- Van Andel, T.H. & Davies, W. (2003). *Neanderthals and modern humans in the European landscape during the last glaciation: archaeological results of the Stage 3*, Cambridge, UK. McDonald Institute for Archaeological Research monographs, 265pp
- Van Leusen, P.M. (2002). Pattern to process: methodological investigations into the formation and interpretation of spatial patterns in archaeological landscapes. *Rijksuniversiteit Groningen*, Groningen.
- Vega del Sella, C. (1921). El Paleolítico de Cueva Morín y Notas para la climatología cuaternaria. *Comisión de Investigaciones Prehistóricas y Protohistóricas* 29. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.
- Verhagen, P., Nuninger, L. & Groenhuizen, M.R. (2019). *Modelling of Pathways and Movement Networks in Archaeology: An Overview of Current Approaches*. En P. Verhagen, J. Joyce y Groenhuizen M. (eds.) *Finding the Limits of the Limes*. Computational Social Sciences. Springer, Cham.
- Vita-Finzi, C. & Higgs, E.S. (1970). Prehistoric Economy in the Mount Carmel Area of Palestine: Site Catchment Analysis. *Proceedings of the Prehistoric Society* 36, pp. 1-37.
- Wheatley, D., Gilings, M. (2002). *Spatial Technology and Archaeology. The Archaeological Applications of GIS*. Taylor & Francis, London.
- Whitley, T.G., Moore, G., Goel G. & Jackson, D. (2010). *Beyond the Marsh: settlement choice, perception and spatial decision-making on the Georgia Coastal Plain*. En B. Frischer, J. Crawford y D. Koller (eds.), *Making history interactive. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA)* (pp. 380-290). Oxford.
- Winterhalder, B. (1980). Environmental Analysis in Human Evolution and Adaptation Research. *Human Ecology* 8(2), pp. 135 – 171.
- Zapata, L. (2008). Baltzola. *Arkeoikuska: Investigacion arqueológica* 2008, pp. 249-250.
- Zapata, L., Gallaga, I., Regalado, E. & Ruiz, M (2007). Baltzola. *Arkeoikuska: Investigacion arqueológica* 2007, pp. 223-224.
- Zilhão, J. (2006). Chronostratigraphy of the Middle-to-Upper Paleolithic Transition in the Iberian Peninsula. *Pyrenae*, 37(1), 7-84.
- Zilhão, J., Duarte, C., Maurício, J., Pettitt, P. B., Souto, P., Trinkaus, E. & Van der plicht, H. (1999). The early Upper Paleolithic human skeleton from the Abrigo do Lagar Velho (Portugal) and modern human emergence in Iberia. *Anthropology*, 96, 7604-7609.

7. Índice de figuras

Figura 1. Esquema cronológico de los yacimientos con cronologías similares a Axló (a partir de Lazuén, 2012).....	9
Fig 2. Mapa de la region cantabrica (tengo que generar uno).....	12
Figura 3. Esquema de división de la Terminología geográfica y geológica de la Región Cantábrica y el Pirineo (a partir de Barnolas y Pujalte, 2004).....	13
Figura 4. Estructura geológica de la Cuenca Vasco Cantábrica, el Dominio Navarro y el Bloque Santanderino (Abalos, 2016).....	14
Figura 5. Estructura del Arco Vasco (Barnolas y Pujalte, 2004).....	14
Figura 6. Raedera en sílex de Kurtzia de los niveles inferiores de Axló (Proyecto Axló / Fotografía: Luis Teira).....	16
Figura 7. Lasca de reavivado en sílex de Treviño de los niveles superiores de Axló (Proyecto Axló / Fotografía: Luis Teira).....	17
Figura 8. Distribución de los distintos tipos de sílex presentes en la zona de estudio (a partir de Tarriño et al., 2015).....	19
Figura 9. Fallas con presencia de diques de cuarzo en el entorno de Axló (a partir de Fernández y Mondéjar, 1983).....	20
Figura 10. Lasca de cuarcita de los niveles superiores de Axló (Proyecto de Axló / Fotografía: Luis Teira).....	21
Figura 11. Distribución de las diferentes unidades litológicas con presencia de cuarcitas en la zona de estudio (a partir de la información litológica del P. Vasco y Navarra).....	22
Figura 12. Distribución de las lutitas en la zona de estudio. Los distintos colores representan unidades litológicas con presencia de lutitas diferentes (a partir de las informaciones litológicas del P. Vasco).....	23
Figura 13. Raedera en lutita de los niveles superiores de Axló (Proyecto Axló / Fotografía: Luis Teira).....	24
Figura 14. Distribución de materiales ígneos en el complejo volcánico del Sinclinorio vizcaíno (Arrizabalaga y Tarriño, 2010).....	25
Fig 15. Nivel del mar relativo (RSL) en los últimos 160.000 años (A partir de Railsback et al., 2015).....	28
Figura 16. Evolución de las especies vegetales entre el final del MIS 5 y el MIS 4 –hiato entre 68 y 70 ka BP- a partir del testigo marino MD04-2845 en el Golfo de Vizcaya. <u>Pinus</u> : pinos; <u>Boreal Forest</u> : Picea, Alnus y Salix; <u>Sphagnum</u> : musgos; <u>Pioneer trees</u> : mayoritariamente Betula, Cupressaceae y Hippophæe. <u>Temperate deciduous forest</u> : Quercus, Carpinus y Corylus; <u>Grasses</u> : Poaceae; Semidesert: Chenopodiaceae, Ephra y Artemisia (a partir de Daniau et al., 2009)....	30

Figura 17. Localización de la cueva de Axló (ArcGis®).....	31
Figura 18. Yacimiento de Axló (el cuadrado negro indica la boca de la cueva) (Proyecto de Axló).....	32
Figura 19. Contexto geológico de Axló (IGME, 2002; ArcGis®).....	33
Figura 20. Desviaciones cronológicas producidas por la contaminación de las muestras con carbono moderno (Santamaría, 2012).....	37
Figura 21. Esquema de Estadios Isotópicos Marinos establecidos por J. B. Railsback et al. a través del análisis de las proporciones de $d^{18}O$ de foraminíferos (a partir de Railsback et al., 2015).....	37
Figura 22. Representación gráfica de las especies de ungulados identificados por J. Altuna -Izquierda- y P. Castaños -Derecha- (Baldeón, 1999 y Castaños, 2005; Figura 2 en González-Urquijo et al., 2005.).....	39
Figura 24. Materias primas identificadas en las excavaciones de J. M. Barandiarán (a partir de Baldeón, 1999).....	41
Figura 25. materias primas identificadas en las excavaciones de J. M. Barandiarán (a partir de González-Urquijo, 2005b).....	41
Figura 26. Materias primas niveles N, D y B (a partir Ríos-Garaizar, 2007).....	42
Figura 27. Conjunto lítico retocado de las excavaciones de J. M. Barandiarán (a partir de los datos de Ríos-Garaizar, 2007).....	43
Figura 28. Isobatas utilizadas para generar los modelos digitales del terreno (MDE) para el MIS 4 y el MIS5c.....	51
Figura 29. Mapa de localización de las estaciones termométricas y pluviométricas empleadas.....	53
Figura 30. Mapa de vegetación actual. Leyenda en orden: 1. Alisedas; 2. Carrascales; 3-6. Encinares; 7. Fresnedas; 8-11. Hayedos; 12-13. Quejigares; 14. Robledales acidófilos; 15. Robledales de melojos; 16. Robledales mesofílicos; 17. Robledales pelosos (a partir de Loidi et al., 2011).....	57
Figura 31. Prolongación del acantilado que contiene los olistostromos con sílex en Kurtzia (MIS 4).....	59
Figura 32. Prolongación del acantilado que contiene los olistostromos con sílex en Kurtzia (MIS 5c).....	59
Figura 33. Modelo de superposición ponderada del MIS 4.....	61
Figura 34. Modelo de superposición ponderada del MIS 5c.....	61
Figura 35. Modelo de Coste Distancia y rutas óptimas a los afloramientos de sílex de Kurtzia, Treviño y Urbasa desde Axló en el MIS 4.....	65
Figura 36. Modelo topográfico y rutas óptimas a los afloramientos de sílex de Kurtzia, Treviño y Urbasa desde Axló en el MIS 4.....	66
Figura 37. Modelo de temperaturas y precipitaciones y rutas óptimas a los afloramientos de sílex de Kurtzia, Treviño y Urbasa desde Axló en el invierno del MIS 4.....	67

Figura 38. Modelo de Coste Distancia y rutas óptimas a los afloramientos de sílex de Kurtzia, Treviño y Urbasa desde Axló en el verano del MIS 4.....	68
Figura 39. Modelo de vegetación potencial y rutas óptimas a los afloramientos de sílex de Kurtzia, Treviño y Urbasa desde Axló en el MIS 4.....	69
Figura 40. Modelo de Coste Distancia y rutas óptimas a los afloramientos de sílex de Kurtzia, Treviño y Urbasa desde Axló en el MIS 5c.....	72
Figura 41. Modelo topográfico y rutas óptimas a los afloramientos de sílex de Kurtzia, Treviño y Urbasa desde Axló en el MIS 5c.....	73
Figura 42. Modelo de temperaturas y precipitaciones y rutas óptimas a los afloramientos de sílex de Kurtzia, Treviño y Urbasa desde Axló en el invierno del MIS 5c.....	74
Figura 43. Modelo de Coste Distancia y rutas óptimas a los afloramientos de sílex de Kurtzia, Treviño y Urbasa desde Axló en el verano del MIS 5c.....	75
Figura 44. Modelo de vegetación potencial y rutas óptimas a los afloramientos de sílex de Kurtzia, Treviño y Urbasa desde Axló en el MIS 5c.....	76

8. Índice de tablas.

Tabla 1. Descripción de los niveles estratigráficos de las intervenciones modernas (a partir de González-Urquijo et al., 2006).....	34
Tabla 2. Serie de dataciones por AMS C14 para la estratigrafía moderna de Axló (González-Urquijo y Lazuen, e.p.).....	35
Tabla 3. Materias primas identificadas en las excavaciones de J. M. Barandiarán (columna blanca: González-Urquijo et al., 2005; columna amarilla: Baldeón, 1999).....	42
Tabla 4. Extrapolación de los polígonos de vegetación actual mediante temperatura y precipitación media para el MIS 4 y el MIS 5c.....	56